

**DOBRA POLJOPRIVREDNA PRAKSA, DOBRA PROIZVOĐAČKA PRAKSA I
PRINCIPI BEZBJEDNOSTI HRANE**

Skripta

Prof. dr Mirjana Bojanić Rašović

Biotehnički fakultet Univerziteta Crne Gore

Podgorica, septembar, 2024. g.

SADRŽAJ

Predgovor.....	5
Sažetak.....	7
Summary.....	8
1. Osnovna načela dobre poljoprivredne prakse.....	9
2. Dobra poljoprivredna praksa u zaštiti poljoprivrednog zemljišta.....	17
3. Dobra poljoprivredna praksa u zaštiti vode.....	28
4. Dobra poljoprivredna praksa u zaštiti vazduha.....	42
5. Načela dobre poljoprivredne prakse na farmama.....	50
Zarazne bolesti domaćih životinja.....	53
Dezinfekcija.....	100
Dezinsekcija.....	114
Deratizacija.....	128
6. Higijena staja.....	131
7. Dobra proizvođačka praksa u ishrani domaćih životinja.....	139
8. Dobra poljoprivredna praksa u sprečavanju mastitisa krava.....	143
9. Dobrobit životinja.....	147
10. Zaštita životinja tokom transporta.....	155
11. Zaštita dobrobiti životinja tokom klanja.....	160
12. Ponašanje životinja.....	163
13. Dobra poljoprivredna praksa u primjeni pesticida.....	165
14. Upravljanje nusproizvodima animalnog porijekla.....	168
15. Higijena uklanjanja stajnjaka.....	175
16. Dobra poljoprivredna praksa u zaštiti bilja.....	181
17. Zakonodavstvo Evropske unije iz oblasti bezbjednosti hrane.....	185
18. Organizacija sistema bezbjednosti hrane u Crnoj Gori	188
19. Faktori rizika za kontaminaciju hrane u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji.....	200
Hemijske opasnosti u proizvodnji hrane.....	201
20. Biološke opasnosti u hrani.....	237
Patogeni mikroorganizmi u hrani.....	237
Mikroorganizmi – trovači hrane (uzročnici trovanja hranom).....	237
Mikroorganizmi kvarenja hrane.....	264
Bakterije koje izazivaju kvarenje hrane.....	273

Plijesni koje izazivaju kvarenje hrane.....	304
Kvasci koji izazivaju kvarenje hrane.....	324
Mikrobiološki indikatori fekalnog zagađenja hrane.....	334
Izvori kontaminacije hrane animalnog porijekla patogenim mikroorganizmima.....	336
Najznačajniji izvori kontaminacije biljaka patogenim bakterijama.....	337
Mikrobiološke opasnosti u proizvodnji voća i povrća.....	338
Biološki toksini.....	339
Mogućnosti kontaminacije stočne hrane patogenim mikroorganizmima.....	339
Virusi koji se prenose hranom.....	354
Patogeni kvasci koji se prenose hranom.....	362
Patogene plijesni koje se prenose hranom.....	363
Prioni.....	364
Paraziti koji se prenose na ljude putem hrane.....	365
21. Fizičke opasnosti za bezbjednost hrane.....	387
22. Mikrobiološka biotehnologija.....	388
Primjena korisnih mikroorganizama u poljoprivredi.....	395
Primjena mikroorganizama u zaštiti životne sredine.....	397
Primjena mikroorganizama u prehrambenoj industriji.....	400
Primjena mikroorganizama u farmaceutskoj industriji.....	410
23. Konzervisanje hrane.....	415
24. Pakovanje, čuvanje i označavanje hrane.....	426
25. Preduslovni programi u prerađivačkoj industriji.....	433
26. HACCP sistem bezbjednosti hrane.....	445
27. HACCP sistem u proizvodnji mlijeka i proizvoda od mlijeka.....	472
28. HACCP sistem u proizvodnji i preradi mesa.....	490
29. HACCP sistem u proizvodnji i preradi ribe i školjki.....	507
30. Dobra proizvođačka praksa u proizvodnji jaja.....	519
31. Dobra proizvođačka praksa i HACCP sistem u proizvodnji stočne hrane.....	523
32. HACCP sistem u proizvodnji meda.....	539
33. HACCP sistem u proizvodnji tradicionalnih proizvoda životinjskog porijekla.....	558
34. Dobra proizvođačka praksa u proizvodnji hrane biljnog porijekla.....	563
Dobra proizvođačka praksa u proizvodnji maslinovog ulja.....	563
Dobra proizvođačka praksa u proizvodnji stonih maslina.....	568
HACCP sistem u proizvodnji voćnih prerađevina.....	570
HACCP sistem u proizvodnji sokova.....	580
HACCP sistem u proizvodnji vina.....	585
HACCP sistem u proizvodnji piva.....	592

HACCP sistem u proizvodnji rakije.....	596
Mikrobiološka, hemijska i fizička kontaminacija povrća.....	597
Sanitacija pogona za preradu voća i povrća.....	598
Dobra proizvođačka praksa u proizvodnji mikrobilja.....	599
HACCP sistem u proizvodnji proizvoda od povrća.....	600
HACCP sistem u proizvodnji žitarica.....	602
Mikrobiološka, hemijska i fizička kontaminacija mlinskih proizvoda.....	608
HACCP sistem u proizvodnji hleba i pekarskih proizvoda.....	609
Dobra proizvođačka praksa u sakupljanju ljekovitog bilja.....	611
Opasnosti i rizici od mikrobiološke, hemijske i fizičke kontaminacije autohtonih proizvoda biljnog porijekla.....	613
35. Dobra proizvođačka praksa i HACCP sistem u ugostiteljstvu.....	613
36. Dobra proizvođačka praksa u prodaji hrane.....	620
37. Osnovni zahtjevi organske poljoprivrede.....	622
38. Metode kontrole bezbjednosti hrane.....	630
Zakonska regulativa u oblasti kontrole bezbjednosti hrane.....	630
Uzimanje uzoraka hrane za mikrobiološko ispitivanje.....	634
Laboratorijska ispitivanja hrane.....	647
Senzorna ocjena hrane.....	647
Mikrobiološke metode ispitivanja hrane.....	647
Brzi testovi za određivanje rezidua antibiotika i sulfonamida u hrani.....	658
Imunohemijske metode ispitivanja hrane.....	660
Fizičko-hemijske metode ispitivanja hrane.....	660
39. Genetički modificovana hrana.....	667
40. Nova hrana.....	672
41. Opasnosti od prevare hranom.....	674
42. Način informisanja potrošača od strane subjekta u poslovanju hranom.....	674
Indeks	675
Literatura.....	686

PREDGOVOR

Jedan od glavnih faktora zaštite, očuvanja i unapređenja zdravlja stanovništva jeste obezbjeđenje zdravstveno bezbjedne i kvalitetne hrane i pravilne ishrane. Zdravstveno bezbjedna hrana podrazumijeva hranu odgovarajućeg sastava, koja ne sadrži mikrobiološke, fizičke i hemijske kontaminante. Pravo na zdravstveno bezbjednu hranu je jedno od temeljnih prava svakog pojedinca. Oboljenja uzrokovana nebezbjednom hranom i načinom ishrane su u porastu, kako u svijetu tako i kod nas. Bolesti koje se prenose hranom predstavljaju jedan od najčešćih problema javnog zdravlja u Evropi - dijareje predstavljaju glavni uzrok smrtnih slučajeva u zemljama u razvoju, posebno kod djece. Procjenjuje se da je broj smrtnih slučajeva od dijareje uzrokovane hranom 1,8 miliona godišnje. Broj slučajeva salmoneloze i kampilobakterioze, koje su najčešće evidentirane bolesti koje se prenose hranom, iznosio je 2005. godine 400 hiljada godišnje samo u Evropskoj uniji. Otpornost patogenih bakterija na antimikrobna sredstva je sve veći problem za javno zdravlje, a uzrokovana je neadekvatnim korišćenjem antimikrobnih agenasa koji dopijevaju u hranu. Faktori rizika od kontaminacije su prisutni u svim koracima u lancu hrane - od sirovine do potrošača. To su: bolesne životinje, zagađenje životne sredine, neadekvatni postupci u primarnoj proizvodnji, nestručna primjena agrotehničkih mjera i tehnoloških postupaka u proizvodnji, nehigijensko rukovanje hranom, neodgovarajući uslovi skladištenja, transporta i čuvanja hrane itd. Svaki od navedenih faktora može da dovede do pojave oboljenja. Hrana koja nije bezbjedna može, dakle, biti rezultat zagađenja životne sredine, širenja zoonotskih mikroorganizama sa životinja, loše higijene u toku proizvodnje, skladištenja i rukovanja, neadekvatne upotrebe pesticida, aditiva u hrani i veterinarskih lijekova, nedostatka efikasnih sistema za prevenciju i kontrolu rizika. Bezbjednost hrane (ili higijena hrane) se bavi proučavanjem i primjenom naučno zasnovanih metoda prilikom proizvodnje, rukovanja, pripreme, skladištenja i konzumiranja hrane - u cilju sprečavanja pojave bolesti koje se prenose hranom. Bezbjednost hrane ima za cilj da svede na najmanju mjeru kontaminaciju biološkim, fizičkim i hemijskim opasnostima koje predstavljaju rizik po bezbjednost hrane za potrošače. Zbog velikog broja faktora rizika, primjenjuje se takozvani objedinjen (holistički) pristup koji podrazumijeva kontrolu svih rizika u svakoj etapi u lancu hrane, od sirovine do konzumiranja. Prema Zakonu o bezbjednosti hrane primarnu odgovornost za bezbjednost hrane imaju subjekti u poslovanju hranom i hranom za životinje - kroz uvođenje internih sistema kontrole tokom proizvodnog procesa (dobra poljoprivredna praksa, dobra uzgojna praksa, dobra proizvođačka praksa, dobra higijenska praksa, HACCP sistem). Bezbjednost hrane se može postići zajedničkim naporima svih subjekata koji učestvuju u lancu ishrane: proizvođača hrane i hrane za životinje, prerađivača, operatera transporta i skladištenja, maloprodajnih objekata, proizvođača opreme, materijala za pakovanje, sredstava za čišćenje, aditiva i dr. Bezbjednost hrane se mora kontrolisati na nacionalnom i međunarodnom nivou - s obzirom na trend globalne trgovine hranom i slobodan protok roba. Globalno tržište hrane je postavilo i nove zahtjeve pred sve zemlje, jer, u slučaju postojanja bilo koje vrste opasnosti u hrani, posljedice se vrlo brzo javljaju i na udaljenim destinacijama. Kao primjeri iz bliske prošlosti se mogu uzeti bolest ludih krava, avijarna influenza ptica ili kontaminacija stočne hrane dioksinom, koji su se proširili i doveli do oboljenja na više kontinenata. Izmijenjene navike u ishrani stanovništva, urbani način života, klimatske promjene, složeni zahtjevi u pogledu proizvodnje, čuvanja i transporta hrane, povećanje broja starijih osoba i osoba sa oslabljenim imunitetom, zahtijevaju novi pristup hrani i ishrani. Obaveza države je da unapređuje sistem zdravstvene bezbjednosti hrane. Ona to postiže kroz aktivnosti kao što su: razvoj integrisanog, sveobuhvatnog i održivog sistema bezbjednosti hrane uz razvoj i implementaciju mjera dobre higijenske prakse, dobre proizvođačke prakse i HACCP sistema duž cjelokupnog »lanca hrane«, naučno utemeljeno procjenjivanje, upravljanje i komunikacija rizikom, međusobna saradnja svih subjekata uključenih u lanac hrane, podizanje svijesti o značaju i mjerama bezbjednosti hrane, epidemiološka istraživanja vezana za bolesti koje nastaju ili se prenose hranom. Efikasan nacionalni sistem bezbjednosti hrane je ključan i za međunarodnu trgovinu pri stupanju države u međunarodne

trgovinske tokove. Akcenat mjera bezbjednosti hrane je na preventivnim aktivnostima kako bi se blagovremeno otkrili i otklonili rizici i opasnosti u pogledu bezbjednosti hrane. Analiza rizika je temelj sistema kontrole zdravstvene bezbjednosti hrane. Ona obuhvata identifikaciju opasnosti, karakterizaciju opasnosti, procjenu učestalosti i stepena rizika od pojave opasnosti. U svakom od ovih koraka važni su epidemiološki podaci, naučne i statističke metode. Nadam se da će ovaj udžbenik pružiti osnovne informacije i znanje studentima Biotehničkog fakulteta i drugih srodnih fakulteta iz oblasti bezbjednosti hrane, stručnjacima i subjektima koji se bave primarnom proizvodnjom hrane, preradom, pakovanjem, čuvanjem, transportom hrane, a svakako i potrošačima koji imaju veoma značajnu ulogu u unapređenju sistema bezbjednosti hrane.

Unaprijed zahvaljujem uvaženim studentima, kolegama i ostalim čitaocima na sugestijama koje će doprinijeti da sljedeće izdanje bude bolje.

U Podgorici, septembar 2024.g.

Autor

Prof. dr Mirjana Bojanić Rašović

Sažetak

Udžbenik Dobra poljoprivredna praksa, dobra proizvođačka praksa i principi bezbjednosti hrane je pisan prema programu predmeta Dobra proizvođačka praksa u preradi hrane koga slušaju studenti interdisciplinarnog master studija Bezbjednost hrane, program predmeta Bezbjednost hrane animalnog porijekla koga slušaju studenti master studija Tehnologije animalnih proizvoda i programu I prema programu predmeta Mikrobiologija hrane (u obimu od 60%) koga slušaju master studenti interdisciplinarnog master studija Bezbjednost hrane. Udžbenik obuhvata 40 oblasti koje imaju za cilj da upoznaju studente sa načelima dobre poljoprivredne prakse u zaštiti zemljišta, vode i vazduha, zdravstvenom zaštitom životinja, dezinfekcijom, dezinsekcijom, deratizacijom, higijenom staja, dobrom poljoprivrednom praksom u ishrani domaćih životinja, dobrom poljoprivrednom praksom u sprečavanju mastitisa, sa principima dobrobiti farmских životinja, zaštitom životinja tokom transporta, zaštitom dobrobiti životinja tokom klanja, ponašanjem životinja, dobrom poljoprivrednom praksom u primjeni pesticida, upravljanjem nusproizvodima animalnog porijekla, higijenom uklanjanja stajnjaka. Udžbenik takođe ima za cilj da upozna studente sa sistemom i organizacijom proizvodnje zdravstveno bezbjedne hrane, faktorima rizika u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji, hemijskim, biološkim i fizičkim opasnostima u proizvodnji hrane, patogenim mikroorganizmima i mikroorganizmima koji uzrokuju kvarenje hrane, faktorima koji utiču na razmnožavanje mikroorganizama u hrani, primjenom korisnih mikroorganizama u proizvodnji hrane, konzervisanjem hrane, preduslovnim programima u prerađivačkoj industriji - sa dobrom proizvođačkom praksom, dobrom higijenskom praksom i HACCP sistemom bezbjednosti hrane u proizvodnji: mlijeka i proizvoda od mlijeka, u proizvodnji i preradi mesa i ribe, u proizvodnji i preradi jaja, u proizvodnji hrane za životinje, u proizvodnji meda, u proizvodnji tradicionalnih proizvoda životinjskog porijekla, u proizvodnji ljekovitog bilja, maslinovog ulja, stonih maslina, vina, piva, žitarica i brašna, proizvoda od voća i povrća, alkoholnih pića. Udžbenik takođe obrađuje HACCP sistem u ugostiteljstvu, osnovne zahtjeve organske poljoprivrede, metode kontrole bezbjednosti hrane, genetički modificovanu hranu, higijensku ispravnost predmeta koji dolaze u kontakt s hranom, pakovanje, čuvanje i označavanje hrane, mikrobiološke kriterijume za bezbjednost hrane, najčešće vrste prevara hranom, novu hranu itd. Na osnovu navedenog može se zaključiti da je proizvodnja hrane veoma kompleksna djelatnost koja zahtijeva poznavanje velikog broja različitih naučnih i stručnih oblasti koje su uključene u proizvodnju hrane od njive do trpeze. Vjerujem da je udžbenik uspio barem dijelom da odgovori na složena pitanja i izazove u interdisciplinarnoj oblasti bezbjednosti hrane.

Ključne riječi: Dobra poljoprivredna praksa, dobra proizvođačka praksa, bezbjednost hrane, biološke opasnosti, hemijske opasnosti, fizičke opasnosti, HACCP sistem bezbjednosti hrane

Summary

The textbook Good agricultural practice, good production practice and principles of food safety is written according to the program of the course Good production practice in food processing, which is taken by students of the interdisciplinary master's study Food Safety, the program of the course Food safety of animal origin, which is taken by students of the master's study of Animal Products Technology and according to the program of the subject Microbiology of food (in the scope of 60%) which is taken by master's students of the interdisciplinary master's study Food Safety. The textbook includes 40 areas that aim to familiarize students with the principles of good agricultural practice in the protection of soil, water and air, animal health protection, disinfection, disinsection, deratization, stable hygiene, good agricultural practice in feeding domestic animals, good agricultural practice in preventing mastitis, with the principles of welfare of farm animals, protection of animals during transport, protection of animal welfare during slaughter, animal behavior, good agricultural practice in the application of pesticides, management of by-products of animal origin, hygiene of manure removal. The textbook also aims to acquaint students with the system and organization of health-safe food production, risk factors in primary agricultural production, chemical, biological and physical hazards in food production, pathogenic microorganisms and microorganisms that cause food spoilage, factors that affect the reproduction of microorganisms in food, using beneficial microorganisms in food production, food preservation, prerequisite programs in the processing industry - with good production practice, good hygiene practice and the HACCP food safety system in the production of: milk and milk products, in the production and processing of meat and fish, in the production and egg processing, in the production of animal feed, in the production of honey, in the production of traditional products of animal origin, in the production of medicinal herbs, olive oil, table olives, wine, beer, grains and flour, fruit and vegetable products, alcoholic beverages. The textbook also deals with the HACCP system in catering, basic requirements of organic agriculture, methods of food safety control, genetically modified food, hygienic correctness of objects that come into contact with food, packaging, storage and labeling of food, microbiological criteria for food safety, the most common types of food fraud, new food etc. Based on the above, it can be concluded that food production is a very complex activity that requires knowledge of a large number of different scientific and professional fields involved in food production from field to table. I believe that the textbook managed to at least partially answer the questions and challenges that are posed in a very demanding interdisciplinary field such as food safety.

Keywords: Good agricultural practice, good manufacturing practice, food safety, biological hazards, chemical hazards, physical hazards, HACCP food safety system

1. OSNOVNA NAČELA DOBRE POLJOPRIVREDNE PRAKSE

1.1. Pojam Zelene revolucije i održive poljoprivrede

Pod Zelenom revolucijom se podrazumijeva transformacija tradicionalne poljoprivrede u modernu. Zelena revolucija obuhvata veći broj aktivnosti, kao što su: stvaranje novih proizvoda, široka primjena hemijskih sredstava, razvoj poljoprivredne mehanizacije, izgradnja puteva, razvoj informacionih sistema u poljoprivredi, razvoj agrobiznisa, veća poslovna efikasnost, biotehnologija itd. U cilju otklanjanja loših strana Zelene revolucije, Evropska unija je napravila koncept Dobre poljoprivredne prakse. Dobra poljoprivredna praksa (DPP) se razvila zbog opasnosti od pojave ekološke krize. Ona podrazumijeva radikalno drugačiji odnos prema faktorima poljoprivredne proizvodnje. Neracionalnost i neodgovornost u proizvodnji imaju za posljedicu veću zagađenost prirodne sredine, nedovoljnu proizvodnju i samim tim i veću cijenu hrane. Zbog toga ove posljedice koje uzrokuje konvencionalni način proizvodnje treba uklanjati primjenom principa održive poljoprivrede.

1.2. Pojam održive poljoprivrede

Održiva poljoprivreda podrazumijeva proizvodnju koja ne dovodi do degradacije prirodnih resursa. Ona predstavlja sistem biljnih i stočarskih proizvodnih praksi koji treba dugoročno da zadovolji potrebe ljudi za hranom, poboljša kvalitet životne sredine, omogući efikasnu upotrebu neobnovljivih i obnovljivih prirodnih resursa, održi ekonomičnost proizvodnje i unaprijedi kvalitet života poljoprivrednih proizvođača i društva u cjelini. Potrošači takođe imaju značajnu ulogu u održivoj proizvodnji hrane. Oni šalju poruku proizvođačima i prodavcima šta je za njih važno.

1.2.1. Ciljevi održive poljoprivrede

Poljoprivredna proizvodnja je održiva samo ako je ekonomična, tj. ako obezbjeđuje odgovarajući prihod i kvalitet života uz očuvanje životne sredine. U skladu sa tim, održiva poljoprivreda ima sljedeće ciljeve:

- *Ekonomska održivost* - svaka proizvodnja, pored očuvanja resursa i životne sredine, mora biti ekonomski opravdana. Ukoliko to nije, ona nije i ne može biti održiva.
- *Socijalna održivost* - podrazumijeva dobar kvalitet života ljudi koji žive i rade na farmi, kao i lokalne zajednice kojoj pripadaju.
- *Održivost životne sredine* - održiva poljoprivredna proizvodnja podrazumijeva upravljanje ekosistemom - kompleksnim odnosima između zemljišta, vode, biljaka, životinja, klime i ljudi. Održiva proizvodnja je neškodljiva za životnu sredinu, ljude i ekonomiju.

U razvijenim zemljama danas postoje tri osnovna sistema poljoprivredne proizvodnje:

- intenzivna poljoprivredna proizvodnja (konvencionalna poljoprivreda);
- održiva, odnosno integralna poljoprivredna proizvodnja;
- organska poljoprivredna proizvodnja.

1.3. Dobra poljoprivredna praksa

Dobra poljoprivredna praksa podrazumijeva primjenu određenih postupaka u procesu poljoprivredne proizvodnje koji ostvaruju ciljeve održive poljoprivrede. Dobra poljoprivredna praksa se zasniva na korišćenju prirodnih resursa na održivi način. Njen cilj je proizvodnja bezbjedne i zdrave hrane uz ostvarenje ekonomske vrijednosti, društvene stabilnosti i zaštite životne sredine. Dobra poljoprivredna praksa se zasniva na znanju, razumijevanju, planiranju, mjerenju, kontroli i upravljanju. Ona obezbjeđuje dobre uslove za poljoprivredu i životnu sredinu (*Good Agricultural and Environmental Conditions (GAEC)*). Na taj način ona donosi korist čitavom društvu. Zbog toga treba jačati svijest proizvođača o značaju održivog razvoja i doprinosu koji mu daje dobra poljoprivredna praksa.

1.3.1. Principi dobre poljoprivredne prakse

Principima dobre poljoprivredne prakse su obuhvaćene aktivnosti kao što su: očuvanje prirodnih resursa za proizvodnju (zemljište, voda), biljna proizvodnja i zaštita bilja, žetva, stočarska proizvodnja, očuvanje zdravlja i dobrobiti životinja, prerada na farmama, skladištenje poljoprivrednih proizvoda, upravljanje energijom i otpadom, očuvanje zdravlja i bezbjednosti ljudi, očuvanje netaknute prirode.

1.3.1.1. Zemljište

Na plodnost zemljišta utiču fizička i hemijska struktura i biološka aktivnost zemljišta. Održiva poljoprivredna proizvodnja teži povećanju biološke aktivnosti zemljišta i zaštiti okolne flore i faune. Dobra poljoprivredna praksa u upravljanju zemljištem obuhvata proizvodnju u skladu sa potencijalom zemljišta, održavanje i poboljšanje organske materije primjenom plodoreda i racionalne mehaničke obrade zemljišta, održavanje biljnog pokrivača radi smanjenja erozije, primjenu agrohemikalija i đubriva u skladu sa zahtjevima očuvanja zdravlja i životne sredine.

1.3.1.2. Voda

Poljoprivreda ima veliku uticaj na vodne resurse. Zato dobra poljoprivredna praksa obuhvata pažljivu i efikasnu upotrebu vode za navodnjavanje biljaka i podmirenje potreba stočarske proizvodnje. To podrazumijeva maksimalnu infiltraciju padavina u samo zemljište da bi se izbjeglo oticanje vode. Efikasne metode navodnjavanja smanjuju gubitke vode i odgovaraju zahtjevima biljke. Dobra poljoprivredna praksa u upravljanju vodom u poljoprivredi obuhvata: maksimalnu infiltraciju vode, pravilnu upotrebu podzemnih i površinskih voda, sprečavanje isušivanja zemljišta, upravljanje otpadom, kako bi se izbjeglo zagađenje vodnih resursa, kontrolu količine vode u zemljištu, održavanje povoljnog vodnog režima zemljišta i prečišćavanje vode kada je to potrebno, obezbjeđenje vegetacije i održavanje vlažnosti zemljišta, očuvanje vodopropusnih slojeva, da bi se spriječilo prekomjerno zadržavanje vode, obezbjeđenje čistih vodnih punktova za napajanje stoke.

1.3.1.3. Biljna proizvodnja

U biljnoj proizvodnji se gaje različite vrste i sorte usjeva. Dobra poljoprivredna praksa u biljnoj proizvodnji obuhvata: adekvatan izbor vrsta i sorti – prema vremenu sadnje, produktivnosti, kvalitetu, otpornosti na bolesti, adaptaciji, reakciji na đubriva i pesticide, zahtjevima tržišta, utvrđivanje optimalnog odnosa usjeva u cilju racionalnog korišćenja radne snage i opreme, uključivanje leguminoza u plodored, kako bi se obezbijedile potrebne količine azota u zemljištu, upotreba adekvatnih količina đubriva, upotreba žetvenih i drugih organskih ostataka, u cilju očuvanja hranljivih materija u zemljištu, korišćenje nusproizvoda stočarske proizvodnje za poboljšanje

plodnosti zemljišta, rotacija stada na pašnjacima, radi prirodnog obnavljanja pašnjaka, obavljanje agrotehničkih postupaka na bezbjedan način.

Zaštita bilja

Očuvanje zdravlja biljaka je neophodno za uspješnu poljoprivrednu proizvodnju. To zahtijeva primjenu plodoređa, upotrebu sorti otpornih na bolesti i štetočine i što manju upotrebu pesticida. Mjere za zaštitu bilja moraju se sprovoditi stručno i sa odgovarajućom opremom. Dobra poljoprivredna praksa u oblasti zaštite bilja obuhvata: upotrebu vrsta i sorti otpornih na bolesti i štetočine, primjenu plodoređa i agrotehničkih mjera koje maksimalno sprečavaju pojavu bolesti i štetočina biljaka, redovnu procjenu prisustva štetočina i korisnih organizama, prognozu pojave bolesti i štetočina, kada je to moguće, minimalnu primjenu pesticida (**slika 1.**), upotrebu i čuvanje agrohemikalija u skladu sa propisima, stručnu aplikaciju pesticida, korišćenje adekvatne opreme, vođenje evidencije o upotrebi agrohemikalija.



Slika 1. Zagađenje životne sredine pesticidima

<https://www.greenme.it/salute-e-alimentazione/salute/pesticidi-nocivi-autorizzati-efsa/>

1.3.1.4. Žetva

Kvalitet proizvoda značajno zavisi načina žetve, skladištenja i prerade poljoprivrednih proizvoda. Žetva se ne smije obavljati prije isteka određenog perioda od primjene hemikalija (tzv. karenca). U cilju očuvanja kvaliteta, proizvode treba skladištiti pri odgovarajućoj temperaturi i vlažnosti vazduha. Potrebno je bilježiti podatke o žetvi.

1.3.1.6. Stočarska proizvodnja

Za uspješnu stočarsku proizvodnju potreban je odgovarajući prostor, kvalitetna stočna hrana i voda. U evidenciji treba voditi podatke o porijeklu i uzgoju grla. Stočna hrana ne smije sadržati hemikalije štetne za zdravlje životinja i ljudi. Pravilnom upotrebom stajnjaka sprečavaju se gubici hranljivih materija i zagađenje životne sredine. Dobra poljoprivredna praksa u stočarstvu obuhvata: proizvodnju u skladu sa okolinom i dobrobiti životinja; sprečavanje zagađenja pašnjaka, stočne hrane, vode i vazduha; praćenje zdravlja grla i uslova držanja, hranjenja i snabdijevanja vodom; sprečavanje pojave rezidua lijekova i drugih hemikalija u hrani; minimalna upotreba antibiotika, integraciju biljne i stočarske proizvodnje.

1.3.1.7. Zdravlje životinja

Uspješna stočarska proizvodnja se zasniva na dobrom zdravlju životinja, koje se održava pravilnim držanjem stoke, preventivnim mjerama, redovnom kontrolom zdravlja grla i dr. Dobra poljoprivredna

praksa u očuvanju zdravlja životinja obuhvata: pravilan smještaj, ishranu i iskorišćavanje životinja, higijenu životinja, smještajnih objekata i objekata za stočnu hranu, obuku osoblja koje gaji životinje, primjena savjeta od strane veterinara, briga o povrijeđenim i bolesnim grlima, upotreba samo odobrenih veterinarskih proizvoda u skladu sa uputstvom, vođenje evidencije o bolestima, tretmanima i mortalitetu stoke.

1.3.1.8. Dobrobit životinja

Dobrobit je stanje životinje u kojem je ona potpuno mentalno i fizički zdrava i u harmoniji sa svojom okolinom. Da bi se takvo stanje postiglo, treba zadovoljiti potrebe životinja za hranom, vodom, komforom, spriječiti nanošenje bola i povreda životinjama, spriječiti pojavu bolesti, straha i stresa, omogućiti životinjama ispoljavanje normalnog ponašanja. U tom cilju, dobra poljoprivredna praksa treba da omogući: snabdijevanje stoke odgovarajućom stočnom hranom i čistom vodom u svako doba, izbjegavanje neterapeutskih i radikalnih zahvata, kao što su: sječenje repova, žigosanje itd.; minimalan transport životinja i izlaganje na stočnim pijacama; pažljivo postupanje sa životinjama i izbjegavanje korišćenja instrumenata, kao što su npr. električne makaze; držanje životinja u odgovarajućim grupama, izbjegavanje izolacije - izuzev u slučajevima povreda i bolesti; obezbjeđenje potrebnog prostora za smještaj stoke i poštovanje maksimalno dozvoljenog broja grla po jedinici površine.

1.3.1.9. Prerada na farmi i skladištenje proizvoda

Dobra poljoprivredna praksa u ovoj oblasti podrazumijeva: adekvatno postupanje s poljoprivrednim proizvodima prilikom prerade na farmi - primjena preporučenih deterdženata i čiste vode za pranje, skladištenje poljoprivrednih proizvoda u higijenskim uslovima, pakovanje poljoprivrednih proizvoda u adekvatnu i čistu ambalažu, korišćenje propisanih postupaka za klanje životinja, primjena odgovarajuće opreme od strane obučених radnika, vođenje evidencije o skladištenju i preradi poljoprivrednih proizvoda.

1.3.1.10. Upravljanje energijom i otpadom

Sve operacije u poljoprivrednoj proizvodnji treba izvesti efikasno i uz najmanji utrošak. Nusproizvodi koji nastaju kao rezultat poljoprivredne proizvodnje su potencijalni zagađivači zemljišta, vode i vazduha. Ovi nusproizvodi su resursi koji se mogu reciklirati. Dobra poljoprivredna praksa u upravljanju energijom i otpadom obuhvata: primjena alternativnih izvora energije gdje je to moguće, reciklažu organskog otpada i neorganskih materija, minimalnu proizvodnju neupotrebljivog otpada i njegovo otklanjanje, bezbjedno skladištenje đubriva i agrohemikalija, procjena rizika od zagađenja, vođenje evidencije o upotrebi energije, skladištenju i uklanjanju otpada. Zalihe nekih oblika energije se vremenom smanjuju, jer se ne obnavljaju, pa se zato zovu neobnovljivi izvori. Ovdje spadaju fosilna goriva (ugalj, nafta, gas). Ovi izvori prilikom korišćenja zagađuju vazduh. Nekih oblika energije ima dovoljno, jer im se zalihe vremenom ne smanjuju. Takva energija se svrstava u obnovljive izvore energije, a to su: sunce, voda, vjetar, talasi, plima i osjeka, toplota mora. Međutim, još uvijek nije prepoznat značaj primjene obnovljivih oblika energije. Alternativni izvori energije su: solarna (toplotna energija sunca), hidrogena (energija vode), biomasa i geotermalna energija. U cilju adekvatne zaštite životne sredine Crnoj Gori neophodno je uspostaviti funkcionalni sistem upravljanja otpadom. Potrebno je raditi na sprečavanju odlaganja otpada na neuređenim odlagalištima, saniranju postojećih odlagališta, izgradnji regionalnih centara za obradu otpada, kao i izgradnji odlagališta opasnog otpada. Neophodno je konstantno raditi na informisanju i edukaciji stanovništva o održivom upravljanju otpadom.

1.3.1.11. *Dobrobit, zdravlje i sigurnost ljudi*

Dobrobit farmera i društva u cjelini u velikoj mjeri zavisi od ekonomskog blagostanja. Prema tome, dobrobit farmera zavisi od profitabilnosti poljoprivrede. Dobra poljoprivredna praksa u ovoj oblasti obuhvata: uspostavljanje ravnoteže između ekonomskih, ekoloških i društvenih ciljeva, ostvarivanje odgovarajućeg prihoda i sigurnosti poljoprivrednog proizvođača, bezbjedne uslove rada sa prihvatljivim radnim vremenom, dobre plate bez eksploatacije radnika, pogotovo žena i djece.

1.3.1.12. *Očuvanje netaknute prirode*

Širenje intenzivne poljoprivredne proizvodnje dovodi do nestanka nekih vrsta biljaka i životinja. Zbog toga dobra poljoprivredna praksa ima za cilj da očuva biodiverzitet uz ekonomski opravdanu poljoprivrednu proizvodnju. Da bi se taj cilj postigao, dobra poljoprivredna praksa sprovodi aktivnosti kao što su: očuvanje prirodnih staništa i predjela koji se nalaze u okviru farme, gajenje što većeg broja usjeva na farmi, smanjenje negativnih uticaja obrade zemljišta, primjene hemikalija i dr. na prirodu, odstranjivanje korova i podsticanje razvoja korisne flore i faune, adekvatno upravljanje vodnim resursima, posmatranje biljaka i životinja koje su pokazatelj uticaja dobre poljoprivredne prakse na životnu sredinu. Dobra poljoprivredna praksa, dakle, omogućava proizvodnju hrane na način kojim se čuva životna sredina. Kodeks dobre poljoprivredne prakse Crne Gore (2013) daje preporuke za zaštitu zemljišta, vode, vazduha i životinja. Te preporuke su: zaštita poljoprivrednog zemljišta u Crnoj Gori u korist svih njenih građana i budućih generacija, održavanje rijeka, jezera i pitke vode u Crnoj Gori čistima i zdravima izbjegavajući zagađivanje nitratima, zaštita zdravlja i dobrobiti životinja, bezbjedno korišćenje pesticida kako bi zaštitili ljude, životinje i životnu sredinu.

1.4. *Zakonski propisi u oblasti zaštite prirode i životne sredine*

Zaštita prirode i životne sredine je regulisana zakonima, kao što su Zakon o životnoj sredini, Zakon o zaštiti prirode, Zakon o poljoprivredi i ruralnom razvoju Crne Gore i dr.

Zakonom o poljoprivredi i ruralnom razvoju Crne Gore (SLCG 56/2009) su propisane mjere za održivo gazdovanje poljoprivrednim resursima. Održivo gazdovanje poljoprivrednim resursima je bazirano na principima očuvanja životne sredine – agroekološkim mjerama. Agroekološkim mjerama se postiže zaštita i unapređenje prirodnih resursa (zemlja, voda, vazduh) i razvoj organske i integralne poljoprivrede, očuvanje i održivo korišćenje genetičkih resursa u biljnoj i stočarskoj proizvodnji, očuvanje prirodnih staništa i životne sredine, posebno održivo korišćenje planinskih pašnjaka.

Zakonom o životnoj sredini (SLCG 12/96, 55/00) je obavezno uskladiti privredni i društveni razvoj sa principima zaštite životne sredine (pod životnom sredinom se podrazumijeva prirodno okruženje: vazduh, zemljište, voda i more, biljni i životinjski svijet, pojave i djelovanja: klima, jonizujuća i nejonizujuća zračenja, buka i vibracije; kao i okruženje koje je stvorio čovjek: gradovi i druga naselja, kulturnoistorijska baština, infrastrukturni, industrijski i drugi objekti). Zaštita životne sredine postiže se: razvijanjem svijesti o potrebi očuvanja i zaštite životne sredine, predviđanjem i uklanjanjem nepovoljnih uticaja na životnu sredinu, zaštitom ugroženih područja, uravnoteženim privrednim razvojem, korišćenjem proizvoda i tehnologija koje obezbjeđuju zaštitu životne sredine, racionalnim korišćenjem energije i postepenim prelazom na obnovljive izvore energije, sprečavanjem izgradnje objekata koji mogu dovesti do uništavanja životne sredine, istraživanjima u oblasti zaštite životne sredine, obavještanjem javnosti o stanju životne sredine i dr. Zagađivač je odgovoran za zagađivanje i štetu nanijetu životnoj sredini. Podaci o stanju životne sredine su javni. Država treba da obezbijedi blagovremeno i potpuno obavještanje građana o stanju životne sredine. Zabranjeno

je svako ispuštanje zagađujućih materija u životnu sredinu iznad propisanih granica. Odlaganje otpada se vrši samo na mjestima određenim za tu namjenu. Zabranjeno je ubijanje i hvatanje zaštićenih životinjskih vrsta, uklanjanje, oštećivanje ili uništavanje zaštićenih biljnih vrsta i skupljanje ili uništavanje njihovih razvojnih oblika. Program zaštite životne sredine Republike Crne Gore (Ekološki program) je dugoročan program izgradnje ekološke države Crne Gore, kojim je ukupni privredni i društveni razvoj usklađen sa ciljevima i principima zaštite životne sredine. Republika se obavezuje da u oblasti životne sredine utvrdi standarde i normative koji su, gdje god je to moguće i strožiji od standarda koje priznaje međunarodno pravo. Standardima procesa proizvodnje utvrđuju se ekološki uslovi koji ne dozvoljavaju zagađivaču da bira proces proizvodnje, a sve u cilju smanjenja emisije i poboljšanja kvaliteta životne sredine. Republika obezbjeđuje kontinuirano praćenje stanja životne sredine, i to: stepen zagađenosti vazduha, vode, mora, zemljišta, flore i faune, klimatskih promjena, jonizujućeg i nejonizujućeg zračenja, buke i vibracija. Program monitoringa životne sredine donosi Vlada. Pravno i fizičko lice koje obavlja djelatnost za koju je propisana obaveza izrade procjene uticaja na životnu sredinu dužno je da samo ili preko ovlaštene institucije prati svoje emisije i prati i druge uticaje svoje djelatnosti na stanje životne sredine. Pravno ili fizičko lice koje prouzrokuje zagađenje životne sredine dužno je sanirati i snositi sve troškove nastale štete tim zagađivanjem.

Zakonom o zaštiti prirode (SLCG 51/2008) uređuje se zaštita i očuvanje prirode. Priroda je od interesa za Crnu Goru i uživa posebnu zaštitu u skladu sa zakonom. Stanje očuvanosti prirode prati se na osnovu godišnjeg programa monitoringa koji donosi Vlada. Program monitoringa obuhvata praćenje i ocjenu stanja divljih vrsta biljaka, životinja i gljiva, njihovih staništa, promjena geoloških vrijednosti (pojave klizišta, urušavanja, novih izvora i sl.), praćenje stanja zaštićenih prirodnih dobara i dr. Zabranjeno je istrebljivanje autohtonih divljih vrsta biljaka, životinja i gljiva. Zabranjeno je branje, korišćenje, uništavanje zaštićenih divljih vrsta biljaka, uznemiravanje, hvatanje, ozljeđivanje zaštićenih divljih životinja, uništavanje njihovih staništa ili mijenjanje njihovih životnih uslova. Zabranjeno je branje i korišćenje nezaštićenih biljaka i gljiva, odnosno hvatanje i ubijanje nezaštićenih životinjskih vrsta u mjeri u kojoj se može ugroziti brojnost populacije.

1.5. Uticaj poljoprivrede na zagađenje životne sredine u Crnoj Gori

Poljoprivreda je jedna od najvažnijih privrednih djelatnosti u Crnoj Gori i ima veoma značajan uticaj na zagađenje životne sredine. Prekomjerna upotreba mineralnih đubriva nanosi više štete nego kada se nedovoljno koriste. Prekomjerna upotreba dovodi do tzv "sagorijevanja", sušenja korijena, oštećenja i odumiranja biljaka; takođe dovodi do smanjenja kvaliteta zemljišta i zagađenja podzemnih i površinskih voda, gubitka biodiverziteta. Kontaminiraju hranu i vodu i tako doprinijevaju u organizam životinja i ljudi, dovodeći do poremećaja njihovog zdravlja. Značajan uticaj na zagađenje životne sredine imaju pesticidi. Pesticidi su toksične supstance koje imaju veliki uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi i životinja. To su preparati hemijskog ili biološkog porijekla namijenjeni zaštiti ekonomski značajnih biljaka i životinja od bolesti, korova, grinja štetnih insekata i drugih štetnih organizama. Za svaki pesticid koji se koristi postoji karenca, tj. broj dana koji treba da prođe od njegove primjene do upotrebe biljke, kao i tolerancija – najmanja količina ostataka pesticida koja se smije naći u biljci. U organskoj proizvodnji se ne koriste pesticidi, mineralna đubriva, regulatori rasta, hormoni, antibiotici i genetski modifikovani organizmi. Zbog toga se sve više poljoprivrednih proizvođača odlučuju za organsku poljoprivrednu proizvodnju, jer pored dobijanja kvalitetnog i ukusnog proizvoda postiže se očuvanje životne sredine i biodiverziteta.

1.6. Stanje u pogledu zagađenja životne sredine u Crnoj Gori

Obaveza praćenja stanja svih segmenata životne sredine u Crnoj Gori regulisana je Zakonom o životnoj sredini ("Sl. list RCG", br. 052/16, članovi 54, 55 i 56), dok obaveza praćenja stanja očuvanosti i zaštite prirode proističe iz Zakona o zaštiti prirode ("Sl. list CG", br. 054/16). Ocjena

stanja životne sredine u Crnoj Gori, kao i preporuke u planiranju politike životne sredine se donose na godišnjem nivou i opisani su u dokumentima kao što su: Informacija o stanju životne sredine u Crnoj Gori u 2018. g., Izvještaj o stanju životne sredine u Crnoj Gori na bazi indikatora, Agencija za zaštitu prirode i životne sredine Crne Gore, Podgorica, 2017.). Na ovaj način je zainteresovanoj javnosti omogućen uvid u stanje i promjene u kvalitetu pojedinih segmenata životne sredine u Crnoj Gori. Izvještaj o stanju životne sredine u Crnoj Gori se radi na osnovu Nacionalne liste indikatora zaštite životne sredine. Indikatori zaštite životne sredine su kvantitativni i kvalitativni pokazatelji stanja životne sredine. Nacionalna lista indikatora obuhvata indikatore o stanju biodiverziteta, kopnenih voda, mora, zemljišta, vazduha, klimatskih promjena kao i indikatore uticaja proizvodnje otpada, poljoprivrede, ribarstva, energetike, saobraćaja i turizma na životnu sredinu. Tako na primjer, indikatori za otpad su: količina proizvedenog komunalnog otpada, količine proizvedenog industrijskog otpada, količine proizvedenog opasnog otpada, za poljoprivredu: potrošnja mineralnih đubriva, potrošnja sredstava za zaštitu bilja, područja pod organskom poljoprivredom (Uredba o Nacionalnoj listi indikatora zaštite životne sredine ("Službeni list CG" br. 19/13 od 19.04.2013. godine).

1.7. Biomonitoring zagađenja životne sredine

Biomonitoringom se dobijaju podaci o ukupnom uticaju svih zagađujućih materija na okolinu, njihovoj genotoksičnosti za žive organizme kao i promjenama koje izazivaju na nivou populacije. Za biomonitoring se koriste bioindikatori kao što su lišajevi, mahovina, alge, školjke, ribe, više biljke (topole, jasen, bukva, vrbe, sirak, duvan itd), vegetacija, ptice, insekti, bakterije itd. Lišajevi imaju najdužu upotrebu kao bioindikatori. Kada količina toksičnih materija u životnoj sredini dostigne određenu granicu, lišaj izumire. Više biljke se, osim za monitoring zagađenosti vazduha mogu koristiti i za monitoring zagađenosti zemljišta. Ptice se koriste kao indikatori štetnih uticaja na ekosistem, posebno kao indikatori povećanih koncentracija pesticida, teških metala, nafte i dr. Vrlo dobri bioindikatori su i glodari - šumski miš, šumska voluharica, livadska voluharica. Stepenn zagađenja okoline se može odrediti na osnovu koncentracije teških metala u organima ovih životinja. Humanim biomonitoringom se određuje stepen izloženosti ljudi zagađenjima, ispitivanjem prisustva toksičnih supstanci u njihovim tkivima (krv, urin, nokti, majčino mlijeko). Za utvrđivanje prisustva zagađujućih materija u živim organizmima koriste se i biomarkeri. Biomarkeri su molekuli koji nastaju u organizmu kao rezultat promjena u tkivima usljed njihovog oštećenja dejstvom toksičnih materija. Biomarkeri mogu biti: retinol, enzim acetilholinesteraza, porfirini, stres protein, vitelogenin, debljina ljuske jajeta i dr. (Sofilić, 2014).

1.8. Stanje biodiverziteta u Crnoj Gori

Pod biodiverzitetom se podrazumijeva biološka raznovrsnost živog svijeta na Zemlji. Biodiverzitet se posmatra sa aspekta različitosti ekosistema, vrsta (mikroorganizama, gljiva, biljaka i životinja), staništa i genske raznolikosti. Čovjek od biodiverziteta ima mnogobrojne koristi koje mu omogućavaju opstanak. Stanje biodiverziteta se prati na osnovu očuvanosti i ugroženosti biljnih i životinjskih vrsta i njihovih staništa. Na smanjenje biološke raznovrsnosti utiču sve ljudske djelatnosti koje dovode do promjena i gubitaka prirodnih staništa. Klimatske promjene i invazivne vrste sve više utiču na smanjenje biodiverziteta. Pored neracionalne sječe šuma, promjena klime predstavlja značajan faktor sušenja šuma. Prisustvo polutanata (sumpor i teški metali), bolesti izazvane patogenim gljivama, štetni insekti su takođe uzročnici sušenja bukovih šuma. Sušenje bukovih šuma utiče negativno na biodiverzitet drugih vrsta koje žive u njoj. Šumski požari predstavljaju veliku prijetnju za sva prirodna staništa i biodiverzitet. Glavna prijetnja za faunu vodenih beskičmenjaka u Skadarskom jezeru je proces eutrofikacije izazvane prekomjernom upotrebom vještačkih đubriva i pesticida u poljoprivredi. Šume se odlikuju velikim biodiverzitetom, ključne su u očuvanju i uređenju vodotoka, zaštiti od erozije, apsorpciji značajnih količina ugljen-dioksida. Nekontrolisana eksploatacija šumskog potencijala dovodi do gubitka staništa za mnoge

životinjske vrste. Povećana i neplanska urbanizacija je prisutna u pojedinim područjima, što utiče nepovoljno na biodiverzitet. Požari, nelegalne deponije, prekomjerna eksploatacija šuma i turizam su faktori koji ugrožavaju ukupni biodiverzitet (Informacija o stanju životne sredine u Crnoj Gori za 2018. Godinu, Agencija za zaštitu prirode i životne sredine Crne Gore). Rast broja invazivnih biljnih i životinjskih vrsta u Crnoj Gori takođe predstavlja opasnost po zdravlje ljudi i dovode do velikih ekonomskih šteta. U Crnoj Gori do sada postoji 51 invazivna biljna vrsta. Za ambroziju se radi monitoring. Ove invazivne vrste su indikator biodiverziteta. Na primjer, pajasen – kiselo drvo, koje je porijeklom iz Kine, zauzima sve veći prostor i potiskuje domaće autohtone biljne vrste. Toksini iz listova i izlučevina korijena otežavaju rast većem broju drugih biljnih vrsta. Takođe su značajne i invazivne životinjske vrste, naročito insekti. Naročito su štetne za poljoprivrednu proizvodnju. Poseban značaj imaju i invazivne vrste koje žive u slatkim vodama, kao što su mekušci. Invazivna vrsta školjke „Zebra školjka” - *Dreissena polymorpha* registrovana je nedavno na Šaskom jezeru kod Ulcinja. Veliki značaj imaju i invazivne vrste puževa golaća. Širenju invazivnih vrsta značajno doprinosi ispuštanje otpadnih voda od strane brodova koje su pune invazivnih organizama.

Pitanja

Šta je održiva poljoprivreda? Koji su principi održive poljoprivrede? Šta se podrazumijeva pod dobrom poljoprivrednom praksom? Koja su osnovna načela dobre poljoprivredne prakse? Kako se sprovodi dobra poljoprivredna praksa u upravljanju energijom i otpadom? Kako se sprovodi dobra poljoprivredna praksa tokom prerade na farmi? Koji su postupci dobre poljoprivredne prakse za očuvanje dobrobiti farmera? Koji su postupci dobre poljoprivredne prakse u očuvanju netaknute prirode? Šta omogućavaju preporuke date u Kodeksu dobre poljoprivredne prakse u Crnoj Gori od 2013. god? Koji su zakonski propisi u oblasti zaštite prirode i zaštiti životne sredine u Crnoj Gori? Koje mjere za zaštitu životne sredine su propisane Zakonom o životnoj sredini? Šta obuhvata program monitoringa za praćenje očuvanosti prema Zakonu o zaštiti prirode? Kako poljoprivreda utiče na zagađenje životne sredine u Crnoj Gori? Koji su principi održivog gazdovanja poljoprivrednim resursima prema Zakonu o poljoprivredi i ruralnom razvoju Crne Gore? Kako se vrši biomonitoring zagađenja životne sredine? Koji faktori utiču na biodiverzitet u Crnoj Gori? Šta obuhvata Nacionalna lista indikatora zaštite životne sredine? Koji su indikatori uticaja otpada na životnu sredinu? Koji su indikatori uticaja poljoprivrede na životnu sredinu?

2. DOBRA POLJOPRIVREDNA PRAKSA U ZAŠTITI ZEMLJIŠTA

2.1. Značaj zemljišta

Zemljište predstavlja gornji sloj zemljine kore i neophodan je faktor za opstanak i razvoj živih bića na našoj planeti. Posljedice kontaminacije zemljišta ispoljavaju se smanjenjem plodnosti i šumskog pokrivača, promjenom sastava gasova u atmosferi, oštećenjem ozonskog omotača, nestankom brojnih biljnih i životinjskih vrsta, pojavom teških oboljenja kod ljudi i životinja. Zemljište je jedan od najznačajnijih faktora životne sredine, koji ispoljava složeni uticaj na zdravlje i proizvodne sposobnosti životinja i biljaka. Zemljište ima višestruku ulogu: izvor je hrane za ljude i životinje, utiče na kvalitet atmosferskog vazduha, prečišćava otpadne vode, utiče na formiranje klime, rezervoar je vode i dr. Zemljište u poljoprivredi ima važnu proizvodnu funkciju i kao „neobnovljiva“ vrijednost zahtijeva posebnu pažnju tokom korišćenja i maksimalnu brigu o njenoj plodnosti, strukturi, eroziji i kontaminaciji. Poljoprivredni proizvođači su obavezni da održavaju zemljište u dobrom poljoprivrednom i ekološkom stanju. Ljudi su još u dalekoj prošlosti dovodili u vezu pojavu mnogih bolesti sa zemljištem kao izvorom uzročnika. Prisustvo toksičnih jedinjenja u zemljištu dovodi do trovanja životinja. Ova jedinjenja dopijevaju u zemljište industrijskim otpadnim vodama, taloženjem prašine, čađi i dima iz zagađenog vazduha itd.

2.2. Sastav i struktura zemljišta

Zemljište čine mineralne materije (90-99%) i organske materije (1-10%). Od mineralnih materija u najvećem procentu se nalaze silicijum, aluminijum i gvožđe, a u manjem procentu - kalcijum, magnezijum, kalijum i natrijum. U manjim količinama u zemljištu ima fosfora i sumpora, bakra, kobalta, joda, cinka itd. Od gasova je najviše prisutan kiseonik, a zatim ugljenik i azot. Kvalitet zemljišta je određen prisustvom alkalnih elemenata: kalcijuma, kalijuma, natrijuma i magnezijuma. Kalcijum je osnova plodnog zemljišta, a natrijum u većim količinama je karakteristika neplodnog slatinastog zemljišta. Nedostatak određenih materija u zemljištu se manifestuje i na njihov nedostatak u biljkama. Kod životinja koje se hrane takvim biljkama se javlja poremećaj metabolizma i razne bolesti. Organske materije zemljišta stvaraju humus. Humusne materije u zemljištu daju kiselu reakciju zbog prisustva humusne kiseline. Humino-humati - soli humusne kiseline sa bazama, od velikog su značaja za kvalitet zemljišta. *Mehanički sastav zemljišta* značajno utiče na fizičke, biološke i hemijske osobine zemljišta. Jednoj mehaničkoj frakciji pripadaju čestice bliske po veličini i drugim osobinama. Osnovne mehaničke frakcije zemljišta su: kamenje, šljunak, pijesak, prah i glina. Frakcije kamenja i šljunka predstavljaju skelet (krupna zemlja), a frakcije pijeska, praha i gline predstavljaju sitnu zemlju. Frakciju kamenja čine djelovi stijena prečnika većeg od 20 mm. Šljunak se sastoji od odlomaka stijena i minerala prečnika 2-20 mm. Po sastavu, skelet može biti karbonatni, silikatni, mješovit. Zemljišta bogata skeletom su suvlja, toplija i manje plodna zemljišta. Frakcija pijeska, prečnika čestica od 0,02-2 mm, takođe se obrazuje fizičkim raspadanjem. Zemljišta bogata pijeskom su vrlo propusna za vodu, pa su zato suva, topla i slabo plodna. Prema veličini čestica od 0,002-0,02 mm prah predstavlja prelaz između pijeska i gline. Frakcija gline prečnika manjeg od 0,002 mm, obrazuje se uglavnom hemijskim raspadanjem raznih minerala i humifikacijom organskih ostataka i samo malo usitnjavanjem krupnih mehaničkih frakcija. U sastav gline ulazi veliki broj mineralih i organskih jedinjenja. Glina sporo upija i sprovodi vodu u dublje slojeve. Jedna od najznačajnijih *fizičkih osobina zemljišta* je poroznost, odnosno šupljikavost zemljišta. Zbir svih šupljina - pora u zemljištu, izražen u procentima, čini ukupnu poroznost zemljišta. Pore zemljišta imaju veliki higijenski značaj jer se u njima zadržavaju ili kroz njih prolaze sve štetne primjese vazduha i vode, kao i mikroorganizmi. U šuplinama zemljišta nalaze se voda i vazduh koji su potrebni biljkama i mikroorganizmima za život.

2.3. Osobine zemljišta

Voda je značajan faktor u odvijanju procesa u zemljištu. Ona mu daje tzv. *vodne osobine*, kao što su: filtraciona sposobnost - propustljivost zemljišta za vodu, sposobnost zadržavanja vode – vododržljivost, kapilarnost, higroskopnost, sposobnost isparavanja. U zemljištu se voda nalazi vezana i slobodna. Vezana voda je adsorbovana na sitne čestice zemljišta i ona ne dopire do biljaka. Slobodna voda ispunjava pore zemljišta. Zemljište posjeduje *sposobnost filtracije*, tj. propuštanja gravitacione vode iz viših slojeva u niže. Filtracija je veća što su čestice, odnosno pore u zemljištu veće. Zemljište koje se sastoji od sitnih čestica (glina) i sa manjim porama zadržava duže vodu, odnosno ima manju filtracionu sposobnost. Zemljišta slabe filtracione sposobnosti su vlažna, blatnjava i higijenski nepovoljna. U zemljištima bez filtracione sposobnosti se ne može odvijati proces samočišćenja. Vlažna zemljišta nisu pogodna za izgradnju staja, jer su te staja vlažne i hladne. Na takvim zemljištima je loš kvalitet biljne hrane, prisutni su paraziti i ne mogu se koristiti za izgradnju stočnih grobalja i jama grobnica. *Kapilarnost* je takođe važna osobina zemljišta koja omogućava da se voda iz nižih slojeva podiže u više slojeve. Zbog ove osobine zemljišta dolazi do vlaženja zidova. Visina kapilarnog dizanja vode se povećava idući od krupnog pijeska prema ilovači. Prelaskom na glineno zemljište dolazi do naglog smanjenja visine i brzine kapilarnog dizanja vode. Pod higroskopnošću zemljišta se podrazumijeva njegova sposobnost da prima vodenu paru iz vazduha. Sitno-zrnasta zemljišta, s velikom ukupnom površinom čestica imaju veću higroskopnost. Pijesak prihvata 0,3-0,4%, glina 4% i humus 12% vodene pare. Najmanju higroskopnost imaju krupno-zrnasta zemljišta. *Sposobnost isparavanja zemljišta* takođe utiče na njegovu vlažnost. Zemljište sastavljeno od sitnijih čestica, pošto imaju veću površinu, isparava i isušuje se jače od onog građenog od krupnijih čestica. Vlažna i blatnjava zemljišta pogoduju razvoju pojedinih oboljenja. Bez *vazduha* u zemljištu takođe ne bi bilo života biljaka i mikroorganizama koji žive u njemu. Zemljište sadrži 78-80% azota, 1-3% kiseonika i 20% ugljendioksida. U manjoj mjeri su prisutni i drugi gasovi, kao što su amonijak, sumporvodonič, metan, vodonik, fosforvodonič, indol i skatol. *Temperatura zemljišta* je važan faktor klime i mikroklike jednog mjesta. Ona znatno utiče na kvalitet zemljišta i biološke procese koji se u njemu odigravaju. Variranja godišnjih razlika u temperaturi se zapažaju do dubine od 15-20 metara. Dublje od ovog sloja, na svakih 35 metara dolazi do povećanja temperature zemljišta za 1 °C. Toplotna provodljivost zemljišta je slaba, pa se toplota sporije prenosi sa površinskih u dublje slojeve. *Adsorpciona sposobnost* zemljišta se povećava sa površinom njegovih čestica. Ova sposobnost je veoma značajna u procesima samočišćenja otpadnih voda i drugih otpadaka. Mikroflora i mikrofauna zemljišta imaju važnu ulogu u procesima njegovog samočišćenja. Razlaganjem organskih jedinjenja do nitrata, karbonata, sulfata i fosfata stvaraju biljne asimilative, a u isto vrijeme zemljište se oslobađa organske materije koja ga zagađuje. Zemljište ne može uvijek da razgradi organske materije, zato što ima ograničenu sposobnost samočišćenja. Ono može da razgradi samo određenu količinu otpadne materije.

2.4. Kontaminacija zemljišta

Kontaminacija zemljišta nastaje kada se u njemu nalaze količine neorganske ili organske materije koje prevazilaze njegov kapacitet samočišćenja. Zemljišta koja sadrže veću količinu organske materije sadrže veći broj bakterija. Uloga saprofitnih mikroorganizama je da razlažu organske otpatke. One učestvuju i u sintezi organskih jedinjenja. Biološki indikatori zagađenja zemljišta su koliformne bakterije i enterokoke, koje u zemljište dopirevaju otpadnom vodom i fekalijama. One ne moraju biti patogene, ili su uslovno patogene, ali ukazuju na moguće prisustvo drugih patogenih bakterija. *Distrikti* su zemljišni lokaliteti koji predstavljaju stalni izvor patogenih mikroorganizama. Glavni uzroci zagađenja zemljišta su nehigijenski način odlaganja organskih i neorganskih otpadnih materija. U otpadnim materijama organskog porijekla (ostaci hrane i ekskrementi) često se nalaze uzročnici zaraznih i parazitskih bolesti. Nagomilavanjem organske materije dolazi do prezasićenja zemljišta, utroška kiseonika i anaerobnog razlaganja, što dovodi do stvaranja smrdljivih međuprodukata. U okolini takvih mjesta i vazduh je zagađen, takvo mjesto je pogodno za leglo muva

i razvoj patogenih mikroorganizama. Razvoj hemijske i druge industrije, primjena pesticida u poljoprivredi doveli su do nagomilavanja raznih štetnih materija u zemljištu (olovo, kadmijum, živa, fluor, arsen, cijanid).

2.4.1. Zagađujuće materije u zemljištu

Zagađenje zemljišta različitim toksičnim materijama može imati za posljedicu negativan uticaj na vodu, vazduh, raznolikost biljnog i životinjskog svijeta i zdravlje čovjeka. Zdrava okolina i samim tim čisto zemljište je osnovni uslov za očuvanje zdravlja ljudi i kvalitet života na nekom prostoru. Zagađivači u zemljište mogu dospjeti direktno (odlaganjem otpada, prolivanjem iz rezervoara ili transportera, upotrebom pesticida u poljoprivredi i sl.), ili indirektno-posredno (suvom ili mokrom dispozicijom (taloženjem) iz vazduha ili zagađenim otpadnim vodama. Neke biljke mogu da akumuliraju iz zemljišta teške metale koji su esencijalni za njihov rast i razvoj, kao što su gvožđe, mangan, cink, bakar, magnezijum, molibden, nikal, dok neke biljke mogu akumulirati i druge teške metale kao što su kadmijum, hrom, olovo, kobalt, srebro, selen, živa, koji nemaju poznatu biološku ulogu u biljkama. Ova sposobnost biljaka da akumuliraju teške metale prisutne u zemljištu se koristi za čišćenje zemljišta od teških metala. S obzirom na toksičnost ovih metala za biljku, pretjerana akumulacija u biljkama može biti fitotoksična i uzrokovati poremećaje ishrane biljke. Pored teških metala, unošenje pesticida u okolinu je od velikog značaja kao zagađivača. Poslije primjene pesticida, njihovi molekuli ostaju određeno vrijeme na mjesto na koje su naneseni, nakon čega se pod uticajem kretanja vazduha ili vode mogu prenijeti u atmosferu isparavanjem, u dublje slojeve zemljišta ispiranjem ili po površini zemljišta erozijom. Pesticidi koji dopiju u zemljište mogu promijeniti sastav zemljišne mikroflore. Oni ulaze u hranidbeni lanac i akumuliraju se u pojedinim tkivima živih bića. Prvo se nakupljaju u biljkama u koje dolaze uglavnom preko korijena, putem vode iz zemljišta u kojoj se nalaze rastvoreni. Nakon ulaska u biljku pesticidi se raspoređuju u njene organe, tako da je koncentracija u pojedinim organima biljke različita. Osim preko korijena, pesticidi se u biljku mogu unijeti i preko lista.

2.5. Higijenska ocjena zemljišta

Higijensko-sanitarna ocjena zemljišta se sprovodi na osnovu ispitivanja njegovih fizičkih, hemijskih i bioloških osobina. Kada se vrši rutinska higijensko-sanitarna ocjena zemljišta, određuje se koli-titar i broj anaerobnih bakterija (indeks anaeroba), najčešće broj *Cl. perfringensa*. Koli bakterije su obligatni crijevni saprofiti kod čovjeka i životinja i značajan su pokazatelj fekalnog zagađenja zemljišta. Pod koli-titrom se podrazumijeva najmanja količina zemljišta koja sadrži jedan koli -bacil. Određivanje broja anaerobnih bakterija je dodatni pokazatelj mikrobiološkog stanja zemljišta. Količina anaerobnih mikroorganizama se znatno povećava poslije unošenja organskih otpadaka, a najviše fekalija u zemljište. Anaerobni mikroorganizmi se duže zadržavaju u zemljištu od koli bacila, ali se razgradnjom organskih materija njihov broj znatno smanjuje. Osim ovih mikroorganizama, u zemljištu se mogu zadržati i drugi mikroorganizmi kao što su: *Erysipelotrix rhusiopathiae*, *Mycobacterium tuberculosis*, salmonelle itd. U zemljištu se mogu naći i jaja i razvojni stadijumi životinjskih parazita: trematoda, cestoda, nematoda i kokcidija. Veliki značaj za higijenu zemljišta ima odvodnjavanje močvarnih i vlažnih zemljišta primjenom drenažnih sistema. Na mikroorganizme u zemljištu se može uticati raznim agrotehničkim mjerama, kao što su dreniranje, preoravanje, čišćenje, uklanjanje korova i košenje trave. Zagađena zemljišta treba preorati čime ona stiču veću poroznost i propustljivost za vodu, a poboljšava se i njihova aeracija i isušivanje. Djelovanje sunčevih zraka ubrzava procese samočišćenja zemljišta. Dezinfekcija zemljišta se sprovodi ukoliko postoji sumnja da je ono izvor infekcije za životinje i ljude. Ako je u pitanju manja površina zemljišta gdje je uginula životinja, može se vršiti mehaničko čišćenje i skidanje površinskog sloja, kao i paljenje vatre na tom mjestu. Površinski sloj zemljišta se neškodljivo uklanja zatrpavanjem. Ako je zemljište zaraženo patogenim mikroorganizmima i parazitima, reba izvršiti dezinfekciju 20% rastvorom hlornog kreča (krečno mlijeko), 5% rastvorom hlornog kreča ili 5% rastvorom NaOH. Nekoliko dana

nakon dezinfekcije površni sloj zemljišta treba ukloniti i na tom mjestu nanijeti sloj pijeska. Za dezinfekciju zemljišta mogu se upotrijebiti i 5% rastvor krezol sumporne kiseline ili 3% rastvor formaldehida.

2.6. Plodnost zemljišta

Pod plodnošću zemljišta se podrazumijeva njegova sposobnost da snabdijeva biljke vodom, vazduhom i hranljivim materijama. Ona je veoma značajna za proces fotosinteze - proizvodnju organske materije iz ugljendioksida i vode uz pomoć sunčeve svjetlosti. Na plodnost zemljišta utiču: biološka aktivnost zemljišta, količina mineralnih i organskih materija u zemljištu, kiselost zemljišta.

2.6.1. Biološka aktivnost zemljišta

Zemljište sadrži mnogo živih organizama, kao što su: bakterije, gljive, sitne životinje. Njihova uloga je presudna za održavanje hemijske i fizičke plodnosti zemljišta. Živi organizmi imaju važnu ulogu u prečišćavanju zemljišta i biološkoj kontroli štetočina. Pojednim sredstvima za zaštitu bilja kontrolišu se štetočine, ali njihovom neodgovarajućom primjenom se istovremeno negativno djeluje na različite korisne organizme u tlu. Treba pažljivo odabirati sredstva za zaštitu bilja, shodno njihovoj namjeni, pridržavajući se uputstva za upotrebu. Gliste su jedan od najvažnijih korisnih organizama u zemljištu. Kao i drugi organizmi, osjetljive su na prisustvo teških metala, hemikalija i drugih kontaminanata u zemljištu. Čvrsti i tečni stajnjak sadrže veliku količinu azota u obliku amonijaka i amonijum sulfata, pa ako se dodaju u prekomjernoj količini dovode do smanjenja broja glista u zemljištu. Štetno djelovanje đubriva na gliste se smanjuje ukoliko se ono ne nanosi na mokro i slabo propusno zemljište. Biološka aktivnost zemljišta poboljšava ostala njegova svojstva koja su važna za plodnost - pogodna hemijska reakcija, dobar odnos vode, vazduha i visok udio organske materije.

2.6.1.1. Dobra poljoprivredna praksa u očuvanju biološke aktivnosti zemljišta

Dobra poljoprivredna praksa u očuvanju biološke aktivnosti zemljišta obuhvata: pravilnu primjenu sredstava za zaštitu bilja, izbjegavanje primjene stajskog đubriva na mokrom i slabo propusnom tlu, primjenu organskih đubriva, komposta ili zrelog stajskog đubriva, plodored u koji je uključena trava (slika 6), redovno zaoravanje žetvenih ostataka (ne spaljivati), plitku kultivaciju zemljišta - umjesto oranja, sjetvu postrnih usjeva i pokrovnih usjeva zimi. Pod plodoredom se podrazumijeva postupak smjenjivanja gajenih biljnih kultura iz godine u godinu na istom prostoru, a ima za cilj da se u što većoj mjeri sačuva ravnoteža zemljišta. Suprotno od plodoreda je monokultura, koja predstavlja gajenje jedne kulture dvije ili više godina na istom prostoru. Gajenje biljaka u monokulturi obično za rezultat ima neprestano izvlačenje istih mineralnih materija iz zemljišta i mogućnost da se umnože bolesti i štetni insekti. Plodored se primjenjuje u ratarstvu, povrtarstvu, platenicima i organskoj poljoprivredi. Mada se zasnivaju na principu smjene biljnih vrsta, svaki od ovih plodoreda ima i svoje specifičnosti. U ratarstvu, potrebno je voditi računa da se smjenjuju kulture koje zahtijevaju pliću obradu zemlje sa onima koje zahtijevaju dublju obradu zemlje. Pri tome je veoma važno da se biljke koje su podložne istim bolestima ne sade uzastopno, nego sa vremenskim razmakom. Plodored ima višestruku korist: smanjuje se upotreba sredstava za zaštitu bilja od štetočina, bolesti i korova, poboljšava se iskoristivost đubriva i povećava količina i kvalitet poljoprivrednih proizvoda. Smatra se da plodored u organskoj proizvodnji može da smanji broj bolesti i štetnih insekata za 70%. Jedan od plodoreda jeste naizmjenična sadnja biljaka koje vežu azot u zemlji i onih koje ga koriste.

2.6.2. Organska materija u zemljištu

Organska materija je materijal biljnog i životinjskog porijekla nastao u zemljištu ili je u njega unesen. Količina i vrsta organske materije u gornjem sloju zemljišta utiče na njegova fizička, hemijska i biološka svojstva, strukturu, lakoću obrade, kapacitet za vodu i dostupnost hraniva usjevima.

Promjene u obradi zemljišta mogu dovesti do porasta ili smanjenja organske materije. Ne treba vršiti nepotrebnu obradu i duboko oranje koje uzrokuje gubitak organske materije, pogotovo vlažnih zemljišta. Količina organske materije u zemljištu zavisi od načina obrade. U obrađivanim zemljištima količina organske materije je manja nego na trajno zasijanim površinama, posebno ako se mala količina biljnih ostataka unosi u zemljište. Miješanjem gornjih i donjih slojeva zemljišta dubokim oranjem osiromašuje se gornji sloj zemljišta organskom materijom. Stabilni prinosi u biljnoj proizvodnji mogući su jedino ako se organska materija u zemljištu održava na zadovoljavajućem nivou. Ukoliko nema stajskog đubriva, sadržaj organske materije u zemljištu povećava se plodoredom ili uvođenjem međusjeka - za zeleno đubrenje.

Dobra poljoprivredna praksa u cilju očuvanja organske materije u zemljištu se, dakle, postiže: izbjegavanjem nepotrebne obrade zemljišta i dubokog oranja, đubrenjem stajskim đubrivom, zaoravanjem žetvenih ostataka, a ne njihovim spaljivanjem, uvođenjem u plodored međusjeka za zeleno đubrenje.

2.6.3. Kiselost zemljišta (pH)

Prije sjetve pojedinih kultura važno je izmjeriti pH zemljišta. pH zemljišta pokazuje koliko je zemljište kiselo ili alkalno (lužnato, bazno). Zakiseljavanje zemljišta je prirodan proces, ali može biti povećano aktivnostima čovjeka. Stepem zakiseljavanja zemljišta zavisi od njegove strukture, atmosferskih zagađenja zemljišta, mineralnih đubriva, primjene agrotehničkih mjera. Zemljišta koja imaju pH 7 su neutralna, s vrijednostima pH nižim od 7 su kisela, a ona koja imaju pH iznad 7 su bazna. Ako zemljište prirodno nema dovoljne količine kalcijum ili magnezijum karbonata ili nije redovno vapnjeno (nije dodavan kreč), pH zemljišta se smanjuje. Većina poljoprivrednih zemljišta ima pH od 6 do 7,5. Vrijednost pH 5,5 odgovara za rast trava i nekih usjeva, ali ne i djetelini. Zemljišta pogodna za uzgoj djetelina i leguminoza neutralne su reakcije. Vrlo kisela zemljišta sa pH ispod 4 nisu pogodna za poljoprivrednu proizvodnju. Ocjedne vode kiselih zemljišta mogu sadržavati materije kao što je aluminijum, koji ima štetan uticaj na kvalitet površinskih i podzemnih voda i negativno djelovanje na biljke, životinje, naročito ribe. Jedan od najznačajnijih faktora za rast biljaka je dostupnost makronutrijenata i mikronutrijenata, na što direktno utiče pH vrijednost zemljišta. Biljke mogu da usvajaju hranljive elemente samo u određenom rasponu pH vrijednosti. Većina biljaka najbolje uspijeva u zemljištima sa pH 6,0 - 7,5. U zemljištu može biti dovoljno nekog elementa, a da zbog pH vrijednosti ne bude dostupan biljkama. Biljke iz zemljišta mogu da usvajaju hranljive sastojke samo kada su oni rastvoreni u vodi. Kada je zemljište veoma kiselo ili veoma bazno, neke od hranljivih materija koje se nalaze u njemu nisu u rastvorljivom obliku. Zemljište sa pH ispod 4,5 se smatra izuzetno kiselim, a iznad 8,5 - 9,0 izrazito alkalnim. Kiselo zemljište je jedan od najznačajnijih faktora koji ograničava uspješnu biljnu proizvodnju. Ona nisu pogodna za gajenje većine biljaka. Na kiselim zemljištima usjevi su neujednačeni i kržljavi. Kisela zemljišta imaju narušene hemijske, biološke i fizičke osobine. Kada je zemljište previše kiselo, fosfor, kalijum, kalcijum, magnezijum i azot se ne mogu dobro rastvoriti i apsorbirati od strane biljke. Kalcijum je vrlo značajan element u ishrani biljaka i u zemljištu se nalazi u obliku raznih minerala, kao što su kalcijum karbonat, kalcit, dolomit, silikati, kalcijum fosfati i dr. Ovi oblici kalcijuma nisu pristupačni za biljku i tek nakon njihovog rastvaranja, kalcijum može biti usvojen od strane biljaka. Kalcijum se iz zemljišta troši od strane biljaka, a prelaskom u pristupačan oblik postaje nezaštićen od ispiranja, zbog čega zemljišta ostaju bez njega. Način iskorišćavanja zemljišta i neunošenje kalcijuma putem đubriva dovodi do gubitka kalcijuma i povećanja kiselosti zemljišta. U kiselom zemljištu mikroorganizmi su prisutni u vrlo malom broju, što sprečava mineralizaciju. Zbog narušene strukture, u sušnim uslovima se stvrdnjavaju i pucaju, a u vlažnim postaju lepljiva i teška za obradu. Rastvorljivost aluminijuma, gvoždja i mangana se u kiselim zemljištima povećava i oni postaju toksični za biljke. Osim ako to nije njegova prirodna karakteristika, kiselo zemljište je posljedica nekontrolisane ili nepravilne primjene mineralnih đubriva i neprimjenjivanja organskih đubriva. Mineralna đubriva u svom sastavu sadrže nosač koji služi za fiksaciju aktivne materije. Nosači su obično na bazi sumpora ili neke jake kiseline i nakon usvajanja aktivne materije od strane biljaka oni

ostaju i nakupljaju se u zemljištu, sporo se ispiraju - što dovodi do smanjenja pH vrijednosti zemljišta. Popravka kiselih zemljišta se postiže kalcifikacijom, tj. unošenjem kalcijumovih đubriva. Ova mjera se sprovodi na zemljištima kojima je pH manji od 5. Sredstva koja se koriste za kalcifikaciju sadrže fino samljeveni kalcijum karbonat, laporac (sedimentna stijena građena od čestica gline i kalcijum karbonata ili dolomita), pečeni kreč, gašeni kreč i dr. Za kalcifikaciju su pogodniji mlađi, mekši krečnjaci koji se mogu bolje usitniti i na taj način bolje rastvoriti. U cilju povećanja rastvorljivosti upotrijebljenog krečnjaka, u zemljište se zajedno sa krečnjakom unosi i organsko đubrivo, obično stajnjak. Za uspješnost kalcifikacije je značajna veličina čestica, odnosno stepen usitnjenosti materijala za kalcifikaciju. Dobra usitnjenost kreča poboljšava rastvaranje i stepen kalcifikacije. Glinovita zemljišta koja su zbijena i nepogodna za obradu tako postaju rastresitija. Kreč utiče i na strukturu, tj. mrvičavost zemljišta. On ima sposobnost da poveže sitne čestice gline u krupnije čestice – mrvice. Mrvičasta struktura je poželjna, jer je u njima dobar vodno-vazdušni i toplotni režim za biljke. Primjenom krečnog materijala sa krupnim česticama se ne postiže dobar efekat, jer se one sporije i teže rastvaraju - nekada i godinama. Efekat kalcifikacije najčešće traje oko 3-4 godine. Značajna mjera za popravku kiselog zemljišta je i humifikacija. Humifikacijom se povećava sadržaj humusa u zemljištu - što se postiže unošenjem organskih đubriva u zemljište, kao što su stajnjak, kompost, treset i dr. Humus povoljno djeluje na fizičke, hemijske i biološke osobine zemljišta i pokazatelj je plodnosti zemljišta. On je izvor hrane i energije za mikroorganizme koji se nalaze u zemljištu, a njegovom razgradnjom i mineralizacijom se dobijaju hraniva pristupačna za biljke. Od ovih hraniva su naročito značajni azot i ugljen dioksid koji služi za fotosintezu. S druge strane, alkalno zemljište takođe blokira veći broj mikroelemata, ubrzava mineralizaciju organske materije i podstiče pojavu biljnih bolesti. Kada je zemljište previše alkalno, fosfor, mangan i gvožđe su teško rastvorljivi. Alkalna reakcija zemljišta je uglavnom odlika samog zemljišta. Alkalna reakcija zemljišta može da se javi i nakon sprovedene prekomjerne kalcifikacije. Zato postupak kalcifikacije treba sprovoditi oprezno. pH alkalnih zemljišta se može smanjiti gipsovanjem, tj. dodatkom gipsa – kalcijum sulfata. Postupak gipsovanja se zasniva na reakciji: $\text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3$. Ova zemljišta podnose đubrenje jakim đubrivima, jer nosač utiče na korekciju pH zemljišta. Azotna đubriva sadrže različite oblike azota, pa imaju i različite efekte na pH vrijednost zemljišta. KAN – krečni amonijum nitrat je đubrivo koje sadrži 27% azota, kao i kalcijum, zbog čega ne utiče na zakiseljavanje zemljišta. Zbog toga se preporučuje na zemljištima koja imaju nižu pH vrijednost. UREA je đubrivo koje sadrži 46% azota, a AN – amonijum nitrat je đubrivo koje sadrži 34% azota. Ova dva đubriva dovode do blage acidifikacije (zakiseljavanja) zemljišta. Zbog toga se se ne preporučuju za đubrenje kiselih zemljišta, jer čestom i prekomjernom upotrebom smanjuju pH vrednost zemljišta. Amonijum sulfat đubrivo sadrži 21% azota, ima veoma kiselu reakciju i nije pogodno za đubrenje zemljišta jače kiselosti. MAP - monoamonijum fosfat đubrivo sadrži 12% azota i 52% P_2O_5) i ne treba ga koristiti za đubrenje jako kiselih zemljišta, jer dovodi do acidifikacije. DAP - diamonijum fosfat đubrivo sadrži 18% azota i 46% P_2O_5) i ima isto dejstvo kao i MAP đubrivo.

2.7. Erozijska zemljišta

Erozija predstavlja gubitak površinskog sloja zemljišta - najdragocjenijeg sloja. Takvo zemljište postaje potpuno nepogodno za gajenje biljnih kultura. Erozijska nastaje djelovanjem vjetra, kiše i čovjeka (slika 2.). Kada zemljište napuni drenaže i prokope, dolazi do poplava, a samim tim i do erozije. Erozijska izazvana vjetrom se najviše javlja tokom ljeta, kada je zemljište suvo i prašnjavo. Erozijska izazvana kišom najčešće se javlja tokom jeseni i zime.



Slika 2. *Erozija zemljišta (uticaj vjetra i kiše nakon sječenja šuma - jaružanje i spiranje zemljišta)*
<https://seljak.me/savjetuje/taq/erozija-zemljista/>

Dobra poljoprivredna praksa u cilju smanjenja erozije sprovodi grubu obradu zemljišta, oranje bez prevrtanja, terasiranje, zatravljivanje, protiverozione plodorede, stvaranje biljnog pokrivača – što je naročito značajno na strmim terenima. Na umjereno strmim padinama (nagiba 10 - 20%) koje se obrađuju treba **poprečno** u odnosu na pad terena saditi biljne kulture, kako bi se spriječila erozija. Strme padine (nagiba preko 20%) ne treba obrađivati. Ovakve padine treba iskoristiti ili za višegodišnje zasade (zasadi trava, maslina ili drugih voćarskih kultura) ili ih terasirati, kako bi se na njima napravile ravne površine zemljišta koje se mogu obrađivati. Zemljište koje se nalazi na udaljenosti manjoj od 5 metara od neke veće rijeke ili jezera, ne treba obrađivati. Treba izbjegavati površinsku obradu veoma suvog zemljišta. Plodored može pomoći da se očuva organska materija zemljišta i spriječi razvoj korova, štetočina i bolesti. Treba izbjegavati sabijanje zemljišta natopljenog vodom primjenom teške mehanizacije. Za radove na poljoprivrednim površinama ne treba koristiti mehanizaciju sa gusjenicama. Treba izbjegavati prekomjernu ispašu, zbog mogućeg oštećenja pašnjaka, naročito na strmim padinama. Treba očuvati drveće.

2.7.1. *Mjere zaštite od erozije propisane Zakonom o vodama (SLCG 27/2007)*

Zakonom o vodama (SLCG 27/2007) je regulisana zaštita zemljišta od poplava, rječne erozije, erozije vodom, vjetrom i bujicama, a takođe je regulisano i odvodnjavanje i otklanjanje posljedica djelovanja voda. Prema ovom zakonu, zemljište ugroženo erozijom je zemljište na kome, usljed dejstva vode i vjetra nastaju pojave spiranja, jaružanja, brazdanja, podrivanja i klizanja, kao i zemljište podložno tim uticajima. Zemljište ugroženo erozijom smatra se i zemljište rudničkih i industrijskih jalovišta. Bujični tokovi su povremeni i stalni tokovi u kojima, usljed atmosferskih padavina, dolazi do nagle izmjene vodnog režima i mogućeg ugrožavanja života i zdravlja ljudi i njihove imovine, kao i ambijentnih vrijednosti. Radi sprečavanja i otklanjanja štetnog dejstva erozije i bujica sprovode se posebne preventivne mjere, grade se zaštitni objekti i izvode zaštitni radovi. Zaštitni radovi su: izgradnja zaštitnih vodnih objekata (pregrade, ustave sl.), pošumljavanje, zatravljivanje, terasiranje, čišćenje korita i dr. Zaštita od erozije i bujica predstavlja obavezu i vlasnika i korisnika zemljišta na erozivnim područjima. Na erozivnom području zabranjeno je: pustošenje, krčenje i nedozvoljena sječa šuma, ogoljavanje površina, nekontrolisano kopanje i preoravanje livada, pašnjaka i neobrađenih površina, zatrpavanje izvora i nekontrolisano sakupljanje i odvođenje tih voda, skladištenje drveta i drugog materijala, izgradnja objekata bez odgovarajuće planske i projektne dokumentacije, eksploatacija rječnih nanosa sa dna ili padina, izgradnja objekata koji bi mogli da ugroze stabilnost zemljišta (vodenice, brane, kanali, ribnjaci i sl.). preduzimanje drugih radnji kojima se pospješuje erozija i stvaranje bujica. Vlasnik, odnosno korisnik oradivog poljoprivrednog zemljišta na erozivnom području dužan je da u brdsko-planinskim područjima način obrade i korišćenja tog zemljišta prilagodi zahtjevima antierozivnog uređenja zemljišta; na parcelama na kojima je razvoj erozivnih procesa u početnom stadijumu preduzme odgovarajuće protiverozivne

mjere (oranje duž izohipsi, konturno oranje (slika 3.), oranje bez prevrtanja, dubrenje zemljišta, terasiranje, zatravljivanje, protiverozivni plodoredi i slični radovi); izvrši promjenu ratarskih jednogodišnjih poljoprivrednih kultura u travne ili šumske kulture i dr.



Slika 3. Konturno oranje

http://www2.arnes.si/~o4osce/gradiva/geo/amerika/3podnebjedust_bowl.html

2.8. Stanje u pogledu zagađenja zemljišta u Crnoj Gori

Praćenje potencijalnog zagađenja zemljišta u našoj zemlji je otežan usljed nedostatka adekvatnog zakonskog okvira. Na snazi je Zakon o poljoprivrednom zemljištu ("Sl. list RCG", br. 015/92, 059/92, 027/94, "Sl. list CG", br. 073/10, 032/11) kojim se uređuje samo poljoprivredno zemljište. Za zemljišta druge namjene (industrijska zemljišta, dječija igrališta, parkovi, stambene zone, itd.) ne postoje zakonom propisane maksimalno dozvoljene količine opasnih i štetnih materija. Za donošenje ovih propisa nadležno je Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja. Emisije iz industrijskih tehnoloških procesa, usljed sagorijevanja fosilnih goriva u industriji, individualnih i lokalnih ložišta, kao i prilikom sagorijevanja različitih organskih materija predstavljaju jedan od najznačajnijih izvora zagađenja. Povećan sadržaj fluora i policikličnih aromatičnih ugljovodonika u zemljištu uzorkovanom u naselju Srpska direktna je posljedica emisija iz KAP-a. Olovo (od neorganskih materija) i policiklični aromatični ugljovodonici (PAH - od organskih materija) predstavljaju tipične indikatore zagađenja od izduvnih gasova motornih vozila. U uzorku neobradivog zemljišta uzorkovanom oko 300 m od deponije Željezare evidentirano je povećanje sadržaja kadmijuma, olova, nikla, hroma, fluora i cinka. Prisutne forme i oblici kadmijuma, olova i cinka u zemljištu sa ove lokacije ukazuju na direktan negativan uticaj deponije. Analize zemljišta u blizini rudnika Brskovo pokazuju povećan sadržaj fluora i policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH). Za razliku od fluora kojim je zemljište u Crnoj Gori prirodno bogato, povećanje sadržaja PAH-ova povezuje se sa radom rudnika. Na lokaciji Gradac utvrđeno je povećanje sadržaja kadmijuma, olova, žive, arsena, fluora, bakra, bora i cinka.

2.9. Metode remedijacije kontaminiranog zemljišta

Zemljište je jedan od najvažnijih prirodnih resursa za život ljudi. Zagađenje zemljišta velikom količinom otpadnih materija koje se ne mogu razgraditi procesima samoprečišćavanja dovodi do degradacije zemljišta i negativnih posljedica po ekosistem i zdravlje ljudi. Poljoprivredna gazdinstva su takođe izložena raznim zagađenjima iz okoline. Najznačajniji zagađivači su perzistentna organska jedinjenja (POPs), policiklični aromatični ugljovodonici (PAHs) i teški metali. U cilju sanacije, tj. poboljšanja stanja zagađenog i degradiranog zemljišta do nivoa koji je bezbjedan za korišćenje sprovode se odgovarajuće mjere - remedijacija i rekultivacija zemljišta. Remedijacija zemljišta se sprovodi onda kada su koncentracije zagađujućih materija u zemljištu iznad dozvoljenih vrijednosti propisanih zakonom. Rekultivacija zagađenog i degradiranog zemljišta ima za cilj obnavljanje zemljišta i uspostavljanja biljnih zajednica na površinama na kojima je vršena eksploatacija mineralnih sirovina, neuspjelo pošumljavanje, ili koje je degradirano dejstvom elementarnih nepogoda, požara i drugih uticaja čovjeka. Zbog toga se radi na tehnologijama koje će omogućiti

konstantnu detoksikaciju zemljišta. Kada dođe do narušavanja funkcije i kvaliteta zemljišta, njegova regeneracija je teška, dugotrajna i skupa. Remedijacija zemljišta podrazumijeva mjere koje se sprovode u cilju snižavanja koncentracije zagađujućih materija do nivoa koji nije opasan po životnu sredinu i zdravlje ljudi. Remedijacija se može izvršiti primjenom fizičkih, hemijskih i bioloških metoda - bioremedijacijom. Veoma je značajno primijeniti odgovarajuću metodu remedijacije za kontaminirano zemljište. Hemijske metode su: elektrohemijska remedijacija (elektroremedijacija), plavljenje, iskopavanje, ispiranje, stvrđnjavanje. Elektrohemijska remedijacija – elektroremedijacija je metoda kojom se teški metali, radionuklidi i organski zagađivači izvlače iz zemljišta djelovanjem slabe jednosmjerne struje kroz mrežu katoda i anoda postavljenih u kontaminiranom zemljištu. Djelovanjem jednosmjerne struje u zemljištu se odvija niz procesa kao što su elektromigracija, elektroliza vode, difuzija, elektroforeza - kretanje koloidnih čestica. Da bi se elektroremedijacijom uklonili metali iz zemljišta, potrebno je da budu u jonskom obliku, jer je za njihovo izvlačenje najviše odgovorna elektromigracija. Tokom elektromigracije, pozitivno naelektrisane čestice (katjoni), kao što su joni metala i nekih organskih supstanci se kreću prema katodi, a negativno naelektrisane čestice (anioni), kao što su joni hlorida, fluorida, cijanida ili nitrata i joni nekih organskih supstanci se kreću prema anodi. Na efikasnost elektroremedijacije utiču fizičko-hemijske osobine zemljišta, vlažnost, koncentracija metala u zemljištu i dr. Plavljenje zemljišta je metoda remedijacije kontaminiranog zemljišta *in situ* kod koje se zemljište tretira različitim rastvorima. Kontaminirano zemljište se prelijeva vodenim rastvorima kiselina, baza, deterdženata i dr., u zavisnosti od rastvorljivosti zagađujućih materija u zemljištu. Tehnologija **plavljenja** može da se primijeni na zemljišta kontaminirana hromom, arsenom, olovom, kadmijumom, kao i isparljivim i poluisparljivim organskim zagađivačima. Metoda **ispiranja** se bazira na ispiranju zagađujućih materija sa čestica zemljišta vodom i vodenim rastvorima od različitih aditiva, u cilju odvajanja čistog od kontaminiranog zemljišta. Metoda ispiranja se bazira na činjenici da se zagađivači vežu za sitnozrnaste čestice zemljišta (mulj i glinu), pa se ispiranjem odvajaju ova fina frakcija od čiste krupnozrnaste frakcije zemljišta (pijesak i šljunak). Ako se zagađivači mogu isprati samo vodom, bez dodatka hemikalija, onda odvajanje finog i grubog materijala predstavlja jednostavan fizički proces. Postupak ispiranja zemljišta nije pogodan za dekontaminaciju glinovitog i muljevitog zemljišta, jer se zbog jake povezanosti metala sa ovim česticama postupak ispiranja mora ponavljati više puta. Tehnologija **stvrđnjavanja** se bazira na imobilizaciji zagađujućih supstanci iz zemljišta uz pomoć dodatnih reagenasa. Ovi procesi se zasnivaju na taloženju ili inkorporaciji zagađujućih materija u kristalnu strukturu reagensa. Metode **fizičke remedijacije** zemljišta su: pokrivanje (inkapsulacija), iskopavanje i miješanje zemljišta. Pokrivanje kontaminiranog zemljišta je jedan od najčešćih metoda remedijacije na manjim površinama. Izvodi se tako što se zemljište prekriva višeslojnim pokrivačem, da bi se zaštitilo od erozije vodom i vjetrom i spriječio uticaj kontaminiranog zemljišta na floru i faunu. Kontaminirano zemljište se pokriva slojem plodnog zemljišta ili sa više slojeva sintetičkih materijala različite propustljivosti. Ova tehnologija se u praksi najčešće koristi za zatvaranje deponija komunalnog otpada. Iskopavanje zemljišta se najčešće primjenjuje kada je zemljište kontaminirano radionuklidima ili teškim metalima u visokim koncentracijama. U tim slučajevima potrebno je izvršiti sanaciju iskopanog zemljišta, a zatim ga vratiti na istu lokaciju ili ga trajno odložiti na zakonom propisano odlagalište. Za iskopavanje se koriste bageri, utovarivači, buldožeri itd., a iskopano zemljište se stavlja u kontejnere ili na nepropusne folije - da bi se spriječilo curenje zagađujućih materija u okolinu. Tehnologijom **miješanja** se smanjuje koncentracija zagađujućih materija u zemljištu njihovim razrjeđivanjem do dozvoljene koncentracije. To se postiže unošenjem nezagađene zemlje i njeno miješanje sa zagađenom zemljom, ili miješanjem primjenom agrotehničkih mjera kao što su oranje, tanjiranje, drljanje, mljevenje - pri čemu se površinski kontaminirano zemljište miješa sa dubljim slojevima nezagađene zemlje. Remedijacija zemljišta metodom miješanja je vrlo efikasna za zemljišta koja su zagađena isparljivim i poluisparljivim supstancama i ostacima eksplozivnih materija. Tehnologija termičke remedijacije zemljišta se može izvoditi *in situ* i *ex situ* metodama, u posebno instaliranim objektima, a bazira se na izlaganju kontaminiranog zemljišta temperaturi preko 1000 °C. Isparljive zagađujuće materije iz zemljišta

isparavaju na temperaturama 340 – 480 °C, a na još većim temperaturama se pretvaraju u manje štetne oblike. Ova tehnologija nije pogodna za sanaciju poljoprivrednog kontaminiranog zemljišta, jer se tretiranjem zemljišta visokom temperaturom uništava sav biljni i životinjski svijet. Zbog toga to zemljište više ne bi imalo prvobitnu funkciju. Zagađeno zemljište sanirano termičkim tretmanom se može koristiti u građevinarstvu, kao materijal za pokrivanje otpada na deponijama. Neki od postupaka termalne remedijacije su: spaljivanje zemljišta, vitrifikacija i solarno-fotohemijsko razlaganje zemljišta. Termička remedijacija kontaminiranog zemljišta spaljivanjem za tretiranje zemljišta primjenjuje temperature od 870 °C do 1190 °C, pri kojoj se zagađujuće materije razgrađuju do vode, ugljendioksida i azotnih oksida. Nakon termičkog tretmana ostaje pepeo koji zauzima malo prostora, što je značajna prednost prilikom odlaganja na deponiju. Spaljivanje zagađenog zemljišta se uglavnom sprovodi u rotacionim pećima koje služe za proizvodnju cementnog klinkera. Tehnologija remedijacije zagađenog zemljišta primjenom temperature od 1390 °C do 2000 °C i više, pri kojoj dolazi do topljenja zemljišta njegovog pretvaranja u amorfnu masu nalik staklu, naziva se vitrifikacija (lat. "*vitrum*" - staklo; "*facere*" - učiniti). Tako doobijena masa ima veliku čvrstoću i ne dozvoljava ispiranje "zarobljenih" zagađujućih supstanci. Tako zarobljene zagađujuće supstance ne mogu da se rastvore niti da migriraju u podzemne vode i utiču na okolinu. Vitrifikacija se uglavnom izvodi primjenom električne energije proizvedene uz pomoć grafitnih elektroda koje se utiskuju u zagađeno zemljište, termičkim tretmanom u rotacionim pećima i plazma procesom. Plazma process se sprovodi unošenjem plazma plamenika u kontaminirano zemljište, pri čemu se razvija izuzetno visoka temperatura plazme (do 7000 °C), koja dovodi do topljenja zemljišta i zagađujućih materija u njemu. Solarno-fotohemijska razgradnja zemljišta je tehnologija sanacije koja koristi sunčevu energiju. Određeni djelovi sunčevog spektra fotohemijskom reakcijom dovode do razlaganja organske materije u zemljištu. Da bi se postigla veća efikasnost ovog procesa, vrši se koncentracija solarne energije, čime se postižu visoke temperature potrebne za razgradnju. Da bi se postigla koncentracija solarne energije, koriste se sistemi ogledala koji apsorbiraju energiju koja ima temperaturu od 2000 °C. Ovom metodom se postiže uspješna sanacija zemljišta zagađenog aromatičnim ugljovodonicima kao što su benzol, toluen, etilbenzol i ksilen i dr. Danas se zbog svoje ekonomičnosti i pozitivnog uticaja na životnu sredinu sve više primjenjuju biološke metode remedijacije, tzv. bioremedijacija. Bioremedijacija je postupak primjene živih organizama u cilju postizanja detoksikacije životne sredine od teških metala, organskih jedinjenja (ugljovodonici nafte i dr.), radionuklida, eksploziva, pesticida, plastike i dr. Riječ *bioremedijacija* je nastala od dvije riječi: *bio* – biološki i *remedijacija* – što znači popraviti, izliječiti. Neki organizmi imaju sposobnost da razlažu zagađujuće materije kako bi iz njih dobili potrebne hranjive materije i energiju. Bioremedijacijom se samo ubrzavaju biorazgradivi procesi koji se inače normalno odvijaju u prirodi. Bioremedijacija može obuhvatiti mikrobiološku detoksikaciju zemljišta, površinskih i podzemnih voda, vazduha, čvrstog, tečnog i gasovitog otpada od organskih zagađivača (nafta, naftni derivati, pesticidi, deterdženti, polimeri, fenoli, organski rastvarači), vještačkih đubriva, teških metala (živa, kadmijum, olovo) i drugih toksičnih elemenata i jedinjenja (arsen, cijanidi), otrovnih gasova i radionuklida (uranijum, plutonijum i dr.). Bioremedijacija koristi prirodne organizme za razgradnju i transformaciju opasnih materija u manje toksične ili neotrovne materije. Ona se, dakle, može izvoditi uz pomoć organizama koji su prirodno prisutni u zagađenoj sredini. Da bi se mikroorganizmi koristili u procesu bioremedijacije neophodno ih je prethodno izolovati, kultivisati i identifikovati. Ova autohtona mikroflora se nakon izolacije iz zagađenog zemljišta razmnožava u bioreaktorima, a zatim koristi za bioremedijaciju. Pored kvasaca iz rodova *Candida* (*C. lipolytica*, *C. tropicalis*), *Hansenula*, *Rhodotorula*, *Torulopsis* i gljiva iz rodova *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma* i druge, ulogu u biodegradaciji ugljovodonika nafte imaju i bakterije, prije svega vrste iz rodova *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Vibrio*, *Aeromonas*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter* i druge. Ovi mikroorganizmi se mogu izolovati iz nezagađenih sredina, ali sa mnogo manjim uspjehom. Ubacivanje živih mikroorganizama u zemljište u cilju njegovog prečišćavanja naziva se bioaugmentacija. Ova biološka metoda se ne može primjenjivati ako je koncentracija zagađujućih materija na nivou ili iznad nivoa toksičnosti za žive organizme. Glavni preduslov za primjenu

bioaugmentacije je da su mikroorganizmi otporni na zagađujuće materije u koncentracijama u kojima su prisutni na mjestu bioremedijacije. Krajnji cilj bioremedijacije zemljišta je potpuno uklanjanje zagađenja i vraćanje funkcije zemljištu. Bioremedijacijom se postiže potpuna mineralizacija organskog zagađenja. Genetičkim inženjeringom se mogu stvoriti posebni organizmi za proces bioremedijacije. Tako na primjer genetički modificirana bakterija *Deinococcus radiodurans*, koji je radiorezistentni mikroorganizam, može da razgrađuje toluene i živu iz radioaktivnog otpada. Međutim, genetički modificirani organizmi mogu predstavljati problem za životnu sredinu, jer ih je teško kontrolisati. Upotreba autohtonih mikroorganizama je mnogo bezbjednija od upotrebe genetički modificiranih mikroorganizama. Tokom bioremedijacije se ne stvara novi otpad, što ima pozitivan uticaj na životnu sredinu. Mikroorganizmi mogu razgraditi neka toksična jedinjenja u malim koncentracijama, ali u velikim koncentracijama te iste materije mogu da ih unište. Djelimičnom razgradnjom zagađujućih materija mogu nastati još toksičniji međuproizvodi, što zahtijeva posebnu pažnju. Osim upotrebe mikroorganizama, za detoksikaciju zagađujućih materija prisutnih u zemljištu se mogu primijeniti i biljke (fitoremedijacija). Neke biljke mogu da akumuliraju iz zemljišta metale koji su im neophodni za razvoj (gvožđe, cink, bakar, mangan, nikel), a neke akumuliraju i teške metale (kadmijum, olovo, kobalt, hrom, srebro, selen, živa). Remedijacija zemljišta se može sprovesti na mjestu zagađenja (*in situ*) ili nakon odvoženja u specijalno postrojenje (*ex situ*). Izvor kiseonika i nutrijenti se pod pritiskom ubacuju u kontaminiranu zemlju ili se nanose na njenu površinu odakle prodiru u dublje slojeve i vrše razgradnju zagađujućih materija. Kompostiranje je takođe vrsta bioremedijacije *ex situ*. Osnovni procesi bioremedijacije su oksidacija i redukcija, a koji se mogu odvijati u aerobnim i anaerobnim uslovima. Aerobnu razgradnju vrše aerobni mikroorganizmi. Na odvijanje ovog procesa, pored kiseonika, značajan uticaj imaju prisustvo mineralnih soli, temperatura i pH. Najveći rast bakterija i gljiva koji oksiduju ugljovodonike se odvija u temperaturnom opsegu od 25 – 40 °C i pH 7- 8,5. Anaeroban proces se odvija od strane anaerobnih mikroorganizama, uglavnom sulforedukujućih bakterija. Ove bakterije redukuju sulfate do sumporvodonika, a oksidišu ugljovodonike. Anaerobna degradacija se odvija znatno sporije od aerobne, ali je značajna u uslovima smanjene koncentracije kiseonika i veoma često omogućava razgradnju organskih zagađivača. Svojstva zagađujućih supstanci - njihova hemijska struktura, rastvorljivost, gustina, toksičnost, hidrofobnost i hidrofilnost, polaritet molekula i dr. utiču na prirodu njihovog kretanja kroz zemljište, vodu i vazduh, kao i na njihovu biološku dostupnost. Poseban problem predstavlja prečišćavanje zemljišta od organskih zagađujućih materija koje su nerastrvorljive u vodi i koje imaju veliku gustinu. Glinovita zemljišta su slabo propusna za vodu i vazduh, čak i sa malom količinom vlage postaju ljepljiva, teško se obrađuju i nisu pogodna za bioremedijaciju.

Pitanja

Šta je zemljište i koji je njegov značaj? Koje su posljedice kontaminacije zemljišta? Koje su osnovne mehaničke frakcije zemljišta? Koja je najznačajnija fizička osobina zemljišta i zbog čega? Koje su vodne osobine zemljišta i objasnite ih? Koji su biološki indikatori zagađenja zemljišta? Koje toksične materije najčešće zagađuju zemljište? Koji su glavni izvori zagađenja zemljišta? Koja zemljišta su pogodna, a koja nepogodna za izgradnju staja sa higijenskog stanovišta? Koje je zemljište pogodno za biljnu proizvodnju? Kako se vrši higijensko-sanitarna ocjena zemljišta? Šta su distrikti? Kako se sprovodi postupak dekontaminacije zemljišta? Koji se dezinficijensi najčešće koriste za dezinfekciju zemljišta? Šta je plodnost zemljišta? Koji faktori utiču na plodnost zemljišta? Koji je značaj biološke aktivnosti zemljišta? Koje su mjere dobre poljoprivredne prakse za očuvanje biološke aktivnosti zemljišta? Šta je plodored i zašto se sprovodi? Koji je značaj organske materije u zemljištu? Koje su mjere dobre poljoprivredne prakse za očuvanje organske materije u zemljištu? Koji je značaj kiselosti zemljišta i šta na nju utiče? O kojim elementima se mora voditi računa tokom korišćenja zemljišta u poljoprivredi? Šta je erozija i kako nastaje? Koji su izvori zagađenja zemljišta u Crnoj Gori? Koje su mjere zaštite od erozije propisane Zakonom o vodama? Šta je bioremedijacija zemljišta? Koje su metode za bioremedijaciju kontaminiranog zemljišta?

3. DOBRA POLJOPRIVREDNA PRAKSA U ZAŠTITI VODE

3.1. Zagađenje vode

Zagađenje voda predstavlja najveći globalni ekološki problem. Svako zagađenje otpadom iz industrije, transporta, poljoprivredne proizvodnje dospijeva do podzemnih voda, rijeka, jezera i mora. Jedan od osnovnih ciljeva očuvanja životne sredine jeste očuvanje kvaliteta voda, a samim tim i ljudskog zdravlja. Očuvanje vode kao dragocjenog prirodnog bogatstva, predstavlja jednu od osnova strategije razvoja Crne Gore kao ekološke države. Nekontrolisano korišćenje i zagađivanje vode u Crnoj Gori predstavlja štetan čin po njeno stanovništvo, druga živa bića i prirodu. Zaštita voda od zagađivanja sprovodi se radi obezbjeđenja neškodljivog i nesmetanog korišćenja voda, zaštite zdravlja ljudi, životinjskog i biljnog svijeta i zaštite životne sredine. Program monitoringa površinskih i podzemnih voda je u nadležnosti Ministarstva poljoprivrede i ruralnog razvoja. Monitoring voda je sastavni dio jedinstvenog informacionog sistema stanja životne sredine. Sprovodi se u cilju dobijanja pouzdanih i kvalitetnih informacija o stanju kvaliteta i kvantiteta površinskih i podzemnih voda kao i voda za kupanje. Aktivnosti i program monitoringa obuhvataju: izvještavanje o stanju površinskih i podzemnih voda, praćenje i izvještavanje o stanju kvaliteta voda za kupanje, učešće u izradi Izvještaja o stanju životne sredine, učešće u izradi Nacionalne liste indikatora i dr. Pod zagađenjem vode se podrazumijeva kontaminacija vodenih sistema direktnim ili indirektnim ispuštanjem različitih materija u vodu bez adekvatnog tretmana za njihovo uklanjanje. Izvori zagađenja su objekti, naselja, industrijski pogoni koji ispuštaju otpadnu vodu (slika 4).



Slika 4. Ispuštanje otpadnih voda
<https://panopticum.hr/nalaz-istrazivanja-otpadnih-voda-u-svijetu/>

3.2. Porijeklo vode

Voda po porijeklu može biti: atmosferska, površinska i dubinska - podzemna voda. Atmosferska voda potiče od kiše, snijega i leda. Kišnica i snježnica su po svom sastavu veoma slične destilovanoj vodi. Ne sadrže minerale, pa su praktično bez ukusa. Pri prolazu kroz viši sloj atmosfere, kišnica sakuplja gasove, a pri prolazu kroz zagađene niže slojeve atmosfere, posebno iznad gradova i industrijskih regiona, čestice prašine. Sakupljanje i skladištenje atmosferske vode vrši se u vodoobjektima koje se nazivaju cistijerne. Površinske vode mogu biti stajaće (jezera, ribnjaci, lokve, močvare) i tekuće (rijeke, potoci). Podzemne vode nastaju poniranjem atmosferske ili površinske vode kroz propusne slojeve zemlje sve do nepropusnih slojeva, gdje se zadržavaju ili stvaraju izvore. Izvori se stvaraju ukoliko nepropustljivi sloj za vodu izbija na površinu zemljišta (tzv. "žive vode"). U ovom slučaju se podzemna voda dobija prirodnim putem, dok se u drugim slučajevima ona dobija vještački, kopanjem ili bušenjem bunara. Zavisno od dubine poniranja razlikuju se plitke i duboke

podzemne vode. Ukoliko se vodonosni sloj nalazi na dubini manjoj od 10 m govori se o plitkoj vodi, a ako je na većoj dubini od 10 m, dubokoj podzemnoj vodi. Po svom kvalitetu podzemna voda je najbolja. Prolaskom kroz propusne slojeve zemlje atmosferska voda se filtrira, poprima dosta mineralnih materija, a posebno ugljene kiseline, što joj daje ukus. Najbolji kvalitet pokazuju podzemne vode koje leže na dubini 10-30 m. Eksploatacija podzemne vode se vrši putem bunara ili izvora. U odnosu na površinu, Crna Gora spada u vodom najbogatija područja na svijetu. Voda stalno kruži u prirodi. Putem padavina dolazi na zemlju, procjeđuje se u zemljište, dijelom isparava, dio primaju biljke, dio iz podzemnih voda odlazi u vodotokove, jezera i more, dio se nalazi u obliku leda, a dio vode je u oblacima atmosfere

3.1. Zagađujuće materije u vodi

Zagađujuće materije nastale iz raznih izvora mogu se, osim vazduhom, u okolinu širiti i vodom. U vodi se često mogu naći različite zagađujuće supstance koje dolaze iz otpadnih voda iz domaćinstava i industrije, iz procesa proizvodnje energije, voda koje otiču ili se cijede sa deponija (odlagališta) otpada, sa poljoprivrednog zemljišta, puteva itd. Sa poljoprivrednih zemljišta velike količine ostataka pesticida ulaze u okolinu putem erozijskog nanosa. Ostaci mineralnih đubriva – fosfata i nitrata, različite toksične tečnosti iz silosa, đubrivo sa svinjarskih i živinarskih farmi, ostaci farmaceutskih proizvoda – antibiotika, hormona, inhibitora rasta i sredstava za dezinfekciju završavaju u vodi, iz koje se na više načina mogu širiti u okolinu i naći se u živim organizmima, kod kojih dovode do narušavanja zdravlja. Ostali izvori zagađujućih materija koje u okolinu dopijevaju otpadnim vodama, svakako su industrija, eksploatacija i prerada metalnih ruda, proizvodnja energije, obrada i odlaganje otpada, promet i druge djelatnosti, koje svaka na svoj način štetno djeluju na okolinu. Otpadne vode potiču iz domaćinstava, naselja i gradova, fabrika ili poljoprivrednih djelatnosti. Svaka djelatnost (industrija, poljoprivreda, obrada otpada, saobraćaj) predstavlja izvor zagađujućih materija koje se ispuštaju u otpadne vode. Pojedine industrijske otpadne vode sadrže otrovne ili teško razgradive zagađujuće materije koje ugrožavaju živi svijet okoline (teški metali, kiseline, baze, nafta, naftni derivati, masti i mineralna ulja, radioaktivni izotopi itd). Potrebno je da svi proizvodni subjekti prečiste otpadne vode prije ispuštanja, kako bi se uklonile toksične i postojeće zagađujuće materije i spriječilo njihovo deponovanje u živim organizmima. S obzirom da su ugljovodonici čest uzrok zagađenja okoline, naftna i petrohemijska industrija imaju veliku odgovornost za rješavanje problema zagađenja okoline ovom vrstom zagađujućih materija. Unos ugljovodonika u okolinu je moguć i tokom izlivanja nafte iz tankera prilikom transporta riječnim i morskim saobraćajem. Otpuštanje različitih organskih i neorganskih zagađujućih materija iz deponija otpada koje nemaju kvalitetne zaštitne sisteme, može dovesti do zagađenja podzemnih voda. Ukoliko se otpad nekontrolisano odlaže na obale, u vodotoke, kanale ili napuštene iskope šljunka, takođe dolazi do zagađenja okoline i vode. Jedno od najznačajnijih mjesta zagađenja okoline imaju otpadne i ocjedne vode iz poljoprivrede. Postupci u poljoprivredi kao što je đubrenje mineralnim i organskim đubrivima i primjena hemijskih zaštitnih sredstava - koja su najčešće lako rastvorljiva u vodi, štetno djeluju na kvalitet voda, kako površinskih, tako i podzemnih. Da bi se pratio stepen eutrofikacije - koja dovodi do ubrzanog razmnožavanja algi i viših biljaka i gubitka kvaliteta vode, kao indikator se prati koncentracija ortofosfata i nitrata u rijekama. Povećanje koncentracije ortofosfata i nitrata u površinskim vodama se javlja usljed prisustva otpadnih voda iz urbanih sredina, industrije i poljoprivrede. Najznačajniji izvor zagađenja azotom je spiranje s poljoprivrednog zemljišta, a najznačajniji izvor zagađenja fosforom su komunalne i industrijske otpadne vode. Ova zagađenja dovode do ekoloških promjena koje dovode do gubitka biljnih i životinjskih vrsta, kao i ugrožavanja zdravlja ljudi. Organsko zagađenje dovodi do razvoja mikroorganizama koji potrošnjom kiseonika stvaraju anaerobne uslove u vodenim sistemima, u kojima dolazi do redukcije azota, odnosno povećanja koncentracije amonijuma koji je toksičan za vodene životinje. Najčešće zagađenje pitke podzemne vode nitratima je iz azotnih mineralnih đubriva koja se koriste u poljoprivredi.

3.2. Higijenska ocjena vode

Higijenska procjena vode se vrši na osnovu: fizičkih, hemijskih, bioloških i radiobioloških osobina.

3.2.1. Fizičke osobine vode

U fizičke osobine vode spadaju: temperatura vode, mutnoća, miris, ukus i boja vode. Česta i velika variranja temperature vode nisu povoljna sa higijenskog stanovišta. Mutnoća (prozirnost) vode zavisi od prisustva materija neorganskog i organskog porijekla, kao što su gvožđe, pijesak, šljunak, otpadne vode i dr. Zamućena voda je nepovoljna, jer se u njoj mogu naći i patogeni mikroorganizmi. Miris i ukus vode može biti organskog porijekla (zbog prisustva leševa životinja, fekalija, trulih biljaka) i neorganskog porijekla (zbog prisustva hlora, fenola, nafte i sl). Ukus vode može biti slan (zbog prisustva NaCl i KCl), opor (CaSO_4), gorak (MgSO_4), metalan (Fe) i sl. Pojava mirisa i ukusa vode ocjenjuje se kao nepovoljna. Boja vode se najčešće mijenja usljed prisustva organskih (alge) i neorganskih (gvožđe, mangan) jedinjenja. Voda može imati smeđu, žutu, crvenkastu ili zelenu boju.

3.2.2. Hemijske osobine vode

Reakcija vode (pH) treba da bude u rasponu 6,5-8,5, odnosno da ima pretežno neutralnu reakciju. Kisela, odnosno bazna reakcija ukazuje da voda sadrži razne organske materije ili ugljenu kiselinu, odnosno karbonate i bikarbonate. Sa higijenskog aspekta, najvažniji *hemijski sastojci vode* su: kiseonik, ugljendioksid, organske materije, prisustvo kalcijumovih i magnezijumovih soli (tvrdoća), azotna jedinjenja, nitriti, nitrati, hloridi, sulfati, sumporvodoni, gvožđe, mangan i radioizotopi. Kiseonik se u vodi nalazi u rastvorenom stanju, a u nju dolazi apsorpcijom iz vazduha ili kao produkt fotosinteze vodenih algi. Kiseonik u vodi se troši na oksidaciju organskih materija i disanje vodenih organizama. Voda koja sadrži veću količinu organskih materija ima manje kiseonika i obratno. Naglo smanjenje količine kiseonika u vodi znak je kontaminacije vode. Za procenjivanje većih zagađenja voda određuje se i biološka potrošnja kiseonika (BPK), tj. količina kiseonika koju voda potroši za razgrađivanje organskih materija u aerobnim uslovima. Vode brzih tokova sadrže više kiseonika od sporih. *Ugljendioksid* može dospjeti u vodu apsorpcijom iz atmosfere (do 5 mg/L). Povećanje količine CO_2 u vodi preko 10 mg/L ukazuje na njenu zagađenost organskim materijama. Ovaj gas sa vodom stvara ugljenu kiselinu koja je veoma korozivna i nagriza vodovodne, posebno olovne cijevi. Prisustvo *organskih materija* u vodi ima veliki higijenski značaj u procenjivanju njenog kvaliteta. One potiču sa površine zemlje (leševi životinja, fekalne materije) i sadrže razne patogene mikroorganizme. Količina ovih materija određuje se prema količini kiseonika potrebnog za njihovu oksidaciju. *Tvrdoća vode* predstavlja količinu rastvorenih soli kalcijuma i magnezijuma, aluminijuma i gvožđa. Ove soli su u obliku bikarbonata, sulfata, hlorida, nitrata i dr. Vode koje sadrže 10-50 mg/L CaCO_3 su meke vode, 100-500 mg/L tvrde i preko 500 mg/L vrlo tvrde vode. Soli koje uslovljavaju tvrdoću vode nisu štetne po zdravlje. Međutim, tvrdoća vode ima značaj pri njenom korišćenju u tehničke svrhe. Kod proizvodnje prirodnih ili vještačkih voćnih sokova, soli tvrdoće vode mogu reagovati sa voćnim kiselinama iz baze soka i tako mu kvariti organoleptičke osobine (ukus i miris), a mogu dovesti i do pojave taloga. Iznenadna tvrdoća vode može biti pokazatelj njenog zagađenja organskim materijama ili industrijskim otpadnim vodama. *Azotna jedinjenja* u vodi su najvažniji hemijski indikator njenog higijenskog stanja, jer ukazuju na kontaminaciju vode organskim materijama. Organska materija u vodi, djelovanjem mikroorganizama, u prisustvu kiseonika se razgrađuje na prostija jedinjenja. U toku procesa razlaganja bjelančevina u vodi nastaje niz azotnih jedinjenja od kojih su najvažniji amonijak, nitriti i nitrati. Pri nedostatku kiseonika, opet djelovanjem mikroorganizama, može doći do suprotnog procesa, odnosno redukcije nitrata u nitrite, a ovih u amonijak. Sadržaj nitrata iznad dozvoljenih granica je veoma štetan za ljudsko zdravlje i znak je zagađenja vode organskim supstancama koje mogu biti i fekalnog porijekla. Za uklanjanje nitrata, proizvode se uređaji na bazi specijalnih jon-selektivnih jonoizmjenjivačkih masa. Ako je u vodi prisutna veća koncentracija amonijaka, a veoma malo nitrata, u pitanju je svježije zagađenje vode. To

znači da je proces raspadanja organske materije u punom jeku i takva voda je sa higijenskog stanovišta najnepovoljnija. Male količine amonijaka i nitrita, a velike količine nitrata ukazuju da se radi o starijem zagađenju. Nalaz većih količina nitrata, a odsutnost amonijaka i nitrita, ukazuje na završetak procesa razgradnje organskih materija u vodi. *Hloridi* se u manjoj ili većoj količini nalaze gotovo u svim vodama. Količina hlorida zavisi od geološkog sastava slojeva kroz koje voda prolazi. Najčešće su mineralnog porijekla i dolaze kao soli K, Na, Mg i Ca. Vode koje sadrže više hlorida nepovoljne su jer mogu kod životinja i ljudi izazvati trovanja. Hloridi mogu biti porijeklom i od otpadnih voda, životinjskih i ljudskih fekalija i urina, pa su ove vode higijenskog stanovišta nepovoljne. *Sulfati* su prisutni u skoro svim vodama. Iznenađujuće povećanje sadržaja sulfata u vodi pobuđuje sumnju na kontaminaciju vode organskim materijama. *Sumporvodonik* može da bude organskog i neorganskog porijekla. S obzirom na njegovu toksičnost, voda za piće ne smije da sadrži ni najmanje količine sumporvodonika. *Gvožđe i mangan* potiču iz minerala preko kojih voda prelazi. Pojava ferri oblika ukazuje da gvožđe potiče iz zemlje, a fero oblik je organskog porijekla. Dobra voda ne bi trebalo da ima više od 0,3 mg/L oba jedinjenja. Povećane količine ovih jedinjenja daju vodi karakterističan ukus na mastilo, dolazi do njenog zamućenja i u prisustvu kiseonika do pojave nerastvorljivih pahuljica. Ovakva voda nije prikladna za upotrebu, posebno u proizvodnji mesa i mlijeka, jer soli gvožđa, za vrijeme termičke obrade, reaguju sa sumporom iz mesa i dovode do stvaranja sulfida koji se uočavaju u vidu crnih mrlja. U vodi koja sadrži gvožđe razvijaju se i alge vrste *Crenotrix*, koje mogu dovesti do zapušavanja vodovodnih cijevi. U vodi mogu povremeno da se pojave i drugi neorganski sastojci, kao što su: *olovo, bakar, cink, arsen i fluor*. Prisustvo ovih metala najčešće je, izuzev fluora, sa higijenske tačke gledišta nepovoljno. Olovo i bakar dopijevaju u vodu uglavnom iz olovnih, odnosno bakarnih cijevi pri djelovanju agresivne ugljene kiseline. Cink dopijeva u vodu najčešće iz pocinkovanih cijevi. Arsen može dospjeti u vodu putem industrijskih otpadnih voda ili širom upotrebom pesticida, posebno insekticida. Fluor se javlja u vodi najčešće kao natrijumfluorid. Veće količine fluora u vodi dovode, posebno kod ljudi, do oboljenja zuba - *fluorosis*. Njegov potpuni nedostatak dovodi do pojave zubnog karijesa, zato je potrebno vršiti fluorizaciju vode do granice od 1 mg/L. Prisustvo *radioizotopa* u vodi može biti veoma štetno i opasno po zdravlje domaćih životinja i ljudi. Izvori radioaktivne kontaminacije su zemljišta i vode koje sadrže radioaktivne izotope, odnosno instalacije u kojima se radioizotopi obrađuju ili primjenjuju. Poseban značaj u tome imaju otpadne vode koje se nedekontaminirane puštaju u rječne tokove. Voda može sadržati različite mikroorganizme i parazite. Najčešće su kontaminirane površinske vode.

3.2.3. *Biološke osobine vode*

Bakteriološki kontaminirana voda predstavlja veliki zdravstveni problem. Vode se mogu zagađivati uzročnicima antraksa, posebno putem otpadnih voda kožara. Širenje slinavke i šapa, sakagije, kolere i kuge živine i svinja i drugih oboljenja putem vode, nije rijedak slučaj. Voda može biti i put za prenošenje većeg broja virusa. Virus hepatitisa se prenosi vodom za piće, pri čemu mogu nastati epidemije ljudi. Vodom se mogu prenositi i uzročnici raznih parazitskih oboljenja domaćih životinja i ljudi (kokcidije, nematode, cestode, cercarije trematoda). Metoda sterilizacije vode UV zračenjem je efikasna, brzo ubija plijesni, alge, kvasce, bakterije i viruse. Voda struji u tankom sloju oko UV lampe i tako se sterilizuje. Voda koja se sterilizuje UV zračenjem mora biti prozirna.

3.3. *Bioindikatori zagađenja životne sredine*

Bioindikatori (biološki indikatori) su organizmi koji se koriste za detekciju promjena u životnoj sredini, prisustva zagađivača i njihove efekte na ekosistem. Kao bioindikatori se koriste lišajevi, ptice, insekti, mikroorganizmi.

3.3.1. Mikroorganizmi kao biohidrogeološki indikatori

Mikroorganizmi se koriste i kao biohidrogeološki indikatori, jer mogu ukazati na stepen toksičnosti/anoksičnosti (aerobnost/anaerobnost) sredine u kojoj se razvijaju, potencijal biozarastanja (stvaranje biofilma), korozije (oštećenja metalnih djelova) i biohemijske inkrustacije (taloženje kalcijum-karbonata i dr.) vodozahvatnih objekata, prisustvo sadržaja organskih supstanci, uzroke kontaminacije vodnih resursa, higijensku ispravnost voda - odnosno njeno fekalno zagađenje, porijeklo nekih tipova mineralnih voda, temperaturne uslove sredine, stepen mineralizacije voda, odnosno pH vrijednost sredine itd. Kako se patogene bakterije teško dokazuju u vodi za piće, u određivanju njenih mikrobioloških svojstava, istražuju se samo indikatori fekalnog zagađenja. Izvori fekalne kontaminacije podzemnih voda su raznoliki. Uglavnom, do fekalne kontaminacije dolazi usled curenja sanitarnih sistema, odnosno septičkih jama ili kanalizacija, đubriva i komposta životinja, ispuštanja otpadnih voda ili kanalizacionog mulja, itd. Takođe, i površinske vode u koje se ulivaju kanalizacione vode mogu biti izvor unošenja patogenih mikroorganizama u podzemne vode. Na osnovu podataka Svetske zdravstvene organizacija (WHO), letalitet od bolesti uzrokovanih higijenski neispravnom vodom iznosi više od pet miliona ljudi godišnje. Brojne epidemije uzrokovane hranom mogu biti posledica korišćenja kontaminiranih voda za pripremu hrane, budući da niska koncentracija patogenih mikroorganizama u pijaćim vodama dostiže veoma brzo infektivnu dozu nakon miješanja sa hranom. Najznačajnije gastrointestinalne infekcije kod ljudi, kao što su kolera, šigeloza i salmoneloza, prenose se kontaminiranom vodom. Aktivnost enzima mikroorganizama se dvostruko pojačava pri povećanju temperature za svakih 10 °C, sve do oko 35 °C. U izvorima mineralnih voda temperature iznad 65 °C, prisutne su samo određene vrste bakterija i arheja. Gornje temperaturne granice rasta protozoa su 56 °C, algi 55-60 °C, gljiva 60-62 °C, cijanobakterija 73 °C, anoksigenih fototrofa 70-73 °C, hemoorganotrofa i hemolitotrofa 95 °C, odnosno arheja 122 °C. *Psychromonas* raste na temperaturi -12 °C, što je najniža temperatura na kojoj bakterije mogu da rastu. Brojnost patogenih mikroorganizama je veća u alkalnim nego u kiselim staništima.

3.3.2. Mikrobiološki indikatori fekalnog zagađenja vode i životne sredine

Koliformni mikroorganizmi su prvi put utvrđeni kao indikator mikroorganizmi za kontrolu vode za piće 1914. Godine u Sjedinjenim američkim državama, a kasnije su prihvaćene i od drugih zemalja i u drugim oblastima, kao što su voda za rekreaciju, otpadne vode, hrana, procesi u proizvodnji hrane. Broj indikator mikroorganizama je u korelaciji sa brojem patogenih mikroorganizmima u određenoj sredini i njihova izolacija i identifikacija je jednostavnija u odnosu na patogene mikroorganizme. Zato je određivanje njihovog broja našlo primjenu u nauci i praksi. Kao indikator mikroorganizmi koriste se ukupne koliformne bakterije, fekalne koliformne bakterije, fekalne streptokoke, fekalne enterokoke, *Clostridium perfringens*, ukupne heterotrofne bakterije, bakteriofagi, a mogu se koristiti i *Pseudomonas*, acidorezistentne mikobakterije (*Mycobacterium fortuitum* i *M. phlei*), *Aeromonas*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* i dr.

3.3.2.1. Ukupan broj koliformnih bakterija

Koliformne bakterije su primarno nepatogene i normalno žive u donjim partijama crijevnog trakta – u debelom crijevu ljudi i toplokrvnih životinja i olakšavaju varenje hrane. Neke od njih proizvode vitamine, kao što su vitamini B grupe i vitamin K. One se iz organizma ljudi i životinja izlučuju putem fecesa u spoljašnju sredinu i zato predstavljaju izvor fekalnog zagađenja zemljišta i voda. Neke od njih, osim u digestivnom traktu, žive i razmnožavaju se u prirodi. Koliformne bakterije uglavnom nisu, ali mogu da budu patogene. Svrstane su u familiju *Enterobacteriaceae*. To su gram negativne, asporogene, oksidaza negativne, fakultativno anaerobne štapićaste bakterije koje fermentišu laktozu do kiseline i gasa na 35 °C za 48h. Ova grupa obuhvata *E. coli* i rodove bakterija *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* i dr. Relativno su lake za izolaciju, koriste se za ispitivanje

fekalne kontaminacije vode za rekreaciju i vode za piće. Ako voda sadrži znatnu količinu organske materije, ako je temperatura vode povećana, koliformne bakterije mogu praviti i biofilmove u cjevovodima. *E. coli* u biofilmovima je 2400 puta otpornija u hlorisanoj vodi nego kada se nalazi slobodna u vidu pojedinačnih ćelija.

3.5.2.1.1. Fekalne koliformne bakterije

Ukupan broj koliformnih bakterija se koristi kao glavni indikator zagađenja vode, ali treba imati u vidu da mnogi od ovih mikroorganizama nisu porijeklom samo iz fekalnog izvora. Među fekalnim intestinalnim koliformima najpoznatiji predstavnik je *E. coli*, čije prisustvo ukazuje na fekalnu kontaminaciju voda, a vrijeme preživljavanja u spoljašnjoj sredini iznosi od 4 do 12 nedelja. Ove bakterije se u laboratoriji identifikuju po njihovoj sposobnosti da fermentišu laktozu do kiseline i gasa na temperaturi od 44,5 °C za 24h. Redovni nalaz ukupnih koliformnih bakterija i fekalnih koliforma u nezagađenim tropskim vodama i njihova sposobnost da prežive određeno vrijeme u ovim vodama – dakle van crijeva, ukazuje da se ovi mikroorganizmi prirodno nalaze u tropskim vodama i da za njih treba koristiti druge indikatore.

3.3.2.2. Fekalne streptokoke

Fekalne streptokoke su gram pozitivne koke koje pripadaju Lancefield grupi D streptokoka. Od roda *Streptococcus* samo se *S. uberis* i *S. equinus* smatraju pravim fekalnim streptokokama. Kada je odnos fekalnih koliforma i fekalnih streptokoka u određenoj sredini veći od 4, radi se o kontaminaciji humanog porijekla, a odnos ispod 0,7 ukazuje na zagađenje životinjskog porijekla. Ovaj odnos je mjerodavan samo do 24h od fekalne kontaminacije. Fekalne streptokoke imaju sposobnost da hidrolizuju eskulin. Ove streptokoke imaju prednosti kao indikatori u odnosu na koliformne fekalne bakterije: rijetko se razmnožavaju u vodi, otpornije su na stresove okoline i hlorisanje vode od koliformnih bakterija, duže opstaju u okolini. Neke bakterije koje su pripadale rodu *Streptococcus* su 1984. godine klasifikovane u rodove *Enterococcus* i *Lactococcus*.

3.3.2.3. Fekalne enterokoke

Do 1984. godine enterokoke su bile svrstane u D grupu streptokoka po Lancefieldu. Bakterije roda *Enterococcus* se razlikuju od roda *Streptococcus* po tome što rastu u 6,5% NaCl, u sredini sa pH 9,6 i na temperaturi od 45 °C. Rodu *Enterococcus* pripadaju bakterijske vrste *Enterococcus avium*, *E. faecium*, *E. durans*, *E. faecalis*, *E. gallinarum* i dr. Fekalne streptokoke dominiraju u fecesu životinja, dok su *E. faecalis* i *E. faecium* više karakteristične za crijevni trakt ljudi. Enterokoke su korisni indikatori za ispitivanje rizika od gastroenteritisa u vodama za rekreaciju. Korisni su indikatori prisustva crijevnih virusa u okolini.

3.3.2.4. *Clostridium perfringens*

Ovo je sulfitoredukujuća, anaerobna sporogena gram pozitivna bakterija koja je isključivo fekalnog porijekla. Spore su vrlo otporne (preživljavaju na 75 °C 15 minuta), opstaju dugo vremena u spoljašnjoj sredini, vrlo su otporne na dezinfekciju.

3.3.2.5. Druge anaerobne bakterije

Neke druge anaerobne bakterije kao što su *Bifidobacterium* i *Bacteroides* se smatraju potencijalnim indikatorima. *Bifidobacterium* je primarno vezan za ljude, što može pomoći u razlikovanju humane i animalne kontaminacije.

3.3.2.6. Ukupan broj heterotrofnih mikroorganizama

Određivanje ukupnog broja aerobnih i fakultativno anaerobnih bakterija u vodi koje razlažu organsku materiju mogu se koristiti kao značajni indikatori zagađenja životne okoline. Ova grupa obuhvata rodove: *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Klebsiella*, *Flavobacterium*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Serratia*, *Acinetobacter*, *Proteus*, *Alcaligenes*, *Enterobacter*, *Moraxella*. Ove bakterije se često izoluju iz površinskih i podzemnih voda, zemljišta, biljaka, jestivih biljaka. Ove bakterije imaju manji zdravstveni značaj, ali neke mogu biti oportunistički patogeni, kao na primjer *Aeromonas*, *Pseudomonas*. Na broj heterotrofnih bakterija utiče temperatura, prisustvo rezidualnog hlora, nivo razgradive organske materije. Iako imaju manji značaj kao pokazatelj prisustva patogena, koriste se kao indikator uspješnosti dezinfekcije vode, koja ima za cilj smanjenje broja bakterija. Koriste se i za ispitivanje higijene cjevovoda i prisustva biofilмова na njihovim površinama.

3.3.2.7. Drugi indikator mikroorganizmi

Veliki broj drugih mikroorganizama mogu biti potencijalni indikatori u različite svrhe. Na primjer, za vode za rekreaciju, može se koristiti *Pseudomonas*, acidorezistentne mikobakterije (*Mycobacterium fortuitum* i *M. phlei*), *Aeromonas*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*. Od bakterija roda *Pseudomonas*, naznačajnija vrsta je *P. aeruginosa*. To je gram negativna, nesporogena štapičasta bakterija. Uzrokuje folikulitis, dermatitis, infekcije uha, urinarnog trakta. Do infekcija često dolazi nakon plivanja u kontaminiranoj vodi. Međutim, ovaj mikroorganizam je široko rasprostranjen u prirodi gdje se i razmnožava i zato nema veliki značaj za ispitivanje fekalne kontaminacije. *S. aureus* i *Candida albicans* se smatraju boljim indikatorima za ispitivanje voda za plivanje od koliformnih bakterija kada su u pitanju infekcije respiratornog trakta, kože i oči. *Aeromonas*, prije svega *A. hydrophila* uzrokuje oboljenja ljudi, kao i toplokrvnih i hladnokrvnih životinja. Nalazi se u sredinama bogatim hranom, pa se koristi i kao indikator prisustva hranljivih materija u vodi.

3.3.2.8. Bakteriofagi

Zbog njihove stalne prisutnosti u kanalizacionim i otpadnim vodama, bakteriofagi se takođe koriste kao indikatori fekalnog zagađenja. Njihovo prisustvo u vodi ukazuje da su prisutne i bakterije u kojima se oni umnožavaju. Najčešće se ispituju *kolidfagi* koji napadaju *E. coli*. Bakteriofagi se koriste i kao indikatori virusne kontaminacije neke sredine. Zbog svojih osobina i ponašanja u vodenoj sredini, mnogi bakteriofagi su vrlo slični po osobinama crijevnim virusima. Zato se koriste i za ispitivanje dejstva dezinficijensa na viruse, kao i opstanka virusa u otpadnim, površinskim i podzemnim vodama. Bakteriofagi *Bacteroides fragilis* su predloženi kao potencijalni indikatori humanih virusa u okolini.

3.4. Higijenski normativi za vodu za piće

Voda za piće treba da bude dobrog kvaliteta. Ona mora biti bez mirisa, bez boje, prijatnog i osvježavajućeg ukusa, temperature 8-12 °C, bez prisustva patogenih mikroorganizama, parazita, štetnih materija, otpadaka organskog porijekla i mora biti uvijek istog kvaliteta. Voda za piće mora da odgovara uslovima koji su propisani Pravilnikom o bližim zahtjevima koje u pogledu bezbjednosti treba da ispunjava voda za piće (SL.list CG, br. 24/12). U skladu sa ovim pravilnikom kontrola vrijednosti parametara vode za piće (tabele 1 i 2) radi praćenja njene bezbjednosti i kvaliteta vrši se: na samom izvoru, na slavini, na mjestu izlaza iz cistijerne - za vodu koja se doprema cistijernama, na mjestu na kojem se voda pakuje u flaše ili posude, u ambalaži, na mjestu zahvatanja vode iz bистijerne. Prije korišćenja novog izvorišta, ispitivanje vode vrši se najmanje četiri puta tokom jedne godine. Ukoliko izvorište nije korišćeno duže od šest mjeseci, prije ponovnog korišćenja vrši se ispitivanje bezbjednosti vode na parametre. Materijali koji su u dodiru sa vodom za piće ne smiju

imati uticaja na njenu bezbjednost. Voda za piće ne smije sadržati *E. coli* i druge koliformne mikroorganizme, enterokoke, *Clostridium perfringens*, *Pseudomonas aeruginosa* u 100 ml, salmonele, šigele, *Vibrio cholerae* u 1000 ml, enteroviruse u 5 L. Ukupan broj kolonija mikroorganizama na 22 °C ne smije biti veći od 100/ml vode, dok ukupan broj kolonija na 37 °C od 20/ml vode. Prisustvo *E. coli* i drugih bakterija indikatora fekalnog zagađenja u vodi za piće ukazuje na zagađenje fekalijama, što je velika opasnost po zdravlje. U vodi takođe mogu da se nađu suspendovane materije: pijesak, glina, karbonati, hidrat gvožđa, zatim detritus biljnih vlakana, algi, mrtvi i živi organizmi. Suspendovane čestice u vodi utvrđuju se mikroskopskim pregledom. Pri tome može da se utvrdi prisustvo nekih protozoa, jaja parazita, alge i dr. Prethodno se uzorci vode centrifuguju, a zatim sediment posmatra pod mikroskopom.

Tabela 1. Mikrobiološki kriterijumi za vodu za piće prema Pravilniku (SLCG 24/2012):

PARAMETAR	Jedinica vode za piće	MDK*	Jedinica vode u ambalaži
<i>Escherichia coli</i>	broj/ 100 ml	0	broj/250 ml
Enterokoki	broj/ 100 ml	0	broj/250 ml
Ukupni koliformi	broj/ 100 ml	0	broj/250 ml
<i>Clostridium perfringens</i> (uključujući spore)	broj/ 100 ml	0	broj/ 100 ml
Broj kolonija 22 °C	broj/1ml	100	broj/1ml
Broj kolonija 37 °C	broj/1ml	20	broj/1ml
<i>Salmonella spp.</i>	broj/1000 ml	0	broj/1000 ml
<i>Shigella spp.</i>	broj/1000 ml	0	broj/1000 ml
<i>Vibrio cholerae</i>	broj/1000 ml	0	broj/1000 ml
Paraziti	broj/1000 ml	0	broj/1000 ml
Enterovirusi	broj/5000 ml	0	broj/5000 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	broj/100 ml	0	broj/250 ml

*MDK - maksimalno dozvoljena koncentracija

Tabela 2. Maksimalno dozvoljene vrijednosti fizičkih, fizičko-hemijskih i hemijskih parametara u vodi za piće prema Pravilniku (SLCG 24/2012)

PARAMETAR	MDK	Mjerna jedinica	Napomene
Amonijak NH ₃	0,50	mg/l	
Deterdženti-anjonski	200,0	µg/l	
Deterdženti katjonski	200,0	µg/l	
Fosfati	300 P	µg/l	
Gvožđe	200,0	Fe _g/l	
Koncentracija vodonikovih jona	6,5-9,5	pH jedinica	

Hloridi	250 Cl	mg/l	Voda ne smije biti agresivna
Miris	bez		
Nitrati	50 NO ₃	mg/l	
Nitriti	0,50	NO ₂ mg/l	
Pesticidi	0,10	µg/l	
Temperatura	25	°C	
Vodonik sulfid	bez		

3.5. Najčešći izvori zagađenja vode

Prema *Zakonu o vodama (Sl. list CG 27/2007)*, objekti koji mogu značajnije uticati na zagađenje vode su: objekti za proizvodnju i upotrebu nuklearne energije, bazne i hemijske industrije, crne i obojene metalurgije, za proizvodnju i preradu nafte i gasa, za proizvodnju toplote i energije, proizvodnju, preradu i oplemenjivanje ruda, preradu drveta i proizvodnju celuloze i papira, proizvodnju i preradu građevinskih materijala, stakla i kamena, preradu tekstila, kože i krzna, proizvodnju mineralnih i sintetičkih ulja, brodogradilišta; *objekti za preradu prehrambenih proizvoda, uključujući solane, mljekare, farme, klanice* itd. Zaštita voda od zagađivanja sprovodi se u skladu sa Planom zaštite voda od zagađivanja koji donosi Vlada. Radi zaštite kvaliteta voda zabranjeno je: unošenje u površinske i podzemne vode opasnih i štetnih supstanci, supstanci koje mogu zagađivati vodu ili mogu izazvati zamuljivanje i zasljanjivanje vode i taloženje nanosa, korišćenje đubriva ili sredstava za zaštitu bilja u obalnom pojasu, ispuštanje u javnu kanalizaciju otpadnih voda koje sadrže opasne i štetne supstance – materije, odlaganje komunalnog ili drugog otpada na vodnom zemljištu, pranje opreme i uređaja u površinskim vodama i na vodnom zemljištu i dr. Privredno društvo, odnosno preduzetnik koji ispušta ili odlaže materije koje mogu zagađivati vodu dužan je da te materije prije ispuštanja u sistem javne kanalizacije ili drugi prijemnik, djelimično ili potpuno odstrani u skladu sa zakonom. Zone sanitarne zaštite izvorišta, u odnosu na režim zaštite su: zona strogog režima zaštite – I. zona zaštite (zona neposredne zaštite), zona ograničenog režima zaštite – II. zona zaštite (uža zona zaštite) i zona nadzora – III. zona zaštite (šira zona zaštite). U prvoj zoni zaštite zabranjuje se upotreba mineralnih đubriva i sredstava za zaštitu bilja, napajanje stoke, stočarska proizvodnja. U drugoj zoni zaštite zabranjuje se poljoprivredna proizvodnja - osim s ograničenom primjenom mineralnog đubriva i lako razgradivih pesticida i stočarska proizvodnja, osim za vlastite potrebe domaćinstva.

3.5.1. Direktiva Vijeća o zaštiti voda od onečišćenja uzrokovano nitratima iz poljoprivrednih izvora (91/676/EEZ)

Ova direktiva je donesena u cilju sprečavanja i smanjenja onečišćenja voda nitratima iz poljoprivrednih izvora. Na pojedinim područjima u državama članicama udio nitrata u vodi je u stalnom porastu. Iako je upotreba nitratnih đubriva neophodna za poljoprivredu, prekomjerna upotreba đubriva predstavlja opasnost za okolinu. Postoji potreba zajedničkog djelovanja radi kontrole problema intenzivne stočarske proizvodnje. Nitrati iz poljoprivrednih izvora su glavni uzrok onečišćenja voda. Radi zaštite zdravlja ljudi, živih resursa i ekosistema voda potrebno je smanjiti onečišćenje voda uzrokovano ili izazvano nitratima iz poljoprivrednih izvora i spriječiti dalje onečišćenje. Potrebno je preduzeti mjere u pogledu skladištenja i primjene svih azotnih jedinjenja u zemljištu. Onečišćenje voda nitratima u jednoj državi može uticati na vode u drugoj državi. Podsticanjem dobre poljoprivredne prakse, države mogu obezbijediti opšti nivo zaštite svih voda od onečišćenja. Države članice treba da odrede ugrožena područja i sprovode programe kojima se u ugroženim zonama smanjuje onečišćenje voda azotnim jedinjenjima. Programi djelovanja trebaju da uključe mjere ograničenja primjene u zemljištu svih đubriva koja sadrže azot i ograniče posebno

primjenu stajskog đubriva. Potrebno je kontrolisati vode na prisustvo azotnih jedinjenja. Države članice treba da dostavljaju Komisiji EU izvještaje o sprovođenju ove Direktive. Dobra poljoprivredna praksa propisana ovom direktivom ima za cilj smanjenje onečišćenja vode i zemljišta nitratima. Ona treba da osigura da količina stajskog đubriva sa svakog poljoprivrednog gazdinstva ne pređe 170 kg azota po hektaru godišnje. U prvom četvorogodišnjem programu djelovanja, države članice mogu dozvoliti količinu đubriva koja sadrži do 210 kg azota. U skladu sa Nitratom direktivom i principima *dobre poljoprivredne prakse*, sprečavanje zagađivanja voda nitratima se postiže korišćenjem odgovarajuće vrste đubriva u pravoj količini i u pravo vrijeme, kao i adekvatnim skladištenjem i nanošenjem čvrstog i tečnog stajskog đubriva. Stajsko đubrivo ne treba primjenjivati tokom perioda velikih kiša, kada postoji značajna opasnost od oticanja voda ili ispiranja, kao ni tokom toplih, suvih perioda kada stajsko đubrivo usljed dugog stajanja na površini zemljišta može izgubiti mnogo azota u vidu gasnog amonijaka (miris). Stajsko ili tečno đubrivo ne treba koristiti na strmim terenima gdje postoji veliki rizik od oticanja vode. Eutrofikacija predstavlja obogaćivanje vode azotnim jedinjenjima, čime se uzrokuje ubrzani rast algi i viših biljnih vrsta i izaziva narušavanje prirodne ravnoteže organizama prisutnih u vodi i pogoršanje kvaliteta vode.

3.6. Metode sakupljanja i ispuštanja otpadnih voda

Otpadne vode (komunalne, industrijske, atmosferske i dr.) se ispuštaju direktno u površinske vode ili u javni kanalizacijski sistem. Međutim, ukoliko se ispuštaju direktno u površinske vode, subjekat mora imati sopstveni sistem za prečišćavanje otpadnih voda do nivoa na kojem se one mogu ispustiti u prirodni recipijent. Ukoliko se otpadne vode ispuštaju u javnu kanalizaciju, nije potrebno prethodno pročišćavanje otpadne vode, osim ako su u pitanju industrijske otpadne vode. Kanalizacija predstavlja sistem za sakupljanje, odvođenje i prečišćavanje otpadnih voda. Sastoji se od kanalizacione mreže, fekalne crpne stanice i postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda. Odvođenje otpadnih voda se vrši priključivanjem na kanalizacionu mrežu ili, ukoliko ne postoji kanalizaciona mreža - u septičke jame. Septičke jame se grade u skladu sa propisima i služe za sabiranje i taloženje otpadnih voda. U septičkim jamama se vrši prečišćavanje vode, pri čemu se suspendovane čestice talože na dnu u vidu mulja. Septičke jame se sastoje od najmanje tri komore, pri čemu se u prvoj vrši taloženje, a ostale su prelivne i obično su manje. Zbog oslobađanja gasova, septičke jame se moraju ventilirati. Obično se prazne dva puta godišnje. Septičke jame se grade od vodonepropusnog materijala i prazne po potrebi, kako ne bi došlo do izlivanja otpadnih voda iz nje. Sabirne jame se prazne posebnim vozilima, uz pomoć usisnog crijeva, koja zatim sadržaj ispuštaju u javnu kanalizaciju na posebnim mjestima. Ovo vozilo ima zatvoren rezervoar kako sadržaj ne bi curio. Nakon svakog pražnjenja vozilo se obavezno pere na mjestu pražnjenja. Nataloženi mulj na dnu septičkih jama se razgrađuje anaerobnim procesima, a preostala količina se crpi i odvozi na sanitarne deponije koje moraju ispunjavati posebne uslove. Atmosferske i površinske vode se ne smiju ispuštati u septičke i sabirne jame. Sabirne jame služe samo za sakupljanje, ali ne i za prečišćavanje otpadne vode. Industrijski i drugi objekti čije otpadne vode sadrže štetne materije, prije priključivanja u kanalizacionu mrežu moraju imati ugrađen uređaj za prečišćavanje vode. Time se kvalitet industrijskih otpadnih voda svodi na nivo kvaliteta komunalnih otpadnih voda. Produkti ove obrade su pročišćena voda i mulj. Prema tome, kada su u pitanju prehrambeni pogoni, zavisno od njihove veličine lokacije, moguća su dva načina prečišćavanja otpadnih voda: prečišćavanje u sopstvenom postrojenju do nivoa na kojem se mogu ispustiti u prirodne recipijente ili ispuštanje u javnu kanalizaciju koja ima sistem za prečišćavanje, ali uz obaveznu prethodnu obradu otpadne vode. Sanitarно-fekalna voda iz prehrambenih pogona se prečišćava taloženjem u višekomornim septičkim jamama, a zadnja komora se koristi i kao biološki filter. Biološka obrada se vrši u anaerobnim uslovima, pri čemu se odvijaju procesi hidrolize, acidogeneze i metanogeneze. Prednosti anaerobnih bioloških postupaka se ogledaju u značajnom smanjenju vrijednosti KPK i BPK₅, mogućnosti da se energetski iskoristi metan koji je nusproizvod obrade, a manja je i količina proizvedenog mulja. Negativna strana ovog postupka je što dugo traje - oko 4 mjeseca. Izbistrena voda iz septičke jame

odlazi u bazen za hlorisanje, a zatim se ispušta u prihvatni kanal u koji se obično ispuštaju i tehnološke -industrijske otpadne vode. *Pravilnikom o kvalitetu i sanitarno-tehničkim uslovima za ispuštanje otpadnih voda u recipijent i javnu kanalizaciju, načinu i postupku ispitivanja kvaliteta otpadnih voda i sadržaju izvještaja o utvrđenom kvalitetu otpadnih voda (SLCG 56/19)* bliže se propisuje kvalitet i sanitarno-tehnički uslovi za ispuštanje otpadnih voda u recipijent i javnu kanalizaciju. Otpadne vode su vode koje su usljed ljudskih aktivnosti promijenile svoje fizičke, hemijske i biološke osobine. Komunalne otpadne vode su upotrijebljene vode iz domaćinstva ili mješavina upotrijebljenih voda iz domaćinstva sa industrijskim vodama, vodom od pranja ulica ili atmosferskim vodama. Otpadne vode iz domaćinstva su sanitarne otpadne vode iz stambenih naselja i drugih objekata, koje potiču pretežno od ljudskog metabolizma i kućnih aktivnosti. Industrijske otpadne vode su otpadne vode koje potiču od proizvodnih procesa u industriji i drugih privrednih aktivnosti, kao i zagađene atmosferske vode sa industrijskih površina. Biorazgradive otpadne vode sadrže organske supstance koje se mogu razgraditi djelovanjem mikroorganizama. Prije ispuštanja u recipijent ili javnu kanalizaciju industrijske vode prethodno moraju da se prečiste, kako bi zadovoljile zakonske zahtjeve o maksimalno dozvoljenim toksičnim materijama u vodi. Predtretman otpadnih voda predstavlja obradu otpadnih voda (industrijskih i dr). Primarno prečišćavanje otpadnih voda se vrši fizičkim i hemijskim postupcima, kao što su taloženje suspendovanih materija i drugi postupci kojima se biohemijska potrošnja kiseonika (BPK5) otpadnih voda u toku pet dana smanjuje najmanje 20%, a ukupne suspendovane materije za najmanje 50%. Sekundarno prečišćavanje otpadnih voda obuhvata biološko prečišćavanje sa sekundarnim taloženjem i druge postupke u skladu sa zakonom. Tercijarno prečišćavanje otpadnih voda obuhvata postupke kojima se dodatno uklanja fosfor za 80 % i azot za 70-80 %. Odgovarajuće prečišćavanje otpadnih voda se vrši bilo kojim postupkom kojim se postiže da voda poslije ispuštanja zadovoljava zakonske kriterijume. Efluent predstavlja prečišćenu otpadnu vodu koja se ispušta u recipijent. Prije ispuštanja u recipijent ili javnu kanalizaciju otpadna voda treba da zadovolji propisani kvalitet. Komunalne otpadne vode se odvođe sistemima javne kanalizacije i prečišćavaju u kolektorskom sistemu u postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda. Industrijske otpadne vode se ispuštaju u sistem javne kanalizacije poslije predtretmana. Ispitivanje otpadnih voda vrši se prije njihovog ispuštanja. U javnu kanalizaciju ne ispuštaju se materije koje onemogućavaju rad postrojenja za prečišćavanje, kao što su: smeće, kućni otpad, šut, staklo, mulj, pepeo, vlaknasti materijal, komina, talog, kvasac, silaža, koža, dlaka, otpad od klanja i prerade životinjskih leševa, ulja i masti, surutka, tečno i čvrsto stajsko đubrivo, cement, kreč, krečna voda, gips, malter, skrob od krompira, vještačke smole, bitumen, katran, agensi za dezinfekciju i čišćenje, deterdženti i proizvodi za pranje, koji dovode do stvaranja enormno velike količine pjene, supstance koje grade zapaljive i potencijalno eksplozivne smješe, pare i gasovi (hlor, vodonik-sulfid, cijanovodonična kiselina i supstance koje stvaraju takve gasove ili pare), agresivne ili toksične supstance (kiseline, baze, soli, pesticidi, hlorovana jedinjenja: perhloretilen, trihloretilen, hloroform i dr.), supstance koje mogu oštetiti kanizacioni sistem, koje su toksične ili stvaraju toksične supstance, materije neprijatnog mirisa ili eksplozivne pare i gasove. Otpadne vode zdravstvenih, veterinarskih i drugih ustanova, privrednih društava, drugih pravnih lica i preduzetnika u kojima se mogu očekivati patogeni mikroorganizmi, uzročnici različitih infektivnih oboljenja, dezinfikuju se prije ispuštanja u javnu kanalizaciju. Ukoliko postoji opasnost od štetnih efekata, ispuštanje otpadne vode u javnu kanalizaciju vrši se nakon eliminacije tih štetnih efekata. Predtretman se vrši na način da se dobije efluent čiji su parametri kvaliteta u skladu sa parametrima ovog pravilnika, radi zaštite sistema javne kanalizacije, odnosno postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda. Na područjima gdje nije izgrađena javna kanalizacija, može se vršiti izgradnja septičkih jama, na način da se obezbijedi kvalitet otpadnih voda prema pravilniku. Septičke jame se grade bez ispusta i preliva sa vodonepropusnim dnom i zidovima, o čemu se prilaže atest pravnog lica koje upravlja javnom kanalizacijom. U septičke jame ispuštaju se samo otpadne vode iz domaćinstva, industrijske otpadne vode, koje zadovoljavaju kvalitet otpadnih voda prema pravilniku, radioaktivne otpadne vode, ako su prethodno prečišćene do odgovarajućeg stepena – prema ovom pravilniku. Atmosferske i površinske vode ne ispuštaju se u septičke jame. Pražnjenje septičkih jama

redovno vrši, odgovarajućom opremom, pravno lice koje upravlja javnom kanalizacijom ili lice registrovano za obavljanje ovih poslova. Sadržaj septičkih jama ispušta se u odgovarajući objekat javne kanalizacije, uz saglasnost pravnog lica koje upravlja javnom kanalizacijom. Prilikom ispuštanja otpadnih voda iz objekata za preradu mlijeka sprovode se sljedeće mjere: sprečavanje ispuštanja ostataka sira i surutke u javnu kanalizaciju ili površinske i podzemne vode, biološko prečišćavanje otpadnih voda (uklanjanje ugljenika nitrifikacijom i uklanjanje kiseonika i fosfora ako se otpadne vode direktno ispuštaju u površinske vode), zamjena hlornih dezinficijenasa onima koji sadrže vodonik peroksid i persirćetnu kiselinu. Prilikom ispuštanja otpadnih voda iz objekata za pripremu i preradu voća i povrća treba sprovesti sljedeće mjere: racionalno koristiti vodu u tehnološkom procesu za čišćenje i pranje, racionalna upotreba sredstava za pranje i dezinfekciju, upotreba naljepnica na ambalaži koja se pere na kojima boja ne sadrži teške metale, primjena fizičkih i fizičko-hemijskih postupaka predtretmana industrijskih otpadnih voda prije ispuštanja u javnu kanalizaciju i ravnomjerno ispuštanje efluenta u javnu kanalizaciju sa postrojenjem za prečišćavanje, biološko prečišćavanje otpadnih voda, uklanjanje čvrstih supstanci iz otpadnih voda nastalih tokom prerade voća i povrća i dr. Prilikom ispuštanja otpadnih voda iz objekata za pripremu i preradu krompira sprovode se sljedeće mjere: uklanjanje čvrstih supstanci iz otpadnih voda nastalih u tehnološkom procesu pripreme i prerade krompira, sprečavanje ispuštanja otpadnih supstanci iz tehnološkog procesa odgovarajućim uređajima (rešetkama i dr.), odvajanje koncentrata sivog i bijelog skroba iz otpadne vode, biološko prečišćavanje otpadnih voda, racionalna potrošnja vode, odgovarajući predtretman otpadnih voda. Prilikom ispuštanja otpadnih voda iz objekata za proizvodnju i preradu proizvoda od mesa treba sprovesti sljedeće mjere: sprečavanje ispuštanja otpadnih supstanci iz tehnološkog procesa odgovarajućim uređajima (rešetkama, uređajima za flotaciju i dr.), biološko prečišćavanje otpadnih voda, zamjena hlornih dezinfekcionih sredstava sredstvima koja sadrže vodonik peroksid i persirćetnu kiselinu, ravnomjerno ispuštanje otpadne vode u javnu kanalizaciju koja ima postrojenje za prečišćavanje. Mjere u objektima za preradu proizvoda od ribe su: sprečavanje ulaska čvrstog otpada u javnu kanalizaciju uz pomoć ugrađenih sita u odvođe, suvo čišćenje opreme i radnih površina prije pranja, pranje opreme i radnih površina vodenom parom pod pritiskom ili uređajima za pranje pod visokim pritiskom kako bi se smanjila potrošnja vode i hemijskih sredstava za pranje, zamjena hlornih dezinficijenasa sa vodonik peroksidom i persirćetnom kiselinom, ponovno korišćenje vode gdje je to moguće, prije ispuštanja u recipijent uklanjanje suspendovanih i plivajućih materija. Objekti za spaljivanje i suspaljivanje otpada za ispuštanje otpadnih voda treba da ispunjavaju određene uslove: otpadna voda se nikako ne smije razrjeđivati u cilju postizanja graničnih vrijednosti, najmanje jednom mjesečno se vrši ispitivanje na prisustvo Hg, Cd, Tl, As, Pb, Cr, Cu, Ni i Z, najmanje jednom u 6 mjeseci ispitivanje na prisustvo dioksina i furana, a u prvih 12 mjeseci barem jednom u 3 mjeseca. Na lokaciji postrojenja za spaljivanje i suspaljivanje otpada treba izgraditi sabirni rezervoar za zagađene atmosferske vode sa površina postrojenja i drugih zagađenih voda. Zagađujuće supstance za koje su propisane granične vrijednosti su sljedeće grupe toksičnih supstanci: organohalogeni jedinjenja, organofosforni jedinjenja, organokalajna jedinjenja, kancerogene supstance, živa i živina jedinjenja, kadmijum i kadmijumova jedinjenja, postojani ukupni ugljovodonici, postojane sintetičke supstance koje plutaju, lebde ili tonu i koje ometaju upotrebu voda za druge namjene, metaloidi, metali i njihova jedinjenja (cink, selen, kalaj, vanadijum, bakar, arsen, barijum, kobalt, antimon, nikal, berilijum, talijum, hrom, molibden, bor, telurijum, olovo, uranijum, titanijum, srebro, biocidi i njihovi derivati, supstance koje štetno utiču na ukus i miris vode, toksična i nerazgradiva organska jedinjenja silicijuma, neorganska jedinjenja fosfora i elementarni fosfor, razgradivi ukupni ugljovodonici, cijanidi, fluoridi i supstance koje negativno utiču na ravnotežu kiseonika, naročito amonijak i nitriti. Pogoni prehrambene industrije otpadne vode najviše ispuštaju u površinske vode i kanalizacijsku mrežu.

3.7. Metode prečišćavanja zagađenih voda

Prečišćavanje (kondicioniranje) vode, zavisno od stepena njenog zagađenja, može se vršiti na više načina. U cilju poboljšanja kvaliteta vode izgrađuju se različita postrojenja u okviru centralnih ili lokalnih vodovoda. Prečišćavanje i poboljšanje kvaliteta vode sastoji se u odstranjivanju grubih i koloidnih čestica, rastvorenih stranih sastojaka, stranog mirisa i ukusa, dekontaminaciji vode zagađene radioaktivnim materijama. *Odstranjivanje grubih i koloidnih čestica iz vode* može se vršiti na više načina, a to su: koagulacija (pomoću koagulanata, kao što su aluminijumsulfat, fero i ferisulfat, ferihlorid i dr, izvrši se taloženje); flokulacija (fizičko-hemijski proces pri kojem se mikroflokule nastale dodatkom koagulanata grupišu u veće pahuljice-flokule); sedimentacija (faza taloženja flokula u procesu prečišćavanja vode u posebnim bazenima – taložnicima), filtracija - postupak kojim se poslije taloženja grubih, koloidnih i suspendovanih čestica odstranjuju još prisutne nerastvorljive materije u vodi uz pomoć filtera (porozne materije - šljunak i pijesak, aktivni ugalj i dr); samočišćenje vode (autopurifikacija) - odvija se u vodi pod uticajem različitih bioloških faktora. Pri tome dolazi do taloženja prisutnih čestica koje imaju veću težinu od vode. *Odstranjivanje rastvorenih stranih sastojaka* vrši se deferizacijom (postupak uklanjanja gvožđa) i demanganizacijom (postupak uklanjanja mangana). Ova dva procesa se obavljaju aeracijom, uvođenjem kiseonika u vodu, taloženjem i filtracijom. Suština ovih procesa je u prelasku rastvorljivih fero u nerastvorljiva feri jedinjenja i prelaskom rastvorljivog mangankarbonata u nerastvorljivi manganhidroksid. Aeracija se vrši raspršivanjem vode u cilju što boljeg kontakta sa kiseonikom iz atmosfere. *Odstranjivanje stranog mirisa i ukusa vode* vrši se na više načina, a to su: aeracija, pomoću aktivnog uglja, ozonizacija (oksidacija vode razbijanjem molekula kiseonika iz vazduha) i filtracija. *Odstranjivanje radioaktivnih izotopa* iz vode je veoma složen proces i vrši se taloženjem, koagulacijom, filtracijom, adsorpcijom, destilacijom itd.

3.8. Dobra poljoprivredna praksa u zaštiti vode od kontaminacije silažnim sokom iz silosa

Silažni sok može biti opasan izvor zagađenja vode. Zato se pri pripremanju silaže treba sprovoditi dobra poljoprivredna praksa. Silažni sok sadrži veliku količinu hranljivih materija, pa njegovo isticanje u vodotokove omogućava naglo razmnožavanje mikroorganizama. Veliki broj mikroorganizama u vodi troši kiseonik, a manjak kiseonika u vodi dovodi do odumiranja biljaka i vodenih životinja. Osim ako ne dospije u vodu, silažni sok nije opasan i može se upotrijebiti kao đubrivo ili za ishranu stoke (goveda i svinja). Silažnim sokom se mogu hraniti goveda i svinje. Silažni sok nastaje siliranjem svježe biljne mase. Silaža zrna žitarica i kukuruza ima manje silažnog soka ako se priprema u optimalnoj fazi zrelosti. Cijeđenje soka iz silaže može se spriječiti dodavanjem suvih repinih rezanaca ili suve prekrupe žitarica. Takođe se dno silosa može nastroiti slamom. Oticanje silažnog soka u vodotokove se sprečava i pravilno izgrađenim silosima. Pod silosa treba da bude sa oko 2% nagiba prema ulazu u silos. Unutar silosa poželjno je imati drenove za odvod silažnog soka. Silažni sok se sprovodi u gnojnu jamu ili se sakuplja u poseban spremnik (rezervoar). Spremnik za skupljanje silažnog soka treba da ima kapacitet 20 L/m³ silosa. Za silose zapremine veće od 1500 m³ za svaki m³ iznad ove zapremine treba obezbijediti dodatnih 7 litara spremnika. Silažni sok se može koristiti kao tečno đubrivo razrijeđeno s vodom 1:1. Silažni sok ne treba koristiti kao đubrivo na padinama. Ukoliko se silaža priprema u vidu gomile – hrpe, koja nema jamu za skupljanje silažnog soka, predstavlja opasnost za vodotokove. Da bi se spriječilo zagađenje silažnim sokom, silažne gomile moraju biti udaljene od vodotoka najmanje 10 m.

3.9. Stanje u pogledu zagađenosti voda u Crnoj Gori

Na osnovu analize izmjerenih parametara, najzagađeniji vodotoci u 2018. godini su: Vezišnica (iznad ušća), Čehotina (Gradac, ispod Pljevalja i ispod ušća Vezišnice), Morača (ispod uliva voda Gradskog kolektora, Vukovci i Grbavci), Ibar (Bać), Lim (ispod Bijelog Polja) i Grnčar (na području Gusinja). Nešto manju zagađenost imale su vode Tare (na dijelu ispod Mateševa, Mojkovca i

Đurđevića Tare), Ibra (u dijelu iznad Rožaja), Rijeke Crnojevića i Zete (na Vidrovanu). Bolji kvalitet, ali ne i veoma dobar, imale su Kutska rijeka (Zlorečica) i Cijevna (na Trgaju); dobar Bojana i Zeta (u donjem toku), a najbolji kvalitet vode imala je rijeka Piva. Rezultati mjerenja pokazuju veliku osjetljivost ovih vodenih sistema naročito u periodu malovodnosti i poslije velikih kiša. Najveći izvori zagađenja površinskih, kao i podzemnih voda su komunalne otpadne vode, koje se najčešće u neprečišćenom, ili djelimično prečišćenom obliku, ispuštaju u recipijent, na koncentrisan ili difuzan način. Primjetan je i uticaj poljoprivrednih aktivnosti, industrije (prije svega prehrambene), malih i srednjih preduzeća. Sve veći uticaj na kvalitet površinskih voda imaju saobraćajnice, distribucije goriva, izgradnja puteva i dr. Hemijski najzagađeniji su bunari u Vranju i Gostilju, zatim bunari u Farmacima i Cijevni. Posebno je zabrinjavajući sadržaj nitrata u bunarima u Drešaju, Vranju i Gostilju, gdje dostižu vrijednosti do 47,1 mg/l - 46,1 mg/l - 27,6 mg/l. Povećani sadržaj nitrata je posljedica uticaja vještačkih đubriva (šalitre); sadržaj kalijuma je takođe povišen i dostiže vrijednost do 11,6 mgK/l u vodi bunara Vranj. U svim ispitivanim bunarima nađene su bakterije koje su indikatori fekalnog zagađenja. Od koncentrisanih izvora zagađenja, koji najznačajnije utiču na kvalitet podzemnih voda, najznačajnije se otpadne vode naselja i industrije. Od rasutih izvora zagađenja, najznačajniji su uticaji rasipanja čvrstog i tečnog otpada po slivnim površinama, kao i sječa šuma, boravak ljudi i životinja na slivu i sl. Netretirane industrijske i komunalne otpadne vode predstavljaju najznačajnije izvore zagađenja voda u Crnoj Gori. Do zagađenja površinskih i podzemnih voda dovodi neodgovarajuće stanje kanalizacionih infrastruktura, tj. neadekvatno sakupljanje i prečišćavanje otpadnih voda. Pritisak na vode se uočava i kroz obavljanje poljoprivrednih aktivnosti, industrije (prehrambene, malih i srednjih preduzeća), kao i uticaj saobraćaja i građevinskih radova. Neophodno je da se na čitavoj teritoriji Crne Gore promoviše održivo korišćenje voda bazirano na dugoročnoj zaštiti raspoloživih vodnih resursa.

Pitanja

Koje se zagađujuće materije mogu naći u vodi i koji su izvori zagađenja? Koje vode prema porijeklu postoje i kako nastaju? Koje su fizičke i hemijske osobine vode? Na osnovu kojih osobina se vrši higijenska ocjena vode? Kakvog kvaliteta mora biti voda koja se koristi za piće i koje zahtjeve mora da ispunjava? Koji su bioindikator fekalnog zagađenja vode? Koji su najznačajniji hemijski sastojci vode sa higijenskog stanovišta? Šta nam pokazuje smanjenje kiseonika u vodi? Šta nam pokazuje povećanje koncentracije CO₂ u vodi? Šta je tvrdoća vode? Koja su jedinjenja najznačajniji hemijski indikatori higijenskog stanja vode? Koje su faze prečišćavanja otpadnih voda? Kako se vrši odstranjivanje grubih i koloidnih čestica iz vode? Kako se može vršiti uklanjanje stranog mirisa i ukusa vode? O kojim elementima se mora voditi računa prilikom zaštite vode od kontaminacije (đubrivom, silažom i dr.)? Koje su mjere dobre poljoprivredne prakse u zaštiti vode od kontaminacije silažnim sokom iz silosa? Koja su pravila za korišćenje đubriva u blizini vodenih tokova? Koje su metode za sakupljanje i ispuštanje otpadnih voda? Koje se mjere sprovode prema *Direktivi Vijeća EU o zaštiti voda od onečišćenja uzrokovnog nitratima iz poljoprivrednih izvora*? Koji su izvori zagađenja vode u Crnoj Gori?

4. DOBRA POLJOPRIVREDNA PRAKSA U ZAŠTITI VAZDUHA

4.1. Kontrola kvaliteta vazduha u Crnoj Gori

Vazduh je dio životne sredine i ima posebnu zaštitu u Crnoj Gori. Zakonom o zaštiti vazduha (SLCG 25/2010) uređuje se način praćenja kvaliteta vazduha, mjere zaštite, ocjenjivanje i poboljšanje kvaliteta vazduha, kao i planiranje i upravljanje kvalitetom vazduha. U cilju očuvanja i poboljšanja kvaliteta vazduha, donosi se Nacionalna strategija upravljanja kvalitetom vazduha. Ona sadrži analizu kvaliteta vazduha, preventivne mjere za očuvanje kvaliteta vazduha, mjere za smanjenje koncentracija zagađujućih materija u vazduhu i dr. U cilju sprečavanja zagađenja vazduha koja utiču na promjenu klime, prati se emisija gasova sa efektom staklene bašte (u normalnim uslovima jedan dio sunčevog zračenja koji dolazi do površine Zemlje se vraća u atmosferu. Dio tog zračenja zadržavaju štetni gasovi (CO_2 i drugi) koji formiraju omotač u atmosferi. Na taj način se površina Zemlje dodatno zagrijava, što dovodi do pojave globalnog zagrijavanja usljed efekta staklene bašte, slika 5.).



Slika 5. Efekat staklene bašte

<https://www.facebook.com/1253444124795717/photos/a.1253470434793086/1346746505465478/?type=3>

4.2. Uticaj poljoprivrede na zagađenje vazduha

Uredbom o djelatnostima koje utiču ili mogu uticati na kvalitet vazduha (SLCG 61/2012) utvrđene su djelatnosti koje utiču na kvalitet vazduha. Iz oblasti poljoprivrede to su: farme kapaciteta 50 - 200 mjesta za goveda, 200 - 2.000 mjesta za tovne svinje, 100 - 500 mjesta za krmače, 500 - 5.000 mjesta za kokoške i ćurke, 500 - 5.000 mjesta za proizvodnju brojlera. Iz oblasti prehrambene industrije to su: pogoni za preradu mesa, ribe, ljuskara i mekušaca, klanice sa dnevnim kapacitetom klanja većim od 5 t mase žive živine (peradi) ili većim od 10 t mase živih drugih životinja. Stočarstvo je najveći izvor neprijatnih mirisa u poljoprivredi. Najveći problem stvaraju živinarske, svinjarske i govedarske farme. Ocijeđeni sadržaj silaže ili otpadno mlijeko u stajnjaku utiču na pojačan neprijatan miris. Najveća emisija neprijatnih mirisa se javlja tokom nanošenja tečnog stajnjaka lepezastim raspršivačem. Poljoprivreda, naročito uzgoj životinja, je najveći izvor štetne emisije amonijaka. Amonijak nastaje razgradnjom mineralnih đubriva, naročito ureje, životinjskog đubriva, mokraćne kiseline iz đubriva živine.

4.3. Zagađujuće materije u atmosferskom vazduhu

Atmosferski vazduh može biti zagađen fizičkim, hemijskim i biološkim agensima. Najveće zagađenje vazduha nastaje od štetnih gasova i raznih čestica neorganskog i organskog porijekla. Najznačajnije zagađujuće materije u vazduhu su: sumpordioksid, ugljenmonoksid, fluor, olovo i

njegova jedinjenja, prašina koja nastaje u procesu industrijske i stočarske proizvodnje. *Sumpordioksid* je gas koji nastaje sagorijevanjem sumpora, uglja i drugih materija koje sadrže sumpor, a javlja se u dimu iz industrijskih postrojenja, visokih peći u blizini rudnika i sl. Posebno djeluje na sluzokože disajnih puteva i konjunktiva na kojima stvara sumpornu i sumporastu kiselinu koje nadražuju i nagrizaju sluzokože. Djeluje veoma razorno i na biljni svijet. *Ugljenmonoksid* je veoma toksičan gas koji nastaje pri nedovoljnom sagorijevanju organskih i drugih energetskih materijala. Oslobađa se pri požarima, sagorijevanju drveta ili uglja i sl. Može se pojaviti u prasilištima, živinarnicima gdje se koriste razne peći radi zagrijavanja ovih objekata. Izraziti je krvni otrov. Veže se sa hemoglobinom stvarajući karboksihemoglobin. Tako blokira hemoglobin za primanje kiseonika, što dovodi do gušenja. *Fluor i njegova jedinjenja* su otrovni za koštani sistem, a nepovoljno djeluju i na kožu. *Elementarni hlor i hlorovodonik* nastaju pri raznim hemijskim i industrijskim procesima. Poseban značaj imaju isparenja hlora i njegovih jedinjenja koja se oslobađaju iz otpadnih materija i insekticida. Ove materije dovode do digestivnih i nervnih poremećaja. *Olovo* se oslobađa u okolini rudarskih bazena i pogona u kojima se prerađuje olovna ruda. Prisustvo olova i njegovih jedinjenja u vazduhu i hrani dovodi životinja do poremećaja funkcija disajnih organa i steriliteta kod ljudi i životinja. *Industrijska prašina* se javlja u vidu dima, čađi, čestica, kapljica i sl. Aerosol su raspršene kapljice neke tečnosti u vazduhu. Sprečavanje štetnog djelovanja industrijske prašine na životinje i ljude se vrši primjenom sistema za prečišćavanje vazduha iz industrijskih postrojenja. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije (SZO) gotovo sedam miliona ljudi svake godine umre od posljedica zagađenog vazduha, usljed oboljenja organa za disanje, srca, pojave raka, moždanog udara. Vazduhom se zagađujuće materije šire na velike udaljenosti. Zato zagađenje vazduha nije samo lokalni, već evropski i svjetski problem. Zagađujuće materije emitovane u jednoj zemlji atmosferom dopijevaju na druga, udaljena mjesta, u druge zemlje i tako ugrožavaju kvalitet vazduha. Na širenje zagađujućih materija vazduhom utiču meteorološki uslovi, kao što su brzina i smjer vjetrova, temperatura i relativna vlažnost vazduha, globalno sunčevo zračenje, stabilnost (turbulencija) atmosfere, visina na kojoj dolazi do emisija (na primjer da li su visoki izvori emisija poput fabričkih dimnjaka ili izvori emisija na prizemnim nivoima, kao što su vozila u saobraćaju), lokalni i regionalni reljef, vrsta izvora (da li je nepokretni ili pokretni izvor itd.). U atmosferi, zbog složenih fotohemijskih reakcija dolazi do transformacije zagađujućih materija u nova hemijska jedinjenja, koja su često još toksičnija. Na zagađenje vazduha najviše utiču *industrijske aktivnosti i sagorijevanje goriva*. Gas koji se oslobađa kod proizvodnje koksa sadrži gasovite i tečne zagađujuće materije, kao što su katran, amonijakna voda, benzeni, naftalen, amonijak, sulfati, sumpordioksid, azotni oksidi, ugljenikovi oksidi, cijanovodonična jedinjenja, čestice prašine. Čvrsti otpad sadrži benzene i policiklične aromatične ugljovodnike. Tokom sinteze rude gvožđa nastali gasovi sadrže uz čvrste čestice prašine i teške metale, hlornu kiselinu, fluoridnu kiselinu, azotne okside, sumpordioksid, ugljenikove okside, lako isparljiva organska jedinjenja, policiklične aromatične ugljovodnike, polihlorovane bifenile, dioksine, dibenzofurane. Na koncentraciju zagađujućih materija u vazduhu značajno utiče koncentracija lebdećih čestica (PM), kao i geografski i klimatski faktori. Smatra se da *lebdeće čestice i prizemni ozon* danas najviše ugrožavaju ljudsko zdravlje. Lebdeće čestice (PM čestice, suspendovane čestice, *particulate matter*) predstavljaju mješavinu čestica dima, čađi, prašine (promjera manjeg od 10 μm), kiseline i teških metala poput olova, kadmijuma, nikla i arsena, a nastaju prije svega kao posljedica sagorijevanja čvrstih i tečnih goriva i aktivnosti saobraćaja i industrije (termoelektrane, postrojenja za prženje rude, cementare). Takođe mogu biti porijeklom i od prašine sa gradilišta, deponija, poljoprivrednih regiona, požara i dr. Zbog svoje male veličine PM čestice se ponašaju kao gas. Koncentracija lebdećih čestica (PM čestice – promjera manjeg od 2,5 μm (PM_{2,5}), zbog njihovog značajnog uticaja na zdravlje ljudi, jedan je od najvažnijih pokazatelja zagađenja vazduha. One prodiru kroz disajni sistem u alveole, a preko njih u krvotok. U slučaju udisanja PM čestica javlja se otežano disanje, a srce je pod naporom da kompenzuje smanjeni unos kiseonika. Smanjena je otpornost na alergije i infekcije, u donjim disajnim putevima se javljaju zapaljenski procesi. Zavisno od vremena izlaganja i koncentracije PM čestica može da dođe do pojave gušenja i astmatičnih

napada, povišenog krvnog pritiska, srčanog udara, moždanog udara i smrti. Ove čestice se emituju u najvećoj mjeri kao posljedica sagorijevanja čvrstih i tečnih goriva. U uzorcima lebdećih čestica, koje imaju prečnik manji od 10 μm (PM_{10}), ispituje se sadržaj teških metala i poliaromatskih ugljovodonika. Visoke koncentracije PM_{10} čestica najbrojnije su tokom sezone grijanja, uglavnom zbog upotrebe čvrstih goriva (ugalj i drva). (Sofilić, 2014). PM čestice utiču na promjenu pH jezera i potoka i čine ih kiselijim, mijenjaju nutritivnu vrijednost priobalnih voda i riječnih slivova, osiromašuju zemljište hranljivim materijama, oštećuju šume i poljoprivredne kulture, utiču na biodiverzitet ekosistema, doprinose efektima kiselih kiša. *Prizemni ozon (O_3)* takođe štetno djeluje na zdravlje ljudi. Prilikom udisanja veće koncentracije prizemnog ozona može doći do nadražaja disajnih puteva, otežanog disanja i bronhitisa. Takođe utiče i na pogoršanje kardiovaskularnih bolesti i arterioskleroze. Udisanjem, ozon se dobro resorbuje u svim djelovima disajnog sistema. Djeluje lokalno i sistemski. Djelovanjem na sluzokožu disajnih puteva ozon uzrokuje oštećenje epitela, što za posljedicu ima zapaljensku reakciju i povećanu osjetljivost na alergene. Ozon (O_3) je molekul koji se sastoji od tri atoma kiseonika. U gornjim slojevima atmosfere sprečava prodor štetnih ultravioletnih zraka do površine Zemlje, a prizemni ozon je vrlo toksičan. Nastaje u atmosferi iz kiseonika (O_2) električnim pražnjenjem ili pod uticajem visokoenergetskog elektromagnetnog zračenja, kao i dejstvom različitih električnih aparata. U posljednje vrijeme u atmosferi pri tlu nastaje fotohemijskim reakcijama bogatoj azotnim oksidima koji su posljedica aktivnosti čovjeka (saobraćaj i dr.). Zbog sve intenzivnijeg saobraćaja, količina prizemnog ozona se stalno povećava. Ozon predstavlja sastavni dio gradskog smoga. Povećana koncentracija ozona utiče na procese fotosinteze i usporava rast biljaka. Djeluje i kao staklenički gas – izaziva efekat staklene bašte, što ga čini dodatno štetnim. Pod efektom staklene bašte se podrazumijeva zagrijavanje Zemljine površine i nižih slojeva atmosfere uzrokovano povećanom koncentracijom ugljen-dioksida (CO_2), metana i drugih gasova u atmosferi. Do ovog zagrijavanja dolazi tako, što se dio sunčevih zraka koji dolaze na površinu Zemlje odbijaju od nje i bivaju apsorbovani od strane štetnih gasova u atmosferi i zatim se ponovo vraćaju na Zemlju. U slučajevima kada nema sloja štetnih gasova u atmosferi, toplotni zraci odbijeni od zemlje odlaze visoko u atmosferu i do pomenutog zagrijavanja ne dolazi. Ovaj efekat staklene bašte (povećava se temperatura kao u stakleniku) dovodi do globalnog zagrijavanja. Gasovi koji najviše doprinose ovoj pojavi su ugljen-dioksid, metan i drugi. *Sumpor(IV)oksid (SO_2)* - izaziva iritaciju pri udisanju i probleme sa disanjem. Astmatičari i hronični plućni bolesnici su naročito osjetljivi na negativne uticaje jako visokih koncentracija. *Azot(IV)oksid (NO_2)* može uzrokovati promjene u funkciji pluća i disajnih puteva. Smatra se da azot(IV)oksid i ozon zajedno pogoršavaju alergijsku reakciju na inhalirane alergene. Gasovi sa efektom staklene bašte (CO_2 , N_2O , CH_4 itd.), su sastojci atmosfere koji imaju sposobnost da apsorbuju i reemituju infracrveno zračenje i tako dovode do pregrijavanja donjeg sloja atmosfere i zemljišta. Na taj način utiču na pojavu klimatskih promjena, tj. na pojavu suše, poplava i talasa ekstremnih temperatura. U atmosferu dopijevaju prirodnim putem ili kao posljedica ljudskih aktivnosti. Obično se stvaraju istovremeno sa drugim zagađivačima, pa njihove povećane emisije ukazuju na povećanu ukupnu emisiju zagađujućih materija tj. zagađenje vazduha. Otrovnne supstance se u vazduhu mogu naći u obliku gasa, čvrstog ili kapljičnog aerosola ili u obliku čestica prašine. Stepenn njihove apsorpcije u organizmu zavisi u kojem se obliku nalaze u vazduhu. Gasovite toksične materije raspršene u vazduhu nakon ulaska u disajni sistem čovjeka najvećim dijelom se apsorbuju u alveole, odakle brzo prelaze u krvotok. Neki gasoviti otrovi kao što je amonijak, hlor, formaldehid, metilcijanat i dr. u kontaktu sa sluznicom izazivaju njenu iritaciju. Potrošnja vazduha od strane organizma značajno utiče na količinu apsorbovanog otrova, pa se u slučajevima visoke izloženosti otrovnim materijama preporučuje prestanak fizičke aktivnosti i što pliće disanje. Nakon unosa u organizam toksična materija podliježe procesima biološke transformacije, pri čemu dolazi do pretvaranja jedne hemijske materije u drugu. Uloga biotransformacije je detoksikacija i brža eliminacija otrova; međutim, u nekim slučajevima toksičnost neke materije se povećava, jer nastaju toksični međuproizvodi i metaboliti. U procesu detoksikacije organske lipofilne materije obično prelaze u hidrofilne oblike koji se lakše izlučuju iz organizma. Ukoliko ne bi došlo do biotransformacije, toksična materija bi se sporo izlučivala iz

organizma i dovela bi do ispoljavanja toksičnog dejstva. Biološka transformacija metala i metaloida je vrlo složen process koji je još uvijek predmet istraživanja (Sofilić, 2014., Izvještaj o stanju životne sredine u Crnoj Gori na bazi indikatora, Agencija za zaštitu prirode i životne sredine Crne Gore, Podgorica, 2017).

4.4. Stanje u pogledu zagađenosti vazduha u Crnoj Gori

Monitoring kvaliteta vazduha u Crnoj Gori vrši Centar za ekotoksikološka ispitivanja Crne Gore, a ispituje se koncentracija: sumpor-dioksida (SO_2), azot-monoksida (NO), azotdioksida (NO_2), ukupnih azotnih oksida (NO_x), ugljen-monoksida (CO), metana (CH_4), nemetanskih ugljovodonika, ukupnih ugljovodonika, PM_{10} čestica, prizemnog ozona (O_3), benzena, toluena, etilbenzena, o-m-p xilena. Tokom 2018. utvrđeno je da je vazduh u urbanim oblastima Sjeverne zone u Crnoj Gori veoma opterećen suspendovanim česticama PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$, i da su prekoračene propisane granične vrijednosti za te zagađujuće materije. Srednje dnevne koncentracije suspendovanih čestica PM_{10} su bile iznad propisane granične vrijednosti ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) u Podgorici 75 dana, a u Nikšiću 79 dana. Prisustvo ovih čestica u koncentracijama iznad propisanih najveće je u Pljevljima. Prekoračenja se najčešće dešavaju tokom sezone grijanja. Česta pojava temperaturnih inverzija, posebno na prostoru Pljevaljske kotline, sprečava disperziju emisija i prouzrokuje zadržavanje polutanata koji su proizvod sagorijevanja fosilnih goriva, emisija iz saobraćaja i sličnih izvora, posredno iznad tla, što dovodi do pojave visokih koncentracija zagađujućih materija u prizemnom sloju atmosfere. Zagađenje benzo(a)pirenom koji je produkt sagorijevanja fosilnih goriva (grijanje, industrija i saobraćaj) je evidentno u urbanim sredinama, što potvrđuju i rezultati mjerenja ovog polutanta na lokacijama u Pljevljima, Nikšiću i Podgorici. Visoke koncentracije ovog polutanta uobičajene su tokom perioda prekoračenja koncentracije PM čestica, odnosno najčešće tokom sezone grijanja (Izvještaj Agencije za zaštitu prirode i životne sredine Crne Gore na bazi indikatora (2017)., Informacija o stanju životne sredine u Crnoj Gori u 2018. godini, Agencija za zaštitu prirode i životne sredine Crne Gore).

4.5. Gasovi koji zagađuju stajski vazduh

Od gasovitih zagađivača stajskog vazduha poseban značaj imaju: ugljendioksid, amonijak, sumporvodoničnik, metan itd. *Ugljendioksid* je najbolji indikator zagađenosti stajskog vazduha. Nastaje tokom disanja i razlaganja organske materije. *Amonijak* nastaje pri razgradnji organskih materija (fecesa, urina) koje sadrže azot, pod uticajem mikroorganizama. To je bezbojan gas specifičnog mirisa koji se lako rastvara u vodi. Veliki značaj ima u stajama gdje borave životinje, a posebno ako se pojavi u većim koncentracijama. Ovaj gas se zadržava u staji ako u njoj nije dobro riješeno pitanje ventilacije, kanalizacije, a posebno evakuacije otpadnih materija. *Sumporvodoničnik* je bezbojan gas, karakterističnog mirisa - koji podsjeća na pokvarena jaja. Nešto je teži od vazduha. Nastaje u procesu razgradnje organskih materija koje sadrže sumpor, raspadanjem ekskremenata, pri sagorijevanju uglja, a oslobađaju ga životinje i ljudi iz crijeva. Sumporvodoničnik se javlja u stajama koje se ne provjetravaju i u kojima nije riješeno pitanje kanalizacije. S obzirom na svoju specifičnu težinu zadržava se neposredno iznad poda. H_2S je veoma toksičan gas. Iritira sluzokožu respiratornog trakta i veoma je jak nervni otrov. *Metan* (barski gas), lakši je od vazduha, veoma lako zapaljiv. Nastaje raspadanjem organskih materija i naziva se biogas. *Smrdljivi gasovi* (skatol, merkaptan i dr) nastaju kada se organska materija razgrađuje u anaerobnim uslovima.

4.6. Prisustvo prašine u vazduhu

Prašina prisutna u vazduhu ako dospije u oči izaziva konjuktivitis, a na koži dermatitis i ekceme. Poseban značaj prašina ima za respiratorni trakt. Sitne čestice prodiru u bronhije gdje mogu da izazovu pneumonije koje se nazivaju pnemokonioze. Dužim dejstvom prašine može da dođe do oštećenja sluzokože, a kao posljedica toga do infekcije mikroorganizmima. Zbog toga se moraju sprovoditi preventivne mjere protiv zaprašivanja vazduha u stajama. Treba voditi računa da se sve

manipulacije u stajama obavljaju bez podizanja prašine. Ne treba hraniti stoku prašnjavim sijenom, niti rastresati sijeno u staji, a isto tako ne treba za prostirke koristiti jako prašjavu slamu. Poslovi oko održavanja opšte čistoće zidova, tavanica i prozora kao i održavanja redovne čistoće treba obavljati bez podizanja prašine. Veliki značaj u sprečavanju zaprašenosti vazduha u staji ima i ventilacija. Mikroorganizmi su najčešće vezani za korpuskule prašine. U zatvorenim prostorijama i u onima u kojima su higijenski uslovi loši, broj mikroorganizama je velik. Od saprofita u stajama su najzastupljeniji: *B. subtilis*, koke, *Actinomyces albus*, *Aspergillus spp.*, *Mucor spp.* itd, a od patogenih *Mycobacterium tuberculosis*, *B. anthracis*, *Pseudomonas*, *Clostridium tetani* itd. U cilju sprečavanja aerogene infekcije, treba izdvojiti bolesne od zdravih životinja i redovno sprovoditi higijenske mjere.

4.7. Fizičke osobine vazduha

U formiranju klime i mikroklime poseban značaj imaju fizičke osobine vazduha, a to su: sunčevo zračenje, temperatura i vlažnost vazduha, vazdušni pritisak, kretanje vazdušnih masa, atmosferske padavine i jonizacija vazduha. Ove osobine su međusobno zavisne, jedna drugu stimulišu ili koče i zajedno djeluju na sva živa bića na zemlji. *Sunčevo zračenje* ima veliki značaj za održavanje života na zemlji. Ono vrši snažan uticaj na metabolizam, ubrzava rast dlake, povećava produkciju eritrocita i hemoglobina, podstiče pojavu estrusa, utiče na stvaranje vitamina D i dr. Međutim, kod životinja koje su izložene suviše jakom sunčevom zračenju može doći do pojave sunčanice. *Temperatura vazduha*: za odvijanje normalnih fizioloških funkcija u organizmu životinja mora da postoji ravnoteža između stvaranja i odavanja toplote. Smanjeno odavanje toplote nastupa pri povećanoj temperaturi okolnog vazduha. Pri visokoj temperaturi i visokoj vlažnosti vazduha smanjuje se odavanje toplote, pri čemu dolazi do pregrijavanja životinje. Pri tome dolazi do hiperemije kože i isparavanja, disanje i rad srca se ubrzava, a apetit smanjuje. Do pregrijavanja, pa i toplotnog udara može doći kod svih vrsta životinja ako se drže u stajama u kojima vlada visoka temperatura i visoka vlažnost, a slabo funkcioniše ventilacija. Pregrijavanje životinja može nastati i pri lošem transportu u zatvorenim transportnim sredstvima za vrijeme vrućih ljetnjih dana. Najosjetljivije na toplotni udar su svinje kod kojih se ovaj udar javlja naročito pri transportu. Niske temperature i jako kretanje vazduha mogu dovesti do prevelikog odavanja toplote životinjskog organizma. U tom slučaju, uz visoku vlažnost, kroz duži vremenski period, može doći do nazeba i patološkog hlađenja organizma. Kao posljedica se javljaju ubrzano disanje, oboljenja respiratornog trakta, smanjena fagocitna sposobnosti leukocita, anemije i dr. Da bi se osiguralo odgovarajuće toplotno stanje u objektima treba se pridržavati nekih opštih principa - da u stajama ne smije nikada da vlada niska temperatura i visoka vlažnost kao ni visoka temperatura i visoka vlažnost. Pod *vlažnošću vazduha* podrazumijeva se sadržaj vodene pare u vazduhu. U zatvorenim prostorijama stvaraju se relativno velike količine vodene pare. Vodena para u stajama, osim što dolazi iz spoljnog vazduha, nastaje disanjem životinja, kao i drugih izvora. Najveće količine vodene pare u stajama nastaju prilikom održavanja higijene staja, kvašenja i pripremanja hrane, napajanja životinja, isparavanjem mokraće i đubreta itd. Količina vodene pare u spoljnoj atmosferi zavisi od temperature vazduha i izvora iz kojih se stvara. Sadržaj vlage u vazduhu može da se izrazi kao maksimalna, apsolutna i relativna vlaga. Pri određenoj temperaturi, vazduh može da primi samo određenu količinu vodene pare. Maksimalna količina vodene pare izražena u gramima koju može da primi 1 m³ vazduha - pri određenoj temperaturi, naziva se maksimalna vlažnost. U tom slučaju vazduh je zasićen vodenom parom i ne može više da primi nove količine vlage. Povećanjem temperature vazduha povećava se mogućnost da vazduh primi veće količine vodene pare i obratno, snižavanjem temperature smanjuje se sposobnost vazduha da u sebe primi i veće količine vlage. Količina vodene pare izražena u gramima koja se nalazi u određenom času u 1 m³ vazduha - pri određenoj temperaturi, naziva se apsolutna vlažnost. U praksi se vlažnost najčešće izražava pojmom relativna vlažnost. Ona se izražava u procentima, a označava odnos između apsolutne i maksimalne vlažnosti vazduha. Relativna vlažnost pokazuje procenat zasićenosti vazduha vodenom parom. Vlažnost vazduha utiče na termoregulacionu sposobnost životinja, odnosno na odavanje toplote putem isparavanja. Radi toga je potrebno voditi računa da se u stajama održava optimalna vlažnost vazduha. To se može postići pravilnom izgradnjom staja, rješenjem

ventilacije i kanalizacije, načina ishrane i dr. Za smanjenje vlage u vazduhu staja mogu se koristiti i higroskopne materije kao što su negašeni kreč, treset i sl. *Vazdušni - atmosferski pritisak* je pritisak koji vrši vazduh zemljine atmosfere svojom težinom. Vazdušni pritisak se smanjuje sa porastom nadmorske visine. Promjene vazdušnog pritiska u tijesnoj su vezi sa promjenama temperature. Razlike u atmosferskom pritisku dovode do neprestanog strujanja vazduha, tj. vjetrova. Povećanjem atmosferskog pritiska isparavanje se smanjuje i obrnuto. Do štetnih posljedica dolazi kada životinje naglo prelaze u područje sniženog atmosferskog pritiska. Simptomi su slabost, znojenje, pojačan rad srca, krvarenje iz nosa (planinska, visinska bolest). Suviše hladan i snažan vjetar, naročito pri niskim temperaturama djeluje nepovoljno na životinje, dovodeći do prehlada, nazeba, katara respiratornih puteva, upale pluća itd.

4.8. Principi dobre poljoprivredne prakse u zaštiti vazduha

U skladu sa dobrom poljoprivrednom praksom, nanošenje đubriva na proizvodnim površinama se vrši pri povoljnim vremenskim uslovima - kada se vazduh miješa visoko iznad zemlje, tj. kad su sunčani i vjetroviti dani s oblačnim i vjetrovitim noćima. Tako će se postići smanjenje neprijatnih mirisa. Preporučuju se raspršivači s manjim uglom raspršivanja i krupnim kapljicama. Preporučljivo je položiti tečno đubrivo na površinu zemljišta u vidu traka ili još bolje, injektorima. Na zemljištu bez vegetacije organska đubriva treba što je moguće brže unijeti u tlo oranjem ili kultivacijom. Lepezasti raspršivač može da se koristi daleko od naselja. Čvrsti stajnjak se nanosi na površine specijalnim prikolicama. Smanjivanjem površine koja je u kontaktu sa vazduhom, smanjuje se gubitak amonijaka iz đubriva, a time i neprijatan miris. Spemnici za tečno đubrivo grade se kao lagune (slika 6.)



Slika 6. Laguna – bazen za tečni stajnjak na farmi krava

<https://www.farmanddairy.com/news/biochar-shows-benefits-as-cover-for-livestock-manure-lagoon-odor/438213.html>

Zatvoreni bazeni i zatvorene lagune za tečni stajnjak treba da budu udaljeni najmanje 15 m od kuće i mjesta za skladištenje i preradu hrane, 4 m od međe susjedne farme ili parcele, 5 m od skladišta i silosa. Za otvorene bazene i otvorene lagune za tečni stajnjak preporučuje se udaljenost najmanje 30 m od kuća, 50 m od pogona za preradu i skladišta hrane, 10 m od skladišta i silosa, 4 m od međe susjedne farme ili parcele. Pokrivanjem laguna i nadzemnih bazena gnoja smanjuje se emisija amonijaka, a time i neugodni miris. Nije dozvoljeno dodavati đubrivu otpadno mlijeko, surutku i silažni sok. Onečišćena voda iz izmuzišta izdvaja se u poseban bazen nakon odstranjivanja masnoće i tretira se hemijskim sredstvima radi neutralizacije kiselih ili baznih voda dobijenih pranjem postrojenja, što se utvrđuje mjerenjem pH vrijednosti sadržaja. Otvorene bazene - naročito sa tečnim stajnjakom svinja, treba prekrivati dugačkom slamom. Preporučljivo je bazen puniti i prazniti s dna – time se površinski sloj stajnjaka (kora) ne otvara, pa je smanjena emisija amonijaka i neugodnog mirisa. Jačina onečišćenja vazduha može se smanjiti unošenjem veće količine vazduha (aeracija) u

tečno đubrivo da bi se izazvao jači razvoj aerobnih mikroorganizama. Procesom razgradnje organske supstance stvara se toplota i neorganska materija. Taj biološki proces naziva se oksidacija. Moguća su tri načina oksidacije: aeracija površinskim miješalicama koje propelerom miješaju gnoj sa vazduhom, aeracija pomoću dubinskih miješalica potopljenih u stajnjak do kojih se cijevima dovodi vazduh i obrada đubriva ventilator-miješalicama pomoću oksidacijskih, međusobno spojenih kanala koji omogućavaju stalno kretanje mase đubriva u objektima za životinje. Stalnom cirkulacijom đubriva gotovo se potpuno sprečava pojava gasova neprijatnog mirisa, a u isto vrijeme poboljšava klima u objektima za životinje. Stajsko đubrivo može se obraditi i pomoću separatora. Separator preko sita razdvaja čvrstu fazu đubreta od tečne. Čvrsta faza se kompostira, a tekuća se obrađuje prozračivanjem. Kompostiranjem čvrstog stajnjaka se smanjuje neprijatan miris amonijaka. Napajanje životinja treba vršiti bez prolivanja vode. Redovnim čišćenjem i steljenjem objekata, životinje se održavaju čistim i suvim, te se na taj način smanjuje emisija amonijaka i neugodnih mirisa. Prilikom hranjenja životinja ne dodavati više proteina od normativa – razgradnjom neiskorišćenih proteina u đubrivu nastaju neugodni mirisi.

4.8.1. Sprečavanje zagađenja vazduha dimom

Ukoliko je nužno spaljivanje na otvorenom, radi smanjenja oslobađanja crnog dima treba voditi računa o sljedećem: ne treba spaljivati plastiku, gume i materijal koji proizvode crni dim (slika 7.), materijal koji se spaljuje mora biti suv, ne spaljivati zelenu vegetaciju, podržavati malu vatru i polako dodavati materijal na hrpu, ne visoko, za bolje izgaranje promiješati vatru radi dovoda vazduha, ako se oslobađa crni dim, ne dodavati materijal koji sporo gori.



Slika 7. Ispuštanje štetnih gasova iz industrijskih postrojenja
<https://www.vijesti.me/kolumne/417836/zagadeno-al-standard>

4.8.2. Smanjenje emisije stakleničkih gasova

Metan, ugljendioksid, azotoksid i freoni poznati su kao staklenički gasovi koji uzrokuju globalno zagrijavanje. Oko 50% metana potiče iz poljoprivrede. Metan je proizvod metabolizma životinja, naročito preživala. Muzne krave oslobađaju najviše metana. Manja količina metana oslobađa se radom bakterija prilikom razgradnje stajnjaka. Kontrolisanom anaerobnom fermentacijom organskog đubriva u digesterima oslobođeni metan se može koristiti kao biogas na farmi. Mjere za smanjenje emisije stakleničkih gasova su: što više koristiti obnovljive izvore energije za zagrijavanje, kao što su: biogas, slama, solarna energija, energija vjetra i vode, smanjiti gubitak toplote primjenom dobre toplotne izolacije i efikasne ventilacije, održavati motore prema proizvođačkim specifikacijama radi optimalnog izgaranja, na gazdinstvu redovno održavati opremu za hlađenje u cilju sprečavanja gubitka rashladnih gasova – freona.

Pitanja

Koji je najbolji indikator zagađenja vazduha? Kako se manifestuje povećanje koncentracije ugljendioksida u stajskom vazduhu na životinje? Koji su glavni zagađivači vazduha? Šta je aerosol? Koji su gasovi od posebnog značaja kao zagađivači stajskog vazduha? Kako prašina djeluje na životinje? Koje mjere treba preduzimati u cilju sprečavanja aerogene infekcije životinja? Koje su fizičke osobine vazduha? Kako djeluju niske i visoke temperature na životinje? Šta je vlažnost vazduha? Šta je apsolutna, maksimalna i relativna vlažnost vazduha? Kako se održava optimalna vlažnost vazduha u stajama? Šta je vazdušni pritisak? Koje su mjere zaštite vazduha od kontaminacije?

5. NAČELA DOBRE POLJOPRIVREDNE PRAKSE NA FARMAMA

5.1. Zakonski propisi koji regulišu gajenje životinja na farmama

Svaki držalac životinja ima moralnu i zakonsku odgovornost da štiti dobrobit i zdravlje životinja, kao i zdravlje ljudi. Ove obaveze i odgovornosti su regulisane zakonskim propisima Evropske unije i naše države. Neki od nacionalnih propisa su: Zakon o veterinarstvu (SLCG 30/2012) – reguliše oblast zdravstvene zaštite životinja; Zakon o zaštiti dobrobiti životinja (SLCG 14/2008); Zakon o identifikaciji i registraciji životinja (SLCG 48/2007); Pravilnik o uslovima za objekte i opremu za držanje i uzgoj životinja za proizvodnju (SLCG 64/17); Pravilnik o uslovima za objekte za držanje i uzgoj svinja (SLCG 64/17); Pravilnik o bližim uslovima koje treba da ispunjavaju objekti i oprema za držanje i uzgoj pilića za tov (SLCG 72/2016); Pravilnik o bližim uslovima koje treba da ispunjavaju prevozna sredstva za prevoz životinja (SLCG 72/2016); Pravilnik o bližim uslovima koje treba da ispunjavaju objekti i oprema za držanje i uzgoj koka nosilja (SLCG 27/16); Pravilnik o bližim uslovima za promet živine za uzgoj ili proizvodnju (SLCG 2/16); Pravilnik o bližim uslovima koje treba da ispunjavaju prevozna sredstva za prevoz životinja (SLCG 72/2016); Pravilnik o bližim uslovima za zaštitu životinja tokom klanja (SLCG 54/2015); Pravilnik o identifikaciji i registraciji goveda (SLCG 58/2007); Pravilnik o identifikaciji i načinu vođenja registara gazdinstva ovaca i koza i elektronske baze podataka (SLCG 33/2014); „Dobra pčelarska praksa“, 2018, SPOCG - kojim je definisana zaštita i dobrobit pčela; Program obaveznih mjera za zdravstvenu zaštitu životinja koji se utvrđuje svake godine sadrži glavne nacionalne mjere za prevenciju i nadzor bolesti.

5.1.1. Zdravstvena zaštita životinja

Zakonom o veterinarstvu (SLCG 30/2012) zaštita zdravlja životinja sprovodi se radi obezbjeđivanja uzgoja i proizvodnje zdravih životinja, bezbjednih i zdravstveno ispravnih proizvoda životinjskog porijekla i hrane za životinje, zaštite ljudi od zoonoza, zaštite dobrobiti životinja i zaštite životne sredine. Lica koja uzgajaju životinje dužna su da imaju osnovna znanja o zaraznim bolestima životinja i zoonozama, o sprečavanju njihove pojave, prenošenju na ljude i o propisima koji uređuju zaštitu životinja od zaraznih bolesti. Držalac životinje dužan je da čuva zdravlje i dobrobit životinja i zdravlje ljudi od bolesti i infekcija prenosivih između životinja i ljudi i od posljedica prisustva rezidua u hrani životinjskog porijekla i hrani za životinje; da preduzima mjere zaštite zdravlja životinja radi sprečavanja pojave i širenja zaraznih ili parazitskih bolesti životinja i zoonoza; da omogućiti vršenje veterinarskih pregleda i kontrola, uzimanje materijala potrebnog za ispitivanje, kao i sprovođenje drugih propisanih mjera i da u tom postupku pruži odgovarajuću pomoć; da bez odlaganja obavijesti najbližu veterinarsku ambulantu ili službenog veterinara u slučaju sumnje da postoji opasnost po zdravlje životinje i da u određenom roku da neophodne podatke o stanju zdravlja; da omogućiti sprovođenje programa obaveznih mjera zdravstvene zaštite životinja i drugih propisanih mjera; da obezbijedi hranu za životinje kojom se ne mogu prenijeti ili prouzrokovati bolesti; da registruje gazdinstvo, obilježi i registruje životinje u skladu sa zakonom; vodi i čuva na propisani način evidenciju i dokumentaciju. Opšte preventivne mjere zaštite zdravlja životinja koje su dužni da sprovode držaoci životinja obuhvataju: obezbjeđivanje ishrane i napajanja životinja bezbjednom hranom za životinje i vodom; obezbjeđivanje i održavanje biosigurnosnih mjera u objektima za uzgoj životinja i u drugim objektima gdje se životinje drže; obezbjeđivanje higijenskih uslova pri porođaju i muži; sprečavanje unošenja uzročnika zaraznih bolesti u prostorije za uzgoj i držanje životinja; propisno postupanje sa leševima životinja i drugim nusproizvodima, otpadnim vodama i izlučevinama; obezbjeđivanje sprovođenja dezinfekcije, dezinsekcije i deratizacije u objektima i prevoznim sredstvima; obezbjeđivanje vakcinacije i serumizacije (imunoprofilakse) i zaštite lijekovima (hemoprofilakse) i dr. Radi zaštite zdravlja životinja veterinarske organizacije i veterinarska služba sprovode sljedeće mjere: identifikaciju i registraciju životinja, registraciju njihovog kretanja, registraciju gazdinstava, sprečavanje, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje zaraznih i parazitskih bolesti životinja, uključujući i zoonoze; zaštitu životinja od drugih bolesti;

sprečavanje kontaminacije životinja i proizvoda životinjskog porijekla kontaminantima biološkog i hemijskog porijekla; liječenje oboljelih životinja, obavljanje hirurških zahvata na životinjama i druge poslove vezane za zdravstvenu zaštitu životinja; zaštitu dobrobiti životinja; dezinfekciju, dezinsekciju, deratizaciju i radiološku dekontaminaciju; zaštitu životne sredine prilikom upotrebe veterinarskih lijekova, edukaciju u cilju zaštite zdravlja životinja.

Zakonom o identifikaciji i registraciji životinja (SLCG 48/2007 i 73/2010) uređuje se način identifikacije i registracije životinja. Registracija je obavezna za sva gazdinstva na kojima se uzgajaju ili drže životinje. Identifikacija je obavezna za domaće životinje koje se uzgajaju na gazdinstvima, odnosno farmama, kao i za druge životinje. Identifikacija domaćih i drugih životinja vrši se radi poboljšanja kontrole zdravstvenog stanja životinja, suzbijanja i iskorjenjivanja bolesti životinja, poboljšanja kontrole prometa domaćih i drugih životinja, obilježavanja goveđeg mesa i mesa drugih životinja u cilju praćenja lanca ishrane, kontrole uvoza i izvoza, kontrole rezidua i dobrobiti životinja. Identitet domaćih životinja utvrđuje se na osnovu ušnih markica i dokumenata za kretanje (pasoš). Ušne markice se ne smiju skidati i mijenjati bez dozvole Uprave. Nabavku ušnih markica vrši Uprava. Identifikacija goveda vrši se identičnim, dvostrukim ušnim markicama na oba uha, fiksiranjem kroz ušnu školjku. Ušne markice moraju imati jedinstven kod za identifikaciju svakog govečeta pojedinačno kao i gazdinstva na kome je rođeno. Novorođena goveda identifikuju se najkasnije u roku od četiri mjeseca po rođenju ili prije napuštanja gazdinstva. Goveda mlađa od četiri mjeseca zaklana na gazdinstvu i namijenjena za potrebe gazdinstva ne moraju se identifikovati ušnim markicama. Uvezenim govedima koja potiču iz zemalja članica Evropske unije ne mijenjaju se ušne markice i registruju se u registar gazdinstva i Elektronsku bazu podataka u roku od 20 dana od dana veterinarskog pregleda na granici. Uvezena goveda namijenjena klanju ne identifikuju se ušnim markicama ukoliko se direktno transportuju na klanicu i ako se klanje izvrši u roku od 20 dana nakon veterinarskog pregleda na granici. U slučaju gubitka ušne markice ili ako se ušna markica oštetiti ili nije čitljiva, držalac životinja dužan je da, u roku od sedam dana od dana uočavanja gubitka, odnosno oštećenja ušne markice, podnese zahtjev Upravi, radi izdavanja duplikata ušne markice. Držalac goveda je dužan da vodi registar gazdinstva. Registar sadrži: podatke o gazdinstvu, držaocu i govedima na gazdinstvu. Držalac goveda dužan je da dostavi podatke Upravi o svakom kretanju goveda sa i do gazdinstva, kao i rođenje, uginuće, klanje, kupoprodaju, sa datumima kad su se ovi događaji desili, u roku od sedam dana od nastanka događaja, radi unošenja u Elektronsku bazu podataka. Držalac goveda dužan je da sve promjene unosi u registar gazdinstva goveda u roku od tri dana od nastanka promjene. Ukoliko životinja uquine, držalac goveda dužan je vratiti pasoš Upravi u roku od sedam dana od dana uginuća životinja. Identifikacija ovaca i koza namijenjenih za priplod vrši se identičnim, dvostrukim ušnim markicama na oba uha, fiksiranjem kroz ušnu školjku, u roku od šest mjeseci od rođenja, odnosno prije napuštanja gazdinstva. Uvezenim ovcama i kozama iz zemalja članica Evropske unije ne mijenjaju se ušne markice i upisuju se u registar gazdinstva i Elektronsku bazu podataka. Ovce i koze mlađe od 12 mjeseci namijenjene za klanje identifikuju se postavljanjem ušne markice na jedno uho sa identifikacionim brojem gazdinstva. Elektronsku bazu podataka uspostavlja i vodi Uprava. Podaci se mogu koristiti za obilježavanje mesa i proizvoda od mesa. Troškove identifikacije u cjelosti plaća držalac.

Prema **Pravilniku o načinu identifikacije i registracije goveda i vođenju registara i elektronske baze podataka** (58/2007) ušna markica za obilježavanje goveda sastoji se iz dva dijela, "muškog" i "ženskog" (sa ispupčenjem i udubljenjem), ukupne težine najviše 12 grama. Ušna markica je u donjem dijelu pravougaonog oblika, sa izduženim gornjim dijelom. Svako goveće ima svoj broj - alfanumerički kod koji se sastoji od ISO koda ME i osmocifrenog broja. Ušne markice izrađuju se od plastičnog, savitljivog materijala, koji je otporan na temperature od -20 °C do +50 °C, habanje, hidrolizu, UV zračenje, mikroorganizme i ozon. Ušne markice moraju biti postojane žute boje, izrađene od materijala koji ne škodi zdravlju životinje i mogu se reciklirati. Podaci koji su ispisani na ušnoj markici moraju biti otporni na izbleđivanje, grebanje i skidanje rastvaračima. Ušna markica prilikom aplikacije mora lako prodirati kroz ušnu školjku i ne smije razdirati uho i prouzrokovati upalu. Ne smije imati oštre uglove i grubu površinu.

Pravilnikom o načinu vršenja kontrole nad identifikacijom i registracijom goveda (SLCG 4/2015) propisana je kontrola nad identifikacijom i registracijom gazdinstava i goveda. Kontrola se vrši na gazdinstvu od strane veterinarskog inspektora i bez najave.

Prema **Pravilniku o identifikaciji i načinu vođenja registara gazdinstva ovaca i koza i elektronske baze podataka (SLCG33/2014)** ušna markica za identifikaciju ovaca i koza je žute boje, sastoji se iz dva dijela, "muškog" i "ženskog" (sa ispupčenjem i sa udubljenjem), ukupna težina oba dijela ušne markice ne prelazi sedam grama. Ušna markica je u donjem djelu pravougaonog oblika, sa izduženim gornjim dijelom. Ušna markica sadrži oznaku Crne Gore koja se sastoji od dva slova (ME) u skladu sa ISO 3166 standardom i osmocifreni jedinstveni identifikacioni broj. Podaci na ušnoj markici treba da budu ispisani na način da se ne mogu ukloniti tokom čitavog životnog vijeka životinje.

Prema **Pravilniku o identifikaciji i registraciji svinja (SLCG 52/2015)** ušna markica za identifikaciju svinja je žute boje i sastoji se iz dva dijela, "muškog" i "ženskog" (sa ispupčenjem i udubljenjem) u obliku diska, prečnika 25 do 35 mm. Muški dio ima osovinu koja se pruža od centra diska a izrađena je tako da bude provučena kroz uvo i potom se spaja sa otvorom u centralnom ženskom dijelu. Ušna markica je okruglog oblika i sadrži: oznaku Crne Gore koja se sastoji od dva slova (ME) u skladu sa ISO 3166 standardom (visine najmanje 4 mm); osmocifreni jedinstveni identifikacioni broj svinje rođene u Crnoj Gori ili uvezene iz zemalja koje nijesu članice Evropske unije u Crnu Goru. Osmocifreni identifikacioni broj na ušnoj markici se ispisuje laserom, karakterima najmanje visine 5 mm. Ušne markice moraju da budu lake za čitanje tokom čitavog životnog vijeka svinje, otporne na habanje, izrađene tako da se ne mogu ponovo koristiti, izrađene da ostanu trajno pričvršćene i neškodljive za svinje i odštampane sa jednim identifikacionim kodom.

Prema **Pravilniku o identifikaciji i registraciji kopitara (SLCG 38/2018)** identifikacija kopitara vrši se mikročipom. Mikročip treba da ispunjava uslove utvrđene standardom MESTISO 11784 i MEST ISO 11785. Identifikacija kopitara mikročipom vrši se aplikovanjem mikročipa sa lijeve strane, pod kožu, u predjelu srednjeg dijela vrata u regiji vratnog ligamenta (*ligamentum nuchae*) između tjemena glave i grebena. Nakon identifikacije kopitara izdaje se potvrda o izvršenoj identifikaciji. Nakon identifikacije kopitara izdaje se pasoš. Pasoš prati kopitare prilikom njihovog kretanja sa gazdinstva.

Prema **Pravilniku o načinu vođenja registra gazdinstava koka nosilja (SLCG 36/2018)** registar gazdinstava koka nosilja sadrži podatke o: gazdinstvu, registarski broj gazdinstva na kojem se drže koke nosilje, vlasniku gazdinstva, način uzgoja koka nosilja; maksimalni kapacitet objekata na gazdinstvu izražen brojem koka nosilja. Način uzgoja koji se primjenjuje na gazdinstvima označava se sljedećim kodom: 1- alternativni sistem; 2 - baterijski način držanja; 3 - obogaćeni baterijski sistemi. Upisom u registar gazdinstvu se dodjeljuje jedinstveni registracioni broj koji se sastoji se od: broja koji označava način uzgoja, koda Crne Gore – MN i identifikacionog broja koji gazdinstvu dodjeljuje uprava. Upisom gazdinstva omogućava se praćenje sljedivosti jaja koja se stavljaju na tržište i koriste za ishranu ljudi.

Prema **Pravilniku o identifikaciji i registraciji pčelinjih društava (SLCG 53/2015)** identifikacija pčelinjaka vrši se identifikacionom pločicom koja je izrađena od tvrde plastike žute boje, visine najmanje 30 mm i dužine najmanje 60 mm. Identifikaciona pločica pričvršćuje se na svaku košnicu na prednjoj strani uzletišta i sadrži oznaku Ministarstva poljoprivrede i ruralnog razvoja "MPRR", identifikacioni broj košnice koji se sastoji od međunarodnog koda Crne Gore i osmocifrenog broja koji čine: prvih sedam cifara koji predstavljaju numerički broj košnice; i osma cifra koja je kontrolna, a koju automatski dodjeljuje elektronska baza podataka; bar kod jedinstvenog identifikacionog broja košnice. Podaci se ispisuju slovima crne boje, visine do 15 mm latiničnim pismom. Registar gazdinstva pčelinjaka vodi se u elektronskoj formi. Registar sadrži: jedinstveni identifikacioni broj pčelinjaka; ime i prezime, adresu, JMB i broj telefona pčelara; ukupan broj košnica sa identifikacionim brojem svake košnice i tip košnice. Unošenje podataka u registar vrši se na osnovu potvrde o izvršenoj identifikaciji pčelinjih društava i registraciji pčelinjaka. Podaci iz registra upisuju se u elektronsku bazu podataka.

5.1.2. Zarazne bolesti životinja

Zarazne bolesti životinja, prema vrsti uzročnika i mjerama potrebnim za njihovo sprečavanje, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje, Međunarodna organizacija za epizootije (International organisation for epizootie - OIE) klasifikuje u naročito opasne zarazne bolesti, opasne zarazne bolesti i ostale zarazne bolesti. **Naročito opasne zarazne bolesti** su bolesti koje imaju mogućnost *veoma naglog i brzog širenja* bez obzira na državne granice i koje mogu izazvati velike negativne socio-ekonomske posljedice za državu i/ili ugrožavaju opstanak određene životinjske vrste i ugrožavaju međunarodnu trgovinu životinjama i proizvodima životinjskog porijekla. **Opasne zarazne bolesti** su bolesti koje mogu izazvati negativne socio-ekonomske posljedice i/ili negativne posljedice za javno zdravlje u državi, kao i negativne *posljedice u međunarodnoj trgovini* životinjama i proizvodima životinjskog porijekla. Sve bolesti koje se nalaze na listi naročito opasnih, opasnih i ostalih bolesti (OIE) su obavezne za prijavljivanje. Sve ove bolesti su obuhvaćene i našim *Pravilnikom o klasifikaciji zaraznih bolesti životinja, načinu prijavljivanja i odjavljivanja zaraznih bolesti životinja* (SLCG 92/2017).

5.1.2.1. Zoonoze

Bolesti koje se prenose sa životinja na ljude i obrnuto zovu se zoonoze. Od zoonoza koje izazivaju **bakterije** najznačajnije su: antraks, bruceloza, leptospiroza, tularemija, tuberkuloza, salmoneloza, botulizam, crveni vjetar, listerioza, sakagija, kampilobakterioza, lajmska bolest (borelijoza), tetanus, jersinioza, Q groznica, pjegavi tifus, hlamidioza; od zoonoza koje izazivaju virusi najznačajnije su: ptičji grip (aviarna influenza), krpeljski encefalitis, slinavka i šap, bjesnilo, hemoragijska groznica, hepatitis E, oboljenja izazvana rota virusima, astrovirusima, a od zoonoza koje izazivaju **prioni** najznačajnija je transmisivna spongiformna encefalopatija. Od zoonoza koje izazivaju **paraziti** (zooparazitoze) najznačajnije su: toksoplazmoza, balantidioza, malarija, lajšmanioza, fascioloza, ehinokokoza, trihineloz, tenijaze, anisakijaza, difilobotrioza, toksokaroza, kriptosporidioza, sarkocistoza. *Pravilnikom o načinu praćenja zoonoza i uzročnika zoonoza* (SLCG 7/2015) propisuju se vrste i način praćenja zoonoza i uzročnika zoonoza. Praćenje zoonoza vrši se u svim fazama proizvodnje hrane i to: - na nivou primarne proizvodnje; i/ili - u drugim fazama proizvodnje, uključujući hranu i hranu za životinje. *Zoonoze uključene u praćenje su:* bruceloza, kampilobakterioza, listerioza, salmoneloze, trihineloz, ehinokokoza, tuberkuloza uzrokovana *Mycobacterium bovis*, bolesti koje izaziva *Escherichia coli* koja izlučuje verotoksin. Zoonoze i uzročnici zoonoza koji se prate u skladu sa epidemiološkom situacijom su: **virusne zoonoze** (kalicivirus, hepatitis A virus, virusi influence, bjesnilo, virusi koje prenose artropode); **bakterijske zoonoze** (borelijoza, botulizam, leptospiroza, hlamidioza, mikobakterioze - osim tuberkuloze uzrokovane *Mycobacterium bovis*, vibrioza, jersinioza, **parazitske zoonoze** (anisakijaza, kriptosporidioza, cisticerkoza, toksoplazmoza).

5.1.2.1.1. Pravilnik o načinu i mjerama kontrole salmonele kod živine i drugih specifičnih uzročnika zoonoza koji se prenose hranom (SLCG 36/2015)

Kada analize uzoraka pokažu prisustvo *Salmonella enteritidis* ili *Salmonella typhimurium* u roditeljskom jatu preduzimaju se sljedeće mjere: neinkubirana jaja iz jata se uništavaju; neinkubirana jaja mogu se koristiti za ishranu ljudi ako su tretirana na način kojim se garantuje uklanjanje *Salmonella enteritidis* ili *Salmonella typhimurium*; sva živina u jatu, uključujući jednodnevne piliće, treba da bude zaklana, ili neškodljivo uništena kako bi se u najvećoj mogućoj mjeri smanjio rizik od širenja salmonele; ako se priplodna jaja još uvijek nalaze u inkubatorskoj stanici, moraju se neškodljivo uništiti ili obraditi u skladu sa propisima o nusproizvodima životinjskog porijekla. Jaja porijeklom iz jata konzumnih nosilja za koja se sumnja da su zaražena ili jata koja su zaražena serotipovima salmonele koja se prenosi hranom na ljude, mogu se upotrebljavati za ishranu ljudi ako

su obrađena na način kojim se garantuje uništavanje svih serotipova salmonele od značaja za javno zdravlje u skladu sa posebnim propisima. Jaja se ne smiju dostavljati u centre za pakovanje jaja, osim ako veterinarski inspektor smatra da su preduzete odgovarajuće mjere za sprečavanje unakrsne zaraze jaja iz drugih jata. Kod klanja ili uništavanja zaraženih jata moraju se preduzeti potrebne mjere kako bi se u najvećoj mogućoj mjeri smanjio rizik od širenja zoonoza. Uzimanje uzoraka za utvrđivanje prisustva *Salmonella enteritidis*, *Salmonella infantis*, *Salmonella hadar*, *Salmonella typhimurium* i *Salmonella virchow* (značajni serotipovi salmonele), mora obuhvatiti sva roditeljska jata domaćih kokošaka (*Gallus gallus*) sa više od 250 jedinki (uzgojna jata). Subjekat u poslovanju hranom uzima uzorke svake dvije nedjelje radi samokontrole i to: u inkubatorskoj stanici ili na gazdinstvu. Ako se uzorci uzimaju u inkubatorskoj stanici uzorkovanje se vrši rutinski svakih 16 nedjelja; pri svakom uzorkovanju uzima se najmanje jedan uzorak od roditeljskog jata. Uzorkovanje se mora sprovesti na dan izlijevanja kad su dostupni uzorci svih roditeljskih jata. Uzorkovanje na gazdinstvu pri samokontroli sastoji se od uzoraka fecesa u cilju otkrivanja 1% prevalencije unutar jata sa pouzdanošću od 95%, uzimanje brisa fecesa sa nazuvaka za obuću ili uzimanje uzoraka prašine: mogu biti sakupljeni u zbirni uzorak radi analize u najmanje dva zbirna uzorka, ili uzorci se šalju u ovlašćenu laboratoriju, u roku od 24 sata od sakupljanja, a ako se ne pošalju u roku od 24 sata drže se u frižideru, uzorci se mogu transportovati na sobnoj temperaturi, ako nijesu izloženi velikoj temperaturi (iznad 25 °C) i sunčevoj svjetlosti. Detekcija značajnih serotipova salmonele sprovodi se u skladu sa standardom MEST EN/ISO 6579-2003/Amd1:2007. "Mikrobiologija hrane i hrane za životinje - Horizontalna metoda za otkrivanje *Salmonelle spp.* Uzorci u jatima nosilja uzimaju se na zahtjev subjekta u poslovanju hranom i veterinarskog inspektora. Uzorkovanje na zahtjev subjekta u poslovanju hranom sprovodi se najmanje svakih 15 nedjelja, a prvo uzorkovanje se sprovodi pri starosti od 24 +/- 2 nedjelje kod jata nosilja koja se drže na gazdinstvima. Uzorci se uzimaju na način da se obilaskom prostora sakupe reprezentativni uzorci iz svih dijelova objekta za nosilje uključujući djelove na kojima se nalazi prostirka i rešetke, ukoliko su rešetke dovoljno bezbjedne da se po njima može hodati. Sve proizvodne jedinice u jednom gazdinstvu moraju biti obuhvaćene uzorkovanjem. Uzorci od svih jata brojlera uzimaju se na zahtjev vlasnika ili od strane veterinarskog inspektora. Uzimanje uzoraka na zahtjev vlasnika vrši se u roku od tri nedjelje prije slanja brojlera na klanje. Za jata tovnih pilića u slobodnom uzgoju, uzorci se sakupljaju isključivo unutar objekta. Ako se ne utvrdi prisustvo bakterija *Salmonella enteritidis* i *Salmonella typhimurium*, a utvrdi se prisustvo antimikrobne supstance ili inhibitorski efekat na rast bakterija, smatra se da je infekcija salmonelom potvrđena.

5.1.2.1.2. Pravilnik o načinu praćenja listerioze (zoonoze) u hrani životinjskog porijekla (SLCG 55/2015)

Ovim pravilnikom je propisan način praćenja listerioze i otkrivanje prisustva bakterije *Listeria monocytogenes* u gotovoj hrani životinjskog porijekla. Praćenje listerije i otkrivanje prisustva bakterije *Listeria monocytogenes* u gotovoj hrani životinjskog porijekla vrši se sistematskim, kontinuiranim uzimanjem uzoraka, slučajnim odabirom uzoraka iz objekata za promet na malo. Uzorkovanje sprovodi organ uprave nadležan za poslove veterine (Uprava). Praćenje i otkrivanje prisustva bakterije *Listeria monocytogenes* sprovodi se na sljedećim vrstama gotove hrane životinjskog porijekla: hladno ili toplo dimljenoj ili mariniranoj ribi; mekim ili polutvrđim sirevima - osim svježih sireva i upakovanim, termički obrađenim proizvodima od mesa. Praćenje i otkrivanje prisustva bakterije *Listeria monocytogenes* u hrani životinjskog porijekla, vrši se prema šemi uzorkovanja, a broj uzoraka utvrđuje se proporcionalno broju stanovnika u Crnoj Gori. Ispitivanje prisustva bakterije *Listeria monocytogenes* vrši se u skladu sa MEST EN ISO 11290-1:2009. Mikrobiologija hrane i hrane za životinje - Horizontalna metoda za detekciju i brojanje *Listeria monocytogenes*.

5.1.3. Mjere borbe protiv zaraznih i parazitskih bolesti

Programom obaveznih mjera zdravstvene zaštite životinja utvrđuju se preventivne mjere radi praćenja, sprečavanja pojave, otkrivanja, suzbijanja i iskorjenjivanja zaraznih i parazitskih bolesti, način njihovog sprovođenja, subjekti koji će ih sprovoditi, način kontrole, način izvješćivanja i dr. Za izvršavanje Programa mjera odgovoran je organ uprave nadležan za poslove veterinarstva i veterinarske organizacije koje obavljaju poslove od javnog interesa. Radi praćenja, sprečavanja pojave, otkrivanja, suzbijanja i iskorjenjivanja zaraznih i parazitskih bolesti sprovode se obavezne mjere zdravstvene zaštite životinja, a to su: praćenje epizootiološke situacije i dijagnostika zaraznih i parazitskih bolesti (tuberkuloza goveda, enzootska leukoza goveda, bruceloza goveda, ovaca i koza, bolesti pčela, avijarna influenza, plavi jezik, bolest kvrgave kože goveda, bovina spongiformna encefalopatija – BSE, bolesti riba i školjki, parazitske bolesti – zoonoze, klasična kuga svinja, bjesnilo, antraks, atipična kuga živine); identifikacija i registracija životinja; monitoring salmonele. U slučaju sumnje na naročito opasne zarazne bolesti, sumnja se obavezno i bez odlaganja prijavljuje nadležnom službenom veterinaru. Veterinar je dužan da izvrši klinički pregled životinje, uzme detaljnu anamnezu, podatke o porijeklu i kretanju životinje, naloži držaocu da sprovede propisane mjere i da naložene mjere upiše u evidenciju koja se vodi na gazdinstvu i preduzme neophodne mjere radi potvrđivanja ili isključivanja sumnje na bolest, odnosno utvrđivanja uzroka uginuća životinje i sprečavanja širenja bolesti.

5.1.3.1. Posebne preventivne mjere za zaštitu životinja od zaraznih bolesti

Radi zaštite zdravlja životinja sprovode se posebne preventivne mjere: dijagnostička i druga ispitivanja; utvrđivanje uzroka oboljenja i uginuća; sprovođenje epizootiološkog ispitivanja; usmrćivanje u dijagnostičke svrhe; usmrćivanje u preventivne svrhe; usmrćivanje zaraženih i na zarazu sumnjivih životinja (*stamping-out* postupak); imunoprofilaksa; laboratorijsko ispitivanje hrane za životinje; dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija; zoohigijenske mjere na mjestima gdje se životinje drže i/ili uzgajaju; kontrola životinja i proizvoda životinjskog porijekla u proizvodnji i prometu; kontrola objekata za uzgoj i smještaj životinja; kontrola uslova za prevoz životinja, proizvoda životinjskog porijekla, hrane za životinje i nusproizvoda; kontrola objekata za klanje životinja, obradu, preradu, skladištenje i promet proizvoda životinjskog porijekla, sakupljanje i uništavanje nusproizvoda; kontrola bezbjednosti hrane za životinje u proizvodnji, prometu i upotrebi; edukacija držalaca životinja i drugih lica.

5.1.3.2. Postupci kod postojanja sumnje na zaraznu bolest životinja

Sumnja na zaraznu ili parazitsku bolest postoji ako se među životinjama istog stada pojave uzastopno dva i više slučajeva oboljenja ili uginuća sa istim ili sličnim znacima, kada nastupi naglo uginuće životinja bez vidljivog uzroka ili tok laboratorijskog ispitivanja, klinička slika bolesti ili epizootiološke okolnosti opravdavaju postavljanje sumnje na zaraznu ili parazitsku bolest. Kada se pojavi zarazna bolest životinja ili se sumnja da je životinja oboljela ili uginula od zarazne bolesti držalac životinje dužan je da odmah obavijesti najbližu veterinarsku ambulantu ili službenog veterinara, da odvoji zdrave od životinja za koje se sumnja da su oboljele, da ne dozvoli ulazak neovlašćenih lica na gazdinstvo, da ne izvodi životinje van gazdinstva, da sačuva uginulu životinju do dolaska veterinara, da omogući klinički pregled, uzimanje materijala za dijagnostičko ispitivanje, uključujući usmrćivanje, odnosno klanje životinja, kao i sprovođenje epizootiološkog ispitivanja i dr. Smatra se da je zarazna bolest prestala kada od ozdravljenja, uginuća, klanja ili usmrćivanja posljednje oboljele životinje istekne najduži inkubacioni period za tu zaraznu bolest. Kupovinu ili prodaju životinja može da vrši samo lice koje je registrovano i koje ima odobrenje za obavljanje prometa i veterinarski kontrolni broj. Zabranjeno je stavljati u promet hranu životinjskog porijekla namijenjenu za javnu potrošnju koja sadrži rezidue u količinama većim od dozvoljenih. Životinje namijenjene

klanju mogu se otpremati u klanicu samo ako ih prati dokumentacija da nijesu bile tretirane zabranjenim supstancama i ako je nakon liječenja protekao propisani period karence. Dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija vrše se radi sprečavanja i suzbijanja zaraznih i parazitskih bolesti životinja i zoonoza, zaštite zdravstvene bezbjednosti proizvoda životinjskog porijekla i hrane za životinje, kao i zaštite životne sredine od kontaminacije patogenim mikroorganizmima i parazitima. Sredstva za dezinfekciju, dezinsekciju i deratizaciju mogu se koristiti samo na način kojim se ne kontaminira životna sredina. Dezinfekciju, dezinsekciju i deratizaciju obavljaju veterinarske organizacije. Prevoznik je dužan da obezbijedi da se prevozno sredstvo kojim se otprema pošiljka životinja, proizvodi životinjskog porijekla nakon istovara očisti i dezinfikuje (*Zakon o veterinarstvu SLCG 30/2012*).

5.1.4. *Naročito opasne zarazne bolesti životinja*

Prema listi OIE i Pravilniku o klasifikaciji zaraznih bolesti životinja (SLCG 92/2017), naročito opasne zarazne bolesti su: bolest plavog jezika (*Bluetongue*), slinavka i šap (*Foot and mouth disease*), groznica doline Rifta (*Rift Valley Fever*), kuga goveda (*Rinderpest, Cattle plague*), vezikularni stomatitis (*Vesicular stomatitis*), zarazna pleuropneumonija goveda (*Contagious bovine pleuropneumonia*), bolest kvrgave kože (*Lumpy skin disease*), kuga malih preživara (*Peste des petits ruminants*), boginje ovaca i koza (*Sheep pox and goat pox*), kuga konja (*African horse sickness*), afrička kuga svinja (*African swine fever*), klasična kuga svinja (*Classical swine fever*), vezikularna bolest svinja (*Swine vesicular disease*), visoko patogena avijarna influenza ptica i niskopatogena avijarna influenza živine (*Highly pathogenic avian influenza and low pathogenic avian influenza in poultry*), atipična kuga živine (*Newcastle disease*) i bjesnilo (*Rabies*).

5.1.4.1. *Bolest plavog jezika - Blue tongue (Kataralna groznica ovaca, Catarrhal fever of sheep)*

Bolest plavog jezika je zarazna bolest ovaca, a obolijevaju i goveda i koze, divlji papkari – jeleni, bivoli, antilope, losovi, kamile. Uzročnik bolesti je virus iz familije *Reoviridae*, rod *Orbivirus*. To je dvolančani RNK virus bez peplosa, kapsid je ikozaedralne građe (građen je od dvadeset trouglastih strana). Dijametra je 70-80 nm. Identifikovana su 24 različita serotipa. Ova bolest nije zoonoza. Ispoljava se edemom usana i jezika, uz pojavu erozija i ulceracija na sluzokoži usta i nosa. Bolest je prvi put registrovana u Južnoj Africi, ali se proširila i na druge kontinente. Utvrđena je i kod nas. Ozbiljnost bolesti varira zavisno od vrste životinja, a simptomi su najteži kod ovaca što rezultira uginućem, gubitkom težine i poremećajem rasta vune. Kod visoko osjetljivih ovaca, morbiditet može biti i do 100%. Smrtnost je u prosjeku od 2-30%, ali može biti i do 70%. Bolest se uglavnom javlja sporadično i sezonski. Izvori zaraze su najčešće oboljele ovce, zatim goveda i koze. U prenošenju zaraze glavnu ulogu imaju komarci iz roda *Culicoides* u kojima se virus umnožava. Geografske i klimatske prilike (visina, vlaga, toplota) igraju važnu ulogu u razmnožavanju insekata, a samim tim i na pojavu ove bolesti. Virus može da se prenosi kroz placentu na fetus. Virus se umnožava prvo u endotelu krvnih i limfnih sudova gdje uzrokuje edem, a zatim nekrozu usljed prestanka cirkulacije. Inkubacija traje 2–7 dana (najduže do 40 dana). U akutnom toku bolesti prvi simptom je povišena temperatura (41 do 42 °C) koja traje oko 7 dana. Javlja se hiperemija usne i nosne sluzokože sa pojačanim lučenjem pljuvačke i iscjetkom iz nosa. Na usnama, jeziku i podviličnoj regiji javlja se edem. Edem jezika može biti jako izražen, da skoro cijelom prednjom trećinom viri iz usta, a boja je tamno plave (ime bolesti: *blue* - plav, *tongue* – jezik, slika 8.).



Slika 8. Bolest plavog jezika kod ovce

<https://www.gov.ls/nation-warned-of-recent-animal-disease/>

Mogu se javiti promjene na papcima koji postaju topli i bolni, a kruna papaka zacrvenjena. Zbog toga se životinja slabo kreće ili leži. Zavisno od rase životinje i virulencije virusa, dolazi do ozdravljenja ili naglog uginuća. Kod goveda se bolest javlja sa blažim simptomima. Specifična terapija ne postoji. Pojačana ishrana i njega uz nespecifičnu terapiju za podizanje opšte otpornosti djeluju pozitivno na ishod bolesti. Dijagnostičke metode su metode za izolaciju virusa, imunoenzimski - Elisa test i PCR test. Za ispitivanje se uzimaju uzorci krvi i seruma od febrilnih životinja, u što kraćem vremenu od početka infekcije. Uzorcima krvi se dodaje antikoagulans – heparin ili EDTA (etilen diamin tetraacetat). Od uginulih životinja se dostavlja slezina, koštana srž, limfni čvorovi, jetra, krv iz srca. Uzeti uzorci se ne zamrzavaju, već se transportuju na 4 °C. U cilju izolacije virusa vrši se inokulacija krvi ili seruma u embrionirana kokošja jaja stara 10-12 dana ili inokulacija ćelijske kulture. Inokulacija ovaca se rijetko radi iz razloga dobrobiti. U cilju imunizovanja ovaca mogu se primijeniti atenuirane vakcine. Ovce se vakcinišu 4 nedjelje prije pojave insekata. Gravidne ovce se ne vakcinišu zbog mogućih pojava nakaza. Dostupne su žive atenuirane i umrtvljene vakcine. Žive atenuirane vakcine ne treba koristiti tokom sezone komaraca vektora *Culicoides*, jer ovi insekti mogu prenijeti vakcinalni virus sa vakcinisanih na nevakcinisane životinje, kao i na druge vrste preživara. Rekombinantne vakcine su u razvoju, ali još nisu odobrene. **Pravilnikom o mjerama za sprečavanje pojave, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje zarazne bolesti plavog jezika (SLCG 3/2015)** propisuju se mjere za sprečavanje, otkrivanje, suzbijanje i iskorenjivanje bolesti plavog jezika, kao i veličina zaraženog i ugroženog područja. Sumnja na bolest plavog jezika se postavlja kada se javi bilo koji klinički simptom bolesti plavog jezika kod prijemčivih životinja, uz postojanje epizootioloških podataka koji ukazuju na mogućnost da se bolest plavog jezika pojavila. Kada se na gazdinstvu nalazi jedna ili više životinja za koju se sumnja da je zaražena virusom plavog jezika, na tom gazdinstvu službeni veterinar preduzima neophodne mjere radi potvrđivanja prisustva bolesti. Redovno posjećuje gazdinstvo i sprovodi detaljni klinički pregled životinja, patoanatomski pregled uginulih životinja, kao i sumnjivih životinja i po potrebi dostavlja uzorke za laboratorijska ispitivanja radi potvrde bolesti; naređuje zabranu kretanja prijemčivih životinja, zatvaranje prijemčivih životinja u objekte u periodu aktivnosti vektora, naređuje tretiranje životinja, objekata i okoline u kojima one borave, kao i prevoznih sredstava kojima se vrši prevoz životinja odobrenim insekticidom. Naređuje uklanjanje leševa životinja na propisan način. Ukoliko se potvrdi bolest plavog jezika, službeni veterinar naređuje klanje životinja po potrebi - radi sprečavanja širenja epizootije, ili usmrćivanje životinja sa izraženim kliničkim simptomima; neškodljivo uklanjanje leševa uginulih i usmrćenih životinja; vakcinaciju. Epizootiološkim ispitivanjem prikupljaju se podaci o: vremenskom periodu u kojem je bolest plavog jezika mogla da bude prisutna na gazdinstvu; mogućem izvoru bolesti plavog jezika na gazdinstvu, prisutnosti i rasprostranjenosti vektora, kretanju životinja, načinu uklanjanja leševa sa gazdinstva. Nakon službenog potvrđivanja bolesti plavog jezika na gazdinstvu, određuje se zaraženo i ugroženo područje.

5.1.4.2. Plućna zaraza goveda (*Pleuropneumonia contagiosa bovis*)

To je teško respiratorno oboljenje goveda, bivola i bufala, koje se karakteriše visokom temperaturom, otežanim disanjem, kašljem, nosnim iscjetkom, padom imuniteta, zapaljenjem pluća, promjenama na urogenitalnom traktu, očima, vimenu, zglobovima, abortusom, gubitkom apetita, mršavljenjem i uginućem. Javlja se u Africi -u zemljama Sub-Sahare. U Evropi je posljednji slučaj registrovan u Portugaliji 1999. godine. Uzročnik oboljenja je *Mycoplasma mycoides subsp. mycoides*. Mikoplazme nemaju ćelijski zid i zbog toga su pleomorfne i otporne na antibiotike betalaktamske grupe, kao što je penicilin. Za rast zahtijevaju posebne medijume bogate holesterolom – dodaje se konjski serum. *Mycoplasma mycoides subsp. mycoides* ne opstaje dugo u okruženju i za njeno prenošenje je potreban bliski kontakt. Međutim, pod povoljnim atmosferskim uslovima vlažnosti vazduha i vjetra, agens se aerosolom može prenijeti na veće udaljenosti. Temperatura od 56 °C je deaktivira za 60 minuta i temperatura od 60 °C za dva minuta. Inaktivira je kiselina i bazna sredina. Inaktivira je većina uobičajenih dezinficijenasa. Osjetljiva je na 1% natrijum hipohlorit, 70% etanol, jodoform, glutraldehid i persirćetnu kiselinu. Inaktivira je živin hlorid (0,01% za jedan minut), fenol (1% za tri minuta) i rastvor formaldehida (0,5% za 30 sekundi). Van domaćina u tropskim područjima preživljava do tri dana, a u umjerenim zonama do dvije sedmice. Može preživjeti više od 10 godina u zamrznutom stanju. Životinje se inficiraju udisanjem kapljica u kojima se nalazi uzročnik. Najznačajniji izvor zaraze su oboljele životinje. Uzročnici se iz oboljele životinje izlučuju u spoljašnju sredinu i preko mlijeka, urina, genitalnog i bronhijalnog sekreta itd. Glavni problemi u suzbijanju bolesti su česta pojava subakutnih ili subkliničkih infekcija, prisustvo hroničnih kliconoša koji ostaju nakon kliničke faze bolesti i nedostatak kompletne vakcine. Nije zoonoza. Inkubacioni period traje od 3 nedelje do 6 mjeseci. Bolest se može ispoljiti u perakutnom, akutnom, subakutnom i hroničnom obliku. U većini zemalja kontrola bolesti se bazira na ranom otkrivanju bolesti, kontroli kretanja životinja i ubijanju oboljelih životinja. Ove mjere su uspješno iskorijenile bolest u Sjevernoj Americi i Evropi. U Africi se kontrola bazira i na vakcinaciji. Nadzor bolesti inspekcijom u klanicama je vrlo efikasna metoda otkrivanja klinički oboljelih životinja. Dijagnostika se vrši izolacijom uzročnika i lančanom reakcijom polimeraze (PCR). Rast mikoplazme na hranljivim podlogama traje do 7 dana, nakon čega se razvijaju kolonije, prečnika 1 mm, koje liče na pržena jaja na oko. Uzorci za laboratorijsku dijagnostiku od živih životinja su brisevi nosa, uzorci bronho-alveolarnog ispirka, pleuralna tečnost dobijena punkcijom, krv i serum. Uzorci koji se uzimaju na obdukciji uginulih životinja su lezije pluća, limfni čvorovi, pleuralna tečnost i sinovijalna tečnost od životinja sa artritismom. Uzorci se šalju ohlađeni, ali se mogu i zamrznuti, ako transport u laboratoriju traje duže. Liječenje bolesnih životinja antibioticima dovodi do pojave naizgled zdravih životinja koje prenose bolest, tako da se liječenje ne sprovodi.

5.1.4.3. Kuga konja (*Pestis equorum*)

Kuga konja ima još jedan naziv - "*afrička kuga konja*", jer je karakteristična za predio Južne Afrike. To je akutno (rjeđe subakutno) virusno oboljenje konja koje se manifestuje nakupljanjem serozne tečnosti u šupljinama organizma, kao i edemima tkiva i pluća. Mogu da obole mazge i magarci. Stopa mortaliteta kod konja je 70-95%, mazgi oko 50%, a magaraca oko 10%. Osim blage groznice, infekcija kod zebre i afričkih magaraca je subklinička, a viremija kod zebre može trajati do 40 dana. Uzročnik bolesti je virus svrstan u rod *Orbivirus* i familiju *Reoviridae*. To je dvolančani RNK virus bez peplosa, kapsid je ikozaedarne građe (građen je od dvadeset strana oblika trougla). Postoji 9 antigenski različitih serotipova ovog virusa. Virus je relativno toplotno stabilan, posebno u prisustvu proteina. Nakon zagrijavanja u citratnoj plazmi na 55–75 °C tokom 10 minuta je i dalje infektivan. Infektivnost je izuzetno stabilna na 4 °C, posebno u prisustvu stabilizatora kao što su serum i natrijum oksalat, karbolna kiselina i glicerol. Može se čuvati više od 6 mjeseci na 4 °C u fiziološkom rastvoru sa dodatkom 10% seruma. Prilično je labilan između –20 °C i –30 °C. Preživljava pH 6,0–12,0. Lako se inaktivira ispod pH 6,0. Optimalni pH je 7,0 do 8,5. Inaktivira ga propiolakton (0,4%). Otporan je

na rastvarače masti. Inaktivira ga 2% sirćetna kiselina i 3% natrijum hipohlorit. Proces truljenja leša ne utiče na uništavanje virusa. Krv koja je zahvaćena procesima truljenja može ostati infektivna više od dvije godine, dok se u mesu u stanju *rigor mortis* brzo uništava, zbog niskog pH. Vakcinalni sojevi dobro preživljavaju u liofilizovanom stanju na 4 °C. Uobičajeni domaćini virusa su kopitari: konji, mazge, magarci i zebre. Krv, unutrašnji organi, sjeme, urin i skoro svi sekreti tokom viremije sadrže virus. Antitijela su nađena i kod kamila, afričkih slonova, crnih i bijelih nosoroga, ali se smatra da njihova uloga u epidemiologiji nije značajna. Glavni prenosioci ovog virusa su komarci iz roda *Culicoides*. Mortalitet zavisi od virulencije virusa i može biti i 90%. Akutni respiratorni oblik se odlikuje relativno kratkim vremenom inkubacije (3-5 dana) i praćen je edemom pluća i nakupljanjem tečnosti u perikardu. Prateći simptom je i temperatura 40-40.5 °C, otežano disanje, kašalj i karakteristična dilatacija nozdrva. Životinje rijetko prežive, uginjavaju usljed anoksije. Srčani oblik bolesti je subakutnog toka, sa inkubacijom 1-2 nedjelje. Karakterističan znak su otoci na kopcima, licu i grudnom košu. Javlja se žuti, želatinozni infiltrat u potkožnom tkivu. Životinje uginjavaju tokom prve nedjelje od pojave prvih simptoma bolesti, sa smrtnošću oko 50%. Ukoliko se bolest pojavi, inficirane životinje je potrebno odmah neškodljivo ukloniti, a neinficirane vakcinisati i poštediti ih fizičkog rada najmanje 2-3 nedjelje. Prebolijevanjem životinje stiču imunitet samo prema tipu virusa koji je izazvao oboljenje. Bolest se sprečava uništavanjem komaraca prenosioca bolesti. U cilju dijagnostike se vrši izolacija virusa i serološke metode – Elisa test, test neutralizacije virusa, kao i molekularna metoda Real-time PCR test (RT-PCR test). Uzorci za izolaciju virusa su nezgrušana puna krv u ranoj febrilnoj fazi i ohlađena na 4 °C, uzorci slezine, pluća i limfni čvorovi od svježe uginulih životinja koji se stavljaju u odgovarajuće transportne medijume i šalju na temperature od 4 °C u laboratoriju. Uzorci se ne smiju zamrzavati. *Pravilnikom o mjerama za sprečavanje, otkrivanje i suzbijanje kuge konja (SLCG 56/17)* propisane su mjere za sprečavanje, otkrivanje, suzbijanje i iskorenjivanje kuge konja. U slučaju sumnje, službeni veterinar stavlja gazdinstvo pod službeni nadzor, sprovodi epizootiološko ispitivanje i naređuje sprovođenje sljedećih mjera: popis svih vrsta kopitara na gazdinstvu, sumnjivih, oboljelih ili uginulih; zatvaranje kopitara u objekte odnosno boksove ili izdvojene na izolovanom mjestu u objektu koje je zaštićeno od vektora; tretiranje objekata i okoline u kojima borave kopitari odgovarajućim insekticidom; zabranu kretanja kopitara, uklanjanje leševa kopitara na propisan način; Ako je na gazdinstvu potvrđena kuga konja, službeni veterinar, pored pomenutih mjera, sprovodi epizootiološko ispitivanje i naređuje sprovođenje sljedećih mjera: usmrćivanje svih kopitara koji su zaraženi ili pokazuju kliničke simptome kuge konja na zaraženom gazdinstvu, radi sprečavanja širenja epizootije, neškodljivo uklanjanje uginulih i usmrćenih životinja, vakcinaciju. Vakcinacija se vrši živim atenuiranim vakcinama, monovalentnim ili polivalentnim. Službeni veterinar naređuje sprovođenje ovih mjera i na drugim gazdinstvima u poluprečniku od 20 km od zaraženog gazdinstva.

5.1.4.4. Bolest kvrgave kože goveda - Lumpy skin disease

Uzročnik bolesti kvrgave kože goveda je virus iz familije *Poxviridae*, rod *Capripoxvirus*. To je dvolančani DNK virus koji nema peplos, jajolikog je oblika, dužine 300-400 nm. Relativno je otporan na spoljašnje uticaje. Ubija ga temperatura od 55 °C za 2h i temperatura od 65 °C za 30 minuta. Može se izolovati iz kožnih čvorova čuvanih na -80 °C 10 godina. Osjetljiv na alkalnu i kiselu sredinu. Osjetljiv je na etar (20%), hloroform, formalin (1%) i neke deterdžente kao što je natrijum dodecil sulfat. Osjetljiv je na fenol (2% 15 minuta), natrijum hipohlorit (2-3%), jedinjenja joda (1:33 razrjeđenje), kvarterna jedinjenja amonijuma (0,5%). Ovaj virus je izuzetno stabilan, preživljava dugi period na sobnoj temperaturi, posebno u osušenim krastama. Vrlo je otporan na inaktivaciju, preživljava u nekrotčnim čvorićima kože do 33 dana, isušanim krastama do 35 dana i najmanje 18 dana u koži sušenoj na vazduhu. Može opstati tokom dugog perioda u okruženju. Virus je osjetljiv na sunčevu svjetlost i deterdžente koji sadrže lipidne rastvarače, ali u mračnim uslovima okoline može opstati više mjeseci. Ovu virusnu bolest goveda i vodenih bufala prenose najčešće komarci, muve pecare i krpelji, zbog čega se bolest i

javlja u toplijim mjesecima. Međutim, postoji mogućnost prenošenja virusa i putem zaraženih predmeta, pribora i opreme, vode za napajanje, hrane za životinje. Bolest se ne prenosi na ljude ni na druge domaće životinje. Bolest se javlja endemijski u većini afričkih zemalja. Od 2012. bolest se proširila na Bliski istok, jugoistočnu Evropu, Balkan, Kavkaz, Rusiju i Kazahstan. Inkubacija bolesti je 4-14 dana, a može i do 28 dana. Bolest karakteriše povećana tjelesna temperatura preko 41 °C, gubitak apetita, mršavljenje, smanjenje proizvodnje mlijeka, abortusi, zapaljenje sluzokože očiju i usta, slinjenje i pojava lako vidljivih čvorova po koži veličine 2 do 5 cm kojih može biti i više desetina (slika 9.). Kožni čvorovi se razvijaju posebno na glavi, vratu, ekstremitetima, vimenu, genitalijama, perineumu u roku od 48 sati od početka febrilne reakcije. Ovi čvorovi su zaobljeni, čvrsti, okrugli i podignuti, a zahvataju kožu, potkožno tkivo, a ponekad čak i mišiće ispod njih. Veliki čvorovi mogu postati nekrotizovani i na kraju fibrotični i potrajati nekoliko mjeseci. Ožiljci na mjestu čvorova mogu ostati trajno. Vezikule, erozije i čirevi se mogu razviti u sluzokoži usta i digestivnog trakta, kao i u dušniku i plućima. Oporavak od teške infekcije je spor zbog mršavosti, sekundarnog zapaljenja pluća, mastitisa i nekrotičnih kožnih čepova koje napadaju muve. Dijagnostika se najčešće vrši PCR metodom iz čvorova i krasta na koži, pljuvačke, nosnog sekreta i krvi. Bolest izaziva velike ekonomske gubitke koji su uslovljeni uginućem i neškodljivim uklanjanjem oboljelih goveda, zabranom kretanja goveda i prometa proizvoda porijeklom od goveda. Morbiditet varira između 10 i 20%, a mortalitet od 1 do 5%. Čvorići i kraste na koži kore sadrže relativno velike količine virusa. Virus se iz ovog materijala može izolovati do 35 dana, a vjerovatno i duže. Virus se takođe može izolovati iz krvi, pljuvačke, očnog i nazalnog iscjetka i sjemenja.



Slika 9. Bolest kvrgave kože goveda

<https://theguardian.com/lumpy-skin-disease-affects-haryana-at-large-scale/>

U zemljama u kojima se bolest pojavi sprovode se: striktni karantin (zatvaranje prijemčivih životinja) u cilju sprečavanja unošenja infekta u zdravo stado, izolacija i zabrana kretanja životinja, ubijanje svih bolesnih i zaraženih životinja, neškodljivo uklanjanje leševa (spaljivanje), čišćenje i dezinfekcija predmeta i objekata, kontrola vektora u objektima za držanje životinja. Može se sprovoditi vakcinacija živom atenuiranim vakcinom. Bolest se ne liječi - oboljela grla se neškodljivo uklanjaju.

5.1.4.5. Bjesnilo (*Rabies*)

Bjesnilo je akutna zarazna bolest svih toplokrvnih životinja i čovjeka. Bolest se ispoljava uglavnom simptomima na centralnom nervnom sistemu i završava smrću. Uzročnik bolesti je virus iz familije *Rhabdoviridae*, rod *Lyssavirus*. To je jednolančani RNK virus sa peplosom, cilindričnog oblika, prečnika 75 nm i dužine 180 nm. Genom je građen od jednolančane negativne RNK. Izvori bjesnila su uglavnom divlje životinje uključujući i ptice. Od divljih životinja, lisica je u Evropi najznačajniji izvor zaraze. Od divljih životinja do čovjeka bjesnilo se najčešće prenosi preko psa i mačke. Zato se

mora sprovoditi redovna vakcinacija pasa i mačaka. Inficiranje čovjeka u skoro 100% slučajeva nastaje ujedom oboljele životinje. Inkubacija kod bjesnila nije kraća od 10 dana, u prosjeku traje 14 - 50 dana. Međutim, može da traje i nekoliko mjeseci do par godina. Inkubacija kod bjesnila nije kraća od 10 dana, a kod životinja ona u prosjeku iznosi od 14 do 50 dana. Međutim, može biti i duža, od nekoliko mjeseci do par godina. U klasičnom obliku klinička slika bjesnila se manifestuje u 3 stadijuma: Prvi stadijum (nekarakteristični simptomi): apatija ili strah, nemir, neposlušnost, svrab na mjestu ujeda bijesne životinje, zavlacenje u tamnijim djelovima prostorije, midrijaza, pojačana salivacija. Ovaj stadijum traje najčešće 1-3 dana. U drugom, ekscitacionom stadijumu životinja luta, ujeda, agresivna je čak i prema vlasniku. Appetit je izmijenjen (životinja guta strane predmete), a glas promukao. Ovaj stadijum najčešće traje dva dana, a praćen je obilnom salivacijom, zbog otežanog gutanja - usljed pareze farinksa. U trećem, paralitičnom stadijumu životinja leži, javlja se paraliza donje vilice, jezika i očiju. Ubrzo dolazi do paralize ekstremiteta i nemogućnosti stajanja. Kod tzv. tihog bjesnila je prisutan samo treći – paralitični stadijum. Ovaj stadijum traje oko tri dana, poslije čega nastaje smrt. *Pravilnikom o mjerama za sprečavanje pojave, utvrđivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje bjesnila kod životinja (SLCG 53/2011)* propisane su mjere za sprečavanje, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje bjesnila kod životinja. Radi sprečavanja pojave bjesnila kod domaćih životinja preduzimaju se sljedeće mjere: popis i identifikacija životinja; vakcinacija pasa i mačaka starijih od tri mjeseca i revakcinacija pasa i mačaka godišnje inaktivisanom vakcinom protiv bjesnila. Ako veterinar posumnja da je životinja oboljela od bjesnila, dužan je, bez odlaganja da: izda držaocu pisano uputstvo o izolaciji životinje; u slučaju da životinja uginu, odmah dostavi glavu ili cijeli leš životinje na laboratorijsko ispitivanje. Psi i mačke koji povrijede ljude, a ne pokazuju kliničke znake bjesnila, moraju se staviti pod kontrolu koja traje 10 dana od dana nanošenja povrede. U periodu stavljanja pod kontrolu, moraju se obaviti klinički pregledi životinja i to: prvog, petog i desetog dana. Životinja se smatra oboljelom od bjesnila kada se utvrdi prisustvo virusa bjesnila. Kad se utvrdi bjesnilo i dok traje opasnost od bjesnila, u zaraženom i ugroženom području preduzimaju se: zatvaranje i izolacija životinja za koje se sumnja da su oboljele od bjesnila; zatvaranje i izolacija pasa i mačaka mladih od tri mjeseca; držanje pasa na povodcu i s korpom za pse i mačaka pod kontrolom, u bezbjedno ograđenom prostoru; vakcinacija nevakcinisanih pasa i mačaka, a po potrebi i drugih prijemčivih životinja; eutanazija pasa i mačaka lualica; eutanazija životinja za koje se sumnja da su bijesne, eutanazija životinja koje je ugrizla bijesna životinja, zabrana prometa pasa i mačaka; dezinfekcija prostora u kojima se nalazi životinja oboljela od bjesnila ili na bjesnilo sumnjiva životinja i pribora koji je bio u dodiru s takvom životinjom; zabrana iznošenja životinjskih proizvoda i predmeta kojima se bjesnilo može prenijeti iz žarišta. Smatra se da je bjesnilo prestalo ako je od poslednjeg slučaja bjesnila proteklo tri mjeseca. U cilju sprečavanja pojave, suzbijanja i iskorenjivanja bjesnila kod lisica i drugih divljih životinja, sprovodi se oralna vakcinacija lisica i drugih divljih životinja i monitoring tih životinja kao i druge mjere u skladu sa Zakonom o veterinarstvu.

5.1.4.6. Vezikularna bolest svinja (*Swine vesicular disease*)

Vezikularna bolest svinja je zarazna bolest domaćih i divljih svinja uzrokovana RNK virusom iz roda *Enterovirus*, familija *Picornaviridae*. To je jednolančani RNK virus bez peplosa, dijametra oko 30 nm. Genom virusa je jednolančana pozitivna RNK (Sekvence pozitivne virusne RNK (5'- 3') mogu direktno biti prevedene u virusni protein - jer one direktno kodiraju sintezu virusnih proteina. Ona ima ulogu informacione RNK (iRNK) - istog je smisla kao iRNK. S druge strane, negativna (3'- 5') virusna RNK se mora prevesti u pozitivnu RNK, kako bi došlo do translacije, odnosno sinteze proteina. Da bi mogla da kodira sintezu proteina, negativna RNK se, dakle, mora prepisati u pozitivnu RNK, koja će imati ulogu iRNK). Bolest se očituje opštim infektivnim sindromom i stvaranjem vezikula na rilu, ustima, kruni papaka i međupapčanom tkivu. Simptomi su vrlo slični simptomima slinavke i šapa. Vezikularna bolest svinja može se ispoljiti u subkliničkom ili kliničkom obliku (sa blagim ili teškim simptomima) u zavisnosti od soja virusa, starosti zaraženih svinja, puta infekcije,

doze infekcije i uslova uzgoja u kojima se svinje drže. Prvi znak bolesti može biti iznenadna pojava hromosti kod nekoliko životinja u grupi u bliskom kontaktu i prolazna groznica do 41 °C. Vezikule se zatim razvijaju na koronarnom rubu papaka, rjeđe se javljaju na njušci, usnama, jeziku i papilama, a plitke erozije se mogu javiti i na koljenima. Na tvrdim površinama, životinje šepaju, stoje povijenih leđa ili odbijaju da se kreću čak i zbog hrane. Klinički znaci su teži u vlažnim ili nehygienskim uslovima, u odnosu na držanje na travi ili dubokoj slami - gdje mogu ispoljiti blage znakove bolesti, ili znaci nisu uočljivi. Utvrđena je pojava nervnih simptoma, koji nisu specifični. Mlade životinje obično ispoljavaju teže simptome bolesti. Morbiditet može dostići 100%, ali obično nema smrtnih slučajeva. Oporavak od bolesti obično traje 2-3 sedmice. Bolest je iskorijenjena u velikom broju zemalja, ali je još uvijek prisutna u južnoj Italiji, Americi i Aziji. Virus se širi preko lezija na koži i sluznici, kontaminiranom hranom, vodom, inhalacijom, kontaminiranom opremom, direktnim kontaktom sa zaraženim svinjama i njihovim izlučevinama, nusproizvodima zaraženih svinja. Virus se u najvećem broju izlučuje iz sadržaja afta. Puknute vezikule (epitel i tečnost) su izvor virusa u visokom titru. Feces je glavni izvor širenja virusa unutar kontaminiranih vozila ili prostorija. Najčešći način prenošenja je preko subklinički zaraženih životinja. Prilikom transporta velikog broja svinja često dolazi do pojave malih lezija (oštećenja), koje predstavljaju ulazno mjesto za ovaj virus. Unošenje prijemljivih svinja u kontaminirano okruženje će takođe rezultirati izbijanjem ove bolesti. Termički neobrađene pomije kojima se hrane svinje takođe mogu biti jedan od načina da zaraženo meso izazove bolest. Zaražene svinje mogu izlučivati virus iz nosa, usta i fecesom 48h prije pojave kliničkih znakova. Izlučivanje virusa iz nosa i usta obično prestaje u roku od dvije sedmice, a fecesom nakon tri mjeseca. Sva tkiva sadrže virus tokom perioda viremije. Inkubacija najčešće traje od 2 do 7, a može biti i znatno duža, i do 28 dana. U akutnom obliku, tokom stvaranja vezikula, temperatura raste do 41-41,5 °C i traje 1-2 dana. Virus vezikularne bolesti svinja preživljava temperature hlađenja i smrzavanja. Inaktivira ga temperatura od 56 °C za 1h. Stabilan je u opsegu pH 2,5–12,0. U prisustvu organske materije, inaktivira ga 1% natrijum hidroksid u kombinaciji sa deterdžentom. Ukoliko nisu prisutne veće količine organske materije, dezinficijensi, kao što su oksidanti, jodofori, kiseline, u kombinaciji sa deterdžentima mogu se koristiti u dezinfekciji. Virus je otporan na procese fermentacije i dimljenja. Može preživjeti u šunkama 180 dana, sušenim kobasicama preko jednu godinu, a u prerađenim crijevima više od dvije godine. Virus ne inaktivira pH tokom *rigor mortis*. *Pravilnikom o mjerama za sprečavanje, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje vezikularne bolesti svinja (SLCG 34/17)* propisane su mjere za sprečavanje, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje vezikularne bolesti svinja i metode za njenu dijagnostiku. Kada se na gazdinstvu nalazi jedna ili više svinja sumnjivih da su zaražene virusom vezikularne bolesti svinja, službeni veterinar bez odlaganja preduzima neophodne mjere: popis svih svinja na gazdinstvu, oboljelih, uginulih ili sumnjivih da su zaražene ili bi mogle biti zaražene virusom vezikularne bolesti svinja; ograničavanje kretanja svinja na gazdinstvu, na način da svinje moraju biti zadržane u svojim boksovima ili izdvojene na izolovanom mjestu u objektu; zabranu kretanja lica sa i na gazdinstvo, bez odobrenja službenog veterinara; zabranu kretanja vozila sa i na gazdinstvo; serološko potvrđivanje pojave vezikularne bolesti. Ako je vezikularna bolest svinja službeno potvrđena na gazdinstvu, službeni veterinar, pored pomenutih mjera naređuje sprovođenje sljedećih mjera: usmrćivanje svih svinja na zaraženom gazdinstvu, bez odlaganja, na način kojim se sprečava širenje bolesti; neškodljivo uklanjanje leševa uginulih i usmrćenih životinja; obradu materija i otpadaka koji su mogli biti kontaminirani, kao što je hrana za životinje, stelja, stajsko đubrivo, na način kojim se obezbjeđuje uništavanje uzročnika bolesti; čišćenje i dezinfekciju objekata u kojima su svinje držane, vozila kojima je vršen prevoz, opreme, stelje i stajskog đubriva, nakon neškodljivog uklanjanja životinja; pronalaženje i neškodljivo uklanjanje mesa porijeklom od svinja koje su zaklane na gazdinstvu prije sprovođenja mjera. Ako je vezikularna bolest svinja službeno potvrđena u klanici, službeni veterinar sprovodi epizootiološko ispitivanje i naređuje sprovođenje sljedećih mjera: klanje svih svinja u klanici bez odlaganja; neškodljivo uklanjanje trupova i unutrašnjih organa zaraženih i kontaminiranih svinja, pod nadzorom službenog veterinara na način kojim se sprečava širenja virusa vezikularne bolesti svinja; čišćenje i dezinfekciju objekata, opreme i prevoznih sredstava pod nadzorom službenog veterinara; zabranu

uvođenja svinja dok ne protekne najmanje 24h od završenog čišćenja i dezinfekcije. Nakon službenog potvrđivanja vezikularne bolesti svinja na gazdinstvu, određuje se zaraženo područje u krugu poluprečnika od najmanje 3 km oko mjesta žarišta, koje je dio ugroženog područja i obuhvata krug poluprečnika najmanje 10 km oko mjesta žarišta. Ponovno naseljavanje svinja na zaraženo gazdinstvo vrši se najmanje 28 dana od završnog čišćenja i dezinfekcije gazdinstva. *Pravilnikom za sprečavanje, otkrivanje i suzbijanje određenih bolesti životinja (SLCG 33/2017)* propisuju se mjere za sprečavanje, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje određenih bolesti životinja. Određene bolesti su: kuga goveda, kuga malih preživara, vezikularna bolest svinja, epizootska hemoragijska bolest jelena, boginje ovaca i koza, vezikularni stomatitis i groznica doline Rifta. Kada se na gazdinstvu nalazi jedna ili više životinja sumnjivih da su zaražene ili kontaminirane jednom od ovih bolesti, preduzimaju se mjere radi potvrđivanja ili isključivanja prisustva određenih bolesti i uzimaju uzorci potrebni za laboratorijsko ispitivanje. Ako sumnja na prisustvo jedne od određenih bolesti nije isključena, službeni veterinar stavlja gazdinstvo pod službeni nadzor, sprovodi epizootiološko ispitivanje i naređuje sljedeće mjere: popis svih životinja na gazdinstvu, koje su prijemčive na određene bolesti, odnosno za koje se sumnja da su zaražene ili bi mogle biti zaražene ili kontaminirane, uključujući novorođene i uginule u periodu dok traje sumnja; ograničavanje kretanja životinja prijemčivih na određene bolesti na gazdinstvu na način da su životinje zadržane u boksovima ili izdvojene na izolovanom mjestu u objektu koje je zaštićeno od vektora; zabranu kretanja lica sa i na gazdinstvo, bez odobrenja službenog veterinara; zabranu kretanja vozila sa i na gazdinstvo, bez odobrenja službenog veterinara; zabranu iznošenja i unošenja sa i na gazdinstvo i drugih životinja, kao i sprovođenje odgovarajućih mjera dezinfekcije i dezinsekcije; zabranu iznošenja uginulih životinja sa gazdinstva, osim uz odobrenje službenog veterinara; zabranu iznošenja mesa, hrane za životinje, fecesa, stelje, stajskog đubriva otpadaka i opreme kojom se može prenijeti određena bolest, bez odobrenja službenog veterinara; postavljanje dezinfekcionih barijera na ulazu i izlazu iz objekata, usmrćivanje svih životinja prijemčivih vrsta na zaraženom gazdinstvu, bez odlaganja, i na način da se tokom prevoza ili usmrćivanja izbjegne rizik od širenja uzročnika bolesti; neškodljivo uklanjanje uginulih i usmrćenih životinja; obradu svih materija i otpadaka koji su mogli biti kontaminirani, kao što je hrana za životinje, stelja, stajsko đubrivo, na način kojim se obezbjeđuje uništavanje uzročnika bolesti ili vektora uzročnika bolesti; čišćenje i dezinfekciju objekata u kojima su životinje držane, vozila kojima je vršen prevoz, opreme, stelje i stajskog đubriva, nakon neškodljivog uklanjanja životinja. Ponovno naseljavanje životinja na gazdinstvo vrši se nakon sprovedenog čišćenja i dezinfekcije gazdinstva uz odobrenje službenog veterinara. Najduži period inkubacije kod kuge goveda je 21 dan, kuge malih preživara 21 dan; epizootske hemoragijske bolesti jelena 40 dana, boginje ovaca i koza 21 dan, vezikularnog stomatitisa 21 dan, groznice doline Rifta 30 dana. Može se vršiti vakcinacija.

5.1.4.7. Slinavka i šap (Foot and mouth disease)

Slinavka i šap je akutna, veoma kontagiozna bolest papkara, a može da oboli i čovjek (zoonoza). Manifestuje se aftoznim promjenama na sluzokoži usta, koži vimena i između papaka, kao i na kruni papaka. Uzročnik bolesti je virus iz familije *Picornaviridae* i roda *Aphtovirus* (RNK virus). To je jednolančani RNK virus bez peplosa, kapsid je ikozaedralne građe. Genom čini jednolančana pozitivna RNK. Virus je dijametra 27-30 nm. Postoji sedam imunološki različitih serotipova virusa: A, O, C, SAT1, SAT2, SAT3 i Asia 1, koji ne daju unakrsni imunitet. Greške koje se dešavaju tokom replikacije RNK dovode do stvaranja novih varijanti virusa. Virus preživljava temperature hlađenja i smrzavanja. Otporan je na djelovanje jodoform, jedinjenja kvaternog amonijuma i fenol, posebno u prisustvu organskih materija. Preživljava u limfnim čvorovima i koštanoj srži pri neutralnom pH, ali se uništava u mišićima pri pH <6,0 - odnosno nakon faze mrtvačke ukočenosti. Preživljava u smrznutoj koštanoj srži ili limfnim čvorovima. Opstaje u mlijeku i mliječnim proizvodima tokom uobičajene pasterizacije, ali se inaktivira visokom pasterizacijom. Preživljava sušenje, ali može trajati danima i sedmicama u organskoj materiji na vlažnim i niskim temperaturama. Može izdržati

u kontaminiranoj stočnoj hrani i okolini do jedan mjesec, zavisno od temperature i pH uslova. Na obući i odjeći ljudi živi i do 100 dana. Inaktivira ga temperatura iznad 50 °C. Zagrijavanje na 70 °C u sredini komada mesa u trajanju od najmanje 30 minuta inaktivira virus. Virus se brzo inaktivira na pH <6,0 ili >9,0. Inaktivira ga 2% rastvor natrijum hidroksida, 4% rastvor natrijum karbonata, 0,2% limunska kiselina, 2% sirćetna kiselina, 3% natrijum hipohlorit, 1% kalijum peroksimonosulfat, 1% natrijum hlorid i 1% hlor dioksidom. Izvori infekcije su prije svega oboljele životinje i kontaminirana hrana i voda. Slinavka i šap je jedna od nazaraznijih bolesti životinja, sa značajnim ekonomskim gubicima. Stopa smrtnosti je niska kod odraslih životinja, ali je često visoka kod mladih životinja - zbog miokarditisa. Smrtnost može biti i preko 70%. Goveda su obično glavni domaćini, s tim što su se neki sojevi posebno prilagodili na domaće svinje, odnosno ovce i koze. Divlje životinje, osim afričkih bivola (*Syncerus caffer*) u Africi, do sada nisu pokazale da su rezervoari virusa slinavke i šapa. Svi domaći papkari su osjetljivi - goveda, svinje, ovce, koze, kao i bivoli. Svi divlji papkari su takođe osjetljivi, kao što su jeleni, antilope, divlje svinje, žirafe, kamile. Afrički bivoli su jedine vrste divljih životinja koje igraju značajnu ulogu u epidemiologiji slinavke i šapa. Sojevi virusa slinavke i šapa koji inficiraju goveda su izolovani iz divljih svinja i jelena. Pacovi, miševi, zamorci mogu se zaraziti eksperimentalno. Prenosi se direktnim kontaktom između zaraženih i prijemljivih životinja, direktnim kontaktom prijemljivih životinja sa kontaminiranim predmetima (ruke, obuća, odjeća, vozila itd.), konzumacijom kontaminiranih termički netretiranih proizvoda od mesa, konzumacijom kontaminiranog mlijeka (od strane teladi), vještačkom oplodnjom kontaminiranim sjemenom, udisanjem infektivnih aerosola, putem vazduha, (do 60 km kopnom i 300 km morem). Izvori virusa su životinje u inkubaciji i klinički oboljele životinje, aerosol, pljuvačka, izmet, urin, mlijeko, sperma (do 4 dana prije kliničkih znakova), meso i nusproizvodi kod kojih je pH iznad 6,0. Životinje koje se oporave izlučuju virus do 6 mjeseci, ali u manjem procentu i do 3 godine. Domaći bivoli, ovce i koze obično ne nose virus duže od nekoliko mjeseci. Afrički bivoli su glavni domaćini za održavanje SAT serotipova virusa i mogu biti rezervoar virusa najmanje 5 godina. Ozbiljnost kliničkih simptoma varira u zavisnosti od soja virusa, doze izloženosti, starosti, rase i stepena imuniteta životinje. Simptomi mogu varirati od blagih ili neprimjetnih do teških. Morbiditet može biti blizu 100%. Kod goveda se javlja povišena tjelesna temperatura, gubitak apetita, drhtavica, smanjenje proizvodnje mlijeka, slinjenje, hromost, pojava vezikula (afti) na sluznici usne duplje i nosa, između papaka, na koronarnom rubu. Nakon 24h dolazi do pucanja vezikula, pri čemu se stvaraju erozije. Vezikule se mogu pojaviti i na mliječnim žlijezdama. Do oporavka obično dolazi za 8-15 dana. Može doći do komplikacija, kao što su erozije jezika, superinfekcija lezija, deformacija papaka, mastitis i trajni gubitak mliječnosti, miokarditis, abortus, trajni gubitak tjelesne mase. Mlade životinje uginjavaju zbog miokarditisa. Kod ovaca i koza se takođe javlja povišena tjelesna temperatura. Šepavost i oralne lezije su često blaze. Javlja se prestanak mliječnosti. Kod svinja se takođe javlja povišena tjelesna temperatura, vezikule na koronarnom rubu papaka, lezije na papcima, hromost, vezikule na njušci, usnoj duplji, nozdrvama, vimenu, međupapčanom prostoru, lezije na jeziku. Često je visoka smrtnost prasadi. Na srcu prasadi se javljaju sive ili žute pruge zbog degeneracije i nekroze miokarda (tzv. „tigrovo srce“). U cilju laboratorijske dijagnostike rade se metode kao što su: izolacija virusa, metoda fiksacije komplementa, Elisa test, PCR test. Preventivne sanitarne mjere su: granična kontrola i nadzor kretanja životinja, karantinske mjere, ubijanje i neškodljivo uklanjanje zaraženih, oporavljenih i prijemljivih životinja koje su bile u kontaktu sa oboljelim od slinavke i šapa, čišćenje i dezinfekcija prostorija i uklanjanje svih zaraženih materijala, kao što su alati, vozila i odjeća, neškodljivo uklanjanje kontaminiranih nusproizvoda. Takođe se koriste inaktivirane vaccine. One obezbjeđuju imunitet u trajanju od 6 mjeseci nakon dvije početne vakcinacije u razmaku od mjesec dana. Najčešće se koriste multivalentne vaccine koje obezbjeđuju široku antigensku pokrivenost protiv dominantnih sojeva koji cirkulišu. Žive atenuirane vaccine nisu prihvatljive zbog opasnosti od vraćanja virulencije virusa, ali i zbog toga da ne ometaju dijagnostiku zaraženih životinja. *Pravilnikom o mjerama za sprečavanje pojave, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje bolesti slinavka i šap (SLCG 38/2015)* propisane su mjere za sprečavanje, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje slinavke i šapa, kao i veličina zaraženog i ugroženog područja. Vrijeme inkubacije

za goveda i svinje je 14 dana, za ovce, koze i druge prijemčive vrste životinja 21 dan. Kada se na gazdinstvu nalazi jedna ili više životinja za koju se sumnja da je zaražena virusom slinavke i šapa, na tom gazdinstvu službeni veterinar preduzima neophodne mjere radi potvrđivanja ili isključivanja bolesti, a naročito uzimanje odgovarajućeg broja uzoraka za laboratorijsko ispitivanje potrebno za potvrđivanje bolesti. Službeni veterinar nakon prijave sumnje, bez odlaganja stavlja pod službeni nadzor gazdinstvo za koje postoji sumnja na prisustvo bolesti slinavke i šapa, sprovodi epizootiološko ispitivanje i sljedeće mjere: popis prijemčivih životinja, popis svih zaliha mlijeka, proizvoda od mlijeka, mesa, proizvoda od mesa, leševa, krzna i koža, vune, sjemeni, embriona, jajnih ćelija, stajnjaka, đubriva, hrane za životinje i prostirke, na gazdinstvu koji se redovno ažurira; zabranu ulaska ili izlaska sa i na gazdinstva bilo koje prijemčive vrste životinja; zabranu ulaska ili izlaska lica sa i na gazdinstva; dezinfekciju objekata i postavljanje dezinfekcionih barijera na ulazu i izlazu iz objekta u kom se drže prijemčive vrste životinja i na ulazu i izlazu sa gazdinstva; sprovođenje biosigurnosnih mjera, radi smanjivanja opasnosti od širenja virusa slinavke i šapa za sva lica koja ulaze ili izlaze sa gazdinstva; dezinfekciju prevoznih sredstva prije izlaska sa gazdinstva; uzimanje odgovarajućih uzoraka za laboratorijsko ispitivanje; zabrana premještanja sa ili na gazdinstvo na kojem postoji sumnja na prisustvo slinavke i šapa, a naročito: premještanje sa gazdinstva leševa, mesa, proizvoda od mesa, mlijeka ili proizvoda od mlijeka, stajnjaka i dr. Ukoliko se potvrdi bolest slinavke i šapa na gazdinstvu, službeni veterinar, pored pomenutih mjera sprovodi epizootiološko ispitivanje i naređuje sprovođenje sljedećih mjera: usmrćivanje svih prijemčivih vrsta životinja na licu mjesta, neškodljivo uklanjanje leševa životinja, izolaciju svih proizvoda i materijala dok se ne utvrdi da nijesu kontaminirani ili nijesu obrađeni ili prerađeni na način kojim je sigurno uništen virus slinavke i šapa, pod nadzorom službenog veterinara; čišćenje i dezinfekciju svih objekata koji su korišćeni za smještaj prijemčivih vrsta životinja, kao i drugih objekata i opreme koji su mogli biti kontaminirani; dezinfekciju prostora u kojima žive ljudi. Kada se potvrdi prvo izbijanje slinavke i šapa, vrši se hitna vakcinacija na području najmanje ugroženog područja.

5.1.4.8. Groznica doline Rifa (*Rift valley fever*)

To je virusno oboljenje, koje izaziva virus svrstan u rod *Phlebovirus*, familiju *Phenuiviridae*, red *Bunyavirales*. To je sferični RNK virus sa peplosom, dijametra 80-120 nm. Genom virusa je jednolančana negativna RNK. Od ove bolesti mogu da obole goveda, glodari, divlji preživari, ljudi (zoonoza). Bolest prenose komarci iz rodova *Aedes*, *Anopheles*, *Culex* i dr. Bolest se manifestuje opštom slabošću, dijarejom, visokom temperaturom, pobačajima, uginućem. Kod ljudi bolest se manifestuje slično gripu. Virus može ostati aktivan u serumu nekoliko mjeseci na 4 °C ili 120 minuta na 56 °C. Preživljava u aerosolu na 23 °C i pri vlažnosti vazduha 50-85% vlažnosti. Može preživjeti u 0,5% rastvoru fenola na 4 °C 6 mjeseci. Otporan je u alkalnoj sredini, a inaktivira ga pH manji od 6,8. Inaktiviraju ga rastvarači masti (etar, hloroform, natrijum deoksiholat), formalin, rastvori natrijum ili kalcijum hipohlorita (pri čemu rezidualni hlor treba da prelazi 5000 ppm). Virus se održava u jajima vektora - komaraca u periodima između epidemija. Groznica doline Rifa je vektorska bolest ovaca, goveda i koza; osjetljivost različitih rasa značajno varira. Bolest se obično javlja u vidu epizootija, nakon jakih kiša i dugotrajnih poplava (kada dolazi do eksplozivnog izlivanja jaja komaraca koja sadrže virus), a karakterišu je visok procenat pobačaja i smrtnosti novorođenčadi, prvenstveno kod ovaca, koza i goveda. Prijemljivi su takođe i divlji preživari, bivoli, antilope, gnu itd. Ljudi su vrlo prijemljivi (zoonoza). Virus konstantno cirkuliše u endemskim područjima između divljih preživara i hematofagnih insekata - komaraca. Simptomi kod njih obično nisu vidljivi. Glavni izvor virusa za domaće životinje su divlje životinje i vektori. Do infekcije ljudi može doći direktnim kontaktom sa zaraženom životinjom, preko iscjetka iz nosa, krvi, zaraženog mesa, aerosolom, konzumacijom sirovog mlijeka. Bolest je endemična u tropskim regijama istočne i južne Afrike. Period inkubacije varira od 1 do 6 dana, a kod jagnjadi 12-36h. Stepenn mortaliteta kod ovaca i teladi je 20–70%. Simptomi su groznica (40–41 °C), slabost, depresija, krvava ili smrdljiva dijareja, ikterus, stopa abortusa može dostići 85% u stadu. Kod ljudi se javljaju simptomi slični

gripu, groznica (37,8–40 °C), glavobolja, bol u mišićima, slabost, mučnina, fotofobija. Do oporavka dolazi za 4-7 dana. Komplikacije koje se mogu javiti su: retinopatija, sljepoća, meningoencefalitis, krvarenja, žutica, smrt, nekroza jetre. Uzorci za laboratorijsku dijagnostiku su krv, plazma, serum, uzorci tkiva jetre, slezine, bubrega, limfnih čvorova, srca, mozga uginulih životinja ili pobačeni fetusi. U laboratoriji se vrši izolacija virusa, serološke metode, PCR reakcija. Ne postoji specifična terapija za ovu bolest. Mjere za sprečavanje bolesti su kontrola kretanja životinja, kontrola u klanicama, higijena i kontrola vektora, dezinsekcija, dreniranje vode, vakcinacija. Ukoliko se bolest pojavi, vrši se ubijanje i neškodljivo uklanjanje bolesnih životinja, vakcinacija.

5.1.4.9. Klasična kuga svinja (*Classical swine fever*)

Svinjska kuga je akutna (rjeđe perakutna ili hronična) zaraza, koja se prirodno javlja samo kod svinja svih uzrasta. Uzročnik bolesti je virus iz familije *Flaviviridae*, rod *Pestivirus*. To je sferični jednolančani RNK virus sa peplosom, dijametra oko 50 nm. Genom virusa je pozitivna linearna RNK. Virus ostaje aktivan u fecesu oko 10 dana. Bolest se ispoljava visokom temperaturom (41-41,5 °C), nekrotičnim zapaljenjem sluzokože digestivnog trakta i krupoznim zapaljenjem pluća. Svinjska kuga je vrlo kontagiozna zaraza svinja sa visokim procentom morbiditeta i letaliteta. Inficiranje nastaje uglavnom peroralnim putem (hrana, voda), kao i direktnim ili indirektnim kontaktom. Virus svinjske kuge osjetljiv je na etar, hlороform, β-propiolakton (0,4%). Inaktiviraju ga dezinficijensi na bazi hlора, kresol (5%), natrijum hidroksid (2%), formalin (1%), natrijum karbonat (4% sa 0,1% deterdženta), jonski i nejonski deterdženti i jaki jodofori (1%) u fosfornoj kiselini. Ne opstaje dugo u okolini. Osjetljiv je na sušenje i ultraljubičasto zračenje. Dobro preživljava u štalama tokom hladnih uslova (do 4 nedelje zimi). Preživljava 3 dana na 50 °C i 7-15 dana na 37 °C. Opstaje u mesu tokom sušenja, soljenja i dimljenja od 17 do >180 dana u zavisnosti od tehnološkog procesa. Virus opstaje 3-4 dana u organima koji se raspadaju i 15 dana u razgrađenoj krvi i koštanoj srži. Akutni oblik je preovlađujući kod mlađih životinja, a subakutni i hronični kod starijih životinja. Svinje i divlje svinje jedini su prirodni rezervoar virusa klasične svinjske kuge. Prenosi se uglavnom oralnim i oronazalnim putem, direktnim ili indirektnim kontaktom, direktan kontakt između životinja (izlučevine, sperma, krv), posjetioci farme, farne, veterinari, trgovci svinjama, indirektni kontakt preko prostorija, oruđa, vozila, odjeće, instrumenata i igle, vazduhom, nedovoljno kuvanim otpacima hrane kojom se hrane svinje. transplacentalna infekcija dovodi do abnormalnosti ploda. Izvor virusa su krv, sekret i izlučevine (oronazalni i suzni iscjedak, urin, izmet i sperma) i tkiva bolesnih ili mrtvih životinja, uključujući meso. Kongenitalno zaražena prasadi su perzistentno viremična i mogu izlučivati virus 6–12 mjeseci prije smrti. Putevi infekcije su: putem hrane i vode, preko konjunktiva, preko povreda na koži, preko genitalnog trakta, vještačkim osjemenjavanjem, perkutano, preko krvi. Bolest se javlja u velikom dijelu Azije, Centralne i Južne Amerike, te dijelovima Evrope i Afrike. Period inkubacije je 2-14 dana. Akutni oblik karakteriše groznica (41 °C), anoreksija, letargija, teška leukopenija, multifokalna hiperemija i/ili hemoragijske lezije kože, konjunktivitis, uvećani, otečeni limfni čvorovi, cijanoza kože posebno ekstremiteta (uši, udovi, rep, njuška), prolazna konstipacija praćena dijarejom, povraćanje (povremeno), dispneja, kašalj, ataksija, pareza i konvulzije, svinje se skupljaju. Smrt nastupa 5-25 dana nakon početka bolesti. Smrtnost mladih svinja može se približiti 100%. Hronični oblik izazivaju manje virulentni sojevi i kod svinja kod kojih je stado djelimično imunizovano. Javlja se povišena tjelesna temperatura, dijareja koja traje do mjesec dana, zastoj u rastu, vidljivi oporavak sa mogućim recidivom i smrću u roku od oko 3 mjeseca. Ishod kongenitalnog oblika bolesti zavisi od virulencije soja i faze graviditeta. Dolazi do smrti ploda, njegove, resorpcije, mumifikacije, abortusa, rađanja mrtvih prasadi, slabog rasta u periodu od nekoliko sedmica ili mjeseci koji dovode do smrti. Limfni čvorovi su uvećani i hemoragični, javljaju se tačkasta krvarenja, posebno na koži, limfnim čvorovima, grkljanu, mokraćnoj bešici, bubrezima, rektumu. Može se razviti teški tonzilitis sa nekrotizovanim žarištima. Karakteristična je pojava multifokalnog infarkta ruba slezine. Dolazi do zapaljenja i krvarenja u plućima. Uzorci za laboratorijsku dijagnostiku su krv, krajnici, limfni čvorovi (faringealni, mezenterijalni), slezina, bubrezi, distalni dio ileuma, koji se ohlađeni transportuju. Metode dijagnostike su RT-PCR –lančana reakcija polimeraze reverzne

transkripcije (RT-PCR), izolacija virusa u ćelijskoj kulturi, detekcija virusa imunofluorescencijom, Elisa test. Antitijela se razvijaju u trećoj nedjelji bolesti, a ostaju do kraja života. Liječenje nije moguće i ne sprovodi se. Inficirane svinje se ubijaju i leševi neškodljivo uklanjaju. Važna je efikasna komunikacija između veterinarskih državnih organa, veterinaru i farmera, efikasan sistem prijavljivanja bolesti, stroga uvozna politika za žive svinje, spermu svinja i svježe i sušeno svinjsko meso, karantin svinja prije prijema u stado, efikasna sterilizacija (ili zabrana) upotrebe otpadaka hrane za ishranu svinja, efikasna kontrola kafilerija, kontrola priplodnih krmača i nerastova, efikasan sistem identifikacije i registracije svinja, efikasne higijenske mjere koje sprečavaju kontakt domaćih svinja sa divljim svinjama. Vakcinacija se sprovodi oslabljenim živim sojevima virusa. Kada se epidemija pojavi, potrebno je izvršiti ubijanje svih svinja na pogođenim farmama, bezbjedno odlaganje leševa, prostirke, temeljnu dezinfekciju, određivanje zaražene zone, kontrolu kretanja svinja, detaljno epidemiološko ispitivanje sa praćenjem mogućih izvora i širenja infekcije, kontrola zaražene zone i okoline. *Pravilnikom o mjerama za sprečavanje, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje klasične kuge svinja (SLCG 18/2014)* propisuju se mjere za sprečavanje, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje klasične kuge svinja. Ovaj pravilnik primjenjuje se i na divlje svinje. Kada se na gazdinstvu nalazi jedna ili više svinja sumnjivih da su zaražene virusom klasične kuge svinja, bez odlaganja se preduzimaju neophodne mjere radi potvrđivanja ili isključivanja bolesti. Ako sumnja na prisustvo klasične kuge svinja nije isključena, veterinar bez odlaganja stavlja gazdinstvo pod službeni nadzor, sprovodi epizootiološko ispitivanje i naređuje sljedeće mjere: popis svih svinja na gazdinstvu, kontrolu sprovođenja vakcinacije protiv klasične kuge svinja, ograničavanje kretanja svinja, sprovođenje deratizacije i dezinfekcije; zabranu iznošenja leševa sa gazdinstva, osim uz odobrenje službenog veterinara; zabranu iznošenja mesa i drugih proizvoda od svinja, sjemenja, jajnih ćelija i embriona svinja, hrane za životinje, otpadaka i opreme, kojom se može širiti virus klasične kuge svinja, bez odobrenje službenog veterinara; zabranu kretanja lica sa i na gazdinstvo, bez odobrenja službenog veterinara; zabranu kretanja vozila sa i na gazdinstvo, bez odobrenja službenog veterinara; postavljanje dezinfekcionih barijera na ulazu i izlazu iz objekata u kojima se drže svinje i na ulazu i izlazu sa gazdinstva; sprovođenje biosigurnosnih mjera radi smanjivanja opasnosti od širenja virusa klasične kuge svinja, za lica koja ulaze ili izlaze sa gazdinstva; dezinfekciju transportnih sredstava prije izlaska sa gazdinstva. Ako je kuga svinja službeno potvrđena na gazdinstvu, službeni veterinar naređuje sprovođenje sljedećih mjera: usmrćivanje svih svinja na zaraženom gazdinstvu; uzimanje dovoljnog broja uzoraka od usmrćenih svinja kako bi se utvrdio način unošenja virusa klasične kuge svinja na gazdinstvo i odredilo koliko je dugo bolest mogla biti prisutna na gazdinstvu prije službene prijave; neškodljivo uklanjanje leševa uginulih i usmrćenih svinja; pronalaženje i neškodljivo uklanjanje, sirovina i nusproizvoda porijeklom od svinja koje su zaklane u periodu između vjerovatnog unosa virusa klasične kuge svinja na gazdinstvo i početka sprovođenja naredenih mjera; obradu svih materija i otpadaka koji su mogli biti kontaminirani, kao što je hrana za životinje, na način kojim se obezbijuje uništavanje virusa klasične kuge svinja; uništavanje svih materijala koji se koriste za jednokratnu upotrebu koji su mogli biti kontaminirani, a posebno onih koji se koriste pri klanju; čišćenje i dezinfekciju objekata u kojima su svinje držane, vozila kojima je vršen prevoz, opreme, stelje i stajnjaka. Nakon službenog potvrđivanja klasične kuge svinja na gazdinstvu, određuje se zaraženo područje u krugu poluprečnika od najmanje 3 km oko mjesta žarišta, koje je dio ugroženog područja i obuhvata krug poluprečnika najmanje 10 km oko mjesta žarišta. Na gazdinstvu koje se smatra sumnjivim na klasičnu kugu vrše se klinička i patološka ispitivanja na svinjama, epizootiološko ispitivanje i serološka ispitivanja. Glavni klinički i patološki znaci koje treba razmotriti su: visoka tjelesna temperatura sa povećanim morbiditetom i mortalitetom; visoka tjelesna temperatura sa hemoragičnim sindromom; visoka tjelesna temperatura sa neurološkim simptomima; visoka tjelesna temperatura nepoznatog porijekla kod koje liječenje antibioticima nije dovelo do poboljšanja zdravstvenog stanja; pobačaji i učestali reproduktivni problemi u posljednja tri mjeseca; urođeno drhtanje prasadi (kongenitalni tremor); hronično bolesne životinje; zaostalost u razvoju mladih životinja (kržljivost); petehijalna i ehimozna krvarenja, posebno na limfnim čvorovima, bubrezima, slezini, mokraćnoj bešici i grkljanu; infarkti

ili hematomi, naročito na slezini; butoni na debelom crijevu u hroničnim slučajevima, naročito u blizini ileocekalnog zaliska.

5.1.4.10. Afrička kuga svinja (*African swine fever*)

Afrička kuga svinja je virusno veoma kontagiozno oboljenje svinja svih starosnih dobi, koje protiče u vidu hemoragične groznice. Najčešće se javlja u akutnoj formi praćenoj mortalitetom 100%. Afrička kuga svinja nije zoonoza. Bolest je enzootski prisutna u podsaharskoj Africi, italijanskom ostrvu Sardiniji, Kavkazu i istočnoj Evropi. Uzročnik afričke kuge svinja je jedinstveni dvolančani DNK virus (arbovirus,) koji se može prenijeti artropodama. Ima spoljašnji omotač - peplos, replikuje se u citoplazmi ćelije. Svrstan je u rod *Asfivirus* i familiju *Asfarviridae*. Dijametar virusa je 175–215 nm. Stabilan je u širokom rasponu temperature i pH vrijednosti duže vrijeme, kao i na razna dezinfekciona sredstva. Veoma je otporan na niske temperature. Inaktivira ga temperatura 56 °C u trajanju 70 minuta 60 °C u trajanju od 20 minuta. Po drugim izvorima, na temperaturi od 70 °C se inaktivira za 30 minuta. Inaktivira ga pH <3,9 ili >11,5 u medijumu bez dodatka krvnog seruma. Krvni serum povećava otpornost virusa, npr. pri pH 13,4 otpornost virusa traje do 21h bez seruma, a 7 dana sa serumom. Virus je osjetljiv na etar i hloroform. Inaktivira ga 8/1000 rastvor natrijum hidroksida (30 minuta), hipohloriti sa 2,3% hlora (30 minuta), 3/1000 rastvor formalina (30 minuta), 3% rastvor orto-fenilfenola (30 minuta) i jedinjenja joda. Ostaje održiv dugo vremena u krvi, fecesu i tkivima, posebno u zaraženim, nekuvanim ili nedovoljno pečenim svinjskim proizvodima. Infektivan je najmanje 11 dana u fecesu i 15 nedelja u rashlađenom mesu. Može dugo da se održi i u smrznutom mesu. Može se razmnožavati u vektorima (*Ornithodoros* sp.). Virus se izlučuje iz organizma putem pljuvačke, suza, nosnog sekreta, urina, fecesa i iscjetka iz genitalnog trakta. Veoma veliku količinu virusa sadrži krv oboljele svinje. Virus se širi direktnim kontaktom, zatim unošenjem kontaminirane hrane i preko kontaminiranih predmeta. Inkubacija traje 4 - 19 dana. Bolest se može prenijeti i ubodom inficiranog mekog krpelja *Ornithodoros*, gdje je on prisutan. U akutnom toku bolesti svinje imaju povišenu temperaturu od 40-42 °C, pospane su i malaksale, leže skupljene u grupi, ubrzano dišu. Javlja se crvenilo kože bijelih svinja – vrhova ušiju, repa, distalnog dijela ekstremiteta, grudnog koša i stomaka, gubitak apetita, bezvoljnost, cijanoza i nekoordinacija unutar 24-48 sati prije smrti, povraćanje, dijareja (ponekad krvava) i iscjedak iz oka, pobačaj. Uginjavaju za 6-9 dana. Smrtnost domaćih svinja je blizu 100%. Isti klinički znaci mogu se javiti i kod divljih svinja. Akutni tok afričke kuge svinja je sličan sa nekim drugim bolestima, kao što su: klasična kuga svinja, crveni vjetar svinja, trovanja, salmoneloza i druge bolesti praćene septikemijom. *Pravilnikom o mjerama za otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje afričke kuge svinja (SLCG 57/17)* propisuju se mjere za otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje afričke kuge svinja. Kada se na gazdinstvu nalazi jedna ili više svinja sumnjivih na ovo oboljenje, sprovode se dijagnostička ispitivanja radi potvrđivanja prisustva bolesti, a naročito uzimanje uzoraka potrebnih za laboratorijsko ispitivanje. Veterinar bez odlaganja stavlja gazdinstvo pod službeni nadzor, sprovodi epizootiološko ispitivanje i naređuje sprovođenje sljedećih mjera: popis svih svinja na gazdinstvu, oboljelih, uginulih ili svinja sumnjivih da su zaražene virusom afričke kuge svinja; ograničavanje kretanja svinja na gazdinstvu (zadržavanjem u boksovima ili izdvajanjem na izolovanom mjestu u objektu); zabranu iznošenja i unošenja sa i na gazdinstvo svinja, a po potrebi i drugih životinja, kao i sprovođenje odgovarajućih mjera deratizacije i dezinfekcije; zabranu iznošenja leševa sa gazdinstva, osim uz odobrenje službenog veterinara; zabranu iznošenja mesa i drugih proizvoda od svinja, sjemenja, jajnih ćelija i embriona svinja, hrane za životinje, otpadaka i opreme, kojom se može širiti virus afričke kuge svinja; zabranu kretanja lica sa i na gazdinstvo; zabranu kretanja vozila sa i na gazdinstvo; postavljanje dezinfekcionih barijera na ulazu i izlazu iz objekata u kojima se drže svinje i na ulazu i izlazu sa gazdinstva; sprovođenje biosigurnosnih mjera radi smanjivanja opasnosti od širenja virusa afričke kuge svinja, za lica koja ulaze ili izlaze sa gazdinstva; dezinfekciju transportnih sredstva prije izlaska sa gazdinstva. Ako je afrička kuga svinja službeno potvrđena na gazdinstvu, službeni veterinar, naređuje i sprovođenje sljedećih mjera: usmrćivanje svih svinja na zaraženom gazdinstvu, bez

odlaganja i na način da se tokom prevoza ili usmrćivanja izbjegne rizik od širenja virusa afričke kuge svinja; uzimanje dovoljnog broja uzoraka od usmrćenih svinja, radi laboratorijskog ispitivanja kako bi se utvrdio način unošenja virusa afričke kuge svinja na gazdinstvo i odredilo koliko je dugo bolest mogla biti prisutna na gazdinstvu prije službene prijave; neškodljivo uklanjanje leševa uginulih i usmrćenih svinja; obradu svih materijala i otpadaka koji su mogli biti kontaminirani, kao što je hrana za životinje, na način kojim se obezbjeđuje uništavanje virusa afričke kuge svinja; uništavanje svih materijala koji se koriste za jednokratnu upotrebu koji su mogli biti kontaminirani, a posebno onih koji se koriste pri usmrćivanju; čišćenje i dezinfekciju objekata u kojima su svinje držane, vozila kojima je vršen prevoz, opreme, stelje i stajnjaka, nakon neškodljivog uklanjanja svinja; sprovođenje epizootičkog ispitivanja. Prilikom suzbijanja i iskorjenjivanja afričke kuge svinja ne primjenjuju se bilo koji terapijski tretmani, kao ni vakcinacija svinja protiv afričke kuge svinja, osim u slučaju stručne procjene ukoliko se mjerama utvrđenim ovim pravilnikom, ne može suzbiti i iskorijeniti afrička kuga svinja.

5.1.4.11. Atipična kuga živine (Newcastle disease)

Atipična kuga živine je akutna zarazna bolest živine, od koje najčešće obole kokoši, ćurke, fazani, biserke, vrapci, golubovi, paunovi, jarebice i rijetko vodene ptice. Zoonoza je, mada čovjek rijetko oboli, pri čemu se javlja konjunktivitis. Uzročnik je virus svrstan u rod *Avulavirus* i familiju *Paramyxoviridae*. Virus je sferičnog do pleomorfog oblika. To je jednolančani RNK virus sa peplosom, dijametra oko 150 nm. Genom virusa je građen od negativne jednolančane RNK. Na koži zaklane živine pri temperaturi od 2 °C ostaje aktivan do 100 dana, a u koštanoj srži i do 135 dana. U objektima u kojima je bila bolesna živina virus ostaje aktivan i duže od 30 dana. Deaktivira se na 56 °C za 3h ili na 60 °C za 30 minuta. Inaktivira se u kiseljoj sredini sa $\text{pH} \leq 2$. Osjetljiv je na etar. Inaktivira ga formalin, fenoli, oksidanti, hlorheksidin, natrijum hipohlorit (6%). Preživljava dugo vremena na sobnoj temperaturi, posebno u fecesu. Divlje ptice i vodene ptice su glavni rezervoari virusa, koje sekretima i ekskretima izlučuju virus. Infekcija nastaje najčešće preko kontaminirane hrane. Infekcija može nastati i preko sluzokože kloake ili konjunktive. Infekciju mogu prenositi i ektoparaziti i endoparaziti. Bolest se prenosi i vazduhom, kao i preko kontaminiranih predmeta. Inkubacija u prosjeku traje 6-7 dana. U akutnom obliku bolesti kod pilića i mladih jedinki ispoljeni su apatija, otežano disanje sa promuklim krkljanjem, opuštenost krila, cijanoza kreste. Kod odraslih jedinki se smanjuje, a zatim prestaje nosivost. Javlja se i proliv zelenkaste boje, sa primjesama krvi. Mogu da se jave nekoordinisani pokreti i grčevi. Dolazi do edema, krvarenja, nekroze ili ulceracija respiratornog i digestivnog limfoidnog tkiva, plućnog edema, nekroze pankreasa, edema i krvarenja na jajnicima. Mortalitet je vrlo visok (i do 100%). *Pravilnikom o mjerama za sprečavanje pojave, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje zarazne bolesti atipična kuga živine (Newcastle Disease) (SLCG 36/2015)* propisuju se mjere za sprečavanje, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje zarazne bolesti atipična kuga živine (Njukastl bolest) kod živine, sportskih golubova i drugih ptica koje se drže u zatočeništvu. Živina su kokoške, ćurke, guske, patke, morke, prepelice, golubovi, fazani i jarebice, koje se uzgajaju ili drže u zatočeništvu u svrhu priploda, za proizvodnju mesa ili jaja namjenjenih ishrani ljudi ili radi obnavljanja populacije pernate divljači; karantin je objekat ili prostor u kojem se živina drži u potpunoj izolaciji i na način kojim je onemogućen direktan ili indirektan kontakt sa drugom živinom i u kojem je moguće vršiti preglede i uzimati uzorke za laboratorijska ispitivanja. U slučaju sumnje da je živina na gazdinstvu zaražena ili kontaminirana uzročnikom Njukastl bolesti, na tom gazdinstvu službeni veterinar bez odlaganja sprovodi epizootičko ispitivanje i nalaže uzimanje uzoraka za laboratorijsko ispitivanje. Službeni veterinar nakon prijave sumnje bolesti, bez odlaganja stavlja gazdinstvo pod službeni nadzor i naređuje sprovođenje sljedećih mjera: popis živine sa navođenjem svih kategorija živine na gazdinstvu; držanje sve živine na gazdinstvu u njihovim objektima ili u drugim zatvorenim prostorima koji mogu biti izolovani i u kojima je onemogućen kontakt sa drugom živinom; zabranu unošenja odnosno iznošenja živine sa/na gazdinstvo; zabranu kretanja lica, drugih životinja i prevoznih sredstava sa/na gazdinstvo, bez

odobrenja službenog veterinara; zabranu iznošenja mesa živine ili leševa, hrane za životinje, opreme, otpadaka, đubriva, stelje ili drugih predmeta kojima se može prenijeti virus Njukastl bolesti, bez odobrenja službenog veterinara; zabranu stavljanja u promet jaja sa gazdinstva; postavljanje odgovarajućih dezinfekcionih barijera na ulazu i izlazu iz objekata u kojima je smještena živina i na ulazu i izlazu sa gazdinstva. Ako je Njukastl bolest službeno potvrđena na gazdinstvu, službeni veterinar naređuje sprovođenje sljedećih mjera: usmrćivanje na licu mjesta sve živine na gazdinstvu, bez odlaganja i neškodljivo uništavanje i uklanjanje uginule ili usmrćene živine kao i svih jaja na način da se, što je više moguće, smanji opasnost od širenja bolesti; uništavanje i odgovarajuća obrada bilo kojih predmeta ili otpadaka, hrane za životinje, stelje ili đubriva koji mogu biti kontaminirani; pronalaženje i neškodljivo uklanjanje mesa živine sa gazdinstva koja je zaklana tokom pretpostavljenog perioda inkubacije bolesti; pronalaženje i uništavanje priplodnih jaja koja su snešena tokom pretpostavljenog perioda inkubacije bolesti; čišćenje i dezinfekcija objekata za smještaj živine, njihove okoline, prevoznih sredstava koja se koriste pri prevozu opreme koja je mogla biti kontaminirana; zabrana ponovnog uvođenja živine na gazdinstvo najmanje 21 dan poslije sprovođenja mjera; sprovođenje epizootiološkog ispitivanja. Nakon službenog potvrđivanja Njukastl bolesti određuje se zaraženo područje u krugu od najmanje tri kilometra oko zaraženog gazdinstva, koje je dio ugroženog područja u krugu od najmanje 10 km, pri čemu treba voditi računa o geografskim, administrativnim, ekološkim i epizootiološkim faktorima povezanim sa Njukastl bolesti i mogućnostima sprovođenja, praćenja i nadzora bolesti. Vakcinacija protiv Njukastl bolesti primjenjuje se u profilaktičke svrhe, kao dobrovoljna ili obavezna profilaktička vakcinacija ili kao dopuna mjerama koje se sprovode kada se pojavi Njukastl bolest. Nakon uklanjanja leševa živine u cilju neškodljivog uništavanja svi dijelovi gazdinstva u kojima je bila smještena živina i dijelovi drugih objekata, dvorišta i gazdinstva koji su kontaminirani za vrijeme klanja ili post-mortem pregleda potrebno je dezinficirati odobrenim dezinficijensom. Sve ostatke živine ili jaja koja su mogla kontaminirati objekte, dvorišta, opremu i druge dijelove gazdinstva treba pažljivo sakupiti i neškodljivo uništiti zajedno sa leševima živine. Upotrijebljeni dezinficijensi treba da djeluju na površine najmanje 24h. Završno čišćenje i dezinfekcija vrši se na sljedeći način: potrebno je odstraniti sa svih površina masnoću i nečistoću primjenom sredstva za odmašćivanje, a zatim sve površine isprati vodom; nakon ispiranja vodom vrši se još jedno prskanje svih površina dezinficijensom; nakon sedam dana, svi prostori se tretiraju sredstvom za odmašćivanje, zatim se ispiraju hladnom vodom, prskaju dezinficijensom i ponovo ispiraju vodom; korišćena prostirka i stajnjak podvrgavaju se tretmanu kojim se obezbjeđuje uništavanje virusa Njukastl bolesti primjenom jednog od sljedećih postupaka: spaljivanje ili obrada parom na temperaturi od 70 °C; zakopavanje na dovoljnoj dubini kako bi se spriječio pristup štetočina i divljih ptica; sakupljanje na gomilu, vlaženje (ako je potrebno, kako bi se pospješila fermentacija), a zatim pokrivanje kako bi se postigla i održala temperatura od 20 °C i tako pokriveno treba da bude najmanje 42 dana, tako da se spriječi pristup štetočinama i divljim pticama.

5.1.4.12. Kuga goveda (*Rinderpest*)

Kuga goveda je virusno oboljenje od kojeg mogu da obole goveda, ovce, koze, svinje, divlji papkari (afrički bivoli, azijski vodeni bivoli, antilope, žirafe). Uzročnik bolesti je virus koji je svrstan u rod *Morbivirus* i familiju *Paramyxoviridae*. To je sferični jednolančani RNK virus sa peplosom, dijametra 150 nm. RNK virusa je negativnog smjera. Virus preživljava temperaturu od 56 °C 60 minuta i 60 °C 30 minuta. Stabilan je pri pH između 4,0 i 10,0. Osjetljiv je na lipidne rastvarače i najčešće dezinficijense (fenol, krezol, β-propiolakton, 2% natrijum hidroksid nakon djelovanja 24h u količini od 1 L/m²). Brzo se inaktivira u okruženju jer je osjetljiv na dejstvo svjetlosti, sušenje i ultraljubičasto zračenje. Može ostati održiv dugo vremena u ohlađenim ili smrznutim tkivima. Bolest se prenosi kontaktom, rijetko aerogenim putem. Manifestuje se visokom temperaturom (40-41,5 °C), pojavom nekrotičnih lezija na usnama, ustima, crijevima, prolivom, gubitkom apetita, smanjenim preživljavanjem, smanjenjem mlečnosti, seroznim do mukopurulentnim iscjerkom iz očiju i nosa, suvim

nosnim ogledalom, ubrzanim disanjem i ubrzanim srčanim radom, uginućem. U cilju sprečavanja pojave bolesti treba vršiti kontrolu uvoza i kretanja životinja, strogi karantin i higijenu na farmi. Ukoliko se bolest pojavi, u cilju njenog suzbijanja vrši se ubijanje i uklanjanje bolesnih životinja, kao i životinja koje su bile s njima u kontaktu, čišćenje i dezinfekcija površina svih prostora, opreme, vakcinacija.

5.1.4.13. Kuga malih preživara (*Peste des petits ruminants*)

Ovo je virusna bolest koza, ovaca, gazela. Uzročnik je virus svrstan u rod *Morbillivirus* i familiju *Paramyxoviridae*. To je sferični jednolančani RNK virus sa peplosom, dijametra oko 150 nm. Genetički materijal je građen od jednolančane negativne RNK. Antigenski je sličan virusu goveđe kuge. Virus ubija temperatura od 50 °C za 60 minuta. Stabilan je između pH 5,8 i 10,0, odnosno inaktivira ga pH <4,0 ili >11,0. Osjetljiv je na alkohol, etar i uobičajene deterdžente. Osjetljiv je na većinu dezinficijensa, kao što su fenol, 2% natrijum hidroksid nakon djelovanja 24h. Preživljava dugo vremena u ohlađenim i smrznutim tkivima. Bolest je prvi put opisana u Obali Slonovače, ali se javlja u većini afričkih zemalja, kao i u gotovo svim zemljama Bliskog istoka do Turske. Takođe široko rasprostranjen u zemljama od centralne Azije do južne i jugoistočne Azije. Utvrđena je u Kini (na Tibetu) i Maroku. Suzama, iscjetkom iz nosa, iskašljanim sekretom životinja u inkubaciji i oboljelih životinja virus dopijeva u spoljašnju sredinu. Period inkubacije je obično 4-6 dana, ali može varirati od 3-10 dana. Do infekcije dolazi aerosolom ili kontaktom sa bolesnim životinjama i kontaminiranim predmetima. Simptomi bolesti su slični kao kod kuge goveda. Javlja se visoka temperatura (40–41 °C), opšta slabost, gnojni iscjedak iz nosa, nekroza sluzokože usta, konjuktivitis, pneumonija, enteritis, teška vodenasta, krvava dijareja, abortusi, dehidracija, mršavljenje, ubrzano disanje, hipotermija, povećanje slezine i jetre, uginuće. Stopa smrtnosti je najveća kod ovaca. U cilju sprečavanja pojave bolesti potrebna je stroga kontrola uvoza i kretanja životinja. Kada se bolest pojavi, u cilju njenog suzbijanja vrši se ubijanje i uklanjanje oboljelih životinja i onih koje su bile s njima u kontaktu, stroga zabrana kretanja životinja, dezinfekcija, vakcinacija.

5.1.4.14. Boginje ovaca i koza (*Sheep pox and goat pox*)

Ovo je virusno oboljenje ovaca i koza. Uzročnik je virus iz roda *Capripoxvirus* i familije *Poxviridae*. To je jajoliki dvolančani DNK virus bez peplosa, dužine 300-400 nm. Postoje sojevi koji izazivaju samo boginje ovaca, sojevi koji izazivaju samo boginje koza i sojevi koji su patogeni i za ovce i za koze. Ovi sojevi se ne mogu serološki razlikovati. Blisko su srodni s virusom kvrgave kože goveda, ali nema dokaza da virus bolest kvrgave kože goveda uzrokuje bolest kod ovaca i koza. Virusi boginja ovaca i koza se inaktivira temperaturom od 56 °C za 2h na 65 °C za 30 minuta. Osjetljiv je na visoko alkalni ili kiseli pH (2% hlorovodonična ili sumporna kiselina tokom 15 minuta). Inaktivira ga 2% fenol za 15 minuta. Osjetljiv je na dejstvo deterdženata, npr. natrijum dodecil sulfata. Takođe je osjetljiv na etar (20%), hloroform, formalin (1%), natrijum hipohlorit (2-3%), jedinjenja joda (razblažen 1:33), 2% dezinficijens pod komercijalnim nazivom Virkon (dezinfekciono sredstvo koje sadrži kalijum peroksimonosulfat (oksidant), natrijum dodecilbenzensulfonat (deterdžent), sulfaminsku kiselinu (sredstvo za čišćenje) i neorganske pufere. Virkon se koristi u mnogim oblastima humane i veterinarske medicine gdje je potrebna kontrola patogena – virusa, bakterija i nekih kvasaca i plijesni). Virus je osjetljiv na sunčevu svjetlost, ali preživljava u vuni, kosi i suvim krastama na koži do 3 mjeseca. Preživljava cikluse smrzavanja-odmrzavanja, ali mu infektivnost može biti smanjena. Stopa morbiditeta u endemskim područjima je 70–90%, a stopa mortaliteta 5-10%. Međutim, kod uvezenih životinja smrtnost može biti blizu 100%. Izvori virusa su ulcerisane papule na sluznicama prije faze nekroze, lezije kože sa krastama, pljuvačka, nazalni i očni sekret, mlijeko, urin, izmet, sjeme, embrioni. Obole domaće i divlje ovce i koze. Bolest se prenosi aerosolom, preko oštećene kože i sluzokože, kontaminiranim predmetima. Period inkubacije je 8-13 dana. Klinički znaci variraju od blagih do teških, u zavisnosti od starosti, rase, imuniteta životinja, virulencije virusa i dr. Simptomi bolesti su povišena tjelesna temperatura iznad 40 °C, pojava papula,

vezikula i ulceracija na sluznicama oka i nosa s mukopurulentnim iscjetkom, nekroza sluznice anusa, prepucijuma i vagine, otežano disanje. Smrtnost je 5-10%. Kod nekih jedinki bolest može proteći bez vidljivih simptoma. Mjere za sprečavanje pojave bolesti su sprovođenje karantina novih životinja prije uvođenja u stada, kontrola kretanja životinja i vozila. Ukoliko dodje do pojave bolesti, vrši se usmrćivanje oboljelih životinja, izolacija zaraženih stada i bolesnih životinja najmanje 45 dana nakon prestanka bolesti, pooštreno čišćenje i dezinfekcija farme i opreme područja, neškodljivo uklanjanje leševa i drugih nusproizvoda, vakcinacija živim oslabljenim vakcinama koje su komercijalno dostupne.

5.1.4.15. Avijarna influenza ptica (*Avian influenza*)

Avijarnu influencu ptica izaziva virus influence tip A, koji je svrstan u rod *Orthomyxovirus* i familiju *Orthomyxoviridae*. To je sferični jednolančani RNK virus sa peplosom, dijametra oko 120 nm. Genom čini jednolančana negativna RNK. Podtipovi ovog virusa se razlikuju na osnovu strukture dva površinska proteina - hemaglutinina (HA) i neuraminidaze (NA). Do sada je dokazano 16 hemaglutinina (H1 do H16) i 9 neuraminidaza (N1 do N9) ovog virusa. Virusni hemaglutinini i u manjoj mjeri neuraminidaza su glavni antigeni koji izazivaju imunološki odgovor životinja. Prema patogenosti, ovi virusi se dijele na nisko patogene (LPAI) i visoko patogene viruse (HPAI) ptičjeg gripa. Ova podjela je zasnovana na sposobnosti virusa da izazove tešku bolest kod mladih pilića nakon intravenozne inokulacije virusa. Podjela se takođe zasniva i na njihovim genetskim karakteristikama - visoko virulentni HPAI virusi do sada nađeni u prirodi uvijek sadrže hemaglutinine H5 ili H7. Virus ptičjeg gripa su vrlo zarazni, izuzetno varijabilni virusi koji su široko rasprostranjeni naročito kod ptica. Od avijarne influence (ptičjeg gripa) mogu da obole kokoši, ćurke, prepelice, guske, divlje ptice, kućni ljubimci, lasice, tvorovi, pacovi, miševi, svinje, mačke, tigrovi, psi, zečevi, lisice, magarci, ljudi (zoonoza). Virus ptičjeg gripa mogu se prilagoditi i cirkulisati u nekim vrstama sisara, preko kojih može doći do infekcije i epidemije kod ljudi. Većina LPAI virusa se održava u divljim pticama koje žive u vodenim staništima, a koje ne pokazuju simptome bolesti. HPAI virusi se obično ne nalaze kod divljih ptica, mada je otkriveno nekoliko podtipova, od kojih su neki doveli i do epidemija. Smatra se da su vodene ptice najznačajniji prirodni rezervoari ovog virusa, od kojih se vrlo lako može zaraziti živina – domaće ptice. Živina (gajene ptice) se lako inficiraju i LPAI i HPAI virusima. Blage simptome bolesti kod živine uzrokuju niskopatogeni sojevi virusa ptičjeg gripa (LPAI). Kada se LPAI virusi sa divljih ptica prenesu na živinu, oni mogu imati različitu sudbinu: mogu neuspješno cirkulisati i biti uništeni, mogu se prilagoditi novom domaćinu i nastaviti da cirkulišu kao LPAI virusi, ili, ako sadrže hemaglutinine H5 ili H7, mogu evoluirati u HPAI viruse. Visoko patogeni virusi ptičjeg gripa (HPAI) mogu se, dakle, razviti iz LPAI virusa, nakon njihovog prelaska i cirkulacije u jata živine. HPAI virusi mogu ubiti do 90-100% jata i uzrokovati epidemije koje se mogu brzo širiti, opustošiti farme živine i dovesti do ozbiljnih ograničenja domaće i međunarodne trgovine živinom i proizvodima od živinskog mesa. Kod divljih ptica, virusi ptičjeg gripa se izlučuju izmetom i respiratornim izlučevinama. Fekalno-oralni prenos je dominantan način širenja u vodenim akumulacijama za divlje ptice. Međutim, virusi H5N1 HPAI se značajno izlučuju i respiratornim izlučevinama kod divljih vodenih ptica. Nakon što virus ptičjeg gripa uđe u jato živine, može se širiti na farmi i fekalno-oralnim putem i aerosolom - zbog neposredne blizine ptica. Muve su značajne kao mehanički prenosioci virusa. Moguća je infekcija i preko konjunktiva. Ljudi i drugi sisari obično se inficiraju virusima ptičjeg gripa tokom bliskog, direktnog kontakta s pticama ili njihovim tkivima, ali se smatra da je infekcija moguća i indirektno - preko hrane (konzumiranjem termički neobrađenog mesa). Zaražene druge vrste životinja i ljudi oslobađaju viruse ptičjeg gripa uglavnom preko sekreta respiratornih organa, a manje preko fecesa. Virus azijskog visoko patogenog soja H5N1 HPAI otkriveni su i u urinu nekih sisara. Kod sisara je moguć i transplacentalni prenos nekih sojeva, kao što je virus azijskog soja H5N1 HPAI. Stabilnost u uslovima spoljašnje sredine varira zavisno od uslova kao što su sunčeva svjetlost, prisustvo organskog materijala, pH, temperatura, relativna vlažnost i salinitet. Virus ptičjeg gripa mogu neko vrijeme opstati u

spoljašnjoj sredini, posebno na niskim temperaturama. Ponavljajući postupci zamrzavanja i odmrzavanja ubrzavaju njihovu inaktivaciju. Na nižim temperaturama (4 °C) preživljavanje virusa u izmetu može biti do 40 dana. Kada je zaštićen od sunčeve svjetlosti, postojanost virusa na različitim površinama ili u zemljištu može biti i do nekoliko mjeseci. Neki sojevi mogu preživjeti u izmetu čak 105 dana. Naročito dugo preživljavaju na perju. U mesu živine pri pH 7 i temperaturi od 4 °C virus preživi 6 mjeseci. Virus se inaktivira temperaturom 56-60 °C za 60 minuta. Osjetljiv je na ekstremne pH vrijednosti (1-3 i 10-14). Inaktivira ga dejstvo natrijum hipohlorita (izbjeljivača), etanola, jedinjenja kvaternernog amonijuma, aldehida, fenola, kiselina, povidon joda i jonizujućeg zračenja. HPAI virusi obično izazivaju teške bolesti kod pilića i ćurica, od kojih mali broj preživi. Stopa morbiditeta i mortaliteta je blizu 90-100%. Simptomi kao što su smanjen unos hrane i vode, sistemski, respiratorni i neurološki simptomi (npr. depresija, edem i cijanoza kože bez perja, dijareja, krvarenja, kašalj) su česti, ali nijedan od njih nije karakterističan. Kod odrasle živine simptomi bolesti su: smanjena proizvodnja jaja, unutrašnja krvarenja, krvarenje na kljunu, otok oko očiju, depresija, kašalj, kijanje, proliv, visoka stopa smrtnosti. Virus ptičjeg gripa mogu se otkriti u orofaringealnim, trahealnim i kloakalnim brisevima živih ptica i iz unutrašnjih organa mrtvih ptica. S obzirom da LPAI imaju potencijal da evoluiraju u visokopatogene forme nakon prenošenja na domaću živinu, treba spriječiti interakciju između divljih i domaćih ptica koje se drže u slobodnom uzgoju. Virus ptičjeg gripa povremeno pogađaju sisare, uključujući ljude, obično nakon bliskog kontakta sa zaraženom živinom. Svinje su pogodne za rekombinaciju virusa nakon infekcije sa više podtipova virusa avijarne influence. Rekombinacija gena između više tipova virusa omogućava stvaranje novih virusnih podtipova koji imaju promjenjivu virulenciju. Često je virus koji nastaje usljed ove rekombinacije prenosiv i patogen za druge vrste sisara. Dok su neki slučajevi bolesti kod ljudi samo konjunktivitis ili blaga respiratorna bolest, neki virusi uzrokuju teške simptome. Ljudi se najčešće zaraze direktnim kontaktom sa oboljelim pticama ili živinom. Rizik od infekcije je najveći prilikom klanja, čišćenja perja i sječenja mesa živine. Period inkubacije kod ljudi za azijske H5N1 HPAI viruse može trajati 8-17 dana, ali se bolest u većini slučajeva ispoljava u roku od 5 dana. Većina kliničkih slučajeva kod ljudi uzrokovanih azijskim H5N1 HPAI virusima je teška. Početni simptomi kod ljudi su često visoka temperatura i znaci zapaljenja gornjih disajnih puteva koji liče na sezonski grip, a neki pacijenti mogu imati i mukozno krvarenje i gastrointestinalne znakove kao što su dijareja, povraćanje i bol u trbuhu. Simptomi oboljenja donjeg respiratornog trakta obično se razvijaju ubrzo nakon početka bolesti. Respiratorni sekret i sputum su ponekad obojeni krvlju. Većini pacijenata brzo se pogoršava stanje, a ozbiljne komplikacije su slabost srca, bolesti bubrega, encefalitis i multiorganska disfunkcija. Pošto su virusi HPAI nađeni u mesu i jajima više vrsta ptica, treba pažljivo rukovati hranom, koja treba da bude potpuno kuvana prije jela. Mjere za sprečavanje pojave bolesti su sprovođenje redovne dijagnostike, kontrola uvoza i kretanja životinja, strogi karantin, sprečavanje kontakta sa divljim pticama, sprovođenje biosigurnosnih mjera na farmi, adekvatno uklanjanje stajnjaka, kontrola i karantin novih ptica. Kada se bolest pojavi, u cilju njenog suzbijanja sprovodi se ubijanje bolesnih životinja i ugroženih životinja, odgovarajuće odlaganje leševa, nadzor i praćenje potencijalno zaraženih ptica, temeljna dezinfekcija i odmor objekta najmanje 21 dan, suzbijanje insekata i glodara, vakcinacija. Za sisare, prevencija uključuje izbjegavanje bliskog kontakta sa zaraženim pticama ili njihovim tkivima. Držanje prijemljivih životinja u zatvorenom prostoru može biti od pomoći u područjima gdje se javljaju epidemije. *Pravilnikom o mjerama za sprečavanje pojave, otkrivanje, suzbijanje i iskorenjivanje avijarne influence (SL.CG 70/2015)* propisuju se mjere za sprečavanje pojave, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje avijarne influence kod živine, drugih ptica koje se drže zatvorene, svinja, drugih životinja i divljih ptica i način određivanja granica zaraženog i ugroženog područja. Prema ovom pravilniku, avijarna influenza je infekcija živine ili drugih ptica koje se drže zatvorene, izazvana bilo kojim virusom influence tipa A, podtipom H5 ili H7 ili čiji je intravenski indeks patogenosti veći od 1.2 kod pilića starih šest nedjelja. Prema pravilniku, u slučaju potvrđivanja visoko patogene avijarne influence, službeni veterinar sprovodi epizootiološko ispitivanje i naređuje sprovođenje sljedećih mjera: usmrćivanje sve živine i drugih ptica na gazdinstvu, bez odlaganja, na način kojim se izbjegava rizik od širenja virusa avijarne

influenca, neškodljivo uništavanje leševa i jaja sa gazdinstva, pronalaženje i neškodljivo uništavanje mesa zaklane živine i jaja sakupljenih na gazdinstvu, uništavanje svih materija i otpadaka koji su mogli biti kontaminirani (npr. hrana za živinu) ili njihovu obradu na način kojim se obezbeđuje uništavanje virusa avijarne influence, tretiranje đubriva, osoke i prostirke koja je mogla biti kontaminirana virusom avijarne influence, čišćenje i dezinfekciju nakon uklanjanja leševa, opreme koja bi mogla biti kontaminirana i vozila koja su korišćena za prevoz živine, leševa, mesa, hrane za životinje, đubriva, osoke i drugih materijala ili stvari koje bi mogle biti kontaminirane, zabranu ulaska na gazdinstvo ili napuštanje gazdinstva drugim pticama ili sisarima domaćih vrsta bez odobrenja službenog veterinara.

Osnovne karakteristike naročito opasnih zaraznih bolesti životinja su prikazane u tabeli 3.

Tabela 3. Osnovne karakteristike naročito opasnih zaraznih bolesti životinja

Naziv bolesti	Uzročnik	Prijemljivi organizmi	Način prenošenja	Znaci bolesti	Mjere za sprečavanje bolesti	Mjere za suzbijanje bolesti
Bolest plavog jezika	Rod <i>Orbivirus</i> , fam. <i>Reoviridae</i> , dvolančani RNK virus bez peplosa, ikozaedarnog oblika(kapsid je građen od dvadeset strana oblika trougla), dijametra 70-80 nm	Ovce, goveda, koze	komarci iz roda <i>Culicoides</i> , preko placente na plod	Temperatura, edem usana, jezika, poremećaj rasta vune, mršavljenje uginuće	Uništavanje komaraca	Pojačana njega, Vakcinacija Kontrola komaraca
Slinavka i šap	Rod <i>Aphthovirus</i> fam. <i>Picornaviridae</i> , jednolančani RNK virus bez peplosa, ikozaedarnog oblika, (jednolančana pozitivna RNK), dijametra 27-30 nm	Goveda (najčešće) svinje, ovce, koze, jeleni	Direktnim kontaktom, preko predmeta, hrane, aerosola	Grozница, afte i vezikule na jeziku, usnama, između papaka, hramanje, uginuće	Stroga kontrola uvoza i kretanja životinja, karantin, održavanje higijene na farmama, vakcinacija	Ubijanje oboljelih životinja, temeljna dezinfekcija prostora i opreme, vakcinacija
Grozница doline Rifa	Rod <i>Phlebovirus</i> fam. <i>Phenuiviridae</i> , red <i>Bunyavirales</i> , sferični RNK virus, sa peplosom (jednolančana negativna RNK) dijametra 80-120 nm	Goveda, ovce, koze, glodari, divlji preživari, zoonoza	Komarci iz roda <i>Aedes</i> , <i>Anopheles</i> , <i>Culex</i> i dr.	opšta slabost, dijareja, visoka temperatura, pobačaji, uginuća, kod ljudi simptomi nalik gripu	Kontrola kretanja životinja, kontrola u klanicama, higijena i kontrola vektora, dezinfekcija, dreniranje vode vakcinacija	Ubijanje oboljelih, vakcinacija
Kuga goveda	Rod <i>Morbillivirus</i> fam. <i>Paramyxoviridae</i> , sferični jednolančani RNK virus sa peplosom, dijametra 150 nm	Goveda, ovce, koze, svinje, divlji papkari	Kontaktom, rijetko aerogeno	nekrotične lezije na usnama, ustima, crijevima, visoka temperatura (40-41,5 °C), proliv, uginuće	Kontrola uvoza i kretanja životinja, strogi karantin, higijena na farmi	Ubijanje i uklanjanje bolesnih i životinja koje su bile s njima u kontaktu, čišćenje i dezinfekcija površina svih prostora,

						opreme, postoji vakcina
Vezikularn i stomatitis	Rod <i>Vesiculovirus</i> fam. <i>Rhabdoviridae</i> , jednolančani RNK virus sa omotačem peplosom, oblika metka (negativna jednolančana RNK), prečnika oko 70 nm i dužine 170 nm	Svinje, goveda, kopitari, ovce, koze	Preko kože i sluzokože, ubodom komaraca, nevida, muva pecara	Simptomi slični slnavki i šapu, vezikule, čirevi, erozije i kraste na usnama i u ustima, papcima, uginuće	Kontrola insekata, dezinfekcija	Usmrćivanje oboljelih životinja, zabrana kretanja zaraženih životinja, karantin dezinfekcija, dezinskcija Nema još komercijalnih vakcina
Zarazna pleuropneumonija goveda	<i>Mycoplasma mycoides subsp. mycoides</i> fam. <i>Mycoplasmataceae</i>	Goveda, bivoli, bufalo	Udisanjem kontaminiranog vazduha	visoka temperatura, otežano disanje, kašalj, nosni iscjedak, mršavljenje, uginuće	Rano otkrivanje bolesti, kontrola kretanja životinja i ubijanje oboljelih (liječenje se ne sprovodi)	Vakcinacija, kontrola životinja na klanicama
Bolest kvrgave kože	Rod <i>Capripoxvirus</i> fam. <i>Poxviridae</i> , jajoliki dvolančani DNK virus bez peplosa, dužine 300-400 nm	Goveda	komarci iz roda <i>Culicoides</i> , rede kontaktom, preko vode, hrane, predmeta, placente	povećana tjelesna temperatura preko 41 °C, gubitak apetita, pojava vidljivih čvorova po koži	Kontrola uvoza i kretanja životinja, kontrola insekata	Ubijanje bolesnih životinja, vakcinacija, neškodljivo uklanjanje leševa
Kuga malih preživara	Rod <i>Morbillivirus</i> fam. <i>Paramyxoviridae</i> , sferični jednolančani RNK virus sa peplosom, dijametra oko 150 nm	Koze (najviše) i ovce, gazele	Aerosolom ili kontaktom sa bolesnim životinjama i kontaminiranim predmetima	Slični kao kod kuge goveda Visoka temperatura (40–41 °C), opšta slabost, gnojni isjedak iz nosa, nekroza sluzokože usta, konjuktivitis, pneumonija, enteritis, abortusi, uginuće	Kontrola uvoza i kretanja životinja, higijena farme	Ubijanje i uklanjanje oboljelih životinja i onih koje su bile s njima u kontaktu, stroga zabrana kretanja životinja, dezinfekcija, vakcinacija
Boginje ovaca i koza	Rod <i>Capripoxvirus</i> fam. <i>Poxviridae</i> , jajoliki dvolančani DNK virus bez peplosa, dužine 300-400 nm	Ovce i koze, domaće i divlje	Aerosolom, preko oštećene kože i sluzokože, kontaminiranim predmetima	Temperatura iznad 40 °C, papule, vezikule i ulceracije na sluznicama oka i nosa s mukopurulentnim iscjetkom, nekroza sluznice anusa, prepucijuma i vagine, otežano disanje, smrtnost 5-10%	Karantin novih životinja prije uvođenja u stada, kontrola kretanja životinja i vozila	Usmrćivanje oboljelih životinja, izolacija zaraženih stada i bolesnih životinja najmanje 45 dana nakon prestanka bolesti, pooštreno čišćenje i dezinfekcija farme i opreme

						područja, vakcinacija
Kuga konja	Rod <i>Orbivirus</i> fam. <i>Reoviridae</i> , dvolančani RNK virus bez peplosa, ikozaedarnog oblika(kapsid je građen od dvadeset strana oblika trougla	konji, mazge, magarci i zebre	Komarci roda <i>Culicoides</i> , rjeđe: komarci - <i>Culex</i> , <i>Anopheles</i> i <i>Aedes spp.</i> , krpelji <i>Hyalomma</i> , <i>Rhipicephalus</i> ; i eventualno ubodom muve <i>Stomoxys</i> i <i>Tabanus</i>	Otok glave i vrata, visoka temperatura, pjenasti isjedak iz nosa, otežano disanje, kašalj, edem pluća, krvarenje na crijevima	Redovna dijagnostika, strogi karantin i kontrola kretanja životinja, kontrola insekata, upotreba repelenata, insekticida	Ubijanje i uklanjanje oboljelih životinja, vakcinacija
Afrička kuga svinja	Rod <i>Asfivirus</i> fam. <i>Asfiviridae</i> , sferični dvolančani DNK virus sa peplosom (linearna dvolančana DNK), dijametra 175–215 nm	Domaće i divlje svinje, afrička divlja svinja	Direktnim kontaktom, nekuvanim mesom, preko predmeta, ubodom krpelja <i>Ornithodoros</i>	Iznenadna smrt, temperatura (40,5–42 °C), crvenilo kože, gubitak apetita, cijanoza, povraćanje, proliv, pobačaji, nekroza kože, smrt	Kontrola uvoza i kretanja životinja, davanje sterilisanih pomija, kontrola krpelja	Ubijanje i uklanjanje oboljelih životinja, čišćenje, dezinfekcija, neškodljivo uklanjanje leševa
Klasična kuga svinja	Rod <i>Pestivirus</i> , fam. <i>Flaviviridae</i> , sferični jednolančani RNK virus sa peplosom (pozitivna linearna RNK), dijametra oko 50 nm	Domaće i divlje svinje	Preko hrane, vazduha, direktnim kontaktom, preko predmeta, placente	Visoka temperatura (preko 41 °C), gubitak apetita, krvarenja po koži, cijanoza, kašalj, grčevi, abortus, smrt	Stroga kontrola uvoza životinja i mesa, karantin, sterilizacija pomija, higijenske mjere –spriječiti kontakt domaćih sa divljim svinjama	Nema liječenja. Oboljele životinje se ubijaju i neškodljivo uklanjaju; vakcinacija
Vezikularna bolest svinja	Rod <i>Enterovirus</i> fam. <i>Picornaviridae</i> , jednolančani RNK virus bez peplosa (jednolančana pozitivna RNK), dijametra oko 30 nm	svinje	Preko sitnih lezija na koži i sluzokoži, udisanjem, hranom. Glavni izvor virusa je feces.	Znaci slični kao kod slinavke i šapa, hramanje, povišena temperatura, vezikule	Kontrola uvoza i kretanja životinja, kontrola životinja na klanici	Ubijanje bolesnih životinja, dezinfekcija opreme, transportnih vozila. Nema liječenja. Nema vakcina.
Avijarna influenza ptica	<i>Influenza virus tip A</i> , rod <i>Orthomyxovirus</i> , fam. <i>Orthomyxoviridae</i> , sferični jednolančani RNK virus sa peplosom (jednolančana negativna RNK), dijametra oko 120 nm	Kokoši, ćurke, prepelice, guske, divlje ptice, ptice kućni ljubimci, ljudi, lasice, tvorovi, pacovi, miševi, svinje, mačke, tigrovi, psi zonoza	kontaktom	Smanjena proizvodnja jaja, unutrašnja krvarenja, krvarenje na kljunu, otok oko očiju, depresija, kašalj, kijanje, proliv, visoka stopa smrtnosti	Redovna dijagnostika, kontrola uvoza i kretanja životinja, strogi karantin, sprečavanje kontakta sa divljim pticama, biosigurnosne mjere na farmi, adekvatno uklanjanje stajnjaka, kontrola i karantin novih ptica	Uništavanje bolesnih i izloženih životinja, odgovarajuće odlaganje leševa, nadzor i praćenje potencijalno zaraženih ptica, temeljna dezinfekcija i odmor objekta najmanje 21 dan, vakcinacija.

Atipična kuga živine	Rod <i>Avulavirus</i> fam. <i>Paramyxoviridae</i> , sferični do pleomorfni jednolančani RNK virus sa peplosom (negativna jednolančana RNK), dijametra oko 150 nm	Mnoge vrste domaćih i divljih ptica. Pilići su vrlo osjetljivi; fazani, papagaji, kormorani, galebovi, čovjek. Zoonoza	Direktni kontakt sa sekretima oboljelih ptica, preko hrane, aerosolom, preko predmeta, jaja	Kašalj, kijanje, slabost, otok glave i vrata, cijanoza, vodenasti proliv, tremor, grčevi, pad nosivosti, smrt	Higijena smještaja, hrane i vode, pravilno uklanjanje leševa, kontrola insekata i miševa, izbjegavanje kontakta sa nepoznatim pticama, kontrola kretanja i higijena ljudi na farmi, dezinfekcija opreme i vozila, sistem "sve unutra sve napolje",	Strogi karantin i kontrola kretanja, uništavanje svih zaraženih i izloženih ptica, odmor objekta najmanje 21 dan nakon čišćenja i dezinfekcije, vakcinacija
Bjesnilo	Rod <i>Lyssavirus</i> fam. <i>Rhabdoviridae</i> , jednolančani RNK virus sa peplosom, cilindričnog oblika, prečnika 75 nm i dužine 180 nm (jednolančana negativna RNK)	Svi sisari. Oboli i čovjek – zoonoza. Glavni rezervoar virusa su psi i lisice.	Ujedom bolesne životinje ili kontaktom sa slinom preko povreda na koži i sluzokoži. Opisani su i slučajevi infekcije aerosolom.	Iznenadna promjena ponašanja, agresivnost, paraliza koja dovodi do smrti	Vakcinacija domaćih i divljih životinja, kontrola populacije pasa, kontrola kretanja pasa, mačaka. Oralna vakcinacija divljih životinja putem postavljanja mamaca	Ubijanje i neškodljivo uklanjanje oboljelih životinja, davanje antiseruma oboljelim ljudima.

5.1.5. Opasne zarazne bolesti životinja

Opasne bolesti **više vrsta životinja** su: Bedrenica - Crni prišt (*Anthrax*), Aujeszkijeva bolest (*Aujesky's disease*), Bruceloza goveda - Bovine brucellosis (*Brucella abortus*), Bruceloza ovaca i koza - meliotokokoza - *Caprine and ovine brucellosis* (*Brucella melitensis*), Bruceloza svinja (*Brucella suis*), Krimska Kongo hemoragična groznica (*Criean Congo haemorrhagic fever*), Ehinokokoza (hidatidoza) - *Echinococcosis/hydatidosis*, Vodenasto srce (*Heartwater*), Japanski encefalitis (*Japanese encephalitis*), Leptospiroza (*Leptospirosis*), Mijaza (*New World screwworm*) (*Cochliomya hominivorax*), Mijaza - *Chrysomya Old World screwworm* (*Chrysomya bezziana*), Q-groznica (*Q fever*), Trihinelozna (*Trichinellosis*), Tularemija (*Tularemia*), West Nile groznica (*West Nile fever*).

Opasne bolesti **goveda** su: Anaplazmoza (*Bovine anaplasmosis*), Babezioza goveda (*Bovine babesiosis*), Genitalna kampilobakterioza goveda (*Bovine genital campylobacteriosis*), Spongiformna encefalopatija goveda - BSE (*Bovine spongiform encephalopathy*), Tuberkuloza goveda (*Mycobacterium bovis*) - *Bovine tuberculosis* (*Mycobacterium bovis*), Enzooska leukoza goveda (*Enzootic bovine leucosis*), Hemoragična septikemija goveda (*Bovine haemorrhagic septicaemia*), Infektivni rinotraheitis goveda/ infektivni pustulozni vulvovaginitis (*Infectious bovine rhinotracheitis/infectious pustular vulvovaginitis*), Maligna kataralna groznica (*Malignant catarrhal fever*), Tajlerioza (*Theileriosis*), Trihomonijaza (*Trichomoniasis*), Tripanozomijaza, (*Trypanosomiasis*).

Opasne bolesti **ovaca i koza** su: Artritis i encefalitis koza (*Caprine arthritis/encephalitis*), Zarazna agalakcija koza i ovaca (*Contagious agalactia*), Zarazna pleuropneumonija koza (*Contagious caprine pleuropneumonia*), Enzooski pobačaj ovaca (*Enzootic abortion of ewes* (ovine

chlamydiosis), Maedi-visna bolest (*Maedi –visna*), Najrobi bolest ovaca (*Nairobi sheep disease*), Infekcija sa *Brucella ovis* (*Ovine epididymitis (Brucella ovis)*), Salmoneloza - Salmonellosis (*S. abortus ovis*), Skrepi (*Scrapie*).

Opasne bolesti **kopitara** su: Kontagiozni metritis kobila (*Contagious equine metritis*), Polna zaraza konja, Durina (*Dourine*), Američki encefalomijelitis konja – istočni (*Equine encephalomyelitis - Eastern*), Američki encefalomijelitis konja – zapadni - *Equine encephalomyelitis (Western)*, Infektivna anemija konja (*Equine infectious anaemia*), Influenca konja (*Equine influenza*), Piroplazmoza konja (*Equine piroplasmosis*), Virusni rinopneumonitis konja (*Equine rhinopneumonitis*), Arteritis konja (*Equine viral arteritis*), Maleus, Sakagija (*Glanders*), Tripanozomijaza, Sura (*Surra, Trypanosoma evansi*), Venecuelski encefalitis konja (*Venezuelan equine encephalomyelitis*).

Opasne bolesti **svinja** su: Cisticerkoza svinja (*Porcine cysticercosis*), Nipah virus encefalitis (*Nipah virus encephalitis*), Reproduktivni i respiratorni sindrom svinja (*Porcine reproductive and respiratory syndrome suis*), Transmisivni gastroenteritis svinja (*Transmissible gastroenteritis*).

Opasne bolesti **ptica** su: Hlamidioza ptica, Psitakoza (*Avian chlamydiosis*), Zarazni bronhitis živine (*Avian infectious bronchitis*), Zarazni laringotraheitis (*Avian infectious laryngotracheitis*), Mikoplazmoza (*M. gallisepticum*) - *Avian mycoplasmosis (M. gallisepticum)*, Mikoplazmoza (*M. synoviae*) - *Avian mycoplasmosis (M. synoviae)*, Virusni hepatitis pataka (*Duck virus hepatitis*), Kolera živine (*Fowl cholera*), Tifus živine (*Salmonella gallinarum*) - *Fowl typhoid/Typhus avium*, Infektivni burzitis živine (*Gumboro bolest*) - *Infectious bursal disease (Gumboro disease)*, Marekova bolest (*Marek's disease*), Salmoneloza - puloroza živine - *Pullorum disease (Salmonella pullorum)*, Rinotraheitis ćuraka (*Turkey rhinotracheitis*).

Opasne bolesti **kunića i zečeva** su: Miksomatoza (*Myxomatosis*), Hemoragijska bolest kunića (*Rabbit haemorrhagic disease*).

Opasne bolesti **pčela** su: Akaroza pčela (*Acarapisosis of honey bees*), Američka kuga pčelinjeg legla (*American foulbrood of honey bees*), Evropska kuga pčelinjeg legla (*European foulbrood of honey bees*), Etinioza (*Small hive beetle infestation* (kornjaš, *Aethina tumida*), Tropileloza (grinja, *Tropilaelaps clareae*) - *Tropilaelaps infestation of honey bees (Tropilaelaps spp.)*, Varooza (*Varroosis of honey bees*).

Opasne bolesti **riba** su: Epizootska hematopoetska nekroza (*Epizootic haematopoietic necrosis*), Zarazna hematopoetska nekroza (*Infectious haematopoietic necrosis*), Prolječna viremija šarana (*Spring viraemia of carp*), Virusna hemoragična septikemija (*Viral haemorrhagic septicaemia*), Zarazna anemija lososa (*Infectious salmon anaemia*), Epizootski ulcerozni sindrom (*Epizootic ulcerative syndrome*), Girodaktiloza (*Gyrodactylosis (Gyrodactylus salaris)*), Crveni pagar (*Red sea bream iridoviral disease*), Koi herpes virusna bolest (*Koi herpesvirus disease*).

Opasne bolesti **školjki** su: Bonamioza školjki (*Bonamia ostreae*) - *Infection with Bonamia ostreae*, Bonamioza školjki (*Bonamia exitiosa*) - *Infection with Bonamia exitiosa*, Martelioza školjki - *Marteiliosis (Marteilia refringens, Marteilia sydneyi)*, Perkinsoza školjki (*Perkinsus marinus*) - *Infection with Perkinsus marinus*, Perkinsoza školjki (*Perkinsus olseni*) - *Infection with Perkinsus olseni*, Infekcija sa *Heriohaliotis californiensis* (*Infection with Heriohaliotis californiensis*), Abalon virusna smrtnost (*Abalone viral mortality*), Infekcija sa *Mikrocytos mackini* (*Infection with Mikrocytos mackini*).

Opasne bolesti **rakova** su: Taurski sindrom rakova (*Taura syndrome*), Bolest bijelih pjega (*White spot disease*), Bolesti žute glave rakova (*Yellowhead disease*), Tetrahedralna bakuloviroza (*Tetrahedral baculovirosis (Baculovirus penaei)*), Sferična bakuloviroza (*Spherical baculovirosis (Penaeus monodon -type (baculovirus)*), Infektivna hipodermalna i hematopoetska nekroza (*Infectious hypodermal and haemopoietic necrosis*), Kuga rakova (*Crayfish plague (Aphanomyces astaci)*).

Ostale zarazne bolesti su: Boginje kamila (*Camelpox*), Lajšmanioza (*Leishmaniosis*), Toksoplazmoza (*Toxoplasmosis*), Melioidoza (*Melioidosis*), Šuštavac (*Blackleg*), Botulizam (*Botulism*), Druge klostridijske infekcije (*Other clostridial infections*), Druge pastereleze (*Other*

pasteurelloses), Aktinomikoza (*Actinomycosis*), Crijevne infekcije salmonelama (*Intestinal Salmonella infections*), Kokcidioza (*Coccidiosis*), Fasciolioza (*Distomatosis (Liverfluke)*), Filarioza (*Filariosis*), Bolest virusnog proliva / bolest sluzokože goveda (*Bovine viral diarrhoea (BVD)*), Dizenterija svinja (*Swine dysentery - Vibronic dysentery*), Zarazni ektim ovaca (*Contagious pustular dermatitis*), Zarazna šepavost ovaca (*Infectious footrot in sheep*), Zarazna oftalmija koza i ovaca (*Contagous ophthalmia of goats and sheep*), Enterotoksemija ovaca/ dizenterija jagnjadi (*Enterotoxaemia*), Kazeozni limfadenitis koza i ovaca (*Caseous lymphadenitis of goats and sheep*), Šuga (*Sheep mange*), Diktiokauloza (*Lungworm infestation of sheep and goats*), Polni osip konja (*Equine coital exanthema*), Ulcerativni limfangitis konja i goveda (*Ulcerative lymphangitis of horses and cattle*), Ždrebećak (*Strangles*), Salmoneloza (*S. abortus equi*), Salmonellosis (*S. abortus equi*), Crveni vjetar/Vrbanac svinja (*Swine erysipelas*), Zarazna korica živine (*Infectious Coryza of chicken*), Avijarni encefalomijelitis (*Avian encephalomyelitis*), Spirohetoza ptica (*Avian spirochetosis*), Salmoneloza ptica (*Avian salmonellosis*), Leukoza živine (*Avian leukosis complex*), Bruceloza (*Brucellosis*), Salmoneloza (*Salmonellosis*), Listerioza (*Listeriosis*), Ebola (*Ebola*), Boginje majmuna (*Monkey pox*), Enzooski mastitis goveda (*Bovine enzootic mastitis*), Hipodermoza goveda (*Bovine hypodermosis*), Trihofiloza goveda (*Bovine trichophylosis*), Cisticerkoza goveda (*Bovine cysticercosis*), Salmoneloza - infekcija (*S. enteritidis i S. typhimurium*) - *Salmonella enteritidis and Salmonella typhimurium infection*.

5.1.5.1. Opasne bolesti više vrsta životinja

5.1.5.1.1. Crni prišt - anthrax (prostrel, bedrenica)

Uzročnik crnog prišta je *Bacillus anthracis*, gram pozitivna bakterija, nepokretna, štapićastog oblika. Prijemljive su sve vrste domaćih životinja i čovjek. Životinje se najčešće zaraze *sporama* ovog mikroorganizma koje se nalaze u kontaminiranom zemljištu. Preoravanjem i prekopavanjem zemljišta i uticajem sunčeve svjetlosti uništavaju se žarišta spora ovog mikroorganizma (distrikti). U leševima vegetativni oblici *B. anthracis* ne prelaze u spore, jer nema kiseonika, već poslije 3-4 dana uginu. Od domaćih životinja, za infekciju su najprijemljivije ovce, koze, zatim konji, goveda i svinje. Nepovoljni faktori, kao što su zamorenost, gladovanje, hladnoća, avitaminoze itd. stvaraju predispoziciju za infekciju. Skoro u 95% slučajeva domaće životinje se inficiraju preko hrane. Koze rijetko obole, jer one brste. Perkutane i respiratorne infekcije su veoma rijetke. Toksin uzročnika djeluje na centralni nervni sistem u vidu depresije i paralize respiratornog centra dovodeći do smrti. Kod konja i goveda inkubacija najčešće traje tri dana, a kod ovaca samo 24h. Simptomi bolesti zajednički za sve oblike crnog prišta su: iznenadno pojavljivanje bolesti, visoka temperatura, hemoragična dijateza, buran tok koji se za 1-3 dana završava smrću životinje (slika 10.). Antraksni karbunkul i edem kože se najčešće javlja kod konja i goveda. Na lešu životinje uginule od crnog prišta mrtvačka ukočenost je nepotpuna ili sasvim izostaje. Leš se vrlo brzo raspada. Iz usta, nosa i anusa se cijedi krvav iscjedak zagasito crvene boje. Krv je tamna i gusta slična katranu. Vrlo sporo se zgrušava.



Slika 10. Uginuće životinje na paši

<https://www.vecernji.hr/vijesti/potvrdena-je-bedrenica-uginulo-vise-od-100-goveda-cetiri-osobe-u-bolnici-1602511>

Za zaštitu domaćih životinja od antraksa primjenjuju se: dezinfekcija, neškodljivo uklanjanje leševa, stroga kontrola kupoprodaje životinja ili njihovih sirovina naročito ako potiču iz antraksnih distrikata; vakcinacija u distriktima 14 dana pred izgon na pašu i 14 dana prije početka zimske ishrane. Spore *B. anthracis* koje se nalaze u zemljištu su vrlo otporne i mogu biti sposobne da izazovu bolest i nakon više desetina godina. Antraks se javlja na svim kontinentima i obično uzrokuje visoku smrtnost, prvenstveno kod domaćih i divljih biljojeda, ali i većine sisara i nekoliko vrsta ptica. Kod ljudi se antraks manifestuje u tri različita oblika: kožni, gastrointestinalni i respiratorni. Najčešće dolazi do infekcije kože, usljed kontakta ljudi sa životinjama ili životinjskim proizvodima koji sadrže spore. To se najčešće dešava veterinarima, poljoprivrednim radnicima, farmerima, mesarima koji dolaze u kontakt sa bolesnim životinjama ili njihovom vunom i kožama. *Pravilnikom o mjerama za sprečavanje, suzbijanje i iskorjenjivanje bolesti bedrenice kod životinja (SLCG 56/2017)* propisani su postupci borbe protiv ove bolesti. Kada se na gazdinstvu nalazi jedna ili više životinja sumnjivih da su zaražene antraksom, preduzimaju se mjere radi potvrđivanja bolesti i uzimaju uzorci za laboratorijsko ispitivanje. Nakon prijave sumnje, službeni veterinar sprovodi sljedeće mjere: zabranu sekcije leševa životinja uginulih od bedrenice, kao i leševa životinja za koje se sumnja da su uginule od bedrenice - radi sprečavanja širenje bedrenice; zabranu klanja sumnjivih životinja; zabranu prodaje mlijeka i mlječnih proizvoda sumnjivih životinja; zabranu kretanja životinja sa zaraženog gazdinstva; pojačanu dezinfekciju mjesta na kojem je uginula sumnjiva životinja; neškodljivo uklanjanje leševa uginulih životinja zakopavanjem; uzimanje uzoraka sa leševa uginulih životinja uz prisustvo veterinara. Ako je na gazdinstvu potvrđeno prisustvo bedrenice službeni veterinar sprovodi epizootiološko ispitivanje i naređuje sprovođenje sljedećih mjera: vakcinaciju svih prijemčivih životinja (goveda, ovaca, koza i kopitara), zabranu sekcije leševa životinja uginulih od bedrenice, zabranu klanja životinja koje boluju od bedrenice; zabranu prodaje mlijeka i mlječnih proizvoda od životinja koje boluju od bedrenice; zabranu kretanja životinja sa zaraženog gazdinstva; zabranu izdavanja uvjerenja o zdravstvenom stanju za sve prijemčive životinje i zabranu njihovog kretanja najmanje 14 dana od dana posljednjeg uginuća i završne dezinfekcije gazdinstva; pojačanu dezinfekciju mjesta na kojem je uginula životinja oboljela od bedrenice; skidanje površinskog sloja zemlje u dubini od 30 cm, ako je životinja uginula na zemljištu; neškodljivo uklanjanje leševa uginulih životinja zakopavanjem. Nakon službenog potvrđivanja bedrenice na gazdinstvu, određuje se područje zaraženo bedrenicom. Područje zaraženo bedrenicom je područje u kojem je u posljednjih 20 godina potvrđena bedrenica. Leševi životinja uginulih od bedrenice, meso i djelovi zaklanih životinja kod kojih se bedrenica utvrdi nakon klanja čuvaju se na način kojim se sprečava da dođu u dodir sa ljudima i životinjama i neškodljivo se uklanjaju zajedno sa kožom, unutrašnjim organima i otpacima. Trupovi životinja za koje se sumnja da su oboljele od bedrenice, mogu se prevoziti isključivo prevoznim sredstvima u posudama iz kojih ne mogu ispadati otpaci i djelovi u čvrstom ili tečnom stanju. Potvrđivanje bedrenice vrši se na osnovu laboratorijskih ispitivanja (bakterioloških i seroloških) uzetih uzoraka i patomorfološkog pregleda leševa uginulih životinja. Uzorke za laboratorijsko ispitivanje ne smiju uzimati lica sa povredama na rukama. Nakon neškodljivog uklanjanja leševa, sirovina i otpadaka sumnjivih ili zaraženih životinja, mora se izvršiti čišćenje i pojačana završna dezinfekcija prostorija, klanica i dvorišta u kojima su bile smještene te životinje, kao i opreme koja je bila u kontaktu sa tim životinjama, odnosno njihovim leševima ili dijelovima leševa, odgovarajućim dezinficijensom. Potrebno je sprovesti specifične procedure kontrole odlaganja leševa, kako bi se spriječilo širenje bolesti. Hrana korišćena za ishranu životinja, stajsko đubrivo i otpaci zatečeni u prostorijama neškodljivo se uklanjaju. U klanicama i dvorištima zaraženim bedrenicom mora se izvršiti dezinfekcija opreme koja je bila u kontaktu sa bolesnim ili sumnjivim životinjama, odnosno njihovim leševima ili dijelovima leševa. Postupci za inaktivaciju spora *B. anthracis* u koži i trofejima divljih životinja su: fumigacija etilen oksidom 500 mg/L, pri relativnoj vlažnosti vazduha 20-40%, na 55 °C u trajanju od 30 minuta, fumigacija formaldehidom 400 mg/m³ pri relativnoj vlažnosti od 30%, na temperaturi >15 °C u trajanju od 4h ili gama zračenje dozom od 40 kgray. Sirovinu koju treba sterilisati prethodno treba smanjiti na djelove maksimalne

veličine do 50 mm. Zatim je treba podvrgnuti djelovanju vlažne toplote na neki od sljedećih načina: na 105 °C najmanje 8 minuta, 100 °C najmanje 10 minuta, 95 °C najmanje 25 minuta ili na 90 °C najmanje 45 minuta. Pomenuta sirovina se može podvrgnuti i suvoj toploti na jedan od sljedećih temperaturnih i vremenskih režima: 130 °C najmanje 20 minuta, 125 °C najmanje 25 minuta ili na 120 °C najmanje 45 minuta. U situacijama u kojima vuna ili kosa mogu biti kontaminirani sporama *B. anthracis*, primjenjuju se sljedeći postupci: gama zračenje dozom od 25 kilogray ili postupak pranja koji se sastoji iz pet koraka: potapanje u 0,25–0,3% rastvora sode u trajanju od 10 minuta na 40,5 °C, potapanje u tečnom sapunu 10 minuta na 40,5 °C, potapanje u 2% rastvor formaldehida 10 minuta na 40,5 °C, drugo potapanje u 2% rastvor formaldehida u trajanju od 10 minuta na 40,5 °C i ispiranje hladnom vodom nakon čega slijedi sušenje na vrućem vazduhu.

5.1.5.1.2. Bruceloza (*Brucellosis*)

Uzročnici ove zoonoze su bakterije iz roda *Brucella*. Svrstane su u familiju *Brucellaceae*, red *Hyphomicrobiales*, klasu *Alphaproteobacteria*, razdio *Pseudomonadota*. Bruceloza je hronična zarazna bolest životinja i čovjeka. Mogu da obole goveda, ovce, koze, svinje, konji, psi, kokoši, ptice, divlje životinje (jeleni, bizoni, los, zečevi i dr), glodari. Karakteriše je dugotrajna talasasta temperatura, nekrotične promjene na genitalnim i drugim organima, zglobovima, tetivnim omotačima i abortusi. Vrste koje najčešće dovode do infekcije ljudi i životinja su *B. abortus*, *B. melitensis*, *B. suis* i *B. canis*. Međutim, utvrđeno je i da *B. neotomae* izolovana iz divljih glodara takođe izaziva brucelozu kod ljudi. Brucele su gram negativni kokoidni štapići (0,5 do 0,7 sa 0,6 do 1,5 µm), nekapsulirani, nepokretni, aerobni, neke vrste su mikroaerofilne (zahtijevaju povećanu koncentraciju ugljendioksida). Bojenjem po Kozlovskom brucele se boje crveno, dok se sve ostale bakterije boje plavo (bojenje po Kozlovskom se izvodi tako što se osušen i fiksiran preparat prelije 2% rastvorom safranina i zagrijava na plamenu do pojave pare. Zatim se ispere vodom i prelije vodenim rastvorom metilensko plavog u trajanju od 30 s, a zatim ispere vodom i osuši na vazduhu). Ureaza, oksidaza i katalaza su pozitivne. Mogu da prežive unutar ćelija organizma. Otporne su na ekstremne uslove spoljašnje sredine. Pri temperaturi 18–22 °C u stajskom đubrivu brucele zadržavaju vitalnost 120 dana, u vodi 77, a u zemljištu 66 dana. U smrznutom đubretu žive 800 dana. Na brucele djeluju sredstva za dezinfekciju kao što su: rastvori hipohlorita, natrijum hidroksida, kvaternernih amonijum jedinjenja, 70% etanol, izopropanol, jodofori, fenolni dezinficijensi, formaldehid, glutaraldehid. Većina vrsta brucela se prilično brzo inaktivira kiselim pH < 3.5; međutim, treba imati u vidu da je *B. microti* (izolovana iz divljih glodara) otpornija na kiselu sredinu. Brucele se takođe mogu uništiti vlažnom toplotom 121 °C najmanje 15 minuta, suvom toplotom od 160–170 °C najmanje 1h, gama zračenjem i pasterizacijom. Temperatura kuvanja u trajanju od 10 minuta efikasno ubija brucele. Zaražene jedinke izlučuju brucele mlijekom, mokraćom, fekalijama. Najčešće se prenose putem kontaminirane hrane (nepasterizovano mlijeko i mliječni proizvodi, nedovoljno kuvano meso), direktnim kontaktom sa bolesnom životinjom i njenim sekretima i ekskretima – preko rana na koži, prašinom, aerosolom, polnim putem. Najveći izvor zaraze, skoro čistu kulturu brucela za vrijeme abortusa predstavljaju plodova tečnost, placenta, fetus i vaginalni sekret. *Brucella melitensis* je prvi put izolovana kod britanskih vojnika koji su umrli od malteške (mediteranske) groznice na Malti. Izvor infekcije su bile koze. Inkubacija obično traje 2–4 nedjelje. Bruceloza može zahvatiti bilo koji organ. Bolest se kod ljudi manifestuje akutnom talasastom groznicom, glavoboljom, artralgijom, noćnim znojenjem, umorom, gubitkom apetita. Kasnije komplikacije se ispoljavaju pojavom artritisa, epididimitisa, orhitisa, spondilitisa, apscesima na jetri, neurološkim simptomima (depresija, mentalni umor), endokarditisom, koji se može završiti smrću. Kod gravidnih žena mogu izazvati abortuse i mrtvorođenost. *B. abortus* je prvi put utvrđena kao uzročnik abortusa kod goveda. Osim abortusa, kod životinja mogu da se jave i drugi simptomi, kao što su epididimitis, orhitis, mrtvorođenost, smanjena tjelesna masa mladunčadi pri rođenju, metritis, zaostajanje posteljice, smanjena plodnost, artritis, osteomijelitis, endocarditis, meningoencefalitis, apscesi. Bruceloza je često zanemarena zoonoza, najviše zbog svojih nespecifičnih simptoma. *Pravilnikom o*

mjerama za utvrđivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje bruceloze goveda (SLCG 64/2008) propisane su mjere za borbu protiv bruceloze goveda. Sumnjiva na brucelozu smatraju se goveda koja su reagovala pozitivno ili sumnjivo na serološki test, kod kojih se ustanovi jedan ili više kliničkih znakova: abortus, zaostajanje posteljice, orhitis i epididimitis, artritis koji se mogu dovesti u vezu sa ostalim kliničkim znacima ili druge promjene na osnovu kojih se može posumnjati na brucelozu; koja su bila u kontaktu sa ljudima ili životinjama za koje se sumnja da su zaražene ili su oboljele od bruceloze. U slučaju sumnje na brucelozu, veterinarski inspektor odmah stavlja gazdinstvo pod službeni nadzor kako bi se potvrdila ili isključila prisutnost bolesti i nalaže sljedeće mjere: zabranu svih kretanja životinja u i iz gazdinstva, osim u slučaju klanja bez odlaganja pod nadzorom veterinarskog inspektora; odvajanje i izolaciju goveda sumnjivih na brucelozu; sprovođenje dijagnostičkog postupka kod goveda sumnjivih na brucelozu, zabranu osjemenjavanja i pripusta goveda sumnjivih na brucelozu; zabranu korišćenja mlijeka životinja sumnjivih na brucelozu, osim za ishranu životinja na istom gazdinstvu nakon termičke obrade najmanje na temperaturi pastemizacije; zabranu korišćenja i isporuke mlijeka ostalih životinja sa gazdinstva, osim radi termičke obrade najmanje na temperaturi pastemizacije u mljekari pod službenim nadzorom; zabranu iznošenja sa gazdinstva hrane za životinje koja je bila ili je mogla biti u kontaktu sa govedima sumnjivim na brucelozu; zabranu upotrebe zajedničkih ispaša i napajališta; zabranu iznošenja stajskog đubriva i osoke sa gazdinstva; postavljanje dezinfekcionih barijera na ulazu i izlazu iz objekta u kojem se nalaze goveda sumnjiva na brucelozu. Kad je bruceloza goveda službeno potvrđena u stadu, veterinarski inspektor naređuje, pored pomenutih mjera i sljedeće mjere: odvajanje, izolaciju i označavanje goveda do klanja ili eutanazije, zabranu korišćenja i prometa proizvoda od goveda sa zaraženog gazdinstva; zabranu korišćenja mlijeka zaraženih krava, neškodljivo uklanjanje i uništavanje fetusa, mrtvorodne teladi, teladi uginule od bruceloze nakon teljenja i/ili placenti, osim u slučaju da ih treba ispitati; uništavanje bez odlaganja, spaljivanjem ili zakopavanjem nakon natapanja dezinficijensom slame, stelje ili drugih sredstava ili supstanci koje su bile u kontaktu sa zaraženom životinjom, teletom, placentom ili drugim zaraženim materijalom; tretiranje stajskog đubriva i osoke na gazdinstvu odgovarajućim sredstvom za dezinfekciju. Nakon klanja ili eutanazije goveda, a prije popunjavanja stada novim grlima, objekti, pribor, oprema i druga sredstva koja se koriste za životinje moraju se očistiti i dezinfikovati pod nadzorom veterinarskog inspektora. Pašnjaci koje su koristile ove životinje se ne smiju ponovo koristiti 60 dana od dana njihovog uklanjanja sa tih pašnjaka. Prevozna sredstva, pribor i oprema moraju se očistiti i dezinfikovati nakon prevoza životinja iz zaraženog stada, a sav materijal koji potiče od tih životinja i materijal ili supstance koje su bile u kontaktu sa takvim životinjama moraju biti učinjene neškodljivim. Mjesta utovara životinja se nakon upotrebe moraju očistiti i dezinfikovati. Nakon klanja ili eutanazije goveda, preostala goveda u stadu ne smiju napustiti stado osim radi klanja bez odlaganja; podvrgavaju se ispitivanju na brucelozu u stadu radi potvrde da je bolest iskorijenjena. Stado se ne smije popunjavati novim govedima sve dok životinje starije od 12 mjeseci koje u stadu ostaju, ne prođu jedno ili više zvaničnih ispitivanja na brucelozu, u skladu sa posebnim propisom. U cilju utvrđivanja, suzbijanja i iskorjenjivanja bruceloze goveda sprovodi se zvanično dijagnostičko ispitivanje u svim stadima goveda na teritoriji Crne Gore u skladu sa propisom.

5.1.5.1.3. Tuberkuloza (*Tuberculosis*)

Tuberkuloza je zarazno oboljenje ljudi i životinja uzrokovano bakterijama iz roda *Mycobacterium* (vrste: *Mycobacterium tuberculosis*, *M. bovis* i *M. avium*). Odlikuje se formiranjem čvorova poznatih kao tuberkuli. Oboljenje je uglavnom hroničnog toka, a može biti i akutno, progresivnog toka. Patološki proces može da zahvati sva tkiva u organizmu, ali su promjene najčešće u limfnim čvorovima, plućima, crijevima, jetri, slezini, pleuri i peritoneuma. Bakterije roda *Mycobacterium* su svrstane u familiju *Mycobacteriaceae*, red *Mycobacteriales*, klasu *Actinomycetia*, razdio *Actinomycetota*. To su malo povijene, pravilne ili nepravilne štapičaste bakterije. Mogu se javiti u vidu končastih tvorevina, koje se raspadaju u štapičaste ili kokoidne oblike. Nemaju flagele, fimbrije,

niti kapsulu. Ne stvaraju spore. Po Gramu se teško boje. To su acido-alkoholorezistentne bakterije, zato što se nakon bojenja karbolfuksinom ne mogu odbojiti kiselim alkoholom (5–10% rastvor HCl u 96% etanolu). To su aerobne bakterije. Optimalna temperatura za njihovo razmnožavanje je 30–40 °C. Sporo se razmnožavaju, kod nekih vrsta kolonije su vidljive tek nakon 2 mjeseca. Ovom rodu pripadaju i saprofitske i patogene vrste. Najznačajnije patogene vrste za toplokrvne životinje su *Mycobacterium tuberculosis* koja uzrokuje tuberkulozu ljudi, *Mycobacterium bovis* koja uzrokuje tuberkulozu goveda, *Mycobacterium avium* – uzrokuje tuberkulozu ptica, *Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis* - uzrokuje paratuberkulozu kod životinja, *Mycobacterium leprae* - uzrokuje lepru (gubu) kod ljudi, *Mycobacterium scrofulaceum* – uzrokuje kožne ulceracije i plućne infekcije kod ljudi i životinja. Najznačajnija patogena vrsta za ribe je *Mycobacterium marinum*. Mikobakterije su veoma otporne na isušivanje, kiseline, dezinficijense i dr., jer u ćelijskom zidu sadrže preko 60% masti. U sluzi pluća goveda, izložen sunčevoj svjetlosti, ***Mycobacterium tuberculosis*** može da opstane 30–40 dana, dok ga direktna sunčeva svjetlost ubija za 5h. U fecesu goveda na pašnjacima ova bakterija živi 13 dana, u sputumu 120 dana, vodi za piće 18 dana, u kiselom mlijeku tri nedelje, bijelom siru 28 nedelja, stranicama knjiga oko tri mjeseca. Kuvanjem se uništava za 5–15 minuta, na temperaturi od 59 °C za 20 minuta. Dezinfekciona sredstva koja su efikasna protiv njega su rastvori fenola i sublimata. Takođe ga uništava 5% rastvor karbolne kiseline. Takođe djeluje i povidon jod (kompleks joda i polivinil-pirolidona (povidone), koji se u dodiru sa kožom raspada pri čemu se dobija jod koji ispoljava antiseptično dejstvo. Kao dezinficijensi djeluju i natrijum hipohlorit, persirćetna kiselina, glutaraldehid, formaldehid, mješavina 7,5% vodonikperoksida i 0,85% fosforne kiseline. Da bi se postigla dezinfekcija, neki od ovih sredstava treba duže da djeluju i u većoj koncentraciji u odnosu na one koje se obično koriste za druge mikroorganizme. Mikobakterije ubija temperatura pasterizacije mlijeka od 72 °C u trajanju od 15 s. izlaganje UV svjetlu, temperatura veća od 65 °C u trajanju najmanje 30 minuta, ili autoklaviranje (vlažna toplota od 121 °C najmanje 15 minuta. Inficirane životinje su glavni izvor zaraze. Uzročnici se izlučuju preko nosnog iscjetka, sputuma, izmeta, mlijeka, vaginalnog iscjetka, sperme, mokraće. Infekcija nastaje na više načina: aerogeno, alimentarno, omfalogeno, rjeđe intrauterino, intramamarno i kutano. *M. bovis* je po građi i metabolizmu sličan *M. tuberculosis*. Za razliku od *Mycobacterium tuberculosis* koji uzrokuje tuberkulozu ljudi, *M. bovis* može izazvati tuberkulozu i životinja i ljudi. Osim kod goveda, *M. bovis* izaziva tuberkulozu i kod drugih vrsta sisara, a to su: ljudi, jeleni, lame, svinje, domaće mačke, divlji mesožderi (lisice, kojoti, svaštojedi (kune, glodari), rjeđe kopitari i ovce. *M. bovis* se najčešće prenosi na ljude konzumiranjem sirovog mlijeka bolesnih krava, ali i kapljicama aerosola. Simptomi tuberkuloze kod ljudi su groznica, noćno znojenje, gubitak tjelesne mase i drugi simptomi u zavisnosti koji je organ zahvaćen. Ukoliko su zahvaćena pluća, javlja se kašalj, ako je zahvaćen digestivni trakt, javlja se bol u stomaku i dijareja. Ukoliko se bolest ne liječi, dolazi do smrti. *Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis* izaziva paratuberkulozu, John-ovu (Jonova) bolest. To je hronična, zarazna, neizlječiva bolest, koja se manifestuje prolivom i gubitkom tjelesne mase. Uglavnom se javlja kod goveda, ali se može javiti i kod ovaca, koza, jelena i divljih papkara. Procenat uginuća kod goveda je 2–10%.

Pravilnikom o mjerama za utvrđivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje tuberkuloze goveda (SLCG64/2008) propisane su mjere borbe protiv tuberkuloze goveda. Klinički znaci na osnovu kojih se sumnja na moguće prisustvo tuberkuloze goveda su: uporan kašalj, mršavljenje i otok dostupnih limfnih čvorova na osnovu kojih se može posumnjati na tuberkulozu; granulomatozne ili druge promjene na organima zaklanih ili uginulih životinja na osnovu kojih se može posumnjati na tuberkulozu; kada je životinja reagovala pozitivno na intradermalni tuberkulinski test. U tom slučaju sprovode se sljedeće mjere: izolacija i zabrana kretanja životinje koja je imala sumnjivu ili pozitivnu reakciju; zabrana korišćenja mlijeka krave koja je imala sumnjivu ili pozitivnu reakciju osim za ishranu životinja na istom gazdinstvu nakon termičke obrade najmanje na temperaturi pasterizacije; postavljanje dezinfekcionih barijera na ulazu i izlazu iz objekta u kojem se nalaze goveda sumnjiva na tuberkulozu. Ako veterinarski inspektor, odnosno ovlašćeni veterinar na klanici prilikom klanja sumnjivih goveda ili postmortalnog pregleda na liniji klanja ustanovi tuberkulozne promjene, nakon

pregleda organa i pripadajućih limfnih čvorova, mora poslati na laboratorijsko ispitivanje promijenjene djelove parenhimatoznih organa (pluća, jetra, slezina, itd.) i patološki promijenjene limfne čvorove. Tuberkuloza goveda je službeno potvrđena kad se izoluje uzročnik *Mycobacterium bovis*. Kad je tuberkuloza goveda službeno potvrđena u stadu, veterinarski inspektor povlači status stada slobodnog od tuberkuloze i na zaraženom gazdinstvu nalaže, pored pomenutih i sljedeće mjere: sprovođenje, bez odlaganja, odgovarajućeg dijagnostičkog postupka, odvajanje, izolaciju i označavanje goveda do klanja ili eutanazije u slučaju da ne postoje uslovi za klanje, zabranu korišćenja mlijeka zaraženih krava, osim za ishranu životinja na istom gazdinstvu nakon što je mlijeko prošlo termičku obradu najmanje na temperaturi pasterezacije; zabranu iznošenja sa gazdinstva hrane za životinje koja je bila ili je mogla biti u kontaktu sa govedima sumnjivim na tuberkulozu; zabranu iznošenja stajskog đubriva i osoke sa gazdinstva; tretiranje stajskog đubriva i osoke na gazdinstvu odgovarajućim sredstvom za dezinfekciju i zabranu njihovog korišćenja u trajanju od najmanje tri nedjelje, pri čemu upotreba dezinficijensa nije neophodna ako se stajsko đubrivo pokrije slojem neinficiranog đubriva ili zemlje. Goveda se moraju zaklati ili eutanazirati što je prije moguće, a najkasnije 30 dana od dana kada vlasnik ili lice odgovorno za goveda, primi službeno obavještenje o rezultatima ispitivanja. Nakon klanja ili eutanazije goveda, a prije popunjavanja stada novim grlima, objekti, posuđe, oprema i druga sredstva koja se koriste za životinje moraju se očistiti i dezinfikovati u skladu sa instrukcijama veterinarskog inspektora. Prevozna sredstva, posuđe i oprema moraju se očistiti i dezinfikovati nakon prevoza životinja iz zaraženog stada, a sav materijal koji potiče od tih životinja i materijal ili supstance koje su bile u kontaktu sa takvim životinjama moraju biti učinjene neškodljivim. Mjesta utovara životinja se nakon upotrebe moraju očistiti i dezinfikovati. Preostala goveda u stadu nakon klanja ili eutanazije životinja ne smiju napustiti stado osim radi klanja bez odlaganja, po odobrenju veterinarskog inspektora; podvrgavaju se dijagnostičkom ispitivanju na tuberkulozu; stado se ne smije popunjavati novim govedima sve dok životinje starije od šest nedjelja koje u stadu ostaju, ne prođu jedno ili više zvaničnih ispitivanja na tuberkulozu u skladu sa propisom kojim je uređen promet goveda i svinja. Smatra se da je tuberkuloza goveda prestala na gazdinstvu, i stado vraća status stada zvanično slobodnog od tuberkuloze nakon uklanjanja svih životinja oboljelih od tuberkuloze, obavljene dezinfekcije i nakon izvršena najmanje dva negativna intradermalna tuberkulinska testa kod svih životinja starijih od 6 nedjelja, i to prvi u roku od najmanje 60 dana, a drugi u roku od najmanje 4 mjeseca, a najviše 12 mjeseci od uklanjanja poslednjeg grla sa pozitivnom reakcijom. Za sprovođenje tuberkulinskog intradermalnog testa koristi se tuberkulin, a to su proteinski derivati dobijeni termičkom obradom *Mycobacterium bovis* ili *Mycobacterium avium*. Tuberkulin se koristi za otkrivanje osjetljivosti goveda na ove mikroorganizme. Tuberkulinski test se sprovodi aplikovanjem tuberkulina u kožu vrata. Mjesto aplikovanja mora biti na granici između prednje i srednje trećine vrata. Po jedna doza govedeg i avijarnog tuberkulina se aplikuje na svakoj strani vrata na identičnim mjestima. Test se izvodi tako što se mjesto aplikovanja zahvati prstima i očisti. Nabor kože se uzima između kažiprsta i palca, mjeri kutimetrom, a izmjerenu vrijednost treba zapisati. Nakon toga se aplikuje tuberkulin u kožu kratkom sterilnom iglom, tako da izbrušeni rub bude okrenut prema spolja, sa špricom napunjenim tuberkulinom. Igla se uvodi ukoso u dublje slojeve kože. Pravilnost aplikacije se provjerava palpacijom, pri čemu na mjestu aplikovanja treba da se javi otok veličine zrna graška. Debljina kožnog nabora na mjestu aplikacije se ponovo mjeri nakon 72h. Reakcija na test može biti: negativna, ukoliko na mjestu aplikacije postoji ograničeni otok sa zadebljanjem kožnog nabora koji nije veći od 2 mm, sumnjiva - ako je zadebljanje kožnog nabora veće od 2 mm, a manje od 4 mm i pozitivna, ako je povećanje zadebljanja kožnog nabora na mjestu aplikacije 4 mm ili veće.

5.1.5.1.4. Krimsko-Kongo hemoragijska groznica (*Crimean-Congo Hemorrhagic Fever*)

Krimsko-Kongo hemoragijska groznica (engl. *Crimean-Congo Hemorrhagic Fever*) je akutna virusna bolest, zoonoza, koju prenose krpelji (rodovi *Ixodes* i *Hyalomma*) - ubodom ili kontaktom sa oštećenom kožom i krvlju. Krpelji iz roda *Hyalomma* su glavni prenosioci krimsko-kongo hemoragijske groznice. Uzročnik bolesti je virus koji je svrstan u rod *Orthonairo* virus, familija *Nairoviridae*, red *Bunyavirales*. To je jednolančani RNK virus koji pored kapsida ima i lipidni omotač peplos. Njegov genom čini cirkularna jednolančana negativna RNK, koja je podijeljena u tri segmenta. Virus je pleomorfan (promjenljivog oblika), dijametra 90-120 nm. Bolest se javlja u Africi, na Balkanu, Bliskom istoku, Aziji. Prvi put je otkrivena na Krimu 1944. godine, a 1956. godine virus je izolovan u laboratoriji u belgijskom Kongu (današnjem Zairu). Zato je bolest dobila naziv Krimsko-Kongo hemoragijska groznica. Bolest je u Srbiji prvi put dokazana u Suvoj Reci 1954. godine. Rezervoari virusa su domaći i divlji kičmenjaci - goveda, ovce, zečevi, ježevi, miš, domaći psi, kao i krpelji. Osim toga što su rezervoari virusa, krpelji su i biološki vektori, jer se kod njih virus prenosi i transovarijalno. Mnoge ptice su otporne na infekciju, ali su nojevi osjetljivi i mogu biti izvor zaraze za ljude. Zabilježena je epidemija ljudi u klanici za nojeve. Na ljude se može prenijeti direktnim kontaktom sa oboljelim životinjama, preko zaraženih krpelja ili putem krvi sa jednog čovjeka na drugog. S obzirom da je virus stabilan u aerosolu, smatra se da je moguća infekcija i ovim putem. Najčešće obole ljudi koji rade oko životinja ili se bave zemljoradnjom. Dužina perioda inkubacije zavisi od načina prenošenja virusa. Nakon infekcije ubodom krpelja, period inkubacije je obično jedan do tri dana, a najviše devet dana. Nakon kontakta sa inficiranom krvlju ili tkivima inkubacija je obično pet do šest dana, najviše do 13 dana. Inkubacija bolesti, dakle, traje najviše do dvije nedjelje. Bolest se ispoljava povišenom temperaturom, groznicom, krvarenjima po koži i sluznicama, bolovima u mišićima, glavoboljom, povraćanjem, dijarejom, bolom u očima, fotofobijom, ubrzanim radom srca, uznemirenošću, pospanošću, malaksalošću, slabošću pluća, bubrega, bolom u trbuhu – u predjelu jetre, povećanjem jetre. Bolest se može završiti smrću. Stopa mortaliteta oko 30%, a smrt se najčešće javlja u drugoj sedmici bolesti. Kod pacijenata koji se oporave, poboljšanje obično počinje devetog ili desetog dana od početka bolesti. Pacijenti u prvih nekoliko dana bolesti obično ne razvijaju mjerljiv odgovor antitijela, pa se dijagnoza postiže otkrivanjem virusa ili RNK virusa u uzorcima krvi ili tkiva. Mjere za sprečavanje pojave bolesti su zaštita od uboda krpelja. Osobe koje su izložene povećanom riziku od infekcije ovim virusom, kao što su pastiri, farmeri i dr. treba da nose odgovarajuću zaštitnu odjeću. Ne postoji dostupna bezbjedna i efikasna vakcina protiv ove bolesti kod ljudi životinja. U nedostatku vaccine, jedini način da se smanji infekcija kod ljudi je podizanje svijesti o faktorima rizika i mjerama koje mogu preduzeti da smanje izloženost virusu. Te mjere su: nositi zaštitnu odjeću (duge rukave, duge pantalone), nositi odjeću svijetlih boja kako bi se omogućilo lako otkrivanje krpelja na odjeći, koristiti odobrene akaricide (sredstva namijenjena ubijanju krpelja) na odjeći, koristite odobrene repelente na koži i odjeći, redovno pregledati odjeću i kožu na krpelje i ako se pronađu. Infekciju kod životinja i krpelja je teško kontrolisati, jer ciklus krpelj-životinja-krpelj obično prolazi neopaženo, a infekcija kod domaćih životinja obično nije vidljiva. Zato je veoma važno eliminisati i kontrolisati infestaciju krpelja na životinjama i u štalama, izbjegavati područja u kojima ima puno krpelja, kao i godišnja doba kada su krpelji najaktivniji. U cilju smanjenja rizika od prenošenja virusa sa životinje na čovjeka treba: nositi rukavice i drugu zaštitnu odjeću pri radu sa životinjama ili njihovim tkivima u endemskim područjima, posebno tokom postupaka klanja u klanicama ili kod kuće i staviti životinje u karantin prije ulaska u klanice. Smanjenje rizika od prenošenja sa čovjeka na čovjeka se postiže izbjegavanjem bliskog fizičkog kontakta sa zaraženim osobama, nošenjem rukavica i zaštitne opreme tokom njege bolesnih osoba, redovno pranje ruku nakon njege ili posjete bolesnim osobama, sprečavanjem infekcije u zdravstvenim ustanovama. Ruke treba oprati vodom i sapunom, a zatim dezinfikovati 60-70% rastvorom alkohola.

5.1.5.1.5. Aujeszkijska bolest (*Aujeszky's disease*)

Aujeszkijska bolest (lažno bjesnilo) je akutna virusna bolest mnogih domaćih i divljih životinja. Prirodni domaćin virusa su svinje kod kojih se infekcija javlja u subkliničkom ili latentnom obliku. Uzročnik bolesti je *Suid herpesvirus 1*, koji je svrstan u rod *Varicellovirus*, potfamiliju *Alphaherpesvirinae* i familiju *Herpesviridae*. To je dvolančani DNK virus sa peplosom, sferičnog oblika, ikozaedrnog kapsida, prečnika 120- 200 nm. Genom virusa čini linearna dvolančana DNK. Temperatura od 60 °C inaktivira virus za 60 minuta. Na 4 °C virus ostaje vitalan oko mjesec dana, a na temperaturi 37 °C 25 dana. U sredini sa pH ispod 6 i iznad 11 propada veoma brzo. Virus inaktiviraju etar, fenol i 3% lizol za oko 20 minuta. Za dezinfekciju mogu da se koriste i 2% rastvor NaOH i 3% formalin. Period inkubacije je najčešće 1-10 dana, zavisno od starosti životinje. Virus se najčešće prenosi oralno ili respiratornim putem, ali je moguća i infekcija preko placent. Klinički znaci zavise od starosti svinje, puta ulaska virusa u organizam, virulencije virusa i imunog sistema životinje. Mlada prasadi su najosjetljivija i kod njih smrtnost može biti 100%. Klinička slika se manifestuje povišenom tjelesnom temperaturom i teškim neurološkim smetnjama. Kod prasadi starijih od dva mjeseca najčešće je zahvaćen respiratorni i centralni nervni sistem. Kod odraslih svinja infekcija protiče sa blažim respiratornim simptomima. Kod nekih svinja se razvija i teža klinička slika sa znacima zapaljenja pluća. Često se kod krmača javljaju poremećaji reprodukcije, pobačaji, rađanje avitalnih prasadi, a kod nerastova neplodnost. Svinje koje prebole bolest ostaju doživotno latentno zaražene i povremeno izlučuju virus. Osim kod svinja, bolest se javlja i kod drugih sisara - goveda, ovaca, koza, mačaka, pasa, rjeđe kod konja. Kod drugih životinja, ova bolest se gotovo uvijek završava smrću za nekoliko dana. U slučaju pojave bolesti, oboljele jedinke treba odvojiti, ubiti, a leševe neškodljivo ukloniti. Ostale životinje treba vakcinisati. Treba zabraniti kretanje životinja sa zaraženog gazdinstva.

5.1.5.1.6. Groznica Zapadnog Nila (*West Nile Fever*)

Groznica Zapadnog Nila je virusna zarazna bolest, zoonoza, koja se prenosi ubodom komaraca iz roda *Culex*. Prvi slučaj ove bolesti je zabilježen 1937. godine u slivu Zapadnog Nila na području Ugande. Bolest se manifestuje simptomima teškog zapaljenja mozga i kičmene moždine. Uzročnik bolesti je virus Zapadnog Nila (West Nile virus). To je arbovirus (što znači da ga prenose zglavkari), svrstan u rod *Flavivirus* i familiju *Flaviviridae*. Familiji *Flaviviridae* pripadaju i virusi dengue groznice, žute groznice i japanskog encefalitisa. Virus groznice Zapadnog Nila je sferičnog oblika prečnika oko 50 nm. To je jednolančani RNK pozitivni virus sa peplosom. Izolovan je iz oko 60 vrsta komaraca, uglavnom iz roda *Culex*. Glavni vektor, odnosno prenosilac, je *Culex pipiens*, vrsta komarca koja živi i u našem regionu. Idealni uslovi za njihovu reprodukciju su ustajala voda u kanalizaciji, kanali za navodnjavanje, voda u odbačenim gumama, olucima, barama, pojilicama za životinje i ptice, fontanama itd. Komarci polažu jaja u stajaćoj vodi. Razvoj od polaganja jaja preko larvi do odraslog komarca traje samo četiri dana. Čak i veoma male količine vode, na primer, u tacni saksija za cvijeće je pogodno za boravak i razmnožavanje komaraca. Laboratorijski je dokazano da se mesojedi mogu inficirati ovim virusom hraneći se mesom zaraženih životinja. Potvrđeno je i prenošenje virusa preko mlijeka sa majke na dijete. Ovaj virus može da inficira ljude, ptice, komarce, konje i druge sisare, aligatore. Glavni rezervoar zaraze su različite vrste ptica, u kojima se virus održava, dok su ljudi slučajni domaćini, sa kojih se ne prenosi infekcija virusom Zapadnog Nila. Groznica Zapadnog Nila je sezonska bolest, koja se najčešće javlja periodu najveće aktivnosti komaraca koji su vektori za prenošenje ove bolesti. Većina ljudi (80-90%) zaraženih virusom Zapadnog Nila nemaju nikakve simptome ili znakove bolesti. Kod malog procenta zaraženih osoba (10-20%) simptomi podsjećaju na grip, sa iznenadnom pojavom povišene tjelesne temperature, glavobolje, bolova u grlu, leđima, mišićima, zglobovima, umorom, osipom i limfadenopatijom. Kod nekih osoba se razvija meningitis i encefalitis, tj. neuroinvazivni oblik bolesti. Simptomi ovog oblika bolesti su glavobolja, ukočenost vrata, dezorijentacija, koma, grčevi, slabost mišića, paraliza.

Dugotrajne posljedice su umor, gubitak pamćenja, otežan hod, slabost mišića, depresija. Smrtnost je veća kod starijih osoba. Bolesnici koji prežive teški oblik bolesti imaju lošu prognozu i trajne neurološke posljedice. Mjere za sprečavanje bolesti se sastoje u zaštiti od uboda komaraca, uklanjanju staništa komaraca. Ne postoji vakcina. Virus Zapadnog Nila može se uništiti dezinficijensima kao što su natrijum hipohlorit, vodonik peroksid, glutaraldehid, formaldehid, etanol, 1% jod, fenol, jodoformi. Takođe se inaktivira UV svjetlom, gama zračenjem, kao i izlaganjem temperaturama 56-60 °C 30 minuta.

5.1.5.1.7. Japanski encefalitis (*Japanese encephalitis*)

Japanski encefalitis izaziva virus koji je svrstan u rod *Flavivirus* i familiju *Flaviviridae*, zajedno sa virusima denga groznice, žute groznice i groznice Zapadnog Nila. To je jednolančani RNK pozitivni virus sa peplosom. Ovaj virus se prenosi ubodom zaraženih komaraca roda *Culex*. Rezervoari virusa su svinje i vodene ptice, preko kojih se zaraze komarci. Ovaj virus je najčešći uzročnik virusnog encefalitisa u većini zemalja Azije. Prenošenje bolesti je najintenzivnije tokom kišne sezone, kada se broj komaraca povećava. Prvi slučaj bolesti je zabilježen 1871. godine u Japanu. Bolest najčešće pogađa djecu. Inkubacija traje 4-14 dana. Bolest se manifestuje visokom temperaturom, glavoboljom, ukočenošću vrata, dezorijentacijom, grčevima, komom, paralizom mišića. Kod djece glavni početni simptomi mogu biti stomačni bolovi i povraćanje. Trajne neurološke i psihijatrijske posljedice se javljaju kod 30-50% ljudi sa encefalitisom. Kod bolesnika koji prežive ostaju posljedice kao što su neuroza, glavobolja, poremećaj spavanja, slabost i paraliza mišića, intelektualne smetnje. Mjere za sprečavanje pojave bolesti obuhvataju prije svega zaštitu od uboda komaraca. Putnicima koji provode duže vrijeme u područjima u kojima se japanski encefalitis javlja endemski, prije putovanja preporučuje se vakcinacija.

5.1.5.1.8. Q groznica (*Q fever*)

Q groznica je akutna ili hronična bolest ljudi i životinja koju uzrokuje bakterija *Coxiella burnetii*. Ova bakterija je svrstana u rod *Coxiella*, familiju *Coxiellaceae*, red *Legionellales*, klasu *Gammaproteobacteria* i razdio *Pseudomonadota*. Ova bakterija je ranije bila svrstana u rod *Rickettsia*. Od rikecija se razlikuju po izraženoj stabilnosti van ćelije domaćina, većoj otpornosti na hemijska jedinjenja i mogućnosti prenošenja na čovjeka aerogenim putem. To je sitna, pleomorfna bakterija oblika kokobacila ili bacila, manja od rikecija. Od ove bolesti mogu da obole ovce, koze, goveda, a prenosi se i na čovjeka, pa predstavlja zoonozu. "Q" u nazivu ove bolesti potiče od engleske riječi *query* – znak pitanja, nepoznat, jer u početku nije bilo jasno o kojoj se bolesti radi. Ova bakterija je dosta otporna i van organizma opstaje duže vremena. Otpornija je na termičke tretmane od *Mycobacterium tuberculosis* - za njeno uništavanje potrebna je temperatura visoke pasterezacije, 82 °C u trajanju od 20 sekundi. U mlijeku i mliječnim proizvodima živi do tri mjeseca. Dobro podnosi isušivanje. Dugo opstaje u prašini, osušenom izmetu krpelja, krvi i drugom infektivnom materijalu. Vrlo je otporan na stresne faktore okoline kao što su visoka temperatura, osmotski pritisak i ultraljubičasto svjetlo. Otporan je na uobičajene dezinficijense. Rastvori formalina u koncentraciji 0,2% i fenola (0,4%) je uništavaju tek za nekoliko dana. Takođe je vrlo otporan na djelovanje antibiotika. Ovako velika otpornost se pripisuje sposobnosti ovog mikroorganizma da stvara endogene formacije nalik sporama, kako u spoljašnjoj sredini, tako i u organizmu. Faktori koji upravljaju sporogeneom *C. burnetii* su još uvijek nedovoljno poznati. Rastvor 70% etilalkohola i 5% rastvor hlороforma ubija *C. burnetii* (u suspenziji gustine 10⁸ ćelija) za 30 minuta. Kod mnogih životinja bolest prolazi neprimjetno, a znaci bolesti koji se mogu javiti kod ovaca i koza su bronhopneumonija, a kod goveda pobačaj i mastitis. *C. burnetii* se izlučuje izmetom, mokraćom, mlijekom, pri čemu se kontaminiraju okolina, predmeti, vazduh. Oboljenje se najčešće javlja kod ljudi koji su u bliskom dodiru sa životinjama ili njihovim proizvodima. Uzročnik se najčešće prenosi udisanjem zaraženog aerosola i konzumiranjem sirovog neprokuvanog mlijeka. Vuna i koža, pobačeni plod, placenta, plodova tečnost su takođe značajni u prenošenju infekcije. *C. burnetii* se

može prenijeti i ubodom krpelja. Krpelji koji nose *C. burnetti* mogu biti infektivni i do tri godine i izlučivati ovu bakteriju izmetom. Nakon inkubacije koja može trajati od jedne do tri nedjelje, bolest kod ljudi počinje visokom temperaturom (do 40 °C), groznicom, glavoboljom, bolovima u mišićima. Nakon 4-5 dana razvija se atipična intersticijska pneumonija, a primarne ćelije u kojima se razmnožava ova bakterija su makrofagi alveola. Bakterije se putem krvi prenose u druge organe, najčešće jetru, pri čemu dolazi do pojave hepatitisa, a javljaju se i kardiovaskularne komplikacije. Nekada bolest može proteći bez vidljivih simptoma. Simptomi hronične bolesti se ispoljavaju zavisno od zahvaćenog organskog sistema. Hroničnom infekcijom najčešće bude zahvaćeno srce, sa stopom smrtnosti od 50%. Kod životinja se bolest najčešće manifestuje pobačajem. U cilju dijagnostike Q-groznice, svaki pobačaj krave, ovce i koze se mora prijaviti veterinarskoj službi. Od životinje koja je pobacila veterinar uzima uzorke i dostavlja ih ovlaštenoj laboratoriji na ispitivanje. Životinje oboljele od Q groznice se ubijaju i neškodljivo uklanjaju.

5.1.5.1.9. Vodenasto srce - kaudrioza (*Heartwater – cowdriosis*)

Uzročnik bolesti vodenastog srca je *Ehrlichia ruminantium* (raniji naziv *Cowdria ruminantium*), koja je svrstana u red *Rickettsiales* i familiju *Anaplasmataceae*. To su sitni, gram negativni kokoidni do pleomorfni mikroorganizmi i obavezni intracelularni paraziti. Sojevi *E. ruminantium* se razlikuju u virulenciji, neki su više, neki manje virulentni. *E. ruminantium* ima visok nivo genomske plastičnosti. Nekoliko različitih genotipova može da koegzistira u nekom geografskom području, mogu se rekombinovati i tako dolazi do stvaranja novih sojeva. Ovaj mikroorganizam se umnožava u endotelnim ćelijama krvnih sudova u cijelom organizmu. Unutar citoplazme inficiranih endotelnih ćelija kapilara, kao i u preparatima iz briseva mozga ovi mikroorganizmi se mogu uočiti svjetlosnim mikroskopom - u grupama od manje od pet do nekoliko hiljada. Osjetljivi su na visoku temperaturu: na sobnoj temperaturi gube vitalnost u roku od 12-38h. Uzročnik vodenog srca je dosta osjetljiv na uslove spoljašnje sredine - van domaćina ne može opstati duže od nekoliko sati. Kako bi mu se očuvala infektivnost, mora se čuvati u suvom ledu ili u tečnom azotu. Bolest se javlja u predjelima gdje su prisutni vektori, tj. krpelji roda *Amblyomma*. Krpelji se zaraze hraneći se krvlju akutno oboljelih ili subklinički zaraženih životinja. U krpeljima uzročnik može opstati najmanje 15 mjeseci. U krpeljima se virus prenosi transovarijalno i oni su biološki vektori ovog virusa. Vodenasto srce se javlja u gotovo svim podsaharskim zemljama Afrike gdje su prisutni krpelji roda *Amblyomma* i na okolnim ostrvima: Madagaskar, Mauricijus, Zanzibar i dr. Bolest je prijavljena i na Karibima. Svi domaći i divlji preživari mogu biti zaraženi, ali češće oboljevaju domaći preživari. Autohtoni domaći preživari su obično otporniji na bolest. Divlje životinje su najčešće rezervoari virusa. Bolest se ispoljava teškim simptomima kod goveda, ovaca i koza. Do 80% merino ovaca može uginuti. Prosječan period inkubacije je 2-3 sedmice, ali može varirati od 10 dana do jednog mjeseca. Klinička slika bolesti zavisi od osjetljivosti domaćina, virulencije uzročnika i infektivne doze. Perakutni oblik karakteriše iznenadna smrt, kojoj prethodi kratak period groznice, teški respiratorni distress, grčevi, suzenje, teška dijareja. Ovaj oblik bolesti je relativno rijedak. Akutni oblik je najčešći. Životinje s akutnim oblikom vodenog srca obično uginjavaju za nekoliko sedmica. Bolest počinje povišenom temperaturom, koja za 1-2 dana može preći 41 °C. Temperatura ostaje visoka tokom 4-5 sedmica sa malim variranjima, a zatim pada neposredno pred smrt. Povišena temperaturura je praćena nedostatkom apetita, bezvoljnošću, dijarejom (posebno kod goveda), poremećajem disanja usljed edema pluća. Životinja je nemirna, hoda u krugovima, stoji ukočena sa podrhtavanjem mišića. Goveda mogu gurati glavu u zid i ispoljavati agresivno ponašanje. U terminalnoj fazi bolesti životinja pada na tlo u bočnom položaju, uz pojavu grčeva, pjene na usta, nakon čega dolazi do uginuća. U rijetkim slučajevima, vodenasto srce se javlja u subakutnom obliku, s produženom temperaturom, kašljem i blago nekoordinisanim pokretima. Životinja se oporavlja ili uginjava u roku od 1 do 2 sedmice. Blage ili subkliničke infekcije mogu se uočiti kod mladih teladi, jagnjadi ili jaradi, divljih preživara. Jedini znak subkliničke infekcije može biti prolazna groznica. Stopa mortaliteta kod neautohtonih rasa ovaca i koza može biti 80% ili više, za razliku od 6% kod autohtonih. Kod goveda mortalitet od 60-80% nije neuobičajen. Bolest vodenasto srce je dobila zbog pojave hidroperikarda –

tj. nakupljanja tečnosti žućkaste do crvenkaste boje u srčanoj kesi – perikardu. Hidroperikard, hidrotoraks, ascites (blagi), edem medijastinuma i plućni edem su rezultat povećane propustljivosti krvnih sudova. Srčana voda se često dijagnostikuje posmatranjem kolonija *E. ruminantium* u mozgu ili u zidu krvnih sudova. Preparati iz razmaza mozga se osuše na vazduhu, fiksiraju metanolom i boje Giemzom. *E. ruminantium* se na preparatima uočavaju kao nakupine crvenkasto-ljubičaste do plave, kokoidnih do pleomorfni organizama u citoplazmi endotelni ćelija krvnih sudova. Takođe se bolest može dijagnostikovati serološkim testovima, PCR metodom i dr. Kako *E. ruminantium* ne može preživjeti izvan živog domaćina više od nekoliko sati na sobnoj temperaturi, to bolest u područja slobodna od bolesti unose zaražene životinje, subklinički prenosioci ili krpelji. Krpelji se mogu unijeti u zemlju na ilegalno uvezenim životinjama ili pticama selicama. Epidemije se obično suzbijaju karantinom, eutanazijom zaraženih životinja i kontrolom krpelja. Za sada još uvijek nema dostupnih komercijalnih vakcina. Vodenasto srce se ne smatra zoonozom, ali su pozitivni rezultati PCR-a na ovaj organizam dobijena u tri smrtna slučaja ljudske erlihioze u Južnoj Africi. Dva slučaja su se dogodila kod djece sa simptomima encefalitisa, vaskulitisa mozga i plućnog edema. Treba imati u vidu da *E. ruminantium in vitro* lako inficira endotelne ćelije ljudi i nezrele *Amblyomma* krpelje koji mogu napasti ljude. Zato se smatra da vodenasto srce ima zoonotski potencijal.

5.1.5.1.10. Leptospiroza (*Leptospirosis*)

Leptospiroza je zarazna bolest ljudi i životinja – zoonoza, koju uzrokuju bakterije iz roda *Leptospira*. Leptospire su dobile ime od starogrčke riječi *leptos* - fin, tanak i latinske riječi *spira* – zavojnica. Leptospire su gram negativne, pokretne, aerobne bakterije spiralnog oblika (spirohete), dužine 6-20 µm i prečnika 0,1 µm. Bakterijski rod *Leptospira* je svrstan u familiju *Leptospiraceae*, red *Leptospirales*, klasu *Spirochaetia*, razdjelu *Spirochaetota*. Ovom rodu pripadaju neke patogene i saprofitske vrste. Široko su rasprostranjene u svijetu, nisu nađene jedino na Antarktiku. Za njihov razvoj neophodni su visoka vlažnost i neutralni pH (6,9–7,4). Njihova prirodna staništa su močvare, plitka jezera, bare i sl. Minimalna temperatura za rast patogenih vrsta je 13–15 °C. U vodi i vlažnom zemljištu mogu da opstanu mjesecima. Najznačajniji rezervoari ovog uzročnika su glodari, domaći psi, goveda, svinje, koji uzročnike izlučuju putem urina do kraja života. Kod ovih životinja bolest često protiče bez simptoma. Leptospire se uglavnom nalaze kod sisara, ali je utvrđeno da i gmizavci i hladnokrvne životinje kao što su žabe, zmije, kornjače i krastače takođe mogu biti inficirane. Od leptospiroze najčešće obole ribolovci, veterinari, farmeri, stočari, rudari, mesari, ljudi koji se rekreiraju na vodi, naročito na stajaćoj vodi (bare, jezera). Najčešće se javlja tokom kasnog ljeta i rane jeseni. Ljudi se inficiraju pri kontaktu sa urinom i tkivom bolesnih životinja, u kontaktu sa kontaminiranom hranom, zemljištem ili vodom. U ruralnim područjima, poljoprivreda i stočarstvo su glavni faktori rizika za dobijanje leptospiroze. Mjesto prodora je najčešće oštećena koža ili sluznica oka, nosa, usta. Mala je vjerovatnoća da leptospire prodru kroz neoštećenu kožu. Moguća je i infekcija kroz placentu tokom trudnoće. Ne prenosi se sa jednog čovjeka na drugog. Inkubacija bolesti je najčešće oko 10 dana. Nakon prodora u organizam, leptospire se krvotokom brzo šire na sve organe, a najviše oštećuju jetru. Takođe izlučuju toksine koji uzrokuju oštećenje bubrega. Dolazi do povećanja koncentracije bilirubina, ureje i kreatinina u krvi. Javlja se akutna hemolitička anemija. Znaci bolesti su povišena tjelesna temperatura, drhtavica, jaka glavobolja, bolovi u mišićima, povraćanje, pojava žutice – žuta obojenost kože i beonjača, stomachni bol, dijareja, oštećenje bubrega, meningitis, slabost jetre, smrt. Može uzrokovati pobačaj i infekciju kod novorođenčadi. Zaražene životinje ne moraju imati vidljive simptome. Simptomi mogu varirati u zavisnosti od vrste životinje. Kod nekih životinja bakterije žive u reproduktivnom traktu, tako da se mogu prenijeti tokom parenja. Klinički simptomi kod životinja su slični kao kod ljudi. Kod odraslih svinja i goveda, pobačaji su najčešći znaci leptospiroze. Leptospiroza može izazvati pobačaje nakon 2-12 nedelja kod goveda i 1-4 nedelje od infekcije kod svinja. Najčešće su zahvaćeni bubrezi, jetra i reproduktivni sistem, ali mogu biti zahvaćeni i drugi organi. Mjere za sprečavanje pojave leptospiroze su kontrola broja glodara, održavanje higijene životinja, zaštita vode i hrane od kontaminacije od strane zaraženih životinja, hlorisanje vode za piće i vode u bazenima, izbjegavanje kupanja u kontaminiranoj vodi,

održavanje higijene ruku, zaštita posjekotina i ogrebotina od kontakta sa kontaminiranom zemljom, vodom, nošenje zaštitne odjeće i obuće prilikom kontakta sa zaraženim životinjama i dr. Prema *Pravilniku o mjerama za suzbijanje i iskorenjivanje leptospiroze*, kada se utvrdi leptospiroza, potrebno je sprovesti sljedeće mjere: u dvorištu i objektu u kojima je utvrđena leptospiroza životinja narediće se sljedeće mjere: odvajanje oboljelih životinja od zdravih, liječenje oboljelih životinja odgovarajućim antibiotikom, zabrana kretanja oboljelih životinja izvan zaraženog dvorišta, dezinfekcija i deratizacija zaraženog dvorišta, uklanjanje otpadnih voda i isušivanje zaraženog dvorišta, sprečavanje zagađivanja napajališta, dijagnostika leptospiroze kod drugih životinjskih vrsta; dijagnostika kod životinja iz zaraženog dvorišta dva puta u razmaku od po 21 dan nakon završenog liječenja i sprovođenja svih naređenih mjera. *Leptospira* se može inaktivirati 1% rastvorom natrijum hipohlorita, 70% etanolom, dezinficijensima na bazi joda, sredstvima kao što su kvaternarna amonijum jedinjenja, 2% stabilizovani vodonik peroksid (vodonik peroksid kojem su dodati surfaktant i organske kiseline), glutaraldehid, formaldehid, deterdženti, kiseline. *Leptospire* su osjetljive na djelovanje vlažne toplote (121 °C najmanje 15 min). Takođe ih ubija temperatura pasterizacije.

5.1.5.1.11. Tularemija - kuga glodara (*Tularemia*)

Tularemija je zarazna bolest, zoonoza, uzrokovana bakterijom *Francisella tularensis*. Ova bakterija je svrstana u rod *Francisella*, familiju *Francisellaceae*, red *Thiotrichales*, klasu *Gammaproteobacteria* i razdio *Pseudomonadota*. To je gram negativna aerobna bakterija u obliku kokobacila. Ne stvara spore, nije pokretna. Stvara kapsulu. U leševima životinja, zemljištu i vodi, na niskim temperaturama, može da preživi nekoliko nedjelja. Osjetljiva je prema povišenoj temperaturi, hlornim preparatima, formalinu i drugim dezinficijensima. Ima sposobnost da se razmnožava u makrofagima i pri tom ih uništava. Od tularemije najčešće obole glodari i zečevi, ali i druge vrste divljih i domaćih životinja. Od divljih životinja bolest se može prenijeti na domaće životinje (goveda, ovce, konji, psi, mačke, živina). Ulazno mjesto za nastanak infekcije su koža, konjunktive, sluznica respiratornog i digestivnog trakta. Ljudi se najčešće zaraze direktnim kontaktom sa zaraženom životinjom ili indirektno – putem kontaminirane hrane i vode, udisanjem prašine, ubodom insekata (krpelja, buva). Aerogeno - udisanjem prašine, nastaje plućni oblik tularemije koji se manifestuje zapaljenjem pluća i često se završava smrću. Konzumiranjem vode iz bunara kontaminiranih ekskretima oboljelih životinja javlja se crijevni oblik tularemije. Infekcija može nastati i preko konjunktiva u toku plivanja u kontaminiranoj vodi. Značajni rezervoari ove bakterije su lagomorfi (zečevi) i glodari. Najviše obolijevaju lovci, veterinari, laboratorijski radnici i farmeri. Bolest se najčešće javlja tokom sezone lova na kuniće ili tokom poljoprivrednih radova. Nije utvrđeno da se bolest prenosi sa čovjeka na čovjeka. Kliničke manifestacije tularemije su različite, zavisno od mjesta ulaska bakterije, njene virulencije, imunološkog sistema zaražene osobe. Može se manifestovati skoro bez simptoma ili sa teškim kliničkim tokom sa smrtnim ishodom. Nakon inkubacije od 1 do 21 dan, javlja se povišena tjelesna temperatura, groznica, glavobolja, bolovi u mišićima i zglobovima. Na mjestu prodora uzročnika se razvija zapaljenska reakcija, kao i u regionalnom limfnom čvoru i unutrašnjim organima, najčešće na plućima i jetri. Mjere za sprečavanje tularemije su sprečavanje uboda krpelja, muva i komaraca, adekvatna termička obrada mesa divljači kuvanjem, nekorišćenje kontaminirane vode za piće, vakcinacija osoba koje su pod visokim rizikom od infekcije (laboratorijski radnici, lovci i dr.).

5.1.5.1.12. Zarazne bolesti izazvane prionima (*Transmisivne spongiformne encefalopatije – TSE – transmissible spongiform encephalopathies*)

U transmisivne spongiformne encefalopatije svrstana su oboljenja ovaca (skrepi), goveda (bolest ludih krava) i ljudi Creutzfeld-Jakob-ovu bolest. Uzročnici su prioni. Prioni (*proteinaceous infectious particle*) su patološki proteini koji izazivaju transmisivne spongiformne encefalopatije ljudi i životinja. Prioni nastaju mutacijom gena koji je odgovoran za sintezu fiziološkog prion proteina. Izmijenjeni proteini se mogu prenijeti na druge osobe, kod kojih mijenjaju konformaciju normalnih

prion proteina i dovode do oboljenja. Patološki prion je otporan na dejstvo proteaza i nagomilava se u unutrašnjosti nervnih ćelija, što dovodi do njihove degeneracije i izumiranja. Prioni su otporni na dejstvo temperature, jonizujućeg zračenja, nukleaza i proteinaza. Bolest ludih krava manifestuje se nervnim simptomima, hroničnog je toka i malignog karaktera. Skoro po pravilu obole jedinke starije od dvije godine. Inkubacija iznosi 2-5 godina i više. Kod životinja se javlja neprirodno ponašanje, nedostatak koordinacije, strah, nemir, nervoza, odbijanje muže, agresivno ponašanje, otežano ustajanje, smanjenje mliječnosti, gubitak tjelesne mase itd. Životinje uginjavaju za dvije nedjelje do šest mjeseci.. Bolest ludih krava se može prenijeti i na druge životinjske vrste i čovjeka. Pored goveda, mogu da obole ovce, jeleni, mačke, nerc, čovjek. Konzumiranjem mesa, prije svega mozga zaraženih životinja, kod ljudi se javlja Krocjfeld-Jakobsova bolest. Na Novoj Gvineji se javljala ova bolest kod plemena Kuru, koji u sklopu vjerskih obreda jedu ljudski mozak. Suzbijanje i iskorjenjivanje se vrši primjenom *stamping out* metode. Za kontrolu bolesti se primjenjuju preventivne mjere kojima se sprečava prenošenje uzročnika između životinja, kao sa životinja na ljude. Najznačajnije mjere su zabrana ishrane preživara proteinima životinjskog porijekla, odbacivanje visokorizičnih tkiva goveda u klanicama i dr. Prioni pokazuju veliku otpornost na uobičajene fizičke i hemijske metode dezinfekcije, tako da nijedna metoda samostalno upotrijebljena nije efikasna za njihovo uništavanje. Preživljavaju djelovanje uobičajenih dezinficijensa, UV zračenja, kao i veoma visoke temperature sterilizacije suvom toplotom. Najbolje se pokazala kombinacija hemijskih i fizičkih metoda, a to su potapanje očišćene opreme i pribora u 1N (4%) rastvor NaOH ili 1:5 do 1: 10 rastvor natrijum hipohlorita najmanje 2h, a zatim autoklaviranje na 134 °C u trajanju od 18 minuta ili na 132 °C u trajanju od 60 minuta. S obzirom da su ovo korozivne materije, to nisu primjenjive za dekontaminaciju svih vrsta opreme. Dobrim se pokazao i postupak potapanja opreme u određene alkalne i enzimske deterdžente, a zatim sterilizacija u autoklavu pomenutim temperaturama. Prije početka dezinfekcije pribora i opreme, treba izvršiti čišćenje i pranje opreme alkalnim ili enzimskim deterdžentima koji imaju prionicidno dejstvo –tj. inaktiviraju prione. Pri rukovanju kontaminiranom opremom treba koristiti rukavice. Treba imati u vidu da se prioni čvrsto vezuju za površine, što dodatno otežava njihovo uklanjanje čišćenjem i pranjem. Upotrijebljeni pribor i instrumente treba odmah potopiti u vodu ili rastvor deterdženta, jer su prioni u osušenom materijalu otporniji na inaktivaciju sterilizacijom.

Pravilnikom o mjerama za sprečavanje pojave, otkrivanje, suzbijanje i iskorenjivanje transmisivnih spongiformnih encefalopatija (SLCG 54/2015) propisane su mjere za borbu protiv ovih bolesti. U cilju ranog otkrivanja TSE vrši se praćenje (monitoring). Monitoring se sprovodi na govedima, ovcima i kozama, a po potrebi i drugim vrstama životinja u skladu sa programom mjera obavezne zdravstvene zaštite životinja. Monitoring se zasniva na dijagnostičkom ispitivanju uzorkovanog dijela mozga. Goveda starija od 24 mjeseca zaklana za ishranu ljudi dijagnostički se ispituju na bolest ludih krava (BSE). Trup i ostali dijelovi tijela životinje za koje je rezultat brzog testa pozitivan ili se ne može izvesti zaključak, kao i najmanje jedan trup neposredno prije i dva trupa neposredno poslije trupa te životinje na istoj liniji klanja uništavaju se na propisani način kao nusproizvodi kategorije 1. Dijagnostičko ispitivanje ovaca i koza koje su zaklane za ishranu ljudi, kao i ovaca i koza koje nisu namijenjene za ishranu, vrši se na životinjama starijim od 18 mjeseci ili životinjama koje imaju više od dva stalna sjekutića koja su izbila kroz desni. Monitoring po mogućnosti obuhvata dijagnostičko ispitivanje ovaca i koza sa svih registrovanih gazdinstava sa više od 100 životinja, kao i gazdinstava u kojima nikada nije potvrđen slučaj TSE-a. Za ishranu preživara ne treba da se koriste: proteini životinjskog porijekla, dikalcijum fosfat i trikalcijum fosfat životinjskog porijekla i hraniva koja sadrže te proizvode. Za ishranu nepreživara, osim krznašica, ne treba da se koriste prerađeni proteini životinjskog porijekla, kolagen i želatin porijeklom od preživara, proizvodi od krvi, hidrolizovani proteini životinjskog porijekla, dikalcijum fosfat i trikalcijum fosfat životinjskog porijekla. Proizvodi za ishranu nepreživara treba da se prevoze u vozilima i kontejnerima koji se ne koriste za prevoz hrane za životinje za preživare. Specifični rizični materijal su sljedeća tkiva i to: kod goveda: lobanja (osim donje vilice), mozak, oči, kičmena moždina životinja koje su starije od 12 mjeseci; kičmeni stub osim pršljenova repa životinja starijih od 30 mjeseci, krajnici, tanko, debelo crijevo, rektum i

mezenterijum životinja svih starosnih doba. Kada su u pitanju ovce i koze to je: lobanja, mozak, oči, krajnici i kičmena moždina koje su starije od 12 mjeseci, slezina i završni dio tankog crijeva (ileum) životinja svih starosti. Za životinju za koju se sumnja da je zaražena TSE-om službeni veterinar naređuje zabranu premještanja do dobijanja rezultata kliničkog i epizootiološkog ispitivanja. Kada ne može da se isključi mogućnost zaraze sa TSE, životinja, ako je još živa se usmrćuje, a njen mozak i druga tkiva koja odredi službeni veterinar se odstranjuju i dostavljaju ovlašćenoj laboratoriji, radi ispitivanja, a ostali djelovi tijela sumnjive životinje se zadržavaju pod službenim nadzorom do dobijanja negativnog rezultata dijagnostičkog ispitivanja ili se uništavaju na propisani način. Ostalim govedima, ovcama ili kozama sa istog gazdinstva zabranjuje se premještanje do dobijanja rezultata ispitivanja. Mlijeko i mliječni proizvodi ovaca i koza na gazdinstvu koje je pod službenom kontrolom i na kome su ovce i koze prisutne od datuma postavljanja sumnje na TSE do dobijanja potvrdnih rezultata ispitivanja, može da se koristi samo na tom gazdinstvu. Kada se službeno potvrdi TSE odmah se sprovode sljedeće mjere: 1) trup i ostali djelovi tijela životinje uništavaju se propisan način; 2) epizootiološko ispitivanje radi utvrđivanja ugroženih životinja; 3) sve životinje i proizvodi koji predstavljaju rizik, usmrćuju se i uništavaju na propisan način. Gazdinstvo zaraženo sa TSE stavlja se pod službenu kontrolu, a promet životinja prijemčivih na TSE i proizvoda životinjskog porijekla dobijenih od tih životinja sa ili na gazdinstvo može da se vrši samo uz odobrenje službenog veterinara, pod uslovom da se obezbijedi sledljivost i identifikacija tih životinja i proizvoda životinjskog porijekla.

5.1.5.2. Opasna zarazna bolest goveda

5.1.5.2.1. Enzootska leukoza goveda (*Enzootic bovine leukosis*)

Enzootska leukoza goveda je oboljenje koje se manifestuje sistemskim, malignim bujanjem ćelija retikuloendotelnog sistema. Uzročnik oboljenja je virus, koji je svrstan u rod *Deltaretrovirus* i familiju *Retroviridae* (*retrovirus*). To je RNK virus, koji ima lipidni omotač peplos. Genom je građen od dva identična molekula jednolančane negativne RNK. Ovaj virus može da se integriše u DNK B limfocita kao provirus. Provirus je oblik virusa koji se integriše u genetski materijal ćelije domaćina, umnožava se zajedno s njim i prenosi s jedne generacije ćelija na drugu, ne dovodeći do lize ćelija. Ovo se zove lizogena virusna reprodukcija. Međutim, provirus (lizogeni virus) se može aktivirati i započeti transkripciju svog virusnog genoma. To može dovesti do uništenja ćelije domaćina. Tada se virus nalazi slobodan u citoplazmi. Virus sadrži i gene koji kodiraju sintezu proteina koji utiču na proliferaciju i onkogenezu ćelija domaćina. Izvori zaraze su inficirane životinje, koje su klinički ili subklinički oboljele od ove bolesti. Još uvijek nije dokazano da je ovo oboljenje zoonoza. Međutim, kod ljudi je utvrđeno postojanje antitijela na ovaj virus, što ukazuje na postojanje te mogućnosti. Mogući način prenošenja na čovjeka bi mogao biti direktnim kontaktom sa životinjama ili konzumiranjem mliječnih proizvoda. Oboljenje se prenosi kontaktom zdrave sa oboljelim životinjom i njenim sekretima (mokraćā, izmet, očni, nosni i genitalni iscedak, mlijeko), plodovom vodom, sadržajem rana. Oboljenje se prenosi na plod preko placente. Infekcija može takođe da nastane i nepravilno izvedenim postupcima (tuberkulinizacija, uzimanje krvi inficiranim iglama, davanje injekcija inficiranim iglama, tetoviranje, stavljanje ušnih markica, nesterilnim priborom i instrumentima). Oboljenje se prenosi i preko insekata koji sišu krv, kontaminiranim sjemenom za vještačko osjemenjavanje krava, prirodnim pripustom. Inkubacija bolesti je od 200 dana do 7 godina. Slika bolesti može biti različita, u zavisnosti koji je organ i u kojem stepenu zahvaćen promjenama. Međutim, najčešće klinički znaci oboljenja nisu ispoljeni. *Pravilnikom o mjerama za utvrđivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje enzootske leukoze goveda (SLCG 64/2008)* propisane su mjere borbe protiv ove bolesti. Sumnjiva na enzootsku leukozu smatraju se goveda: kod kojih je prisutan otok limfnih čvorova, apatija ili bilo koji drugi klinički simptom na osnovu kojeg se može posumnjati na enzootsku leukozu; kod kojih je utvrđena sumnjiva, odnosno nejasna serološka reakcija; kod kojih se prilikom klanja ili uginuća životinje uoče značajne tumorozne promjene; kod kojih je nakon izvršenih hematoloških ispitivanja utvrđena limfocitoza od preko 65%. U slučaju sumnje na

enzootsku leukozu goveda, veterinarski inspektor odmah stavlja gazdinstvo pod službeni nadzor, suspenduje status stada slobodnog od enzootske leukoze goveda, sprovodi epizootiološko ispitivanje i nalaže sljedeće mjere: zabranu svih kretanja u ili iz stada, osim u slučaju klanja bez odlaganja pod nadzorom veterinarskog inspektora; odvajanje i izolaciju goveda sumnjivih na enzootsku leukozu goveda; sprovođenje odgovarajućeg dijagnostičkog postupka kod goveda sumnjivih na enzootsku leukozu; zabranu osjemenjavanja i pripusta goveda sumnjivih na enzootsku leukozu goveda; zabranu korišćenja mlijeka sumnjivih krava, osim za ishranu životinja na istom gazdinstvu nakon što je to mlijeko prošlo termičku obradu najmanje na temperaturi pasterizacije ili za isporuku mljekari radi obrade najmanje na temperaturi pasterizacije; zabranu iznošenja sa gazdinstva hrane za životinje koja je bila ili je mogla biti u kontaktu sa govedima sumnjivim na enzootsku leukozu goveda; postavljanje dezinfekcionih barijera na ulazu i izlazu iz objekta u kojem se nalazi goveće sumnjivo na enzootsku leukozu goveda. Oboljelim od enzootske leukoze smatraju se goveda kod kojih se utvrdi pozitivna serološka reakcija, molekularnim metodama dokaže prisustvo nukleinskih kiselina virusa enzootske leukoze goveda ili prilikom klanja, na organima i tkivima, utvrde morfološke i patohistološke promjene karakteristične za enzootsku leukozu goveda. Kada je enzootska leukoza goveda službeno potvrđena u stadu, nadležni veterinarski inspektor povlači status stada slobodnog od enzootske leukoze, vrši popis svih životinja kod kojih je bolest potvrđena i životinja za koje se na osnovu epizootioloških podataka smatra da su zaražene i naređuje: odvajanje, izolaciju i označavanje goveda; zabranu korišćenja mlijeka zaraženih krava, osim za ishranu životinja na istom gazdinstvu nakon što je to mlijeko prošlo termičku obradu najmanje na temperaturi pasterizacije ili za isporuku mljekari radi obrade najmanje na temperaturi pasterizacije; klanje ili eutanaziju u slučaju da ne postoje uslovi za klanje i neškodljivo uklanjanje leševa pod službenim nadzorom; odgovarajuću obradu kojom se izbjegava kontaminacija, ako se trupovi, polutke, četvrti, komadi i iznutrice inficiranih životinja koriste za ishranu životinja. Kada je enzootska leukoza goveda službeno potvrđena u stadu, veterinarski inspektor sprovodi službeni nadzor nad objektima za preradu nejestivih proizvoda životinjskog porijekla radi sprečavanja širenja enzootske leukoze goveda. Preostala goveda u stadu kod kojih nije potvrđena bolest: ne smiju napustiti stado osim radi klanja bez odlaganja, po odobrenju veterinarskog inspektora; podliježu dijagnostičkom ispitivanju na enzootsku leukozu goveda, kako bi se potvrdilo da je bolest u stadu suzbijena. U stado se mogu uvoditi samo životinje porijeklom iz stada za koja nadležni organ utvrdi da nijesu zaražena enzootskom leukozom goveda. Nakon klanja goveda, a prije popunjavanja stada novim grlima, objekti, posuđe, oprema i druga sredstva koja se koriste u radu sa životinjama moraju se očistiti, oprati i dezinfikovati pod nadzorom veterinarskog inspektora. Prevozna sredstva, posuđe i oprema moraju se očistiti, oprati i dezinfikovati nakon prevoza životinja iz zaraženog stada, a sav materijal koji potiče od tih životinja i materijal ili supstance koje su bile u kontaktu sa takvim životinjama moraju biti učinjene neškodljivim. Mjesta utovara životinja moraju se nakon upotrebe očistiti, oprati i dezinfikovati. O svakom uginuću ili prinudnom klanju goveda na svom gazdinstvu vlasnik životinja ili lice odgovorno za njih bez odlaganja mora obavjestiti ovlašćenog veterinara. Radi utvrđivanja, suzbijanja i iskorjenjivanja enzootske leukoze goveda sprovodi se zvanično dijagnostičko ispitivanje u svim stadima goveda na teritoriji Crne Gore, u skladu sa propisima. Pri suzbijanju i iskorjenjivanju enzootske leukoze goveda ne primjenjuje se bilo koji terapijski tretman enzootske leukoze goveda kao ni vakcinacija goveda protiv enzootske leukoze goveda. Tabelarni prikaz osnovnih karakteristika nekih opasnih bolesti životinja je dat u tabeli 4:

Tabela 4. Osnovne karakteristike opasnih zaraznih bolesti životinja

Naziv bolesti	Uzročnik	Prijemljivi organizmi	Način prenošenja	Znaci bolesti	Mjere za sprečavanje bolesti	Mjere za suzbijanje bolesti
Crni prišt (<i>Anthrax</i>)	<i>Bacillus anthracis</i>	sve vrste domaćih životinja i čovjek (zoonoza)	preko hrane, rijetko preko kože i aerogeno	Iznenadno se javlja, visoka temperatura, krvarenja, buran tok koji se za 1-3 dana završava smrću životinje	dezinfekcija, neškodljivo uklanjanje leševa, stroga kontrola kupoprodaje životinja ili njihovih sirovina naročito ako potiču iz antraksnih distrikata, vakcinacija	Neškodljivo uklanjanje leševa zaraženih životinja, čišćenje, dezinfekcija, zabrana otvaranja leševa životinja uginulih od bedrenice, zabrana kretanja životinja sa zaraženog gazdinstva, vakcinacija
Bruceloza	Bakterije roda <i>Brucella</i> (<i>B. abortus</i> , <i>B. melitensis</i> , <i>B. suis</i> , <i>B. canis</i>)	Goveda, ovce, svinje, psi, čovjek (zoonoza)	Preko hrane (mlijeko, meso), direktnim kontaktom sa bolesnom životinjom i njenim sekretima i ekskretima, aerogeno, polnim putem	dugotrajna talasasta temperatura, nekrotične promjene na genitalnim i drugim organima, zglobovima, tetivnim omotačima i abortusi, zaostajanje posteljice,	Redovna dijagnostika muznih i priplodnih životinja, održavanje higijene na farmama, dezinfekcija	neškodljivo uklanjanje oboljelih životinja, izolacija i zabrana kretanja bolesnih životinja, nekonzumiranje proizvoda oboljelih životinja
Tuberkuloza	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> , <i>M. bovis</i> i <i>M. avium</i>	Goveda, svinje, rjeđe kopitari i ovce, ptice, jeleni, lame, mačke, lisice, glodari, čovjek (zoonoza)	aerogeno, alimentarno, omfalogeno, rjeđe intrauterino, intramamarno i kutano	groznica, gubitak tjelesne mase, uporan kašalj, bol u stomaku i dijareja, tuberkulozni čvorići na zahvaćenim organima	Redovna dijagnostika bolesti kod životinja (tuberkulinski test)	Izolacija i neškodljivo uklanjanje zaraženih goveda, zabrana upotrebe mlijeka zaraženih krava, dijagnostika, dezinfekcija
Krimska-Kongo hemoragijska groznica	Virus - rod <i>Orthonairo</i> , familija <i>Nairoviridae</i> , jednolančani RNK virus	domaći i divlji kičmenjaci - goveda, ovce, zečevi,	Ubodom krpelja	povišena temperaturai, groznica, krvarenja, bolovi u mišićima,	Zaštita od uboda krpelja, kontrola staništa i populacije krpelja	Zaštita od uboda krpelja, kontrola staništa i populacije krpelja

		ježevi, miš, domaći psi, krpelji, čovjek (Zoonoza)		glavobolja, povraćanje, dijareja, oštećenje jetre, smrt		
Aujeszkij eva bolest	<i>Suid herpesvirus</i> 1, rod <i>Varicellovirus</i> , potfamilija <i>Alphaherpesvirinae</i> , familija <i>Herpesviridae</i> . <i>Dvolančani DNK</i> virus sa peplosom, sferičan, prečnika 120- 200 nm (genom je linearna dvolančana DNK)	Svinje (rezervoar), goveda, ovce, koze, mačke, psi, konj, medvjed, miš, čovjek (zoonoza)	Oralno, respiratornim putem, preko placente	Povišena temperatura, teške neurološke smetnje, respiratorni simptomi, pobačaji, rađanje avitalnih prasadi, sterilitet, kod ljudi: encefalitis, poremećaj svijesti	Higijena, dezinfekcija, Kontrolisani uzgoj svinja od prašenja do klanja, kako bi se izbjeglo unošenje virusa .	Izolacija, ubijanje i neškodljivo uklanjanje leševa zaraženih životinja, zabrana kretanja životinja sa zaraženog gazdinstva, vakcinacija
Groznic a Zapadnog Nila	rod <i>Flavivirus</i> , familija <i>Flaviviridae</i> , jednolančani RNK virus	ptice, komarci, aligatori, konji i drugi sisari, ljudi (zoonoza)	ubodom komaraca (rod <i>Culex</i>).	povišena temperatura, glavobolja, bolovi u grlu, mišićima, zglobovima, umor, encephalitis, gubitak pamćenja, smrt	zaštita od uboda komaraca, uklanjanje staništa komaraca.	zaštita od uboda komaraca, uklanjanje staništa komaraca.
Japanski encefalitis	<i>Flavivirus</i> , familija <i>Flaviviridae</i> , jednolančani RNK virus	Svinje, vodene ptice, komarci, ljudi (zoonoza)	ubodom zaraženih komaraca roda <i>Culex</i>	visoka temperatura, glavobolja, ukočenost vrata, dezorijentacija , grčevi, koma, paraliza mišića, stomačni bolovi, povraćanje, encefalitis	zaštita od uboda komaraca	zaštita od uboda komaraca, vakcinacija
Q groznica	Bakterija <i>Coxiella</i> <i>burnetii</i> , rod <i>Coxiella</i>	Goveda, ovce, koze, čovjek (zoonoza)	aerogeno, konzumiranjem sirovog neprokuvanog mlijeka, preko vune, kože, pobačenih plodova, placente,	visoka temperatura (do 40 °C), groznica, glavobolja, bolovi u mišićima, pneumonija, kod krava,	Redovna dijagnostika, adekvatna higijena, sprečavanje uboda krpelja,	Oboljele životinje se ubijaju i neškodljivo uklanjaju, dezinfekcija, dijagnostika

			plodove tečnosti, ubodom krpelja	ovaca, koza pobačaj		
<i>Leptospira</i>	Bakterije iz roda <i>Leptospira</i> , familija <i>Leptospiraceae</i>	glodari, domaći psi, goveda, svinje, žabe, zmije, kornjače (zoonoza)	pri kontaktu sa urinom i tkivom bolesnih životinja, zemljištem, vodom (preko oštećene kože), preko kontaminirane hrane	povišena temperatura, drhtavica, glavobolja, bolovi u mišićima, povraćanje, žutica, stomadni bol, dijareja, oštećenje bubrega, meningitis, slabost jetre, pobačaj, infekcija novorođenčadi . Kod životinja najčešće pobačaj	kontrola broja glodara, održavanje higijene životinja, zaštita vode i hrane od kontaminacije, hlorisanje vode za piće i vode u bazenima za kupanje, održavanje higijene ruku, zaštita posjekotina od kontaminacije, nošenje zaštitne odjeće i obuće u kontaktu sa zaraženim životinjama	izolacija i liječenje oboljelih životinja, dezinfekcija i deratizacija zaraženog dvorišta, uklanjanje otpadnih voda i isušivanje zaraženog dvorišta, dijagnostika
<i>Tularemija</i>	<i>Francisella tularensis</i> , fam. <i>Francisellaceae</i>	glodari i zečevi, druge vrste divljih i domaćih životinja. (goveda, ovce, konji, psi, mačke, živina). (zoonoza)	direktnim kontaktom sa zaraženom životinjom, preko kontaminirane hrane i vode, udisanjem prašine, ubodom insekata (krpelja, buva)	povišena temperatura, groznica, glavobolja, bolovi u mišićima i zglobovima, zapaljenska reakcija na mjestu prodora i regionalnim limfnim čvorovima i unutrašnjim organima (plućima, jetri)	sprečavanje uboda krpelja, muva i komaraca, adekvatna termička obrada mesa divljači kuvanjem, nekorišćenje kontaminirane vode za piće, vakcinacija osoba koje su pod visokim rizikom od infekcije (laboratorijski radnici, lovci i dr.)	sprečavanje uboda krpelja, muva i komaraca, adekvatna termička obrada mesa divljači kuvanjem, nekorišćenje kontaminirane vode za piće, vakcinacija osoba koje su pod visokim rizikom od infekcije (laboratorijski radnici, lovci i dr.)
<i>Transmisivne spongiformne encefalopatije -TSE</i>	<i>Prioni</i>	Goveda, ovce, koze, jeleni, mačke, nerac Čovjek (zoonoza)	Konzumiranjem zaraženog mesa	Nervni simptomi, agresivno ponašanje, otežano ustajanje, smanjenje mliječnosti, gubitak tjelesne mase,	Dijagnostičko ispitivanje goveda, ovaca, koza, zabrana ishrane preživara proteinima životinjskog porijekla, odbacivanje	trupovi bolesnih životinja se uništavaju na propisan način, rizične životinje se usmrćuju i uklanjaju na propisan

				uginuće za 2 nedjelje do 6 mjeseci	visokorizičnih tkiva goveda u klanicama	način, vrši se stroga kontrola prometa životinja prijemčivih na TSE i proizvoda životinjskog porijekla
<i>Enzootska leukoza goveda</i>	Virus - rod <i>Deltaretrovirus</i> , familija <i>Retroviridae</i> (<i>retrovirus</i>), jednolančani RNK virus	Goveda, moguće i čovjek (zoonoza)	Kontaktom, sekretima plodovom vodom, sadržajem rana, preko placente, kontaminiranih igala, ubodom insekata, vještačkim osjemenjavanjem, prirodnim pripustom	otok limfnih čvorova, apatija, tumorozne promjene na unutrašnjim organima	Redovna dijagnostika, adekvatna higijena držanja životinja	Izolacija i neškodljivo uklanjanje zaraženih životinja, zabrana korišćenja mlijeka zaraženih krava, dijagnostika

5.1.5.3. Opasne zarazne bolesti pčela

Zdravstvena zaštita pčela ima veliki značaj za razvoj pčelarstva. Naročito se poklanja pažnja sprečavanju i suzbijanju zaraznih bolesti, koje izazivaju bakterije, gljive i virusi, kao i parazitskih bolesti pčela koje izazivaju prvenstveno krpelji. U Crnoj Gori se po zakonu obavezno suzbijaju sedam bolesti pčela, koje se nalaze na listi opasnih zaraznih bolesti OIE. Od opasnih bakterijskih bolesti pčela to su američka kuga pčelinjeg legla i evropska trulež pčelinjeg legla, od gljivičnih bolesti – nozemoza, a od parazitskih bolesti: varooza, akaroza, tropileloza, etinioza i brauloza. Najteža zarazna bolest pčelinjeg društva je **američka kuga (trulež) pčelinjeg legla** koju izaziva bakterija *Paenibacillus larvae*. Bolest se manifestuje promjenama na poklopljenom pčelinjem leglu. Odrasle pčele ne obolijevaju. Liječenje ove bolesti se ne sprovodi - zabranjeno je zakonom i oboljela društva se uništavaju. Nalazom karakterističnih spora *Paenibacillus larvae* na mikroskopskom preparatu, potvrđuje se sumnja na američku kugu pčelinjeg legla. U slučaju sumnje na prisustvo američke kuge pčelinjeg legla, vrši se klinički pregled svih pčelinjih društava i laboratorijsko ispitivanje uzoraka uzetih iz svakog sumnjivog pčelinjeg društva. Laboratorijski je potrebno utvrditi i starost procesa u uzorcima pozitivnim na prisustvo spora *Paenibacillus larvae*. Na pregled se dostavlja komad saća sa poklopljenim leglom veličine 10 cm x 10 cm, na kome su znaci bolesti dobro vidljivi i u odgovarajućoj ambalaži. Liječenje ove bolesti se ne sprovodi, već se vrši neškodljivo uništavanje i spaljivanje oboljelih pčelinjih društava. Med iz oboljelih košnica je neupotrebljiv. Prilikom pregleda pčelinjih društava treba voditi računa o higijeni i drugim mjerama dobre pčelarske prakse. Ako se u pčelinjaku utvrdi američka kuga pčelinjeg legla, sprovode se sljedeće zakonom propisane mjere: zatvaranje zaraženog pčelinjaka, uništavanje svih zaraženih košnica zajedno sa pčelama i saćem; uništavanje svih dotrajalih košnica zajedno sa pčelama i saćem, uništavanje zaraženog saća i pčela iz zaraženih košnica spaljivanjem i zakopavanjem, a pribor i košnice se dezinfikuju; sprovodi se zabrana držanja pčelinjih zajednica bez matica i sprečavanje rojenja pčela u zaraženom pčelinjaku; dezinfekcija pčelinjaka i pčelarskog pribora koji se koristi pri izvršavanju mjera naređenih u zaraženom pčelinjaku odgovarajućim dezinfekcionim sredstvom ili, zavisno od materijala, opaljivanjem. U svim pčelinjim zajednicama, u poluprečniku od tri kilometra oko zaraženog pčelinjaka, vrši se dijagnostičko ispitivanje na američku kugu pčelinjeg legla. U tom pčelinjaku mora

se izvršiti kontrolno dijagnostičko ispitivanje dva mjeseca poslije sprovođenja naređenih mjera. Pčelar može da dobije nadoknadu troškova uništenih oboljelih košnica ukoliko je bolest prijavio do dva mjeseca od pojave bolesti. **Gljivična bolest - nozemoza**, koju u Crnoj Gori izaziva *Nosema apis*, takođe izaziva značajne gubitke u pčelarstvu Crne Gore. Ovaj mikroorganizam je ranije bio svrstan u protozoe; do promjene klasifikacije je došlo jer je molekularnim metodama utvrđena njena veća sličnost sa gljivama. Uzročnik napada epitelne ćelije zida srednjeg crijeva matice, radilica i trutova, a može zahvatiti i druge organe. Bolest je najčešće akutnog toka sa visokim stepenom smrtnosti, a može biti i hroničnog toka. Spore iz spoljne sredine unose u košnicu pčele sabiračice. Bolesne pčele žive kraće u odnosu na zdrave; oboljela matica uginjava za nekoliko nedjelja. Glavni izvor ovog uzročnika je izmet zaraženih pčela u kome se nalazi veliki broj spora *Nosema apis*. U proljeće, bolesne pčele izlaze iz košnice, ali ne mogu da polete, padaju na poletnu dasku i puze po njoj, padaju na zemlju i uznemireno skakuću. Trbuh im je naduven, javlja se vodnjikav proliv braon boje. Pčele defeciraju na ramovima i po spoljašnjoj strani košnice. Kod nekih pčela se javlja i podrhtavanje. Krila su im raširena, skupljaju se po travi u gomilice nalik grozdu i za kratko vrijeme uginjavaju. Dijagnostičkom ispitivanju na nozemozu podliježu jednom godišnje - do kraja marta, svi pčelinjaci. Ako se kod pčela utvrdi nozemoza sa kliničkim znacima, u zaraženom pčelinjaku sprovode se sljedeće mjere: spaljivanje izrazito slabih pčelinjih zajednica; liječenje pčelinjih zajednica odgovarajućim lijekom i prebacivanjem pčela iz zaraženih košnica u dezinfikovane košnice; zatvaranje zaraženog pčelinjaka i zabrana prometa do završetka liječenja; dezinfekcija odgovarajućim dezinfekcionim sredstvom košnica u kojima je utvrđena nozemoza, dezinfekcija saća iz tih košnica, pčelarskog pribora i drugih predmeta koji se koriste u zaraženom pčelinjaku; uređivanje higijenskih napajališta za pčele. Za liječenje se koriste preparati na bazi joda (Nozevit) i prirodni, netoksični preparati kao što je KAS – 81. Nozevit je biljni preparat na bazi biljnih polifenola. Napravljen je od prirodnog ekstrakta kore hrasta, koji je bogat izvor tanina. Preparat KAS-81 predstavlja mješavinu ekstrakata pelina, hrastove kore i propolisa. To je ekološki preparat koji se koristi u sprečavanju i suzbijanju varooze, nozemoze, a djeluje stimulatивно i na polaganje jaja matice. Upotreba fumagilina DCH je zabranjena. Sprečavanje pojave nozemoze postiže se izborom suvog i osunčanog mjesta za pčelinjak u čijoj okolini u toku proljeća i ljeta ima dosta polena i nektara. Potrebno je voditi računa o optimalnom broju pčelinjih društava na nekoj lokaciji da bi se smanjila mogućnost infekcije. Veoma je značajno sprovoditi obnovu saća i uklanjanje starog, tamnog saća iz košnice. Takođe treba sprovoditi dezinfekciju saća, ramova, pribora 60-80%-im rastvorom sirćetne kiseline, rastvorom salicilne kiseline (1:1000), mravlje kiseline (1:500), 1-3% rastvorom sporotala; takođe je potrebno ukloniti i spaliti uginule pčele. Treba ojačati pčelinja društva, poboljšati kvalitet matice, ventilaciju u košnici, kvalitet ishrane, higijenu napajališta, vršiti redovnu laboratorijsku kontrolu u proljeće i jesen. Oslabljena i oboljela društva se ne smiju spajati sa zdravim društvima, jer se tako širi bolest. Od parazitskih bolesti u Crnoj Gori se javlja **varooza**, koju izaziva krpelj *Varroa destructor*. Varooza takođe izaziva ogromne posljedice po zdravlje pčelinjih društava u Crnoj Gori. Ovaj parazit izaziva direktne štete (hrani se hemolimfom pčela). Veoma brzo stiče otpornost na primijenjene lijekove i zato ne postoje sasvim efikasni lijekovi koji ga eliminišu. Ukoliko se pravovremeno ne sprovode zaštitne mjere, veliki broj parazita dovodi do uništenja pčelinjaka. Indirektne štete od ovog parazita se ogledaju u prenošenju virusnih bolesti na pčelinju zajednicu. Mjere za sprečavanje varooze se sastoje u pčelarenju na odgovarajućim terenima, ranom otkrivanju bolesti, ne spajati slaba i jaka društva bez prethodne kontrole, oprezu prilikom nabavke društava sa strane, kontroli efikasnosti medikamentoznog tretmana i dr. Rad na sprečavanju i suzbijanju varooze mora biti kontinuiran, jer društva vrlo brzo propadaju. Veoma je značajno vršiti odabir matice iz pčelinjih društava koja su otpornija na *V. destructor*. Biološki metod borbe protiv varoe se sastoji u smanjenju broja parazita prije i tokom pčelinje paše, što se postiže na više načina: isijecanjem i izbacivanjem trutovskog legla, postavljanjem okvira građevnjaka, isijecanjem prvog i zadnjeg radiličkog legla, izdvajanjem radiličkog legla i formiranjem novih zajednica, gajenjem pčela otpornih na varou. Za tretman varoe u Crnoj Gori se za liječenje koriste registrovani lijekovi kao što su „Apiguard” - kojem je aktivna supstanca timol i Api Life Var (na bazi timola, eukaliptusovog ulja,

kamfora i levomentola). Parazitska bolest **akaroza** još uvijek nije dijagnostikovana u Crnoj Gori. Akaroza je parazitsko oboljenje odraslih pčela uzrokovano krpeljom *Acarapis woodi*. Ovaj parazit se hrani hemolimfom pčele. Parazitira u trahejama, ponekad i na zglobovima krila pčele. Prenosi se direktnim kontaktom između pčela. Bolesne pčele ne mogu da polete i vrlo brzo padaju na zemlju neposredno ispred košnice; kreću se ukrug sa nepravilno raširenim krilima koja podrhtavaju. Veoma je važno sprovesti zakonom propisane preventivne mjere, kao što su: redovna kontrola pčelinjih društava prije seobe na pašu i prije kuporodaje matica i rojeva. Zahvaljujući organizovanoj zaštiti pčela u Crnoj Gori nije došlo do pojave **masovnog nestajanja pčela** (CCD - *Colony Collapse Disorder*), bolesti koja u Evropi i okruženju izaziva značajne gubitke. Nezarazne bolesti pčela takođe imaju veliki značaj za pčelarstvo Crne Gore. Od njih su najznačajnija **trovanja pčela**. Najopasniji otrovi za pčele su insekticidi koji se nekontrolisano i nepravilno koriste u poljoprivredi. Primjena dobre pčelarske prakse i HACCP-a u pčelarstvu Crne Gore je još uvijek na nezadovoljavajućem nivou, što značajno doprinosi pojavi i širenju bolesti pčela. Edukacija pčelara bi trebala da bude usmjerena na sprovođenje higijenskih mjera na pčelinjaku, preventivne mjere u cilju sprečavanja i suzbijanja bolesti pčela, pravilnu ishranu, tehnologiju pčelarenja, poboljšanje kvaliteta meda i drugih pčelinjih proizvoda, kao i obezbjeđenje zdravstvene ispravnosti ovih proizvoda. Nepravilnim i nepravovremenim tretiranjem oboljelih pčelinjih društava hemijskim preparatima smanjuje se otpornost pčela, javlja se rezistencija na često upotrijebljene preparate koji ostavljaju rezidue u vosku i medu, čime se narušava zdravstvena ispravnost proizvoda. Programom obaveznih mjera zdravstvene zaštite životinja koji se svake godine sprovodi u Crnoj Gori, utvrđuju se preventivne mjere u cilju praćenja, sprečavanja, otkrivanja, suzbijanja i iskorjenjivanja zaraznih i parazitskih bolesti pčela. Odgovorne institucije za sprovođenje ovih mjera su Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja – Uprava za bezbjednost hrane, veterinu i fitosanitarne poslove, veterinarske ambulante i Specijalistička veterinarska laboratorija. Mjerama su obuhvaćena sva pčelinja društva na području Crne Gore. U cilju efikasnog praćenja zdravstvenog stanja pčela vodi se registar pčelara i pčelinjaka od strane Uprave. Pčelari su obavezni da redovno pregledaju pčelinja društva u pčelinjaku, a promjene koje su sumnjive na bolest prijave veterinarskoj službi, u skladu sa Zakonom o veterinarstvu. Pčelar takođe treba da vodi evidenciju o sprovedenim preventivnim i dijagnostičkim mjerama. Uzgoj pčelinjih matica koje se stavljaju u promet vrši se na registrovanim pčelinjacima koji su pod veterinarskim nadzorom. Klinički pregled svih pčelinjih društava vrši se u proljeće i jesen. Držaoci pčela, veterinarsko osoblje i subjekti u poslovanju medom i drugim pčelinjim proizvodima prema Zakonu o veterinarstvu su takođe dužni da sprovedu propisane preventivne mjere prilikom upotrebe veterinarskih lijekova i drugih supstanci koje se mogu prenijeti na med radi sprečavanja pojave nedozvoljenih rezidua u medu. Zabranjeno je stavljati u promet med koji sadrži rezidue. Veterinar za liječenje životinja može koristiti samo lijekove koji imaju dozvolu za stavljanje u promet i lijekove primjenjivati u skladu sa uputstvom proizvođača lijeka. Veterinar koji liječi pčele dužan je da vodi evidenciju o liječenju. Držalac pčela dužan je da primjenjuje propisane veterinarske lijekove samo uz odobrenje i pod kontrolom veterinara, kao i da se pridržava uputstava proizvođača lijekova. U cilju očuvanja zdravlja pčelinjih društava i povećanja prinosa meda, polena, mleča i propolisa, neophodna je redovna zdravstvena kontrola pčelinjaka, poštovanje zakonske regulative i stroga primjena apitehničkih mjera.

Pitanja

Koji zakonski propisi regulišu zdravstvenu zaštitu životinja. Koje obaveze ima držaoc životinje prema Zakonu o veterinarstvu? O kojim podacima držaoc životinja mora da vodi evidenciju? Koja je dobra poljoprivredna praksa u zaštiti zdravlja životinja? Koji je cilj identifikacije i registracije životinja i kojim su zakonskim propisima Crne Gore regulisani? Koje su naročito opasne zarazne bolesti životinja i koje su im osnovne karakteristike? Koje su opasne zarazne bolesti životinja i koje su im osnovne karakteristike? Šta su zoonoze i koje se bolesti svrstavaju u zoonoze? Koje su opasne bolesti pčela i koje su im osnovne karakteristike? Koje su mjere borbe protiv zaraznih i parazitskih bolesti?

5.2. Dezinfekcija, dezinfekcija i deratizacija

5.2.1. Dezinfekcija

Naziv dezinfekcije potiče od latinske riječi *desinficere* – što znači osloboditi, očistiti od zaraznih klica. Dezinfekcija je postupak kojim se ubijaju oni mikroorganizmi na koje primijenjeno dezinfekciono sredstvo djeluje. Krajnji cilj dezinfekcije je sprečavanje, suzbijanje i iskorjenjivanje zaraznih i parazitskih bolesti, kao i sprečavanje kvarenja hrane. Zbog toga treba pokloniti posebnu pažnju sistematskom sprovođenju ove mjere.

5.2.1.1. Mehaničko čišćenje i sanitarno pranje - predradnje dezinfekcije

Odstranjivanje nečistoće sa predmeta koje treba dezinfikovati veoma je značajno za uspješnu dezinfekciju. Zarazni materijal može da prodre duboko u razne predmete i površine i da bude prekriven nečistoćom. U tim okolnostima primjena hemijskog dezinfekcionog sredstva nije uspješna, jer dezinficijens ne može da prodre do mikroorganizama. Zato se prije dezinfekcije vrše **mehaničko čišćenje i sanitarno pranje**. Mehaničko čišćenje se sprovodi prije svake dezinfekcije objekata za smještaj životinja, dvorišta, raznih predmeta i sl. Ono podrazumijeva sakupljanje ostataka hrane, prostirke, balege, osoke, površinskih slojeva zemlje i razne druge organske materije uz pomoć mehaničkih sredstava. Sakupljena nečistoća se neškodljivo uklanja spaljivanjem, zakopavanjem ili dezinfekcijom nekim hemijskim dezinficijensom. Suve površine prije čišćenja treba navlažiti vodom ili dezinficijensom kojim će se kasnije sprovesti dezinfekcija. Na ovaj način se sprečavaju kontaminacija okolnih površina i infekcija lica koje sprovode dezinfekciju. Temeljnim mehaničkim čišćenjem se ne može odstraniti sve što sprečava dejstvo dezinficijensa. Zato se nakon mehaničkog čišćenja sprovodi sanitarno pranje. Ono se sastoji u pranju površina vrućom vodom sa dodatkom sode ili deterdženta. Sanitarno pranje je naročito važno sprovesti na podovima, donjim djelovima zidova, boksevima, kavezima itd. **Deterdženti** su složenog sastava i mogu sadržati više od 25 različitih sastojaka. Glavni sastojci deterdženta su: tenzidi, bilderi (pojačivači i regulatori pranja), sredstva za hemijsko bijeljenje, aktivatori sredstava za hemijsko bijeljenje, stabilizatori bijeljenja, enzimi, inhibitori korozije, antimikrobna – dezinfekciona sredstva, regulatori pjene (sapuni), omekšivači, mirisi itd. Tenzidi su najvažniji sastojak deterdženata i nalaze se u svim tipovima deterdženata. Tenzidi su površinski aktivne supstance (naziv im potiče od latinske riječi *tendere*, što znači napinjati, a podrazumijeva supstance koje snižavaju površinski napon tečnosti (vode). Na engleskom jeziku površinski aktivne supstance se zovu surfaktanti (od riječi *surface*, što znači površina). Prema električnom naboju površinski aktivnog iona u vodenom rastvoru tenzidi su grupisani u anjonske, nejonske, katjonske i amfoterne tenzide. Zahvaljujući njihovoj sposobnosti da smanjuju površinski napon vode, voda može puno brže i lakše da kvasi čestice nečistoće rastvorljive u vodi, dok one koje nisu rastvorljive u vodi emulguje. Smanjujući površinski napon vode, dovode do povećanja vlažnosti površine predmeta koji se čiste. **Sapuni** su anjonski tenzidi koji se koristi za pranje i čišćenje, dajući površinski aktivan anjon u vodenom rastvoru. Po hemijskom sastavu, sapuni predstavljaju soli masnih kiselina. Primarna funkcija sapuna je regulacija pjene u deterdžentima za pranje rublja, jer daje najveći volumen.

5.2.1.2. Dezinfekcija fizičkim sredstvima

Visoka temperatura se koristi u vidu suve i vlažne toplote i ima vrlo snažno dejstvo na mikroorganizme. Pod **suvom toplotom** podrazumijeva se djelovanje na mikroorganizme putem: sagorijevanja, opaljivanja, glačanja (peglanja), vrućeg suvog vazduha. Dezinfekcija vlažnom toplotom se vrši vrućom vodom i vodenom parom. Mehanizam dezinfekcije visokom temperaturom sastoji se u njenom djelovanju na bjelančevine mikroorganizama. Visoka temperatura izaziva zgrušavanje bjelančevina već pri 70 °C. Time one gube svoje osnovne osobine i ne mogu više preći u prvobitno stanje. Dezinfekcija suvim vrućim vazduhom se vrši u posebnim aparatima - suvim

sterilizatorima pri temperaturi od 180 °C u trajanju od 1 h. U njima se mogu sterilisati stakleni, metalni i drugih predmeti otporni na toplotu. Dezinfekcija **vlažnom toplotom** se vrši vrućom vodom ili zagrijanom vodenom parom bez pritiska ili vodenom parom pod pritiskom. Voda temperature preko 50 °C koja se koristi za sanitarno pranje djeluje kao dezinficijens. Ona djeluje na manje otporne mikroorganizme, a djelovanje se pojačava uz dodatak sapuna i deterdženata. Vodena para predstavlja jedno od najboljih dezinfekcionih sredstava, a koristi se u vidu strujeće vodene pare temperature od 100 °C i pare pod pritiskom temperature preko 100 °C. U oba slučaja para mora biti u potpunosti zasićena. Zasićena vodena para ima veliku dezinfekcionu moć koja se povećava sa porastom temperature. Dezinfekcija vodenom parom bez pritiska sprovodi se u **Koch-ovom loncu**, a vodenom parom pod pritiskom u **autoklavu**. Dezinfekcija **UV zračenjem** se vrši pomoću UV lampi. UV zraci djeluju samo površinski. Dobro djeluju na gram pozitivne i gram negativne bakterije, mikoplazme, viruse i gljive. Koriste se za dezinfekciju vazduha u ambulantama, laboratorijama, operacionim salama itd.

5.2.1.3. Hemijska dezinfekciona sredstva

Hemijska dezinfekciona sredstva imaju najveću primjenu u dezinfekciji. Dobro dezinfekciono sredstvo treba da da je lako rastvorljivo u vodi, da ima jaku dezinfekcionu sposobnost, da je što manje otrovno za životinje i čovjeka, da djeluje dobro u raznim sredinama, da nema neprijatan miris, da ne djeluje korozivno na predmete i površine koje se dezinfikuju, da ne bude mnogo skupo. Dezinficijens izaziva u mikroorganizmu različite procese, koji dovode do njegovog uginuća. Dezinficijensi remete njihov metabolizam i životne funkcije. Reakcije između dezinficijensa i mikroorganizama mogu biti: oksidativne reakcije (hlorni preparati, kalijumpermanganat), hidroliza (jake kiseline i alkalije, vruća voda), stvaranje soli sa bjelančevinama (soli teških metala, direktna halogenizacija), koagulacija bjelančevina u ćelijama, uništavanje enzimskog sistema, mehaničke ozljede. Ne postoji idealno hemijsko dezinfekciono sredstvo. Najznačajnija hemijska dezinfekciona sredstva su: hlor i preparati hlora, preparati joda, kiseline, baze, soli teških metala, fenol, krezol, formaldehid, kvarterna amonijumova jedinjenja, amfolitni sapuni, alkoholi. **Hlor i preparati hlora** imaju široku primjenu u dezinfekciji, a koriste se u vidu hlora kao gasa i u obliku jedinjenja hlora, kao što su hipohloriti, hloramini i halani. Zbog njihovog korozivnog djelovanja na neke materijale, imaju ugraničenu upotrebu. Efikasnost preparata hlora je srazmjerna sadržaju aktivnog hlora u njima. Industrijski se proizvodi hlorni gas i hlorni organski i neorganski preparati sa različitim sadržajem hlora. Raspoloživi aktivni hlor u hlornim preparatima je mjerilo njihove oksidacione moći. **Hlor** je gas zagušljivog mirisa, teži 2,5 puta od vazduha, rastvara se u vodi stvarajući hlornu vodu. Elementarni hlor pri normalnoj temperaturi i pritisku je gas zelenkastožute boje 2,49 puta teži od vazduha, neprijatnog mirisa, po kojem se lako otkriva u vazduhu. To je gas zagušljivac koji nagriza sluzokožu organa za disanje. Lako je rastvorljiv u vodi. Njegova rastvorljivost u vodi zavisi od temperature i pritiska. Rastvaranje je bolje ako je temperatura vode niža. Reaguje se velikim brojem elemenata u prisustvu vode. Bez prisustva vode na hlor su otporni plemeniti metali, bakar i gvožđe. Zbog toga je moguć transport tečnog hlora u čeličnim bocama. Na temperaturi od 18 °C hlor prelazi u tečno stanje pri pritisku od 6,5 atmosfere, a na 0 °C pri pritisku od 4 atmosfere. Jedan litar tečnog hlora pri temperaturi od 0 °C i normalnom pritisku daje 457 L gasa. Tehnički hlor se industrijski dobija elektrolizom jakog rastvora natrijum hlorida. Ovaj postupak se bazira disocijaciji natrijum hlorida na jone natrijuma i hlora u vodenom rastvoru. Hlor ima široku primjenu u industriji. Koristi se kao sredstvo za bijeljenje, u proizvodnji polivinilhlorida, sredstava za zaštitu bilja, hlorovodonične kiseline, a zbog ekonomičnosti i efikasnosti i za dezinfekciju vode i otpadnih voda. Gasni hlor se transportuje u čeličnim bocama pod pritiskom (najčešće pod pritiskom od 10 atmosfera), pri čemu je u tečnom stanju. Hlorne boce se ne smiju bacati, kotrljati i tumbati. Nakon dodavanja hlora i hlornih preparata u vodu, određena količina hlora se troši na oksidaciju organskih materija, gvožđa i mangana. Količina hlora izražena u mg/L vode koja je ostala neutrošena, naziva se rezidualni hlor. Količina hlora izražena u mg/L vode koja je utrošena do pojave rezidualnog hlora predstavlja hlorni broj. Ukoliko su u vodi prisutan amonijak i neka druga azotna jedinjenja, slobodni hlor reaguje sa

njima stvarajući hloramine. Hloramini takođe imaju dezinfekcionu moć. Prema tome, rezidualni hlor može biti slobodni aktivni rezidualni hlor i aktivni rezidualni hlor koji je vezan u obliku hloramina. Ukupni rezidualni hlor predstavlja zbir oba ova oblika rezidualnog hlora (slobodnog i vezanog). Njegov sadržaj u pravilno hlorisanoj vodi za piće treba da bude 0,2-0,5 mg/L nakon 30 minuta djelovanja hlora. Potrebna doza hlora za dezinfekciju vode jednaka je zbiru vrijednosti hlornog broja i rezidualnog hlora (slobodnog i vezanog) i izražava se u mg/L vode. Na primjer, ukoliko je hlorni broj vode 0,5 mg/L, a rezidualni hlor 0,3 mg/l, potrebna doza hlora je 0,8 mg/L vode. Kontrola dezinfekcije vode obuhvata kontrolu aktivnosti hlornih preparata, bakteriološki pregled vode i laboratorijsku kontrolu rezidualnog hlora. Hlorni preparati tokom čuvanja gube aktivnost. S obzirom da njihova dezinfekciona moć zavisi od sadržaja aktivnog hlora u njima, njegov sadržaj treba kontrolisati. Jedna od metoda je bazirana na titraciji sa natrijumsulfatom. Pošto hlor i hipohlorasta kiselina imaju sposobnost da u kiseloj sredini oslobađaju jod iz kalijumjodida, količina oslobođenog joda se određuje titracijom sa natrijumsulfatom. Kada se broj mililitara natrijumsulfata utrošenih koji je utrošen za titraciju pomnoži deset puta, dobija se procenat aktivnog hlora u hlornom preparatu. Za određivanje količine rezidualnog hlora postoji više metoda. Jedna od kvantitativnih metoda se bazira na osobini slobodnog hlora da može da obezboji jako razblaženi rastvor metiloranža. Za izvođenje metode potreban je 0,02% rastvor metiloranža u destilovanoj vodi i natrijumsulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). U 200 ml vode koja se ispituje doda se 0,1 ml 0,02% rastvora metiloranža. U drugih 200 ml vode koja se ispituje doda se 1 ml 1% rastvora $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, a zatim 0,1 ml metiloranža 0,02%. Ako je boja prvog uzorka u odnosu na drugi dehlorisani postala svjetlija ili se uzorak obezbojio, u njemu je prisutan hlor. Uređaji kojima se vodi dozirano dodaje hlor zovu se hlorinatori. Postoje gasni hlorinatori, koji za hlorisanje koriste gasoviti hlor i hipohlorinatori koji za hlorisanje koriste rastvore hipohlorita. Rukovanje hipohloritima je manje opasno od rukovanja gasovitim hlorom i hlordioksidom. Od **hipohlorita** posebno su značajni hlorni kreč - kalcijumhlorid-hipohlorit i kaporit. **Kalcijumhlorid-hipohlorit ($\text{CaCl}(\text{OCl})$ (hlorni kreč))** je, ako se pravilno čuva, sivkasto bijeli amorfan prašak sa mirisom na hlor. Sadrži 25 do 35% aktivnog hlora. Treba da sadrži najmanje 25% aktivnog hlora. Ova količina aktivnog hlora naročito zavisi od načina čuvanja, jer je hlor u njemu labavo vezan. Zato je veoma nestabilno jedinjenje. Veoma je higroskopan, zato ga treba čuvati u dobro zatvorenim sudovima, zaštićeno od vlage, ugljendioksida i svjetlosti. Čak i kod ispravnog čuvanja, hlorni kreč gubi mjesečno 0,2—0,5% hlora. Hlorni kreč je jeftino i dobro dezinfekciono sredstvo, koje se široko primjenjuje za dezinfekciju u industriji, zdravstvu, za dezinfekciju vode. Obično se koristi 1% vodeni rastvor hlornog kreča. Prije konačnog razblaženja, hlorni kreč se prvo rastvara u vodi u odnosu 1: 5 pri čemu se dobija kaša, koja treba da odstoji 15 minuta. Tek nakon toga se pravi konačno razblaženje od tečnosti koja se izdvaja iznad taloga. Hlorni kreč se dobro rastvara u vodi, ali ostavlja talog kalcijumhidroksida — $\text{Ca}(\text{OH})_2$. **Kalcijumhipohlorit $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ (Kaporit — hiperit)** je bijeli prah koji je lako rastvorljiv u vodi (200 g/L vode). Sadrži 60—70% aktivnog hlora. Može se dobiti miješanjem rastvora natrijumhipohlorita sa rastvorom kalcijumhlorida – tzv. postupkom hlorovanja kreča. Kalcijumhipohlorit je 5—10 puta stabilniji od hlornog kreča. Lako prima vlagu i ugljenu kiselinu iz vazduha, zato ga treba čuvati dobro zatvorenog. **Natrijumhipohlorit — NaOCl (Žavelova voda) se dobija uvođenjem hlora u živu sodu (NaOH).** Njegova upotreba je široka. Efikasan je sastojak mnogih komercijalnih preparata. Komercijalno dostupni preparati uglavnom sadrže oko 5% natrijum hipohlorita (varikina, izbjeljivač), koji se za upotrebu razrjeđuju prema uputstvu. Potrebno je da djeluje najmanje 30 minuta kako bi se postigao dezinfekcioni učinak. Efekat mu je znatno slabiji u smješi sa 5% natrijum hidroksida. Treba biti oprezan u slučaju miješanja natrijum-hipohlorita s kiselinama i kiselim dezinficijensima, jer se oslobađa gasoviti vodonik-hlorid koji kada se udahne ima iritirajuće i otrovno dejstvo na ljude. U promet se može naći u plastičnim posudama u tečnom stanju i najviše se koristi za dezinfekciju vode u manjim vodovodima. Žavelova voda je nestabilno jedinjenje, pa treba voditi računa o načinu čuvanja. **Hloramini** su jedinjenja koja nastaju u reakciji između hlora i amonijaka, pri čemu nastaju razni derivati, zavisno od pH vrijednosti i količine azota. Javljaju se pod raznim imenima (Halamid, Hazocid). Najčešće se primjenjuju za dezinfekciju vode i otpadnih voda. Sadrže više od 25%

aktivnog hlora. Stabilniji su od hipohlorita, zato se lakše čuvaju. Sporije djeluju na bakterije, ali imaju produženo dejstvo - poslije završenog procesa hlorisanja određeno vrijeme zadržavaju relativno stalan nivo rezidualnog hlora. Zbog toga im se daje prednost u odnosu na hipohlorite. **Halani** su derivati trihloroizocijanurne kiseline, koji sadrže 70–90% slobodnog hlora. Djeluju u rasponu pH 6–10. Koriste se za dezinfekciju sanitarnih objekata (sa koncentracijom aktivnog hlora 600 ppm), u mljekarstvu, za dezinfekciju vode u bazenima za kupanje, pri proizvodnji i preradi hrane animalnog porijekla itd. S obzirom da je hipohlorasta kiselina glavni faktor dezinfekcije, onda treba težiti da se ona održi u što većoj koncentraciji, što se postiže održavanjem slabo kisele sredine. Dejstvo hlora na bakterije ispoljava se već nakon jednog minuta kontakta sa vodom. Hlor u reakciji s vodom gradi hipohlorastu kiselinu koja ima sposobnost da oksiduje proteine. Hlorini kreč (kalcijum hipohlorit) dosta se upotrebljava u praksi za dezinfekciju različitih predmeta i objekata, ali treba biti oprezan s rukovanjem. Vrijednost hlornog kreča zavidi od načina čuvanja. Posude u kojima se čuva hlorni kreč treba da budu čvrsto zatvorene, jer u kontaktu sa vazduhom otpušta hlor, tako da nedjelotvoran za dezinfekciju. Ako se dezinfikuje stajnjak, mora se upotrijebiti u velikoj količini, jer organska materija veže hlor i tako slabi dejstvo hlornog kreča na patogene mikroorganizme. Ako je hlorni kreč dobro čuvan, za dezinfekciju je dovoljno staviti 400 g 10 L vode. Hipohlorasta kiselina (HClO) je slaba kisleina koja nastaje disocijacijom hlora u vodi. Dodavanjem hlora vodi dolazi do stvaranja i hipohloraste i hlorovodonične kiseline (HCl): $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{HCl}$. Hipohlorasta kiselina se koristi kao izbjeljivač, oksidans, dezodorans i dezinficijens. Ona je vrlo nepostojano jedinjenje, naročito pod uticajem sunčeve svjetlosti razgrađuje se na hlorovodoničnu kiselinu i kiseonik. Ona se lako raspada i u prisustvu materija koje lako oksidišu. Jači je oksidans i od samog hlora. Reaguje sa mnogim molekulima kao što su DNK, RNK, proteini, lipidi, aminokiseline. Može potpuno da inaktivira proteine koji imaju slufhidralne grupe, na taj način što ove grupe oksiduje. Oksidacijom sulfhidrilnih grupa dolazi do stvaranja disulfidnih veza i vezivanja proteina. Hipohlorasta kiselina reaguje sa aminogrupama aminokiselina, tako da dođe do zamjene hlora iz HClO vodonikom, pri čemu nastaje hloramin. Hlorinirane aminokiseline se razlažu, dok hloramini imaju određeni kapacitet oksidativnosti. Hipohlorasta kiselina reaguje i sa nezasićenim vezama lipida i dovodi do hidrolize.

U tabeli 5. su prikazani hlor i preparati hlora koji se koriste u dezinfekciji, kao sadržaj aktivnog hlora u njima:

Tabela 5. Jedinjenja hlora koja se koriste za dezinfekciju (Manojlović i sar.1978)

Vrsta jedinjenja	Hemijska formula	Trgovački naziv	Sadržaj raspoloživog hlora	Napomena
Elementarni hlor	Cl_2	Hlorni gas	100%	Nabavlja se u tečnom stanju
Kalcijumhipohlorit $\text{Ca}(\text{OCl})_2$	Kaporit	70% Hiperit	70%	High Test Chlorine (amer. naziv)

Hloridioksid	ClO_2	—	50%	Uništava i spore bakterija
Kalcijumhlorid hipohlorit	$\text{CaCl}(\text{OCl})$	Hlorni kreč	25—35%	Relativno nestabilan
Natrijumhipohlorit	$\text{NaOCl} + \text{H}_2$	žavelova voda	10—12%	Samo u tečnom stanju
Neorganski hloramini	NH_3Cl	Amonijum hloramini	25%	Stvara se pri pH 6—8
—	NHCl NC1_3	—	Stvara se pri pH 5—6	Stvara se pri pH<5

Jod posjeduje veoma snažno baktericidno djelovanje, ali se zbog svoje slabe rastvorljivosti u vodi, korozivnog djelovanja i osobine da boji materije ne koristi u dezinfekciji. **Jodoformi** su jedinjenja joda sa površinski aktivnim materijama. Rastvorljiva su u vodi. Najčešće su to poliglikoletar-jod kompleks kome je dodata fosforna kiselina - radi povećanja mikrobicidne aktivnosti i polivinil pirolidon (povidon) jod kompleks. Jodoformi imaju širok spektar djelovanja. Najviše se koriste u mljekarskoj industriji za dezinfekciju mašina i pribora za mužu, kao i dezinfekciju vimena. Jodni preparati dovode do jodizacije aminokiseline tirozin koja se nalazi u strukturnim proteinima i enzimima mikroorganizama. Dobra su sredstva za dezinfekciju i djeluju ne samo na vegetativne oblike, nego i na spore mikroorganizama. Od **neorganskih kiselina**, najznačajniji dezinficijensi su hlorovodonična i sumporna kiselina. Sumporna kiselina se može koristiti za dezinfekciju u vidu 5% rastvora za podove. Hlorovodonična kiselina se koristi u kožarama za dezinfekciju kože kontaminirane sporama uzročnika antraksa, kao i za dezinfekciju osoke i odvodnih kanala. One su relativno efikasne, ali su i kaustične - nagriza materijale. Djeluju kao vodeni rastvori na osnovu visoke koncentracije reaktivnih vodonikovih jona. Što je niži pH, to je rastvor jači. Hlorovodonična kiselina u koncentraciji 10% (HCl) koristi se za opšte čišćenje. Fosforna (H_3PO_4) i sumporna kiselina (H_2SO_4) se koriste za dezinfekciju površina u koncentracijama od 0,5 do 5%. Zbog mogućnosti prskanja i povređivanja, tokom razblaživanja se uvijek sipa kiselina u vodu (lagano niz zid suda - nikako obrnuto). Ovi rastvori postaju veoma topli prilikom pripreme. Od organskih kiselina za dezinfekciju se koriste mravlja, oksalna i sirćetna kiselina. Persirćetna kiselina (peroksisirćetna kiselina) je dobro sredstvo za čišćenje i dezinfekciju staklenih posuda. Koristi se u koncentracijama 0,2 - 0,5%, pri čemu tretman treba da traje najmanje 10 minuta. **Baze** su dezinfekciona sredstva koja hidrolizuju bjelancevine, rastvaraju masti i razgrađuju ugljene hidrate i na taj način izazivaju teške promjene i smrt mikroorganizama. Baze u vodenim rastvorima vrlo dobro djeluju na gram negativne nesporelirajuće bakterije kao i na viruse. Gram negativne bakterije i spore su na njih manje osjetljive. U ovu grupu dezinfekcionih sredstava spadaju: natrijum hidroksid, kreč, soda i cijed. Natrijum hidroksid (NaOH) se u vodi dobro rastvara i koristi za dezinfekciju u koncentracijama od 1-5%. Koristi se kod pojave virusnih oboljenja: slinavke i šapa, infektivne anemije, svinjske kuge, kuge

živine i dr. Dobro je dezinfekciono sredstvo kod svih bolesti uzrokovanih virusima, a kao 5%-tni vrući rastvor efikasan je i za uništavanje spora antraksa. Najčešće se koristi vruć 1,5—2%-tni rastvor, a kao 5%-tni rastvor samo kod antraksa. Ne djeluje na *Mycobacterium tuberculosis*. Prilikom rada sa njim treba biti vrlo oprezan, a naročito treba zaštititi oči. Rastvor baza treba uvijek pripremiti svjež. Kalcijumhidroksid - $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se naziva i gašeni kreč, dok je negašeni kreč kalcijum oksid. Gašeni kreč se dobija kada se 1 kg negašenog kreča prelije sa 0,5–1 L vode. Koristi se za dezinfekciju u vidu vodenih rastvora kao tzv. krečno mlijeko. Krečno mlijeko pokazuje baktericidno i viricidno djelovanje, dok na spore bakterija ne djeluje. Najuspješnije djelovanje na mikroorganizme postiže se trokratnim krečenjem u razmacima od 2 sata. Može da se koristi za dezinfekciju đubreta, posebno tečnog i osoke. Često se upotrebljava u kombinaciji sa hlornim krečom. **Natrijumkarbonat (soda)** se malo koristi kao samostalni dezinficijens jer ima slabo baktericidno djelovanje. Najviše se koristi kao rastvarač masti i raznih nečistoća. Koristi se u koncentraciji od 2 do 6%, najbolje kao vrući rastvor (uništavaju spore uzročnika američke kuge pčelinjeg legla na 80 °C). **Fenol (karbolna kiselina)** je jedno od najstarijih sredstava za dezinfekciju. Slabo se rastvara u vodi, a lako u etanolu. Fenol i slična jedinjenja koriste se kao sastojci dezinficijensa do danas. Fenol za dezinfekciju se rastvara u vodi u odnosu 1:15. Ima prodorno dubinsko djelovanje, ali je slab dezinficijens. Upotreba mu je ograničena, jer ima jak prodoran miris i veoma je toksičan za ljude i životinje. U visokoj koncentraciji (6—10%) djeluju na većinu bakterija uključujući i uzročnike tuberkuloze. Rastvor fenola u koncentraciji od 5% dobro djeluje i na neke viruse. Vruć rastvor karbolne kiseline ima bolje dejstvo. Fenol djeluje i kada se pomiješa sa sapunima ili deterdžentima. Djeluje tako što oštećuje ćelijsku membranu mikroorganizama. Način djelovanja na viruse još nije sasvim poznat. Njegovi derivati su krezol i lizol koji takođe imaju osobine dezinficijensa. Krezol se dobija destilacijom katrana kamenog uglja. U vodi se ne rastvara već emulguje. Da bi mu se povećala rastvorljivost u vodi, krezol se miješa sa alkalijama. Lizol predstavlja 50% rastvor krezola (3-metil fenola) u saponifikovanom biljnom ulju. U koncentracijama od 2,5–6%, upotrebljavaju se za dezinfekciju uzročnika tuberkuloze. **Formaldehid** je gas oštrog mirisa koji nadražuje sluznicu nosa. Lako se rastvara u vodi. Na tržištu se nalazi 37–40% vodeni rastvor pod imenom **formalin**. Pri izlaganju svjetlosti gubi svoje odlike, pa se mora čuvati u tamnim bocama i na tamnim mjestima. Formalin ima veoma izraženu dezinfekcionu sposobnost, koja se bazira na denaturaciji proteina koja dovodi do smrti mikroorganizama. Djeluje na bakterije, viruse i gljive. Djeluje na *Mycobacterium tuberculosis*. Koristi se u koncentracijama 3–5% pa i 10%. U koncentracijama manjim od 8% slabo djeluje na spore mikroorganizama i viruse. Treba imati u vidu da visoke koncentracije iritiraju disajne puteve. Prednost ovog dezinficijensa je u tome što se može upotrijebiti u prisustvu organskih materija. Formalin zagrijan na 40 °C ima jako izraženu baktericidnu sposobnost. Ako se zbog neadekvatnog čuvanja u formalinu pojave pahuljice ili talog, onda takav formalin nije više upotrebljiv za dezinfekciju. **Glutaraldehid** je osnova vrlo efikasnih dezinficijensa. Nakon dužeg djelovanja, sigurno uništava bakterije, viruse i spore mikroorganizama. Koristi se kao dio mješovitih preparata za dezinfekciju. Prije upotrebe se razrjeđuje u koncentraciji od 2% i alkalizuje dodatkom 0,3% NaHCO_3 (natrijum bikarbonat). Tako pripremljeni rastvor se može koristiti nekoliko dana. Glutaraldehid 0,25% - 0,5% može se koristiti u obliku sprejeva. **Kvarterna amonijumova jedinjenja (katjonski deterdženti)** lako se rastvaraju u vodi, nemaju miris i ukus i u koncentracijama u kojima se koriste ne djeluju toksično na životinje. Dobro djeluju na asporogene bakterije i gljive. Jače djeluju na gram pozitivne, nego na gram negativne bakterije. Koriste se u prehrambenoj industriji, mljekarama, izmuzištima, klanicama, u vidu 0,2–0,6% vodenih rastvora. Imaju dezodorantno djelovanje. Djeluju na vegetativne ćelije većine mikroorganizama oštećujući im ćelijsku membranu. Djeluju i na neke viruse. Treba imati u vidu da se lako inaktivišu u prisustvu sapuna i deterdženata. **Amfolitni sapuni – amfotenzidi** su jedinjenja sastavljena od jedne aminokiseline, obično glicina. Imaju baktericidna i fungicidna svojstva. Bez mirisa su i imaju dezodorantno svojstvo. Nijesu toksični i korozivni za metale. Koriste se u koncentraciji od 0,3–1,0% za dezinfekciju u hirurgiji, prehrambenoj industriji, mljekarama, izmuzištima itd. Na tržištu su poznati pod imenima Tego 51, Tego 51 B, Tego 103 i Tego 103 S. U Srbiji se proizvode po imenom „Desu“. **Alkoholi** (etanol,

izopropil alkohol i drugi) najbolje djeluju u vodenim rastvorima u koncentraciji oko 70% i u kombinaciji sa drugim aktivnim supstancama. Koncentrovani alkohol (čisti alkohol, 99%), kao ni previše razrijeđeni alkohol (koncentracije alkohola u rumu, viskiju, šljivovici) nemaju dobar dezinfekcioni efekat. Alkoholni preparati nisu dovoljni za uništavanje spora mikroorganizama, pa ni spora uzročnika američke kuge pčelinjeg legla. Postoje podaci da su relativno efikasni protiv nekih virusa koji imaju lipidni omotač. **Kiseonik** je vrlo reaktivan, a samim tim i toksičan, uglavnom kada je u monatomskom obliku. Sve supstance koje se stvaraju od monoatomskog kiseonika imaju vrlo dobar dezinfekcioni efekat. Međutim, u prisustvu organskih supstanci dejstvo im kratko traje. Učinak dezinfekcije kiseonika se pojačava u prisustvu nekih metala, na primjer srebra i magnezijuma. Za dezinfekciju se mogu koristiti: **vodonik-peroksid (H₂O₂)** - čuva se kao vodeni rastvor. Prodaje se kao 3%, 10% kao i 30% rastvor. Za dezinfekciju se najčešće koriste rastvori koncentracije 0,5 do 3%. Rastvor vodonik peroksida oslobađa kiseonik, iako nažalost samo molekularni oblik, a ne monatomski oblik. Tokom čuvanja vodonik-peroksid se razgrađuje i zbog toga ima ograničeni rok trajanja; **kalijum permanganat**, koji se naziva i permanganat (KMnO₄). To je supstanca u vidu tamnoljubičastih kristala koji su lako rastvorljivi u vodi. U kontaktu rastvora kalijum permanganata sa organskom supstancom oslobađa se kiseonik, pri čemu rastvor postaje smeđ zbog stvaranja mangan-monoksida (smeđeg rastvora koji nema dezinfekciono dejstvo). Vodeni rastvor permanganata (0,3%) djeluje protiv bakterija i virusa. Nekad se koristio za dezinfekciju ruku. Permanganat je danas uglavnom zamijenjen bezbojnim dezinfekcionim sredstvima; **etilen oksid** je tečnost sa niskom tačkom ključanja (11 °C). Gasoviti etilen oksid vrlo efikasno dezinfikuje površine predmeta; **ozon** je nestabilan gas koji se sastoji od tri atoma kiseonika. Ovaj gas se lako razgrađuje do slobodnog atoma kiseonika. To je bezbojan gas. Efikasniji je dezinficijens od hlora. Može da djeluje u širokom opsegu pH i brzo reaguje sa bakterijama, virusima, protozoama. Ima veoma jaku oksidativnu snagu. Proizvodi se u aparatima, tzv. ozon generatorima. Najčešće se koristi za dezinfekciju vode. Dezinficijensi koji se prodaju na tržištu moraju proći službenu registraciju. Liste proizvoda dozvoljenih za dezinfekciju objavljuju nadležni državni organi u svakoj zemlji. Djelovanje hemijskih dezinfekcionih sredstava na mikroorganizme prikazano je u tabeli 6.

Tabela 6. Efekti hemijskih dezinfekcionih sredstava na različite grupe mikroorganizama (Titera, 2009, Žarković, 1971).

Sredstvo za dezinfekciju	Dejstvo na mikroorganizme				
	Bakterije	Spore	Gljive	Virusi	Primjena
Oksidativna sredstva (vodonik-peroksid)	Baktericidno	Sporocidno	Fungicidno	Virucidno	Koža, sluzokoža, površine, alati, instrumenti
Halogeni (Hlor, jod i njihova jedinjenja)	Baktericidno	Sporocidno	Fungicidno	Virucidno	Hlor: površine, voda Jod: koža, sluzokoža
Alkoholi (etil alkohol, izopropil alkohol)	Baktericidno	Bez efekta	Fungicidno	Virucidno	Koža, sluzokoža, površine, instrumenti

Aldehidi (glutaraldehyd, formaldehid)	Baktericidno	Slabo sporocidno	Fungicidno	Virucidno	Površine, instrumenti
Fenoli	baktericidno bakteriostatsko	Bez efekta	Fungicidno	Virucidno	Površine, alati, instrumenti
Etilen oksid	Baktericidno	Sporocidno	Fungicidno	Virucidno	Površine, instrumenti, alat
Deterdženti	Baktericidno	Bez efekta	Fungistatsko	Bez efekta	Čišćenje metalnih i drvenih površina, pranje i čišćenje ambalaže, pranje posuđa Koža, sluzokoža
Biguanid (hlorheksidin)	Bakteriostatsko	Bez efekta	Fungistatsko	Virostatsko (djeluju na viruse sa omotačem)	Koža, sluzokoža
Neorganske kiseline	baktericidno	sporocidno	fungicidno	virucidno	Dezinfekcija radnih površina, podova otpornih na koroziju
Organske kiseline (mravlja, sirćetna, persirćetna)	Baktericidno na neke bakterije	Bez efekta	Na neke gljive	Na neke viruse	Dezinfekcija radnih površina, predmeta
Baze (NaOH, KOH)	Baktericidno, naročito na gram negativne bakterije	Sporocidno u vrućim rastvorima zagrijanim na 80-90 °C	fungicidno	virucidno	Dezinfekcija radnih površina, predmeta

5.2.1.4. Faktori koji utiču na izbor dezinfekcionog sredstva

Prilikom izbora dezinficijensa mora se voditi računa o nizu faktora. Najprije treba imati u vidu karakter dezinfekcije i vrstu uzročnika, jer dezinficijensi imaju specifično dejstvo na mikroorganizme. Na viruse dobro djeluju baze, dok na spore bolje djeluju hlorni preparati. Izbor dezinficijensa zavisi u velikoj mjeri od vrste objekata i materijala koje treba dezinfikovati. Takođe

treba voditi računa o fizičkom stanju, mirisu, boji, štetnosti, toksičnosti, spektru djelovanja, kao i cijeni koštanja dezinficijensa. Treba odabrati dezinficijens koji uzročnike uništava efikasno i za kratko vrijeme. Dezinficijens ne smije štetno da djeluje na predmete koji se dezinfikuju. *Koncentracija dezinfekcionog sredstva* je takođe značajna, pri čemu ne važi pravilo "ukoliko je dezinficijens koncentrovaniji - utoliko je njegovo djelovanje brže i efikasnije". Većina dezinfekcionih sredstava efikasno djeluje na patogene mikroorganizme u koncentraciji od 2%–5%. Treba imati u vidu mogućnost pojave *rezistencije* mikroorganizama na dezinfekciona sredstva koja se duže vrijeme koriste. Dezinfekcija će biti uspješna samo ako se izvodi na dobro opranoj površini. Najefikasnije djelovanje halogenih dezinficijenasa se postiže u neutralnoj i slabo kiselj sredini. Zato prije pripreme rastvora za dezinfekciju, treba poznavati pH vode kojom se vrši njegovo rastvaranje. Povećanjem temperature, može se smanjiti alkalnost visoko alkalnog rastvora. Ukoliko voda sadrži povećan procenat organske materije dolazi do inaktivacije dezinficijensa. Osnovno pravilo prilikom pranja mljekarskog posuđa, aparata i dijelova mašina koji dolaze u kontakt s mlijekom, jeste da se prvo ispiraju hladnom ili mlakom vodom (do 35 °C), zatim peru vrućim rastvorom sredstva za pranje uz pomoć četkica i na kraju se ispiraju rastvorom dezinficijensa ili se steriliju vrućom vodom ili vrelom vodenom parom. Nakon primjene rastvora dezinficijensa posuđe se ispire vrućom vodom. Hladnom ili mlakom vodom na početku pranja se odstranjuju ostaci bjelančevina mlijeka. Ukoliko bi se na početku pranja upotrijebila vruća voda došlo bi do koagulacije bjelančevina, što bi otežalo postupak pranja. Sredstva za pranje koja se dodaju vodi su najčešće baze, najčešće natrijum karbonat (soda) u koncentraciji od 0,5% i natrijum hidroksid u koncentraciji od 0,5% (kaustična soda - NaOH). Bazni rastvori stvaraju dobre uslove za bubrenje bjelančevina, koje se zatim lako uklanjaju za vrijeme pranja. Istovremeno se saponifikacijom i emulgovanjem uklanjaju masti. Lužnate otopine upotrebljavaju se u većini slučajeva u koncentraciji pH 8-12. Upotrebom visoko baznih rastvora za pranje (pH 11-13,5) dolazi do korozije metalnog posuđa (kante i dr.), naročito napravljenog od aluminijuma i njegovih legura, kod kalajisanog gvožđa i dr. Korodirana površina se teško pere i zagađuje mlijeko. Djelovanje baznih rastvora se povećava sa povećanjem temperature. Da ne bi došlo do korozije, koriste se rastvori manje koncentracije. Stakleno i emajlirano posuđe, nerđavi čelik i sl. znatno su otporniji protiv korozije i za njihovo pranje se mogu koristiti rastvori veće koncentracije, kao i više temperature rastvora. Za pripremu rastvora za pranje mljekarskog posuđa preporučuje se upotreba meke vode, zato što tvrda voda dovodi do pojave tzv. mliječnog kamenca, koji se sastoji od mineralnih supstanci, masti, bjelančevina i vode. Svježi mliječni kamenac sadrži do 50% vode i zato se može lako odstraniti pomoću rastvora baza. Stari kamenac sadrži malo vode (oko 3%), ali ima i do 50% mineralnih supstanci, pa se za njegovo odstranjivanje upotrebljavaju kiseline (sumporna, sona, azotna). U cilju dezinfekcije, sredstvima za pranje dodaju se hlorni kreč, hipohlorit, hloramin, dihloramin, gasoviti hlór, kreč i dr. Za pripremu radnog rastvora hlornog kreča, suvi kreč se razređuje vodom u odnosu 1 : 10. Za dezinfekciju se priprema radni rastvor koji sadrži 50-200 mg hlora/L. za dezinfekciju se koristi i krečno mlijeko, koje se priprema iz svježe gasešnog kreča. Krečno mlijeko se najčešće upotrebljava za dezinfekciju drvenih dijelova mljekarskog pribora koji su osjetljivi na visoke vrijednosti pH. Drveni pribor za sir se pere vodom temperature 40 °C, zatim vrućim rastvorom sode (50-60 °C), a zatim se ispire vodom. Police za sir se dodatno ispiraju rastvorom hlornog kreča. U cilju sprečavanja pojave plijesni preporučljivo je daske na kojima sir zri povremeno parafinisati pri temperaturi od 150 °C. Za suzbijanje razvoja plijesni takođe se preporučuje premazivanje 6% rastvorom kalcijum propionata ili 12% rastvorom natrijum propionata. Prostorije u kojima se pripremaju starter kulture, zato što se često kontaminiraju bakteriofagima steriliju se vrućom parom pod pritiskom od 2 atmosfere u trajanju od 30 minuta. Osim ovog načina, može se izvršiti dezinfekcija hlornim preparatima. Koncentracija aktivnog hlora u rastvoru za dezinfekciju treba da bude 100-200 mg/L. Zidovi prostorija i površine aparata i pribora dezinfikuju se prskanjem dezinfekcionim rastvorom. Dobro baktericidno dejstvo prilikom dezinfekcije opreme i prostorija se postiže primjenom upotrebom ultraljubičastih zraka. Pri tome drvene površine treba zračiti duže nego metalne. Generalno, sva dezinfekciona sredstva bolje djeluju ako su vruća, pa ih tako treba upotrijebiti gdje god je to moguće. Niske temperature smanjuju njihovu dezinfekcionu moć. Za

provjeru efikasnosti sprovedene dezinfekcije koriste se različite metode (metode spiranja, uzimanja briseva, uzimanje otisaka - u cilju utvrđivanja prisustva određenih mikroorganizama). Kao pokazatelj uspješnosti sprovedene dezinfekcije koristi se ukupan broj mikroorganizama i broj *E. coli* na određenoj površini. Uzorci za provjeru efekta dezinfekcije uzimaju se sa površine poda, jer je ta površina najviše kontaminirana mikroorganizmima. Smanjenje broja mikroorganizama na podu ukazuje na još bolju situaciju na drugim površinama. Smatra se da je dezinfekcija bila efikasna ukoliko se početni broj prisutnih mikroorganizama u staji smanji za 80–90%. Za uzimanje *briseva* sa površina potrebni su sterilni šabloni površine 20 cm² i sterilni brisevi. Brisom koji je nakvašen sterilnom vodom pet puta se prebriše površina koju ograničava šablon. Zatim se bris stavlja u 10 ml sterilnog fiziološkog rastvora, dobro promućka i 1 ml zasije na krvni agar i na podloge za rast gram negativnih bakterija. Nakon inkubacije 24 h na 37 °C, očitava se broj bakterija. *Otisci* se uzimaju prilikom kontrole ravnih površina, pri čemu se koriste specijalne ploče sa udubljenjem u kojima je razlivena hranljiva podloga. Hranljiva podloga se pritisne na površinu da se dobije otisak. Ploča se zatim stavi u praznu Petrijevu šolju i inkubira dva do tri dana na temperaturi od 30 °C. U cilju sprečavanja isušivanja podloge na dno petrijeve šolje se stavlja sterilna vata.

5.2.1.5. Vidovi dezinfekcije

Prema namjeni i vremenu kada se vrši dezinfekcija, razlikuje se: preventivna (profilaktička), tekuća i završna (zaključna) dezinfekcija. *Preventivna dezinfekcija* se sprovodi radi sprečavanja pojave zaraznih bolesti. Njom se uništava široki spektar nepoželjnih mikroorganizama koji se mogu naći u životnoj sredini životinja - na određenim predmetima i površinama. Za ovu dezinfekciju se koristi sredstvo sa širokim spektrom djelovanja na mikroorganizme. Najčešće se koriste hlorni preparati, formaldehid, jedinjenja fenola i krezola i dr. Po obavljenoj dezinfekciji objekat treba dobro da se prosuši i provjetri, a zatim se mogu useliti životinje. Pri intenzivnom načinu gajenja životinja preventivna dezinfekcija se sprovodi po završetku svakog turnusa, što je i zakonom propisano. Preventivna dezinfekcija je obavezna i u objektima za promet životinja, životinjskih proizvoda, sirovina i nusproizvoda (stočne pijace, vašari, izložbe, otkupna mjesta). Takođe je obavezna i za transportna sredstva poslije istovara životinja. Efikasno se sprovodi raspršivanjem uz stvaranje aerosola. Za te svrhe koristi se 6% rastvor formalina u količini od 0,2 L/m² površine. *Tekuća dezinfekcija* se vrši u toku trajanja bolesti. Ovaj vid dezinfekcije je usmjeren na određeni mikroorganizam - koji je doveo do pojave neke zarazne bolesti. Sprovodi se na svim mjestima i predmetima sa kojima je bolesna životinja dolazila u kontakt i koji su mogli da se kontaminiraju uzročnicima bolesti. *Završna dezinfekcija* predstavlja završnu fazu u suzbijanju jedne zaraze. Sprovodi se neposredno po prestanku zarazne bolesti ili poslije odstranjenja bolesnih životinja iz staje. Cilj završne dezinfekcije je uništavanje svih preostalih prouzrokovaca zarazne bolesti, koji nijesu uništeni tekućom dezinfekcijom. Ona mora biti sprovedena sa puno pažnje, odgovorno i vrlo rigorozno, kako bi se poslije nje staja proglasila slobodnom od mikroorganizama koji su izazvali zarazu. Ona se sprovodi nakon što prođu dva inkubaciona perioda od prestanka bolesti. Za završnu dezinfekciju se koriste ista dezinfekciona sredstva i u istoj količini i koncentraciji, kao i za tekuću dezinfekciju. Nakon završne dezinfekcije u objektu ne smije da se nađe mikroorganizam koji je izazvao zaraznu bolest.

5.2.1.6. Oprema za izvođenje dezinfekcije i dezinsekcije

Imajući u vidu složenost postupka dezinfekcije, neophodno je da je sprovedu stručna lica. Ona moraju da poznaju načine primjene, zaštitu od materija sa kojima rade, kao i zaštitu od zoonoza sa kojima se srijeću. Sva dezinfekciona sredstva su manje ili više otrovna za ljude i životinje. Tako na primjer, inhalacija para kiselina izaziva kašalj, gušenje, glavobolju, vrtoglavicu i slabost, plućni edem sa stezanjem u grudima, pojavom pjenušavog ispljuvka i cijanozu. Opekotine izazvane kiselinama ostavljaju teške ožiljke, a oštećenje rožnjače dovodi do sljepila. Hlorni preparati jako draže respiratorne puteve, oči i kožu. Stoga prilikom rukovanja dezinfekcionim sredstvima treba biti

veoma oprezan i primjenjivati zaštitne mjere. Prostorija za skladištenje dezinfekcionih sredstava mora da bude hladna i suva, sa temperaturom vazduha iznad 0 °C i mora se držati zaključana. Sudovi sa sredstvima za čišćenje i dezinfekciju moraju biti obilježena. Dezinfekciona sredstva ne smiju se držati u prostorijama u kojima se priprema ili čuva hrana. Pod u prostoriji za skladištenje dezinficijenas mora biti otporan na dejstvo hemijskih materija i treba da se lako čisti i pere. Uzimanje kiselina i baza iz sudova mora se sprovoditi vrlo oprezno, kako bi se spriječilo raspršivanje i prosipanje. Zatvarači treba da su sigurni i da onemoguće isticanje tečnosti. Za aplikaciju vodenih rastvora za dezinfekciju i dezinsekciju koriste se prskalice. Postoje stacionarne i pokretne prskalice. Stacionarne prskalice su uglavnom kapaciteta većeg od 1000 L i koriste se uglavnom na dezinfekcionim rampama. U praksi se više koriste pokretne prskalice koje prema zapremini rezervoara mogu da budu velikog i malog kapaciteta. Osim ovih prskalica, za uspješno tretiranje manjih površina koriste se i atomizeri. Atomizeri su prskalice na električni pogon koje stvaraju veoma sitne kapljice (veličine do 50 mikrona). Svaki radnik mora da ima zaštitno odijelo, kapu, rukavice, čizme, naočare i respirator, priručnu apoteku sa odgovarajućim antidotima. Tokom dezinfekcije izvođač ne smije da jede, pije, niti puši. Poslije završenog rada oprema i odijelo moraju dobro da se operu, kao i sam izvođač. Pitanje upotrebe dezinficijenas je regulisano zakonskim propisima, kao što su Zakon o biocidnim proizvodima, Pravilnik o vrstama biocidnih proizvoda, Pravilnik o listama aktivnih supstanci koje su dozvoljene za upotrebu u biocidnim proizvodima i biocidnim proizvodima manjeg rizika i dr. Kako definiše Zakon o biocidnim proizvodima, *biocid* je supstanca čija je namjena da uništi ili spriječi djelovanje nepoželjnih organizama. Biocid se može stavljati u promet u skladu sa zakonom i dozvolom Agencije za zaštitu životne sredine. Uspjeh hemijske dezinfekcije zasnovan je na sljedećim principima: rastvori za dezinfekciju moraju se pripremiti pažljivim odmjerkavanjem aktivnih supstanci i vode kako bi se postigla tačna, propisana koncentracija. Rastvor treba pripremiti neposredno prije upotrebe, jer njegova efikasnost opada tokom vremena. Razrjeđivanje treba izvršiti tako da se prvo odmjeri voda, a nakon toga se vodi dodaje dezinficijens. Povećana efikasnost nekih preparata može se postići većom temperaturom rastvora. Za hlorna jedinjenja, fenole i kvaterne amonijumove soli, rastvor treba zagrijati na 50 do 60 °C, a za hidrokside na 80 °C. Vrlo je dobro povremeno mijenjati sredstva za dezinfekciju, kako bi se spriječilo stvaranje otpornosti – rezistencije mikroorganizama na neku od aktivnih supstanci dezinficijenas. U radu sa dezinficijensima treba koristiti zaštitnu opremu - rukavice, naočare, odgovarajuću odjeću i obuću. Dezinficijense treba birati u odnosu na njihovu efikasnost i karakteristike mirisa, zadržavanje njihovih ostataka na dezinfikovanim predmetima, sposobnost biorazgradnje, rok trajanja i dr. Dezinficijensi se mogu proizvoditi na bazi nekoliko aktivnih supstanci. Na taj se način postiže veća efikasnost sa nižim koncentracijama preparata. Sve se više pažnje posvećuje ekološkom opterećenju od dezinficijenas, pa su niže koncentracije preporučljive. Ne treba miješati bazne sa kiselim proizvodima, jer dolazi do neutralizacije djelovanja. Nikada se hlorovani dezinficijensi ne smiju miješati s kiselinama, jer dolazi do oslobađanja hlora, vrlo otrovnog gasa. Dezinficijensi namijenjeni za upotrebu u prehrambenoj industriji moraju biti naznačeni I u saglasnosti sa važećim evropskim i nacionalnim propisima.

5.2.1.7. Deterdženti

Naziv deterdžent potiče od latinske riječi *detergere*, što znači očistiti. Taj se naziv nekada upotrebljavao za površinski aktivne supstance. Danas se taj naziv koristi isključivo za sredstva za pranje, a za površinski aktivne supstance se koristi naziv tenzidi. Deterdženti su složenog sastava i mogu sadržati više od 25 različitih sastojaka. Glavni sastojci nekog deterdženta su: tenzidi, bilderi (pojačivači i regulatori pranja), sredstva za hemijsko bijeljenje, aktivatori sredstava za hemijsko bijeljenje, stabilizatori bijeljenja, enzimi, inhibitori korozije, antimikrobna – dezinfekciona sredstva, regulatori pjene (sapuni), omekšivači, mirisi itd. *Tenzidi* su najvažniji sastojak deterdženata i nalaze se u svim tipovima deterdženata. Tenzidi su površinski aktivne supstance (naziv im potiče od latinske riječi *tendere*, što znači napinjati, a podrazumijeva supstance koje snižavaju površinski napon

tečnosti (vode). Na engleskom jeziku površinski aktivne supstance se zovu surfaktanti (od riječi *surface*, što znači površina). Prema električnom naboju površinski aktivnog iona u vodenom rastvoru tenzidi su grupisani u anjonske, nejonske, katjonske i amfoterne tenzide. Zahvaljujući njihovoj sposobnosti da smanjuju površinski napon vode, voda može puno brže i lakše da kvasi čestice nečistoće rastvorljive u vodi, dok one koje nisu rastvorljive u vodi emulguje. Smanjujući površinski napon vode, dovode do povećanja vlažnosti površine predmeta koji se čiste. *Sapuni* su anjonski tenzidi, koji se koristi za pranje i čišćenje, dajući površinski aktivan anjon u vodenom rastvoru. Po hemijskom sastavu, sapuni predstavljaju soli masnih kiselina. Primarna funkcija sapuna je regulacija pjene u deterdžentima za pranje rublja, jer daje najveći volumen. *Kvaterna amonijeva jedinjenja* (benzalkonijum hlorid, cetrimonijum hlorid i dr. - komercijalni preparat Asepsol, 5% rastvor benzalkonijum hlorida su katjonski tenzidi koji djeluju na gram-pozitivne bakterije – ne djeluju na gram negativne bakterije. Na njihov dezinfekcioni učinak negativno utiču sapuni. *Amfoterni tenzidi* – amfotenzidi (lauril dietilen diamino glicin - komercijalni preparat DeSu). Anjonske grupe su nosioci deterdžentnih, a katjonske baktericidnih svojstava. Imaju veliku površinsku aktivnost. Ispoljavaju nespecifično toksično dejstvo na mikroorganizme. Mehanizam djelovanja se zasniva na oštećenju ćelijskog zida mikroorganizama, ulasku u ćeliju i poremećaju njenog metabolizma. Imaju baktericidno, virucidno i fungicidno dejstvo. Zbog svojih pozitivnih osobina, biodegradabilnosti, antikorozivnosti, sposobnosti čišćenja i dezodoracije, mikrobicidnom djelovanju, DeSu preparati se uspješno koriste u dezinfekciji. Alkalnim deterdžentima se odstranjuju organske materije, a kiselim mineralne naslage kao što su vodeni i mliječni kamenac. Neutralni deterdženti su pogodni za ručno pranje i ne smiju biti štetni za kožu. S deterdžentima se mogu kombinovati dezinficijensi kao što su hlorovana bazna sredstava ili persirćetna kiselina. Vrlo tvrda voda smanjuje djelotvornost deterdženta, zbog čega se deterdžentima dodaju helatna sredstva.

5.2.1.8. Dezinfekcija sredstava za prevoz životinja

Transportna sredstva (željeznički vagoni, kamioni, brodovi, avioni) kao i utovarno-istovarne rampe mogu biti značajne u prenošenju zaraznih bolesti. Zbog toga dezinfekcija transportnih sredstava ima veliki značaj. Dezinfekcija prevoznih sredstava se najčešće vrši formalinom, hlornim preparatima, natrijumovom bazom, krezolno-sumpornom kiselinom. Prema Pravilniku o načinu dezinfekcije prevoznih sredstava kojima se prevoze pošiljke životinja, proizvoda, sirovina i otpadaka životinjskog porijekla (Sl.list SFRJ br. 22/89), željeznička prevozna sredstva moraju se dezinfikovati najkasnije u roku od 96h od časa istovara, a ostala prevozna sredstva – po istovaru pošiljaka. Prije dezinfekcije se vrši čišćenje željezničkih i drumskih prevoznih sredstava da bi se iz njih odstranile organske i druge nečistoće. Čišćenje se vrši na sljedeći način: površine prevoznih sredstava i ambalaža poliju se hladnom vodom, a pri pojačanoj dezinfekciji protiv virusa i nesporogenih uzročnika natapaju vrućim 2%-tnim rastvorom kaustične sode (žive sode, NaOH), odnosno protiv sporogenih uzročnika zaraznih bolesti – rastvorom hlornog kreča ili drugog odgovarajućeg hlornog preparata koji sadrži 5% aktivnog hlora u rastvoru ili 5%-tnim rastvorom formaldehida i tako ostaju 15 minuta. Poslije toga se iz prevoznih sredstava izbaci đubre, dlake, perje i drugi otpaci koji ostanu poslije istovara pošiljke; sa tavanice, zidova, pribora za hranjenje, napajanje i vezivanje i druge opreme i ambalaže sastruže se sva nečistoća tako da ne ostanu tragovi đubreta ili druge nečistoće; sve površine prevoznih sredstava dobro se isperu vrućom vodom (temperature od 50 do 60 °C) pod pritiskom, odgovarajućom prskalicom, uz istovremeno ribanje tih površina, s tim da se najprije pere unutrašnja strana vozila, a ako je vozilo zagađeno spolja – i sa spoljašne strane. Đubre sakupljeno i dezinfikovano može se koristiti po isteku tri mjeseca od dana kad je izvršena dezinfekcija. Dezinfekcija željezničkih i drumskih prevoznih sredstava može biti obična i pojačana. Dezinfekcija se vrši po završenom čišćenju prevoznih sredstava i kad se prevozna sredstva osuše. Pri običnoj dezinfekciji prevoznih sredstava, za pranje se može upotrijebiti hladna voda, ali samo sa prskalicom i pod pritiskom od najmanje dvije atmosfere. Đubre, nečistoća i otpaci iz željezničkih i drumskih

prevoznih sredstava sakupljaju se u objektima za čišćenje i dezinfekciju prevoznih sredstava i slažu u betonske bazene ili kontejnere. Ako se posumnja na zaraznu bolest, đubre se prije odlaganja nakvasi rastvorom hlornog kreča sa najmanje 5% aktivnog hlora ili kaporitom (preparat koji sadrži 70% aktivnog hlora). Tako obrađeno đubre može se koristiti najranije po isteku tri meseca od dana kad je izvršena dezinfekcija. Đubre, nečistoća i otpaci na mjestima utovara i istovara moraju se sakupljati u betonske bazene ili kontejnere. Ako se zbog sumnje na zarazu vrši pojačana dezinfekcija prevoznih sredstava, a nema peći za spaljivanje, prikupljeno đubre, nečistoća i otpaci moraju se na betonskoj, asfaltnoj ili kamenoj podlozi dobro nakvasiti rastvorom hlornog kreča u kome ima najmanje 5% rastvora aktivnog hlora ili kaporita, pa se više puta promiješaju i dobro sabiju u betonske jame ili pažljivo zakopaju. Obična dezinfekcija prevoznih sredstava vrši se tako što se sve površine željezničkih ili drumskih prevoznih sredstava natapaju vrućim rastvorom dezinficijensa, temperature 50 do 60 °C, tako da se na svaki kvadratni metar površine utroši najmanje jedan litar rastvora. Rastvor dezinficijensa može se upotrijebiti kao 2%-tni rastvor kaustične sode, 2%-tni rastvor formaldehida, rastvor hlornog preparata sa najmanje 3% aktivnog hlora, a može se upotrijebiti i rastvor nekog komercijalnog preparata za dezinfekciju, s tim da se preparat upotrebljava na način naznačen u uputstvu proizvođača i da se vrsta preparata mijenja jednom mjesečno. Pola časa poslije završene obične dezinfekcije, prevozna sredstva se operu vodom i osuše. Pojačana dezinfekcija vrši se ako pošiljka potiče iz zaraženog područja ili ako se pri istovaru pošiljke utvrdi da je pošiljka zaražena ili ako postoji sumnja da je zaražena nekom od zaraznih bolesti životinja. Pojačana dezinfekcija željezničkih i drumskih prevoznih sredstava vrši se ako je pošiljka zaražena ili sumnjiva na zarazu, zavisno od vrste i otpornosti uzročnika zarazne bolesti. Ako se pojačana dezinfekcija prevoznih sredstava vrši zbog nesporogenog uzročnika zaraznih bolesti, sve unutrašnje i spoljne površine prevoznih sredstava, poslije pranja i sušenja, natapaju se rastvorom hlornog kreča koji sadrži 3% aktivnog hlora u rastvoru (ili odgovarajućim hlornim preparatom) ili 3%-tnim rastvorom formaldehida. Ako se pojačana dezinfekcija vrši zbog virusnih uzročnika, prevozna sredstva se, poslije pranja i sušenja, polivaju vrućim 2%-tnim rastvorom kaustične sode. Jedan čas poslije završene pojačane dezinfekcije, prevozna sredstva moraju se oprati vrućom vodom i osušiti. Pojačana dezinfekcija koja se vrši zbog sporogenih uzročnika zaraznih bolesti obavlja se tako što se površine prevoznih sredstava poslije pranja dezinfikuju rastvorom hlornog kreča ili drugim odgovarajućim hlornim preparatom koji sadrži 5% aktivnog hlora u rastvoru ili 5%-tnim rastvorom formaldehida. Petnaest minuta poslije kvašenja, prevozna sredstva se mehanički očiste i ponovo se sve površine nakvase istom količinom i istim dezinficijensom. Jedan čas poslije završene dezinfekcije, prevozna sredstva se moraju oprati vrućom vodom i osušiti. Hlorni preparati, posebno hlorni kreč, moraju se čuvati na tamnom mestu, u dobro zatvorenim sudovima, a neposredno prije pravljenja rastvora moraju se ispitati na procenat aktivnog hlora da bi se mogla napraviti propisana koncentracija rastvora. Priprema rastvora hlornih preparata mora se vršiti neposredno prije izvođenja dezinfekcije. Hlorni preparati sa manje od 15% aktivnog hlora ne mogu se upotrebljavati za pravljenje dezinfekcionih rastvora. Dezinfekcija pribora za vezivanje, čišćenje, hranjenje i napajanje životinja, pribora za čišćenje prevoznih sredstava, obora, rampi i drugih predmeta u željezničkim ili drumskim prevoznim sredstvima koji su bili u neposrednom dodiru s pošiljkom, vrši se, zavisno od vrste materijala, opaljivanjem na plamenu, kivanjem u vodi, vodenoj pari ili pranjem u dezinfekcionom sredstvu – rastvoru.

5.2.1.9. Dezinfekcija opreme i pribora za čišćenje i njegu životinja

Oprema i pribor za čišćenje i njegu životinja mogu biti izvori zaraze ukoliko su bili u kontaktu sa bolesnim životinjama i njihovim izlučevinama. Metalni predmeti se dezinfikuju kivanjem u čistoj vodi sa dodatkom sode, opaljivanjem na plamenu let lampom ili potapanjem u dezinficijens u trajanju od 24h. Drveni predmeti se peru, a zatim dezinfikuju potapanjem u rastvor hlornog kreča 24h, 5% rastvoru karbolne kiseline ili 3–5% rastvoru formalina. Dezinfekcija predmeta od kože vrši se parama

formaldehida ili pranjem 5% rastvorom fenola, krezola ili baze. Dezinfekcija se može sprovesti i peglanjem vrućom peglom, parama formaldehida ili strujećom vodenom parom.

5.2.1.10. Dezinfekcija đubreta i osoke

Mikroorganizmi u đubretu i osoki mogu da žive i do godinu dana. Najbolji način dezinfekcije čvrstog đubreta je spaljivanje. Biotermička dezinfekcija je takođe uspješan način uništavanja mikroorganizama u čvrstom đubretu. Ona se sastoji u pakovanju - kompostiranju đubreta. Pri tome se razvija temperatura pod dejstvom termofilnih bakterija, koja dostiže 50–70 °C, pa i više. Ova temperatura ubija vegetativne oblike mikroorganizama. Za razvoj toplote potrebna je određena vlažnost đubreta. Za dezinfekciju osoke najviše se koristi hlorni kreč. Pražnjenje osočne jame se vrši nakon 24–48h. Ukoliko je nakon ovog perioda koncentracija rezidualnog hlora u osoci 20 mg/L, tada se dezinfekcija smatra uspješnom. Osim hlornog kreča, za dezinfekciju osoke se koristi i krečno mlijeko (jedan dio krečnog mlijeka na 5–10 zapreminskih dijelova osoke), kao i negašeni kreč.

5.2.1.11. Dezinfekcija zemljišta

Za dezinfekciju zemljišta se uglavnom koriste prirodni faktori, kao što su isušivanje i sunčeva svjetlost. U tom cilju zemljište treba da je očišćeno od korova i preorano. Ako su u pitanju manje površine, npr. mjesta gdje je životinja uginula, vrši se spaljivanje površinskog sloja zemlje. Zemljište se prekrije slamom i zapali. Dezinfekcija zemljišta hemijskim sredstvima nije uvijek uspješna. Za dezinfekciju površine zemljišta upotrebljava se 20% rastvor hlornog kreča, odnosno rastvor sa 5% aktivnog hlora. Za 1 m², potrebno je 5–10 L rastvora. Za dezinfekciju dubljih slojeva zemljišta koriste se 5% rastvor krezolno-sumporne smješe, 20% rastvor hlornog kreča, 3% rastvor formaldehida.

5.2.1.12. Dezinfekcija klanica

U prostorijama za klanje mora se svakodnevno vršiti mehaničko i sanitarno čišćenje, sakupljanje otpadaka i temeljno pranje vrućom vodom. Podovi, zidovi, bazeni i razni predmeti dezinfikuju se vrućim 1–2% rastvorom natrijumove baze. Od ostalih preparata za svakodnevno čišćenje i dezinfekciju prostorija, mogu se koristiti: hloramini, halani, kvaternerna amonijumova jedinjenja, amfolitni sapuni. Posebnu pažnju zahtijevaju hladnjače. U njima se mora najmanje 2 puta godišnje sprovesti profilaktička dezinfekcija, prvenstveno radi suzbijanja plijesni.

5.2.1.13. Dezinfekcija izmuzišta i mljekara

U izmuzištima i mljekarama vrlo važni postupci su mehaničko čišćenje i pranje podova, zidova i raznih predmeta vrućom vodom. Uz mehaničko čišćenje i pranje koriste se hemijska sredstva za dezinfekciju. Od njih se koristi 2% rastvor natrijum hidroksida. Zidovi se ljeti kreče jednom, a zimi dva puta mjesečno 10% rastvorom kreča. Kanalizacione jame za otpadne vode dezinfikuju se hlornim krečom. Tokom ručne, kao i mašinske muže može doći do kontaminacije mlijeka ako se ne sprovodi propisana higijena (higijena i dezinfekcija vimena, ruku, uređaja za mužu, posuda u kojima se skladišti mlijeko i dr.). Da bi se spriječila kontaminacija mlijeka potrebno je poštovati pravila pranja i dezinfekcije. Poseban značaj imaju postupci održavanja čistoće i dezinfekcija muznih uređaja, pribora za mužu i uređaja u mljekarama. Ovi uređaji se moraju svakodnevno čistiti i prati uz upotrebu deterdženata. Poslije pranja, uređaji se ispiraju vodom, a zatim dezinfikuju. Za dezinfekciju se najviše koriste hlorni preparati, kvaternerna amonijumova jedinjenja, amfolitni sapuni i jodofori. Zbog sicanja rezistencije mikroroganizama na dezinfekciona sredstva, potrebno ih je svakih 1-2 mjeseca zamijeniti novim.

5.2.1.14. Dezinfekcione barijere

Na ulazu u farmu postavljaju se dezinfekcione barijere za vozila i ljude. Dezinfekcione barijere su betonska udubljenja koja su ispunjena rastvorom dezinficijensa. Rastvori u dezinfekcionim barijerama treba redovno da se mijenjaju, barem jednom nedjeljno - zavisno od brzine njegove inaktivacije (vezivanje za organsku materiju, razrjeđenje, djelovanje temperature, promjena pH vrijednosti i dr.). Kao dezinfekciona sredstva za barijere, najčešće se koriste hlorni preparati i NaOH (2-3%). Ukoliko se dezinfekcione barijere ne održavaju kako treba, mogu biti izvor uzročnika bolesti. Da bi se izbjegli ovi problemi, dezinfekcija transportnih sredstava može da se vrši uređajima pomoću kojih se dezinfekciono sredstvo raspršuje pod pritiskom na točkove i donji dio vozila. Postupci punjenja i pražnjenja barijera ne smiju da dovedu do kontaminacije životne sredine. Priprema rastvora za dezinfekciju mora da se obavlja veoma pažljivo, uz nošenje zaštitnog kombinezona, rukavica, gumenih čizama i zaštitne maske.

5.2.2. Dezinsekcija

Dezinsekcija predstavlja postupak kojim se broj artropoda u nekoj sredini smanjuje na prihvatljiv nivo. To se postiže zaustavljanjem njihovog rasta i razmnožavanja, ubijanjem ili odbijanjem. Artropode (zglavkari) su najbrojnija i najraznovrsnija grupa životinja. Naseljavaju sva životna staništa i imaju veliki značaj u pojavi zaraznih i parazitskih bolesti. Parazitirajući na tijelu čovjeka i životinja, uznemiravaju ih, prenose zarazne i parazitske bolesti, izazivaju alergijske reakcije, djeluju toksično, štetnici su hrane. Insekti mogu prenositi uzročnike zaraznih i parazitskih bolesti na dva načina: mehaničkim načinom - nogama, dlačicama, rilom i biološkim načinom - u biološkom razvojnem ciklusu nekih parazita insekti su prelazni domaćini. Najčešći prenosioci zaraznih bolesti iz grupe artropoda su dvokrilni insekti, buve i krpelji. Oni takođe i uznemiravaju domaće životinje ubađanjem. Poseban značaj u zagađivanju i kvarenju hrane, u klanicama, mljekarama i dr. imaju insekti. U našem podneblju najrasprostranjenije štetne vrste insekata su: muve, buba-švabe, mravi, komarci, buve i vaši. Najviše ih ima u toplim godišnjim dobima, od aprila do oktobra. Međutim, pojedine vrste insekata mogu biti aktivne i tokom cijele godine. Regulacija populacije je efikasna jedino ako se zasniva na poznavanju biološkog ciklusa jedinki i sredine u kojoj se nalaze. Porastom temperature njihova životna aktivnost raste, a najveća je pri temperaturama od 20-30 °C. U skladištima hrane insekti i grinje nanose veliku štetu - dovode do kvarenja hrane i prenose uzročnike različitih zaraznih i parazitskih bolesti na životinje i ljude. Štetočine u skladištima napadaju proizvode biljnog i životinjskog porijekla. Kontakt životinje sa izmetom, egzuvijama ili djelovima tijela štetočina, preko kože, disajnih organa i digestivnog trakta može dovesti do alergijskih promjena na koži, digestivnih smetnji u vidu enterokolitisa, a kod životinja do pobačaja ploda. Osim alergijskog dejstva, kod nekih vrsta skladišnih štetočina postoje hemijske supstance koje imaju kancerogeno dejstvo. Za uspješno sprovođenje dezinsekcije potrebno je poznavati razvojni ciklus štetnih insekata.

5.2.2.1. Artropode koje kontaminiraju hranu (razdio *Arthropoda*, carstvo *Animalia*)

5.2.2.1.1. Osnovne karakteristike artropoda

Artropode (člankonošci) su dobili naziv od starogrčkih riječi *arthron* – zglob i *pous* – stopalo. To su beskičmenjaci. Posjeduju egzoskelet sa kutikulom, segmentirano tijelo i zglobne ekstremitete. Pod egzoskeletom se podrazumijevaju čvrsti spoljašnji djelovi tijela - koji tijelu daju stalan oblik i imaju zaštitnu ulogu. Kutikula je građena od hitina i kod nekih artropoda je mineralizovana kalcijum karbonatom. Hitin je dugolančani polimer N-acetilglukozamina - amidnog derivata glukoze. Da bi mogli da rastu, artropode prolaze kroz faze presvlačenja (mitarenja), tokom kojih odbacuju stari egzoskelet i zamjenjuju ga novostvorenim. Razlog je što egzoskelet nije rastegljiv i tako ne dozvoljava rast. Artropode su veoma raznolika grupa životinja. Kod njih nije prisutna krv, već

hemolimfa. Imaju otvoren cirkulatorni sistem, sa tjelesnom šupljinom koja se naziva hemocel i kroz koju hemolimfa cirkuliše do unutrašnjih organa. Kao i njihova spoljašnjost, tako su i unutrašnji organi uglavnom građeni od segmenata. Srce ima izgled mišićne cijevi koja se proteže ispod leđa duž hemocela. Njihov nervni sistem je merdevinast, nervi prolaze kroz sve segmente formirajući parne ganglije u svakom segmentu. Mozak nastaje spajanjem ganglija segmenata i okružuje jednjak. Respiratorni i ekskretorni sistemi artropoda su različiti, zavisno od vrste kojoj pripadaju. Organ za izlučivanje može biti sistem Malpigijevih tubula koji filtriraju mokraćnu kiselinu i druge azotne otpadne materije iz hemolimfe u hemocelu, zatim ih izbacuju u zadnje crijevo, iz kojeg se zatim izbacuju kao izmet. Većina vodenih i neki kopneni člankonošci kao organe za izlučivanje posjeduju tzv. nefridije (mali bubrezi) koji izvlače preostale otpadne materije i izlučuju ih kao urin. Organe čula vida čine složene i proste oči s pigmentnim jamama. Složene oči su glavni izvor informacija, dok proste oči kod većine artropoda detektuju samo smjer odakle svjetlost dolazi. Člankonošci takođe imaju više hemijskih i mehaničkih senzora, baziranih na modifikovanim dlačicama poznatih kao *setae* koje strče iz njihove kutikule. Zavisno od vrste, njihova reprodukcija i razvoj su različiti. Sve kopnene vrste koriste unutrašnju oplodnju (jajne ćelije su unutar jedinke i tu bivaju oplodene direktno ili indirektno - prenosom sperme preko zemlje i sl. Vodene vrste koriste i unutrašnji i spoljašnji način oplodjenja. Većina člankonožaca polažu jaja, ali neke vrste rađaju žive mlade, nakon što se izlegu iz jaja unutar majke, ili su živorođene. Tek rođeni člankonošci, zavisno od vrste, imaju različite oblike. Mladunci člankonožaca mogu biti minijature odrasle jedinke ili larve i gusjenice koje nemaju zglobne ekstremitete i koje prolaze kroz potpunu metamorfozu da bi nastao odrasli oblik. Unutar razdjela *Arthropoda* člankonošci su svrstani u četiri podrazdjela: *Chelicerata*, *Myriapoda*, *Crustacea* i *Hexapoda*. Najznačajnije štetočine pripadaju podrazdjelima *Chelicerata* i *Hexapoda* (imaju tri para nogu). *Chelicerata* su dobile ime po helicerama - prvom paru nogu koje im služe za ishranu i odbranu. Iz podrazdjela *Chelicerata* najznačajnija je klasa *Arachnida* (pauci, škorpioni, krpelji, grinje i dr.), a iz podrazdjela *Hexapoda* klasa *Insecta* (muve, moljci, masna buba švaba, ose, uholaza, mravi). Gotovo sve odrasle jedinke iz klase *Arachnida* imaju osam nogu, dok odrasle jedinke insekata imaju šest nogu. Za razliku od insekata, arahnide nemaju antene i krila. Većina predstavnika klase *Insecta* i *Arachnida* polažu jaja.

5.2.2.1.2. Skladišne štetočine

Ekonomske štete koje nastaju uslijed prisustva i aktivnosti štetočina su ogromne. Osim toga, štetočine u skladištima imaju veliki zdravstveni značaj. Tokom kretanja u skladistima prenose brojne bakterije i plijesni koje svojim toksinima u organizmu čovjeka i životinja mogu dovesti do trovanja. Najveći broj štetočina su polifagi, tj. napadaju različite vrste proizvoda. Štetni insekti u skladištima poljoprivrednih proizvoda uglavnom pripadaju redovima *Lepidoptera*, *Coleoptera*, *Blattoptera* (*Blattodea*), *Hemiptera*, *Diptera*, *Hymenoptera*, *Thysanura* i *Psocoptera*. Važnije štetočine su pripadnici dva reda: *Lepidoptera* (leptiri) i *Coleoptera* (tvrdokrilci - kornjaši, bube). Brzina razvoja ovih insekata zavisi od temperature. Ženka polaže jaja i nakon određenog vremena inkubacije iz jajeta se razvija larva. Kada odrastu, larve prelaze u stadijum lutke. Lutke buba i leptira se znatno razlikuju u građi. Nakon određenog vremena iz lutke izlazi odrasli insekt – imago. Većina skladišnih insekata se najbolje razvija na visokoj temperaturi od oko 30 °C. Vrlo dobro se razvijaju na temperaturama između 20 °C i 30 °C, a razvoj je znatno produžen na temperaturi nižoj od 20 °C. Mnogi od njih prestaju da se razvijaju na temperaturi nižoj od 10 °C. Dobro se razvijaju u zrnu i na njegovoj površini ako je sadržaj vlage zrna veći od 12 do 13%, a razvoj im je znatno produžen ako je vlaga u zrnu manja od 12%. Prema grupi proizvoda koje napadaju štetočine se mogu grupisati na: štetočine u skladištima žita, štetočine u skladištima brašna, štetočine u skladištima suvog voća i suhomesnatih proizvoda, štetočine u skladištima duvana, štetočine pasulja i graška i štetočine drugih životnih namirnica. Prema šteti u skladištima, mogu se podijeliti u sljedeće grupe: primarne štetočine, sekundarne štetočine, mikofagne vrste, strvinare i slučajne vrste. *Primarne štetočine* napadaju isključivo zdrava i neoštećena zrna. Ovu grupu čine ekonomski najštetnije vrste: žitni, pirinčani, kukuruzni i pasuljev žižak, trogoderma, žitni kukuljičar, žitni, bakrenasti i ambarski moljac. Štete na

zrnu i u zrnu nanose larve, kao i odrasle jedinke štetočina. *Sekundarne štetočine* ne mogu da oštećuju zdrava i suva zrna žita, pa se javljaju kao pratioci primarnih štetočina. Od predstavnika ove grupe štetočina poznati su: *Tribolium spp.*, *Oryzaephilus surinamensis* (surinamski brašnar), vrste roda *Cryptolestes* i dr. *Mikofagne vrste*, kao što su oštrokutni žitar - *Ahasverus advena* i buba – *Typhaea stercorea* se hrane plijesnima koje se razmnožavaju u vlažnoj hrani. Kada se snizi vlaga u žitu, smanji se pojava mikofagnih vrsta. *Strvinari* su najkrupniji insekti koji se nalaze u skladištima. Hrane se biljnim ostacima koji su u stanju raspadanja. Javljaju se u vrlo vlažnim skladištima. Vrste koje su otkrivene u našim skladištima pripadaju rodu *Blaps*. *Slučajne vrste* insekata u skladištima ne oštećuju proizvode, ne mogu da se razvijaju u skladištu i nakon nekog vremena uginjavaju. Ove vrste insekata se obično nakon žetve unose sa žitaricama u skladište - kao na primjer žitne stjenice.

5.2.2.1.2.1. Štetočine u skladištima žita

Najvažnije štetočine u skladištima žita su: žitni žižak (*Sitophilus granarum* L.), pirinčani žižak (*Sitophilus orizae* L.), kukuruzni žižak (*Sitophilus zeamais* Motsch), žitni kukuljičar (*Rhyzopertha dominica* F.), žitni moljac (*Sitotroga cerealella* Olivier), mali brašnar (*Tribolium confusum* Du Val), veliki brašnar (*Tenebrio molitor* L.).

5.2.2.1.2.1.1. Žitni žižak (*Sitophilus granarum* L.)

Srijeće se u svim skladištima gdje se čuva žito. Tamnosmeđe su do crne boje, umjereno sjajni (slika 11.). Odrasli žižak je dugačak 3-4,5 mm, od čega je sama rilica dugačka 1-2 mm. Ne može da leti, već se robom i ambalažom prenosi iz magacina u magacin. U slobodnoj prirodi ne može da opstane. Optimalni uslovi za razvoj larve iz jaja je 21 °C, a relativna vlažnost preko 70%. Larva cio razvoj obavlja u zrnu hraneći se njegovim sadržajem. Broj generacija u toku godine u zagrijanim skladištima iznosi 6-8, a u nezagrijanim 3-5 generacija. Skrivaju se po mračnim mjestima i pukotinama skladišnog prostora. Odrasle jedinke su otporne na visoke temperature - uginjavaju tek na 60 °C, ali i na niske temperature, na 11 °C uginjavaju nakon 5h. Vlažnost u razvoju žiška ima veliku važnost. U zrnu vlažnosti ispod 9% žižak se ne razvija. Žižak može dugo bez hrane. Najčešće napada pšenicu, zatim ječam, raž, kukuruz, ovas, pirinač i dr. Žito napadnuto žiškama se zagrijava i pljesnivi, tako da je povećanje temperature jedan od glavnih indikatora prisustva žižaka. Žitni žišci prezimljavaju kao odrasle jedinke.



Slika 11. Žitni žižak

<https://vitekoplus.rs/project/zitni-zizak/>

5.2.2.1.2.1.2. Žitni moljac (*Sitotroga cerealella* Olivier)

Žitni moljac pripada grupi štetnih leptira. Predstavlja jednu od najvećih štetočina u skladištima kukuruza, pšenice, pivarskog ječma. Moljac je dugačak 6-9 mm, a sa raširenim krilima 15-18 mm (slika 12.). Leptirići se javljaju u toku maja, i to u magacinima na gomilama žita ili na vrećama, gdje se vrlo teško uočavaju - pošto im je boja slična boji žita. Ženka polaže jaja na zrna žita direktno ili

pored njih. Iz jaja se nakon 6-10 dana ispile gusjenice (larve) koje ulaze u zrna i hrane se njihovim sadržajem. Po prelasku lutke u odraslu jedinku (leptira) dolazi do napuštanja zrna. Na napuštenom zrnu ostaju karakteristični okrugli otvori. Cjelokupan razvoj žitnog moljca traje 50-100 dana, što zavisi od temperature. U toku godine u našim uslovima moljac ima 2-4 generacije. Napadnuto žito nije za upotrebu.



Slika 12. Žitni moljac

https://en.wikipedia.org/wiki/Angoumois_grain_moth

5.2.2.1.2.1.3. Mali brašnar (*Tribolium confusum* Du val)

Jedna je od najraširenijih štetočina u mlinovima i skladištima u cijelom svijetu. Redovno prati pojavu žižaka napadajući isključivo izlomljena zrna, rijetko zdrava zrna. Odrasle jedinke malog brašnjara su duge između 2,6-4,4 mm, a široke oko 1,5 mm (slika 13.). Najbrže se razvijaju na 32 °C i relativnoj vlažnosti od 70%. U ovim uslovima razvoj malog brašnjara traje 25 dana. Brašno koje je u jačoj mjeri napadnuto dobija neprijatan miris koji prelazi na hleb u toku pečenja.



Slika 13. Mali brašnar

<https://vitekoplus.rs/project/mali-brasnar/>

5.2.2.1.2.1.4. Veliki brašnar (*Tenebrio molitor* L.)

Odrasla jedinka je dužine 12-17 mm, smeđe do crne boje (slika 14.). Nalazi se u starom brašnu, fabrikama stočne hrane, pivarama, žitaricama, ambalaži. Oimalna temperatura za razvoj velikog brašnjara je 25 °C. Napada i krompir, mlijeko u prahu. Jakim vilicama uništava ambalažu od drveta i papira.



Slika 14. Veliki brašnar (*Tenebrio molitor* L)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Mealworm#/media/File:Tenebrio_molitor_Linn%C3%A9,1758_\(32842137535\).png](https://en.wikipedia.org/wiki/Mealworm#/media/File:Tenebrio_molitor_Linn%C3%A9,1758_(32842137535).png)

5.2.2.1.2.2. Štetočine u skladištima brašna

Najznačajnije štetočine u skladištima brašna su: plamenac brašneni (*Pyralis farinalis* L.), brašneni moljac (*Ephestia kuehniella* Zeller), brašneni pregalj – grinja (*Acarus siro* L.).

5.2.2.1.2.2.1. Brašneni moljac

Brašneni moljac je dužine 10-14 mm, a raspon krila je 22-25 mm (slika 15.). Jedino stadijum larve kod brašnenog moljca nanosi štetu. Larva grudva brašno i prlja ga izmetom. Prirodni neprijatelj moljcu su mali brašnar i grinje. Ove vrste napadaju jaja i lutke brašnenog moljca.



Slika 15. Brašneni moljac (*Ephestia kuehniella* Zeller)

[https://de.wikipedia.org/wiki/Mehlmotte#/media/Datei:-6020_%E2%80%93_Ephestia_kuehniella_%E2%80%93_Mediterranean_Flour_Moth_\(9984047955\).jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Mehlmotte#/media/Datei:-6020_%E2%80%93_Ephestia_kuehniella_%E2%80%93_Mediterranean_Flour_Moth_(9984047955).jpg)

5.2.2.1.2.2.2. Brašnena grinja - pregalj (*Acarus siro* L.)

Naseljava velika skladišta, pretežno ona u kojima se čuva vlažno žito. Grinje pripadaju paucima (*Arachnida*), redu krpelja (*Acarina*). To su najsitnije štetočine koje se golim okom teško mogu vidjeti (slika 16.). Optimalni uslovi za razvoj grinje su temperatura 18-24 °C i relativna vlažnost vazduha iznad 80%. Čim vlažnost pređe 60% dolazi do masovne pojave grinja i njihovog razmnožavanja. Brašnena grinja je polifagna štetočina. Napada brašno i razno sjeme. Proizvode zagađuju svojim izmetom i masom uginulih tijela. Ovako zagađeni proizvodi se ne mogu koristiti za ishranu ljudi i životinja. Nakon konzumacije ovakvih proizvoda dolazi do pojave enterokolitisa, alergijskih manifestacija i drugih oboljenja kod ljudi i životinja. Zagađeni proizvodi imaju karakterističan sladak miris.



Slika 16. Brašnena grinja (*Acarus siro* L)
<https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=5545001>

5.2.2.1.2.3. Štetočine suvog voća

Štetočine suvog voća su grinja suvog voća (*Carpoglyphus lactis* L.) i sirna grinja - pregalj (*Tyrophagus casei* Oud.). **Grinja suvog voća** se nalazi uglavnom na suvim šljivama, jabukama, kruškama, smokvama i grožđu. Slična je brašnenoj grinji. **Sirna grinja** je takođe slična brašnenoj grinji. U mnogim zemljama sirna grinja se smatra najopasnijom štetočinom u magacinima za zrenje sira. Pukotine koje grinje stvaraju na siru služe za prodor sirne mušice. Pored sira, ova grinja napada suvo meso, šunke, kobasice, sijeno, kao i morsku travu, fotelje, madrace.

5.2.2.1.2.4. Štetočine pasulja i graška

Najznačajnija štetočina pasulja i graška je **pasuljev žižak** (*Acanthoscelides obtectus* Say). Dug je 4-5 mm (slika 17.). U zrnu pasulja se može naći 1-20 larvi. Kada odrasli insekti izađu iz zrna ostaju rupice koje ukazuju na njihovo prisustvo. Pasuljev žižak je jedna od najopasnijih štetočina pasulja. Ovakav pasulj se ne smije upotrebljavati za ishranu jer može izazvati oboljenja u digestivnom traktu. Pasuljev žižak, osim pasulja napada grašak, bob, sočivo, grahoricu i druge vrste.



Slika 17. Pasuljev žižak (*Acanthoscelides obtectus* Say)
<https://agrobasesapp.com/serbia/pest/pasuljev-zizak>

Graškov žižak (*Bruchus pisorum* L) zastupljen je u svim zemljama gdje se gaji grašak. U zreloom grašku larva pojede sav sadržaj zrna, pa on postaje nepodesan za ishranu. Napadom žiška uništava se klica kod graška i sposobnost klijanja.

Pored gore pomenutih vrsta štetočina, postoji jedan broj vrsta insekata koji ne nanosi tako velike ekonomske štete, ali svojim prisustvom u hrani mogu imati zdravstveni značaj, kako za ljude, tako i

životinje. Kontaktirajući sa hranom prenose brojne uzročnike oboljenja, a hrana im služi za polaganje jaja ili razvojnih stadijuma larvi. Najpoznatiji od ovih insekata su muve, bubašvabe i mravi.

5.2.2.1.2.5. Artropode koje kontaminiraju hranu animalnog porijekla

Vrste artropoda koje najčešće kontaminiraju hranu animalnog porijekla su svrstane u klase *Insecta* i *Arachnida*. Iz klase *Insecta* značajne su štetočine svrstane u red *Diptera* (dvokrilci, familije *Muscidae*, *Calliphoridae*, *Sarcophagidae*, *Drosophilidae*, *Piophilidae*) i red *Coleoptera* (bube, tvrdokrilci, familije *Tenebrionidae*, *Silphidae*, *Dermestidae*). Iz klase *Arachnida* (krpelji, grinje) kao kontaminanti hrane su najznačajnije vrste iz familije *Acaridae* (raniji naziv *Tyroglyphidae*), rod *Acarus* i *Tyrophagus*.

5.2.2.1.2.5. 1. Klasa *Insecta*

Red *Diptera*

Podred *Brachycera* (muve)

Prema građi usnog aparata muve se dijele u dvije grupe: muve koje sišu krv – imaju usni aparat za bodenje i sisanje (familije *Stomoxysidae* i *Glossinidae*) i muve čiji je usni aparat namijenjen za lizanje - ne sišu krv (familije *Muscidae*, *Calliphoridae*, *Sarcophagidae*, *Drosophilidae* *Piophilidae*). Muve značajne za higijenu hrane pripadaju familijama *Muscidae*, *Calliphoridae*, *Sarcophagidae*, *Drosophilidae* i *Piophilidae*. One polažu jaja na površini namirnica. Iz jaja se izlegu larve koje buše rupe u namirnicama, što se narodnim jezikom naziva „crvljivost”.

Familija *Muscidae*

Predstavnici familije *Muscidae* su veoma su rasprostranjene u blizini ljudskih naselja.

Rod *Musca*

Musca domestica (domaća muva, kućna muva).

Svrstana je u rod *Musca* i familiju *Muscidae*. Široko je rasprostranjena je u svijetu i spada u brojno najzastupljenije insekte. Higijenske prilike u jednoj sredini ocjenjuju se na osnovu prisustva i brojnosti kućne muve. Najveću gustinu populacije ima u ljetnjem periodu kada je razviće daleko brže, naročito u seoskoj sredini. Ženka polaže jaja u stajskom đubretu, smetlišcima i otpacima iz domaćinstva. Na ljetnjoj temperaturi larve izlaze iz jaja već poslije nekoliko sati, a stadijum larve traje 5-7 dana. Stadijum lutke traje 3-5 dana. Ljeti, kada dostiže najveću brojnost, mora se suzbijati odgovarajućim insekticidima. Preko nogu, dlačica na tijelu, kao i lizanjem hrane, prenosi veliki broj izazivača zaraznih bolesti, kao što su: trbušni tifus, paratifus, tuberkuloza, lepra, trahoma (konjuktivitis izazvan hlamidijama), kao i razne vrste patogenih protozoa. Sa pacovom i bubašvabom se svrstava u najznačajnije vrste sa zdravstveno-epidemiološkog aspekta.

Muscina stabulans

Ova vrsta pripada rodu *Muscina* i familiji *Muscidae*. Vrste ovog roda su rasprostranjene širom svijeta i često nastanjuju farme domaćih životinja i poljske toalete. Kao mjesto za polaganje jaja ženke biraju organsku materiju koja se raspada. Razmnožavaju se u stajnjaku, leševima, zbog čega mogu da prenesu razne bolesti. Ove sredine su idealne za rast i razvoj larvi. Prenosjenje patogenih mikroorganizama se dešava kada muva sleti na otvorenu ranu ili hranu.

Familija *Calliphoridae* (muve zunzare)

Muve zunzare su široko rasprostranjene u svijetu. Srijeću se u skladištima, prodavnicama, stanovima, fekalijama. Ima ih više vrsta. Najznačajnije su one koje pripadaju familijama *Calliphoridae*. Iz familije *Calliphoridae* najčešće se srijeću *Calliphora vomitaria*, plavičasta muva, zatim vrste *Lucilia caesar* i *Lucilia sericata*.

Calliphora vomitaria – ljubičasta muva

Ova muva ima metalni sjaj, ljubičaste boje je boje, bez dlačica na trbuhu. Duga je 9-13 mm i polaže oko 450-1200 jaja. Odgovara joj viša temperatura nego plavičastoj muvi. Naseljava kuće ljudi od aprila do oktobra. Jaja polaže u materijama životinjskog porijekla koja se raspada, u mesu, proizvodima od mesa, u ranama i dr. Jaja se mogu naći i u nozdrvama ljudi koji spavaju na otvorenom prostoru.

Calliphora erythrocephala – plavičasta muva

Ova muva ima dužinu oko 10 mm i naseljava kuće ljudi od marta do novembra. Tijelo joj je plave boje sa metalnim sjajem, na trbuhu ima bijele dlačice. Polaže jaja u hranu životinjskog porijekla, najčešće u kuvanom i svježem mesu, zatim u ranama. Larve se mogu naći u crijevima čovjeka.

Lucilia caesar – zlatna zonzara

Lucilia caesar ima zlatnozelenu boju. Sitnija je od prethodnih vrsta, dužine je 7-10 mm. Larve se razvijaju u materijama koje se raspadaju, u ranama čovjeka, životinja, na leševima. Može da izazove crijevnu mijazu i da prenese razne uzročnike bolesti.

Lucilia sericata – zelena mušica

Obična zelena mušica ima tijelo dužine 10-14 mm, nešto su veće od kućne muve - i ima briljantnu, metalnu, plavo-zelenu ili zlatnu boju s crnim oznakama. Ima kratke, rijetke, crne dlačice (setae) i tri poprečna utora na grudnom košu. Pari se u proljeće. Mogu biti uzročnici mijaze kod domaćih životinja i kućnih ljubimaca. Nalazi se u svim umjerenim i tropskim područjima svijeta. Najviše joj odgovara topla i vlažna klima, pa je posebno česta u primorskim regijama, ali se može naći i u sušnim područjima. Ženka polaže jaja u raznim leševima, ponekad u kožu ili dlaku živih životinja, uzrokujući mijazu. Larve se hrane organskim tkivom koji se raspada. Naročito napada ovce, polaže jaja u vlažnu vunu živih ovaca. To može uzrokovati oštećenja kože i sekundarne bakterijske infekcije. Jaja se izlegu između devet sati i tri dana nakon što su položena na domaćina, pri čemu se jaja položena u toplijem vremenu izlegu brže od onih u hladnijem vremenu. Larve su srednje veličine, duge od 10 do 14 milimetara. Larve trećeg stadijuma ulaze u fazu lutanja - odlaze od domaćina kako bi pronašli odgovarajuće mjesto s mekom zemljom, gdje će se zakopati i ući u stadijum lutke. Zakopavanje omogućava lutki da izbjegne isušivanje ili grabež.

Familija *Sarcophagidae*

Muve familije *Sarcophagidae* su dobile ime od starogrčkih riječi “sarx” – meso i “phagein” – jesti i poznate su pod nazivom mesne muve. Razlikuju se od većine drugih muva po tome što su ovoviviparne i polažu izležene larve umjesto jaja na leševe, balegu, raspadajući material, otvorene rane sisara. Odrasle jedinke se hrane tečnostima iz životinjskih tijela, nektarom, slatkom hranom, tečnim životinjskim otpadom i drugim organskim materijama. Larvama su za razvoj potrebni proteini i zato ih odrasle jedinke polažu na leševima, balegi, slatkoj biljnoj hrani - voću, orašastim plodovima

i dr. Mesne muve mogu prenositi uzročnika leper (gube) i druge bolesti. Takođe mogu uzrokovati mijazu kod životinja, najčešće kod ovaca.

Potfamilija *Sarcophaginae*

Sarcophaga carnaria – mesna muva

Mesna muva *Sarcophaga carnaria* je široko rasprostranjena u svijetu. Sivopepeljaste je boje, krupna, dužine do 15 mm. Ženke polažu jaja u meso i u ranama.

Familija *Drosophilidae*

Drosophila melanogaster – voćna mušica

Rasprostranjena je na svim kontinentima. Česta je štetočina u kućama, restoranima i drugim mjestima gdje se služi hrana. Period njenog razvoja varira u zavisnosti od temperature. Najkraće vrijeme razvoja (od jajašca do odrasle osobe) je 7 dana na temperaturi od 28 °C. Na višim temperaturama se vrijeme razvoja produžava (11 dana na 30 °C), zbog toplotnog stresa. Ženke polažu oko 400 jaja (embrionirana jaja), oko pet odjednom, u trulo voće ili drugi materijal kao što su gljive i sokovi koji se kvare. Njihov životni ciklus se sastoji iz četiri faze: embrionirano jaje, larva, lutka i odrasla jedinka. Larve se izlegu se nakon 12-15h na 25 °C. Hrane se mikroorganizmima koji razgrađuju plod, kao i šećerom samog voća.

Familija *Piophilidae*

Piophila casei - sirna mušica (muva)

Sirna mušica pripada familiji *Piophilidae*, redu *Diptera* i klasi *Insecta*.

Sirna mušica je najznačajnija štetočina koja kontaminira sir. Najbrojnije su tokom ljeta, kada i izaziva najveće štete. To je kosmopolitski insekt (široko je rasprostranjen u svijetu). Pored sira, može da napadne i suvo meso. Odrasle muve žive svega pet dana. Duge su oko 2,5-4 mm, sjajno crne su boje, crvenožućkastih očiju. Odrasle muve polože u toku života 140-500 jaja. Larve se izlegu već poslije 30h i odmah se uvlače unutar proizvoda. Veoma su pokretne i prave hodnike kroz proizvod. Odrasle larve napuštaju namirnicu i odlaze u zaklonjena, tamna mjesta gdje se preobražavaju u odrasle jedinke. Konzumacijom ucvrjelih sireva može doći do digestivnih problema kod ljudi. Larve omekšavaju proizvod koji dobija mazivu konzistenciju, specifičan miris, loš izgled, loš kvalitet i neupotrebljive za ishranu. Larve najčešće potpuno unište proizvod. Larve sirne muve (mušice) dovode do zapaljenja sluznice digestivnog trakta i krvarenja. Proizvodi imaju neprijatan ukus i miris. Najveće štete izazivaju larve sirne muve koje najčešće potpuno unište pršut. Ove larve se prepoznaju po karakterističnom kretanju - prvo se savijaju u krug, zatim se ispružaju i poskakuju. Larve sirne muve su veoma otporne na niske i visoke temperature. Preživljavaju temperature od - 20 do + 55°C.

Red *Coleoptera* (bube)

Familija *Dermestidae* (slaninari – kožne bube)

Slaninari su svrstani u familiju *Dermestidae*, podred *Polyphaga*, red *Coleoptera* i klasu *Insecta*. Slaninara ima više vrsta. Hrane se suvim životinjskim ili biljnim materijalom, kao što su koža, polen, životinjska dlaka, perje, mrtvi insekti, prirodna vlakna, leševi životinja. Mogu se naći u gnijezdima sisara, ptica, pčela, osa. Larve dermestida se obično nalaze u suvoj organskoj materiji koje drugi organizmi teško vare, kao što su sušena hrana, sušene kože, drvo i druga prirodna vlakna. Raširene su u proizvodima od mesa. Uzrokuju rinokonjunktivitis i astmu kod ljudi koji ih udišu, uneseni kontaminiranom hranom izazivaju mučninu, groznicu, proliv, perianalni svrab), u kontaktu sa kožom

izazivaju dermatitis. Vrsta *Dermestes lardarius* (veliki slaninar) je crne boje, krila su joj pokrivena žućkastosivim dlačicama, dužine je 7-9 mm, sa karakterističnim pipcima na glavi. Odrasli oblik ove muve živi godinu dana. Ženka u hranu polaže oko 170 jaja koja se nalaze u grupama od pet do deset jaja. Iz jaja se za 4-17 dana izlegu larve. Larve su vrlo proždrljive i hrane se različitom hranom, kao što su meso i proizvodi od mesa, sir, riba, vuna, koža, čokolada i dr. Pored toga, kontaminiraju hranu svojim ekskretima. Nakon 5-6 presvlačenja larve se povlače na tamno mjesto gdje se preobraze u odrasle oblike. Cio razvojni ciklus traje 50-60 dana. Vrsta *Dermestes frischii* napada mliječne i suhomesnate proizvode, sir, krzno, kožu. Može oštetiti i drvo, plutu, probijajući ih tražeći mjesto da se ulutkaju. *Dermestes maculatus* je česta štetočina u skladištima kože. Takođe napada i meso i proizvode od mesa, sir, sušenu ribu, čaj, lan i dr. Buba se hrani leševima i suvim životinjskim proizvodima. Može da parazitira na koži živih ćurki, pri čemu se javljaju duboke rane. Izaziva velike štete u industriji svile. *Dermestes murinus* se još zove i kožojed. Napada čaj, lan, luk, meso, slaninu, ribu, kožu, kosu i druge materije.

Familija Cleridae

Necrobia rufipes

To je crvenonoga buba koja je grabežljiva. Odrasle bube su duge 3,5-7,0 mm. Sjajne su metalik zelene ili zelenkastoplave boje. Noge i antene su joj crvene boje. Hrane se larvama muva zunzara, slaninara i sirne mušice. Odrasle jedinke se hrane na površini mesa, a larve ulaze unutar suvog ili dimljenog mesa i prave veliku štetu. Crvenonoga buba napada i kosti, kože, jaja u prahu, sir, koštano brašno, suve smokve, sušenu ribu.

Familija Ptinidae

Stegobium paniceum – hlebna buba

Ova buba je široko rasprostranjena. Najčešće se hrani proizvodima biljnog porijekla, kao što su žito, ljekovito bilje, hleb, ali se može naći i u proizvodima životinjskog porijekla, koži i knjigama. Mužjaci su dužine do 2 mm, a ženke do 4 mm. Larve su bijele boje, sa dlačicama sa dorzalne strane, smeđe obojene glave. Larve su duge do 5 mm i presvlače se 5-6 puta.

5.2.2.1.2.5. 2. Klasa Arachnida (pauci, škorpioni, krpelji, grinje i dr.)

Super red Acariformes (grinje)

Prosječna veličina grinja je 0,4 do 0,8 mm. Tijelo im je jajolikog, okruglog ili izduženog oblika i sastoji se iz glave i trbuha. Imaju četiri para nogu. Odrasle su sa manjim ili većim brojem dlačica. Bijele su ili blijedoružičaste boje. Odrasle jedinke polažu jaja iz kojih se razvijaju larve. Iz larve se razvija nimfa, a iz nimfe (dva stadijuma, nimfa 1 i nimfa 2) odrasla grinja. U povoljnim uslovima razvojni ciklus grinja traje 14-17 dana. Razvojni ciklus grinja pri relativnoj vlažnosti vazduha od 87% i temperaturi 23 °C traje 15 do 18 dana. U nepovoljnim uslovima obrazuju karakteristične trajne forme tzv. *hypopus*. Hypopus se obrazuje poslije razvoja prve nimfe. U ovom obliku grinje su u stanju mirovanja i veoma otporne I više mjeseci. Kod nekih vrsta *hypopus* opstaje čak I dvije godine. Odrasle grinje uginjavaju na temperaturi -15 °C, a hypopusi prežive. Najpovoljnija temperatura za razvoj grinja je 18 – 24 °C. Temperatura iznad 40,5° odmah ubija i odrasle grinje i hypopuse. Temperatura manja od +10 °C značajno usporava razvoj grinja. Drugi važan faktor za život grinja je sadržaj vlage u hrani. Jako su osjetljive na suhu sredinu. Procenat vlage u hrani ispod 12% dovodi do njihovog uginuća. Najbolje se razvijaju u hrani sa vlažnošću većom od 14 %, dok vlažnost niža od 10% znatno usporava i onemogućava razvoj grinja. Grinje kontaminiraju hranu bakterijama kao

što su *Escherichia coli* i *Salmonella typhimurium*. Širenju infestacije značajno doprinose loši mikroklimatski uslovi, kao što su temperatura, strujanje vazduha, relativna vlažnost u prostoru za čuvanje. Grinje imaju usni aparat za grizenje.

Red Sarcoptiformes

Familija *Acaridae* (podred *Acaridia*, superfamilija *Acaroidea*)

Iz familije *Acaridae* posebno su značajne vrste rodova *Acarus* (*Acarus siro* i *Acarus farinae*) i *Tyrophagus* (*Tyrophagus casei*). *Acarus siro* je ranije imao naziv *Tyroglyphus siro*, dok je *Acarus farinae* ranije imao naziv *Tyroglyphus farinae*. Ove vrste žive u organskoj materiji koja se raspada, u siru, brašnu, žitaricama, slami i dr. Još se zovu i sirne grinje – sirni pregalj. Dugi su 500-530 µm, a široki oko 280 µm. Tijelo im je pokriveno dugim dlačicama. Nakon konzumacije sira u kojem se nalaze ove štetočine, javljaju se stomadne tegobe. Nalaze se i u prašini, pa mogu izazvati kožne alergijske reakcije.

Familija *Glyciphagidae* (Podred *Oribatida*, superfamilija *Glyciphagoidea*)

Najznačajnije su vrste *Glyciphagus* – *Glyciphagus prunorum* i *G. domesticus*. Ove vrste najviše napadaju polupokvarene proizvode od mesa. *G. domesticus* je poznat i kao uzročnik šuge bakalara. Konzumacijom ovih namirnica dolazi do pojave crijevnih smetnji.

5.2.2.1.2.6. Najznačajnije artropode koje napadaju suhomesnate proizvode i sir

Zbog dugog trajanja proizvodnog procesa i direktne izloženosti spoljašnjim uslovima, pršute i sirevi su podložni napadu različitih štetočina. Najčešće muve koje polažu jaja na suhomesnatim proizvodima su muva zonzara (*Calliphora vomitaria*), mesna muva (*Sarcophaga carnaria*), kućna muva (*Musca domestica*) i sirna muva (*Piophil casei*). Najčešće grinje koje se javljaju na mesu i sirevima je sirna grinja *Acarus casei*. Iz jaja se izlegnu larve koje prodiru u unutrašnjost pršuta, obično uz butnu kost. Sirevi su veoma pogodna sredina za razvoj raznih vrsta grinja. Uslovi u kojima sirevi zriju takođe pogoduju razmnožavanju grinja. One se na siru mogu javiti u velikom broju. Hraneći se sirom pretvaraju ga u mrvičastu, trošnu masu, neprijatnog mirisa. U sastav te mase ulaze žive i mrtve grinje, njihova jaja, larve, izmet, kao i ostaci sira. Grinje koje napadaju sir su svaštojedi. One se odlično razvijaju i u drugoj hrani, kao što su zrnevlje žitarica, lana, konoplje brašno, mekinje, skrob, suvo meso, salama, kobasice, suvo voće i povrće. Mogu da žive u sijenu, slami i dr. Svi ovi proizvodi mogu biti izvor kontaminacije mlječnih proizvoda. Do sira grinje mogu dospjeti na različite načine: prašinom, vodom, putem vjetra, preko odjeće i obuće. Grinje su višestruko štetne. Hraneći se sirom grinje pretvaraju sir u mrvičastu, trošnu masu sive boje i specifičnog mirisa. Takvi sirevi su otrovni za organizam i neupotrebljivi za ishranu ljudi i životinja. Unesene putem hrane grinje izazivaju želudačne i crijevne tegobe. Takođe prenose patogene bakterije na ljude. Neke vrste ovih grinja mogu da napadnu kožu ruku radnika koji rade sa takvim proizvodima i izazovu kožna oboljenja, dermatitis, svrab i alergije (koprivnjaču). Ukoliko se životinje hrane takvom hranom oboljevaju od jakog zapaljenja organa za disanje i varenje, sa pojavom kolika, što se može završiti paralizom i smrću.

5.2.2.1.2.7. Bubašvabe

Bubašvabe (žohari) su svrstane u rod *Blatella*, familiju *Actobiidae*, red *Blattodea* i klasu *Insecta*. Vrlo su prilagodljive i široko rasprostranjene u svijetu. Osjetljive su na svjetlost i aktivne uglavnom noću. Odgovaraju im mračna, vlažna i topla mjesta. Zavisno od vrste, ženke polažu 12-50 jaja. Kad jaja sazru, njihov omotač puca i izlaze larve. Brzina razvoja bubašvaba zavisi od sadržaja vlage,

temperature, dostupnosti hrane i drugih faktora okoline. Svojim prisustvom, izmetom zagađuju okolinu i hranu. Mogu da izazovu alergije kod djece i odraslih. Alergija kod djece se često manifestuje u vidu astme. Alergeni su dokazani u slini, izmetu, sekretima, oklopu i mrtvom tijelu buba švabe. Najčešće su prisutne u skladištima, kuhinjama, kupatilima (imaju potrebu za vodom) i dr. Teško se otkrivaju, jer su aktivne samo noću. Pokazuju veliku otpornost na insecticide, mogu dugo da žive bez hrane i brzo se razmnožavaju. Bubašvabe su insekti sa spljoštenim tijelom, pipcima dužim od tijela i usnim aparatom koji je prilagođen za grickanje hrane. Ženke često nemaju krila, pa ne lete. Kreću se nogama po podlozi i vrlo su brze. Hranu traže kada se nađu u mraku. Jedu sve vrste namirnica, a mogu da napadnu i tekstil, knjige, a vole i tečnosti, pivo, mlijeko, sokove i drugo. Naročito su brojne u skladištima, kuhinjama, restoranima, pekarama, brodovima. Osim što pojedju hranu, oni je i zagađuju svojim prisustvom - izmetom, košuljicama od presvlačenja u toku razvoja kao i neprijatnim mirisom od sekreta koji luče iz žlijezda na trbuhu. Prenosioci su vrlo opasnih zaraznih bolesti i zato je njihov epidemiološki značaj veoma veliki. Prenose izazivače kolere, trbušnog tifusa, tuberkuloze i mnoge druge. Sele se za hranom, tako se iznenada javljaju i na mjestima gde ih do tada nije bilo. Osjetljive su na niske i visoke temperature, kao i nedostatak hrane i vlage. U borbi protiv ovih insekata treba preventivno djelovati, tj. spriječiti njihovo razmnožavanje. To se postiže prije svega higijenom objekata u kojima su namirnice. Namirnice treba učiniti nedostupnim, a sve otpatke ukloniti u kontejnere. Hranu treba držati u ambalaži i u frižiderima. Takođe, treba ukloniti sve predmete koji bi mogli da im posluže kao zaklon kao što je nepotrebna ambalaža, papir i slično. Namirnice treba držati na hladnom, jer toplota jako pogoduje razvoju ovih insekata i sve pukotine treba zatvoriti. Izbor sredstava za dezinfekciju zavisi od okolnosti. Ako su prostorije velike sa puno zaklona za bubašvabe, onda je najbolje da se upotrijebi neki fumigant, gas koji će prodrijeti do njih, najmanje dva puta u toku godine. Najbolja preventivna mjera je održavanje čistoće u životnom prostoru i prostorijama u kojima se priprema i čuva hrana. Neke od vrsta su **crna bubašvaba** (*Blatella orientalis*) i **smeđa bubašvaba (buba rus, Blatella germanica)**. Period inkubacije, odnosno vrijeme koje je potrebno da se iz jaja crne bubašvabe izlegu larve je, u zavisnosti od temperature 42 – 81 dana, a period razvoja od izlijezanja larve do odrasle jedinke traje 7,5 – 12 mjeseci. Odrasla jedinka može da živi 3-4 godine. Dužina tijela buba rusa je 10-15mm - skoro je za polovinu manja od tijela crne bubašvabe. Period inkubacije, tj. vrijeme koje je potrebno da se iz jaja izlegu larve buba ruse na temperaturi 22,2 °C iznosi 34 dana, a 17 dana na temperaturi 27,5 °C. Period od izlaska iz jajeta do razvoja odrasle jedinke traje 4-8 mjeseci. U ovom periodu larve se presvlače četiri puta. Larve liče na odraslu jedinku, ali nemaju krila. Na temperaturi ispod -2 °C i iznad 45 °C larve buba rusa vrlo brzo uginjavaju.

5.2.2.1.2.8. Mjere borbe protiv artropoda koje kontaminiraju hranu

Prostorije za zrenje i čuvanje poljoprivrednih proizvoda moraju biti čiste i bez prisustva štetočina. U cilju sprovođenja mjera borbe protiv artropoda neophodno je poznavati njihove najvažnije osobine. Borba protiv grinja je veoma teška. Njihove biološke osobine im omogućuju veliku rasprostranjenost i otpornost. Otežavajuća okolnost je i mali izbor hemijskih sredstava i metoda njihovog uništavanja - s obzirom da su u pitanju prehrambeni proizvodi. Održavanje higijene objekata, opreme, pribora i okoline osnovni je preduslov za sprečavanje razvoja i razmnožavanja štetočina. Prije upotrebe, prostorije za proizvodnju i čuvanje proizvoda i njihovu okolinu treba temeljno očistiti, oprati, dezinfikovati i tretirati nekim dozvoljenim insekticidom. Treba zatvoriti sve pukotine, vršiti čišćenje, pranje deterdžentima i dezinfekciju prostora. Nakon pranja deterdžentima vrši se dezinfekcija. Dezinfekcija se može vršiti primjenom 0,1% rastvora hlornog kreča ili krečnog mlijeka, nakon čega se vrši ispiranje prostorije vodom i sušenje na suncu. Dezinfekcija se može vršiti i primjenom rastvora jakih baza, koji se priprema tako što se na 10 L vrele vode dodaje 2 kg negašenog kreča. Još jači rastvor se može napraviti dodatkom kaustične sode u odnosu 1:10. Na svaki kvadratni metar potrebno je 100 ml ovog rastvora. Poslije dezinfekcije, vrši se krečenje prostorija. Treba onemogućiti ulazak insekata i glodara postavljanjem odgovarajućih mreža na vrata i prozore i druge otvore, kao i rešetaka

na kanalizacione otvore. Takođe se preporučuje postavljanje vazdušne zavjese na ulaznim vratima koja će spriječiti ulazak insekata, grinja i drugih štetočina. Pored primjene mehaničkih barijera, na otvorima treba nanijeti supstance koje odbijaju insekte. Tokom zrenja proizvoda treba vršiti njihovu stalnu kontrolu, kako bi se eventualno prisustvo štetočina blagovremeno otkrilo. Suhomesnati proizvodi se čuvaju umotani u papir, platnene kese, ili se odmah nakon zrenja vakumiraju. Premazivanje površine mesa biljnim uljem smanjuje mogućnost infestacije. Tokom čuvanja proizvoda, u objektu treba održavati nižu temperaturu (12-15 °C) i nižu vlažnost vazduha jer se insekti i grinje brže razvijaju u toplim i vlažnim sredinama. To se može postići obezbjeđivanjem stalne cirkulacije vazduha. Njihovom razvoju pogoduje vlažnija i toplija mikroklima. Kada se pojave, grinje se brzo šire i teško ih je potpuno uništiti. Sve grinje su sličnog izgleda i jedva su vidljive golim okom. Zato je otkrivanje grinja na površini pršuta i sira golim okom veoma teško. Najsigurniji način pregleda je pomoću lupe. Na površini pršuta larve se ne mogu uočiti, tek pri rezanju njegovih dubljih slojeva. Promjena boje i konzistencije kore sira i samog mirisa može da ukaže na prisustvo grinja. Ako se invadirani proizvodi upakuju pod vakumom u polivinilsku kesu, larve će zbog nedostatka kiseonika za nekoliko sati izaći na površinu. Invazija larvama slaninara može se otkriti udaranjem pršuta o neku tvrdu površinu, nakon čega će larve izaći iz unutrašnjosti. Invazija grinjama se može uočiti po praškastim nakupinama na površini pršuta. Na presjeku pršuta, grinje se uočavaju kao vrlo sitna zrnca u izbušenim šupljinama. Invazija grinjama se dešava u fazi zrenja i uskladištenja. U slučaju pojave infestacije štetočinama mora se sprovesti dezinfekcija. Uništavanje grinja se izvodi u dvije faze: dezinfekcija prostorija i opreme i uništavanje grinja na samom proizvodu. Ako je u pitanju zreli sir, uništavanje grinja se može izvršiti termičkom obradom. Prethodno dobro oprani sir se nekoliko sekundi potopi u vodu zagrijanu na 55-65 °C. Lagerovanje sira na temperaturama do 10 °C značajno utiče na smanjenje broja grinja. Grinje i njihovi razvojni stadijumi se uništavaju temperaturom od 45 °C za 24h. Jonizujuće zračenje i CO₂ pod pritiskom su djelotvorni u uništavanju grinja i njihovih razvojnih stadijuma. Generalno, djelotvorna mjera za suzbijanje invazije grinja je fumigacija. Preporučuje se fumigacija parama etilenoksida. Prije fumigacije pršute i sir je potrebno mehanički očistiti i očetkati, a prostor hermetički zatvoriti. Višekratnom fumigacijom prostora, pojava grinja u sušarama se može svesti na najmanju mjeru. Pored fumigacije, tretiranje se može vršiti i aerosolom upotrebom sredstava na bazi piretrina. Ova sredstva se ne nalaze na listi otrovnih sredstava. Međutim, ako se ne promijene uslovi koji pogoduju razvoju grinja u sušarama, dolazi do ponovne invazije. U cilju dodatne zaštite, pogodna mjesta za razvoj grinja na zidovima i opremi preporučljivo je opaliti pomoću let lampe i plamenika. Održavanje optimalnih mikroklimatskih uslova tokom zrenja pršuta, sireva i drugih proizvoda, redovno čišćenje prostorija i opreme su najbolje mjere prevencije od pojave grinja.

5.2.2.1.2.9. Vidovi dezinfekcije

Dezinfekcija može da bude preventivna i tekuća. Preventivna dezinfekcija ima ulogu da spriječi naseljavanje artropoda u nekom objektu. Ona obuhvata: agrotehničke mjere (isušivanje pašnjaka, košenje trave i dr.), građevinsko-tehničke i higijenske mjere (mehaničke, fizičke, biološke, hemijske). *Preventivna dezinfekcija* se sprovodi u toku zime i ranog proljeća, najkasnije do mjeseca maja. U borbi protiv štetnih insekata građevinsko-tehnička zaštita objekata predstavlja jedan od najvažnijih zadataka. Ova zaštita se postiže dobrom izgradnjom temelja, zidova i tavanice objekata, dobrim zatvaranjem vrata i prozora, postavljanjem mreže na otvorima i dr. Treba posvetiti pažnju održavanju vodovodnih, kanizacionih i toplotnih cijevi. Veliki značaj u borbi sa insektima imaju i higijenske mjere. One podrazumijevaju sprovođenje higijene tijela životinja, objekata i neposredne okoline. Veoma je važno sprovoditi uklanjanje otpadnih materija koje služe za ishranu štetnih insekata, redovno krećenje objekata, ventilacija, primjena hemijskih dezinfekcionih sredstava. *Tekuća dezinfekcija* se vrši kada artropode nasele objekat. Ona se sprovodi mehaničkim, fizičkim, biološkim i hemijskim metodama uglavnom tokom ljeta, kada su štetni insekti i njihovi razvojni oblici najbrojniji. Mehaničke metode imaju za cilj da spriječe ulazak insekata u objekte. One

obuhvataju: održavanje higijene (predmeta, objekata i ljudi), primjena ljepljivih masa, zamračivanje objekata (premazivanje prozora plavom bojom), postavljanje mrežica na otvore, vazdušnih barijera (specijalni ventilatori pokretanjem vazduha od unutra ka spolja sprečavaju da uđu leteći insekti u prostorije). Pakovanje čvrstog stajnjaka treba da se odvija na pravilan način da bi se stvorili uslovi za biotermičku sterilizaciju. Ako stajnjak nije zaštićen na odgovarajući način, u toku ljeta se vrši prevrtanje gornjih slojeva do dubine 5-10 cm svakih 7-14 dana, čime larve dopijevaju u dubinu stajnjaka i pod dejstvom toplote uginjavaju. Muve izbjegavaju zamračene objekte. Fizičkim metodama artropode se mogu ubiti ili odbiti. One podrazumijevaju upotrebu visokih i niskih temperatura, ultrazvučnih i radiotalasa, gama zraka i električne struje. *Visoka temperatura* se primjenjuje u vidu suve i vlažne toplote. Većina artropoda uginjava već pri temperaturama 39 – 54 °C. Suva toplota (spaljivanje, opaljivanje) primjenjuje se kad za to postoji ekonomska opravdanost. Vlažna toplota se koristi pri većoj invadiranosti tekstilnih predmeta jajima ili pak odraslim oblicima artropoda (partizansko bure, peglanje). Niske temperature se koriste veoma rijetko. Kratkotrajnim hlađenjem invadiranog predmeta do -8 °C nastupa smrt insekata, ali se dužim djelovanjem niskih temperatura zamrzne tkivo životinje. *Ultrazvučni i radio talasi, gama zraci i električna struja* sve više nalaze primjenu u praksi. Ultrazvučni i radiotalasi odbijaju insekte, dok ih gama zraci ubijaju. Aparati koji se napajaju električnom energijom prvo privuku insekte bojom, a zatim ih uništavaju visokom temperaturom. Biološke metode se zasnivaju na korišćenju prirodnih neprijatelja artropoda kao što su ptice, gmizavci, ribe, artropode, mikroorganizmi i dr. Velikom broju ptica i životinja razvojni oblici insekata služe kao hrana. Hemijska sredstva koja se koriste u regulaciji populacije artropoda dijele se na insekticide i repelente. Insekticidi su hemijska sredstva koja uništavaju insekte. Ako djeluju na larve, nazivaju se larvicidi, a ako djeluju na odrasle oblike insekata - adulticidi. Prema putevima prodiranja u tijelo insekta, insekticidi se dijele na: digestivne, respiratorne, kontaktne i kombinovane. Prema hemijskom sastavu insekticidi se dijele na: biljne, organohlorne, organofosforne, karbamate i gasovite insekticide. Najčešće se primjenjuju kao vodeni rastvori prskanjem ili premazivanjem određenih površina u dva navrata u razmaku od 14 dana. Prskanje se vrši pomoću prskalica raznih tipova i zapremine, a premazivanje četkama. Obično se dvokratno tretiranje, radi suzbijanja insekata, vrši krajem maja i avgusta. Pošto su insekticidi toksične hemijske supstance, prilikom pripreme posebnu pažnju treba posvetiti zaštiti lica koja izvode dezinsekciju. Ova lica moraju biti zaštićena gumenim ili plastičnim odijelom, čizmama, rukavicama, naočarima i respiratorom, odnosno gas maskom. Izvođač dezinsekcije mora imati na raspolaganju priručnu apoteku sa odgovarajućim lijekovima. Za vrijeme rada izvođač ne smije da uzima hranu i vodu, niti da puši. Takođe treba voditi računa o zaštiti okoline od kontaminacije insekticidima. Insekti mogu razviti rezistenciju na veliki broj dezinsekcionih sredstava. *Repelenti* su hemijska sredstva koja svojim osobinama odbijaju insekte. Hemijska sredstva za dezinsekciju mogu biti u obliku: praška, rastvora, emulzija, suspenzija, aerosola, fumiganata i mamaca. Primjenjuju se na koži životinja. Odbijajuće djelovanje repelenata se temelji na njihovom specifičnom mirisu i ukusu. Od hemijskih dezinsekcionih sredstava se zahtijeva: da nisu toksična za životinje i ljude, da ne oštećuju predmete, uređaje i opremu u objektima, da imaju brzo djelovanje i u malim koncentracijama, da su pristupačna za nabavku i da nisu skupa, da se lako transportuju i da imaju dugotrajno djelovanje. **Fumigacija** podrazumijeva primjenu gasovitih hemijskih sredstava u regulaciji populacije artropoda i glodara. Fumiganti su materije koje se pri određenoj temperaturi i pritisku nalaze u gasovitom stanju u koncentracijama koje izazivaju smrt svih živih organizama. Nakon fumigacije ne ostaju rezidue u tretiranom materijalu, što omogućava njenu primjenu u skladištima gdje se druge mjere suzbijanja ne mogu sprovesti. Fumigacijom se može tretirati sva roba poljoprivrednog porijekla: žita (pšenica, kukuruz, pirinač, ječam, raž, ovas, heljda i proso), brašno i prerađevine od brašna, pasulj, grašak, soja, suncokret, leća, bob i njihove prerađevine; vuna, pamuk. Ovu metodu mogu da izvode samo ovlašćene ustanove zbog mogućeg trovanja (koriste se hemikalije kao što su: cijanovodonik, metilbromid, etilen-oksidi, fosfin, dihlorvos, hlór-pikrin, etilen-bromid, ugljendioksid i drugi. Fumiganti su izuzetno toksični i zahtijevaju posebne mjere zaštite pri radu.

5.2.3. Deratizacija

5.2.3.1. Značaj deratizacije

Deratizacija predstavlja skup mjera i postupaka koji se preduzimaju u cilju smanjenja populacije pacova, miševa i drugih glodara u određenoj sredini. Glodari imaju značajno mjesto u prenošenju zaraznih bolesti kao što su: leptospiroza, bruceloza, Aujeckijeva bolest, tularemija, borelioz, salmoneloza, botulizam, pastereleza, pseudotuberkuloza, tuberkuloza, kuga, riketsijske bolesti, boginje, krpeljski encefalitis, hemoragična groznica, meningitisi, bjesnilo, trihineloz, antraks, slinavka i šap i dr., parazitskih bolesti kao što je trihineloz i dr. Ingestijom infektivnog materijala mogu i sami da obole prenoseći uzročnike dalje preko izmeta i mokraće. Pored toga, glodari nanose štetu time što jedu namirnice i oštećuju materijalna dobra. Zbog svega navedenog, deratizacija ima veliki epizootiološki, epidemiološki, opšti higijenski i ekonomski značaj. Uspjeh deratizacije zavisi od poznavanja bioloških karakteristika glodara, njihovog broja i specifičnosti invadiranog objekta. Glodari se najviše zadržavaju na mjestima gdje ima dovoljno hrane, oko kuća, skladišta hrane i stočarskih objekata. Najradije borave na nečistim mjestima, oko deponija stajnjaka, đubrišta, kanalizacije, magacina hrane itd.

5.2.3.2. Vrste glodara najčešće prisutne kod nas

Domaći miš - *Mus musculus* je bez repa dužine 7 - 10 cm. Živi u blizini čovjeka. Veoma je plodna vrsta i u povoljnim uslovima se brzo razmnožava. Uzima hranu koju koristi i čovjek, pri čemu je i zagađuje. Nepoželjan je u ostavama, skladištima sa hranom, gde se češće srijeće, pa se mora suzbijati.

Crni, brodski pacov - *Rattus rattus* ima dlaku crne boje sa crvenkastim nijansama - boja može da varira do mrkosive. Leđna strana je tamnija od trbušne. Njuška je izdužena. Ušne školjke su jasno odvojene od glave, oči su sitne i isturene. Rep je duži od tijela i pokriven sitnim rožnim ljuspicama koje obrazuju prstenove. Manji je od sivog pacova, dužine 16-23 cm i težine 160-250 g. Legla pravi u uskim šupljinama tavanica i podova, ne kopa kanale u zemlji, ali u potrazi za hranom potkopava temelje. Svaštojed je. Manje je osjetljiv na nedostatak vode od sivog pacova i dobro podnosi duga putovanja brodovima. Razmnožava se 3-6 puta godišnje, ženka rađa po 5-10 mladunaca.

Sivi, putnički pacov - *Rattus norvegicus* je u Evropu dospio iz Azije. Dužina tijela mu je od 20-30 cm, a težina 550-850 g. Boja mu varira od sivkaste do riđe, a sa trbušne strane je svjetlija. Njuška mu je tupa. Oči su krupne, a ušne školjke male pokrivene dlakom i ne dopiru do očiju. Noge su duge i snažne. Rep je debeo i kraći od tijela. Veoma je plodan. Ako ima dovoljno hrane, razmnožava se i do 8 puta godišnje i rađa po 6-12 mladunaca, a izuzetno i 23. Kao leglo mu služi kućno smetlište i stajsko đubrište. Svaštojed je. Agresivan je i hrani se i pripadnicima svoje vrste. Kopa rupe i kanale i do 3 m, čak i ispod betona. Može da skače iznad 75 cm visine. U stanju je da progrize žicu od bakra kao i tanak sloj olova i cinka. Za sivog pacova je veoma značajan dostup vodi; mnogo je osjetljiviji na nedostatak vode nego na nedostatak hrane. Jedan pacov može dnevno da pojede oko 150 g zrnevlja i zagađi oko 300 g. Lobanja kod crnog pacova je ovalnog, a kod sivog četvrtastog oblika.

5.2.3.3. Metode za regulaciju populacije mišolikih glodara

Metode za regulaciju populacije mišolikih glodara su: *preventivne metode i metode za hvatanje i uništavanje glodara*. Preventivne metode imaju veliki značaj u borbi sa glodarima. One se preduzimaju prije pojave mišolikih glodara - njima se stvaraju nepovoljni uslovi za njihovo naseljavanje. Osnovni zadatak ovih mjera jeste stvaranje nepovoljnih uslova za život i razmnožavanje ovih štetočina u pojedinim objektima ili na širem prostoru. To su: agrotehničke, tehnološko-manipulativne, higijenske i građevinsko-tehničke mjere. Agrotehničke mjere se sastoje u dubokom oranju i prekopavanju zemljišta, paljenju strništa itd., jer se tako uklanjaju njihova životna

staništa. Tehnološko-manipulativne mjere se odnose na tehnologiju skladištenja i manipulisanja hranom. Skladišta i magacini treba da su sagrađeni na odgovarajući način koji omogućava održavanje propisnih higijenskih uslova. Hrana mora biti smještena u objektima od čvrstog materijala (silosima, metalnim sanducima). U borbi protiv glodara koriste se brojne higijensko-sanitarne mjere. Od njih se redovno primjenjuje mehaničko čišćenje objekata i uklanjanje svih vrsta nečistoća, posebno organskog porijekla. Pored toga, redovno se sprovode sanitarno pranje površina objekata, kao i krećenje. Ove mjere imaju za cilj održavanje što boljih higijenskih uslova i time nepovoljnih uslova za opstanak glodara. Posebno je značajno da se objekti farme zaštite od prodora glodara. Temelji zidova kopaju se u dubinu od 1 m, a otvori na zgradama se prekrivaju žičanom mrežom sa okcima od 3 mm. To se odnosi i na septičke jame, deponije čvrstog i tečnog stajnjaka i ventilacione otvore. Donji rubovi vrata se oblažu limom do visine 30 cm. Ukoliko preventivne mjere ne daju zadovoljavajuće rezultate, pribjegava se deratizaciji. *Metode za hvatanje i regulaciju populacije mišolikih glodara* mogu biti: *mehaničke, fizičke, biološke i hemijske*. Mehaničke metode podrazumijevaju primjenu mišolovki i ljepljivih masa. Mehaničke metode se primjenjuju u slučajevima kada se u objektima nalazi manji broj pacova i miševa. Fizičke metode podrazumijevaju primjenu ultrazvuka, toplote, električne energije. Biološke metode su bazirane na postojanju prirodnih neprijatelja. One se zasnivaju na prirodnoj sklonosti pojedinih vrsta domaćih i divljih životinja i ptica da uništavaju pacove i miševе (lisice, lasice, tvorovi, mungosi, psi i mačke). Hemijske metode se baziraju na primjeni brzih i sporih otrova, repelenata i hemosterilnata. Najširu primjenu u deratizaciji imaju *otrovi* koji se zajednički nazivaju raticidi ili rodenticidi. Na tržištu se nalaze u vidu praha, granula, pasta i tečnosti. Najčešće se koriste pomiješani sa hranom ili vodom u vidu mamaca. Prema brzini djelovanja dijele se na brze i spore (kumulativne) otrove. Osnovna karakteristika brzih otrova je vrlo brzo ispoljavanje njihovog toksičnog dejstva. Prvi znaci trovanja se javljaju već poslije nekoliko minuta do 24h. Negativna strana ovih raticida je istovremeno velika otrovnost za domaće životinje i čovjeka. Od brzih otrova u deratizaciji se koriste jedinjenja cinka, arsena, fosfora, talijuma, natrijuma, strihnina i dr. Spori otrovi, koji se prema efektu djelovanja nazivaju i *antikoagulanti*, su sredstva koja se danas najšire koriste u deratizaciji. Antikoagulanti prve generacije su hemijska sredstva na bazi kumarina i indandiona. Zajednička karakteristika ovih deratizacionih sredstava je oštećenje kapilara i sprečavanje zgrušavanja krvi, što dovodi do unutrašnjeg iskrvarenja i smrti. Dejstvo ovih otrova nastaje tek poslije nekoliko dana, najčešće poslije 5-10 dana. Od sporih otrova najviše se koriste otrovi druge generacije (bromadiolon, difenakum, brodifakum), zato što se efekti postižu poslije jedne konzumacije mamca. Otrovi prve generacije (na bazi indandiona i kumarina) se manje koriste, jer je potrebno da se mamac uzima više puta da bi se postigao toksičan efekat. Deratizacija *pomoću mamaca* zahtijeva upotrebu probnih mamaca i mamaca. Probni mamac se sastoji samo iz hraniva i koristi za procjenu koje hranivo glodari najradije jedu. Mamac se sastoji iz otrova i hraniva. Pri odabiru hraniva za pripremu mamaca treba da se odabere suprotno hranivo od hraniva koje se nalazi u objektu, ili se doda neki od atraktanata (riblje brašno, vanila i dr.). Za pripremanje mamaca mogu da se upotrijebe sve vrste hraniva (žitarice, proizvodi mesne, mljekarske i pekarske industrije, otpaci iz restorana i dr.), pri čemu hranivo ne smije biti pokvareno. Mamci se pripremaju u posebnim sudovima, pocinkovanim ili emajliranim, a za vrijeme pripreme radnici moraju nositi rukavice i gas-masku. Prije postavljanja otrovnih mamaca, izlažu se probni mamci da se glodari priviknu na uzimanje mamaca. Prije postavljanja mamaca, neopodno je raznim sredstvima informisanja obavijestiti građane o akciji deratizacije. Mamci se izlažu na podlogu od kartona, masnog papira, plastične činije i sličnim plitkim posudama i stavljaju u zaštitne kutije (tzv. deratizacione kutije) obilježene brojevima i natpisom: "Otrov". Mamci treba da su obavezno zaštićeni od vlage i kontakta s ljudima i životinjama. Za postavljanje mamaca u vlažnim sredinama koriste se parafinski mamci. Mamci se postavljaju na puteve kretanja glodara i pri tome moraju biti zaštićeni od padavina i od kontakta sa drugim vrstama životinja. Deratizaciju mora da obavlja stručno lice. Poslije završene akcije mamce, kao i uginule glodare, treba pokupiti i neškodljivo ukloniti. Deratizacija stočarskih objekata sprovodi se najmanje dva puta godišnje, u proljeće i jesen, a po potrebi i češće. *Fumigacija* se takođe koristi za regulaciju populacije glodara

(slika 18.). To je postupak koji podrazumijeva primjenu gasovitih hemijskih sredstava u regulaciji populacije artropoda i glodara. Fumigacijom se može tretirati sva roba poljoprivrednog porijekla: žita (pšenica, kukuruz, pirinač, ječam, raž, ovas, heljda, proso), brašno, pasulj, grašak, soja, suncokret, bob, vuna, pamuk. Ova sredstva se gotovo ne koriste u stočarstvu, jer je zbog njihove toksičnosti potrebno obezbijediti potpunu hermetizaciju stočarskih objekata. Zbog toga fumigaciju mogu da izvode samo ovlašćene ustanove, jer su potrebne posebne mjere zaštite od trovanja. Primjena **hemosterilanata** nije dala zadovoljavajuće rezultate, jer njihovo dejstvo nije sigurno.



Slika 18. Izvođenje fumigacije

<https://www.ahkgroup.com/preserving-safety-at-sea-a-guide-to-effective-and-safe-fumigations/>

Pitanja

Šta je dezinfekcija i koji je njen cilj? Kada se sprovode: preventivna, tekuća i završna dezinfekcija i koji je njihov cilj? Koje su faze dezinfekcije? Koje su metode dezinfekcije? Koja su najznačajnija dezinfekciona sredstva? Šta je dezinsekcija? Koji su insekti najznačajniji u prenošenju uzročnika zaraznih bolesti kod nas? Koje su najznačajnije skladišne štetočine? Koje su najčešće štetočine u skladištima žita? Koje su najčešće štetočine u skladištima brašna? Koje su najčešće štetočine suvog voća? Koje su najčešće štetočine pasulja i graška? Koje artropode najčešće kontaminiraju hranu animalnog porijekla? Koje artropode najčešće napadaju suhomesnate proizvode i sir? Koje su metode dezinsekcije? Koje su mjere borbe protiv artropoda koje kontaminiraju hranu? Koja su najznačajnija hemijska sredstva koja se koriste za dezinsekciju? Šta je deratizacija? Koji su glodari najznačajniji u prenošenju uzročnika zaraznih bolesti kod nas? Koje su metode deratizacije? Koja su najznačajnija hemijska sredstva koja se koriste za deratizaciju? Šta je fumigacija?

6. HIGIJENA STAJA

Uslovi smještaja i držanja stoke su veoma značajan faktor spoljašnje sredine od kojeg u velikoj mjeri zavise zdravlje i proizvodne sposobnosti životinja. U staji treba da budu obezbijeđeni optimalni uslovi za očuvanje zdravlja i proizvodnih funkcija životinja. Osnovni faktori o kojima treba voditi računa prilikom izgradnje staja su: izbor lokacije i građevinskog materijala za izgradnju staja, funkcija pojedinih djelova staje, mikroklima u staji, izbor opreme i mehanizacije.

6.1. Izbor lokacije za izgradnju staja

Izbor lokacije za izgradnju staja ima veliki značaj za ostvarenje planirane stočarske proizvodnje. Lokacija se analizira sa više aspekata koji obuhvataju: veličinu površina potrebnih za izgradnju planiranog pogona (mikrolokacija) sa okolnom zaštitnom zonom (makrolokacija) i površinom za njihovo eventualno proširivanje, geološko-pedološke i hidrološke karakteristike posmatranog terena, mogućnost obezbjeđenja vode za napajanje, klimatsko-meteorološke uslove područja, blizinu industrijskih postrojenja, mogućnost adekvatnog uklanjanja otpadnih materija, epizootiološke uslove za preventivne i profilaktičke mjere za suzbijanje zaraznih bolesti. Razmak između istovrsnih staja treba da bude najmanje 10-20 m. Time se obezbjeđuje dovoljno prirodno osvjjetljenje u stajama, mogućnost pravilnog čišćenja, dovoza i raspodjele hrane, neometano uvođenje i izvođenje životinja. Takođe treba voditi računa o udaljenosti staja od silosa, mješaonica stočne hrane, magacina, deponija i drugih pratećih objekata. Mjesto za izgradnju mora da bude nešto višije od ostalog terena, da bi se izbjegla mogućnost plavljenja za vrijeme jakih kiša i poplava. Za izgradnju staja odgovaraju suvi tereni sa niskim nivoom podzemnih voda, bar do 2 m ispod površine i da imaju po mogućnosti pad do 4%. Zemljište treba da bude porozno i propustljivo, da omogućava prodiranje površinskih voda u dublje slojeve i da pogoduje razgradnji organskih otpadnih materija. Kao najbolja za izgradnju staja smatraju se zemljišta sastavljena od šljunka, pijeska i krečnjaka. Glinasta zemljišta su nepovoljna zbog svoje nepropustljivosti za vodu. Ako ipak mora da se gradi na takvom zemljištu, tada temelji staja moraju da leže dosta duboko i da dopiru do ispod zone promrzavanja zemljišta. Staje treba da su zaštićene od vjetrova i osunčane, Frontalna strana staja se ne okreće prema pravcu odakle duvaju dominantni hladni vjetrovi, jer oni dovode do prevelikog hlađenja staja. Za ocjenu pogodnosti određene lokacije, vrlo je važno da li u blizini ima objekata koji bi mogli nepovoljno da utiču na zoohigijenske i proizvodne uslove u staji (industrijska postrojenja, deponije, javne saobraćajnice, blizina ljudskih naselja, aerodroma itd). Za izgradnju farmi biraju tereni koji su dovoljno udaljeni od naseljenih mjesta, parkova, izletišta i sl. Lokacija treba da je na nizvjetarnoj strani ovih objekata - neprijatan miris sa svinjarskih farmi se može osjetiti i na udaljenosti do 3 km. Odabrana lokacija za izgradnju staje treba da obezbijedi uspješnu zaštitu od stočnih zaraza. Ako se utvrdi da se predviđena lokacija nalazi u zaraznom distriktu (npr. antraksa, šuštavca i dr), na njoj ne bi trebalo da se podiže stočarski pogon. Objekti koji mogu biti izvor uzročnika zaraznih bolesti se ne smiju nalaziti u zaštitnoj zoni predviđene lokacije. Takođe treba da postoji mogućnost ograđivanja staje, kontrole kretanja ljudi i životinja, kontrola prometa hrane, izgradnje dezinfekcionih barijera, sanitarnih čvorova, održavanja čistoće i dr.

6.2. Vrste i kvalitet građevinskog materijala za izgradnju staja

Uz klasične materijale - drvo, opeku, kamen, teški beton, malter i druge, sve se više koriste fabrički građevinski materijali - razne vrste lakih betona, mineralna vuna, (staklena i kamena vuna), tvrde pjene od vještačkih masa (stiropor, poliuretan, porofen, ploče od pluta i dr), sendviči sa aluminijumskim folijama (limom), kao i razni premazi i aditivi osnovnom građevinskom materijalu. Navedeni materijali međusobno se razlikuju u osobinama kao što su: zapreminska masa, poroznost, čvrstoća, trajnost, toplotno-izolaciona sposobnost. Sa higijenskog stanovišta, bolji je onaj građevinski materijal koji loše provodi toplotu. Poželjno je da materijal ima mnogo sitnih pora

ispunjenih vazduhom, jer tada predstavlja bolji toplotni izolator. Što je toplotna provodljivost veća, sposobnost akumulacije toplote u materijalu je manja. Sposobnost materijala da provodi toplotu izražava se koeficijentom toplotne provodljivosti u kJ/h. Materijal koji dobro provodi toplotu omogućava zimi kondenzovanje vodene pare na unutrašnjim stranama zidova staja. Građevinski materijal kada se ovlaži, a njegove pore ispuni vlaga ima veću toplotnu provodljivost. Uslijed vlaženja, koeficijent toplotne provodljivosti može da se poveća za 15-25% kod drveta, za 30% kod opeke i do 90% kod lakih betona itd. **Drvo** sa svojom relativno malom zapreminskom težinom i malim koeficijentom toplotne provodljivosti, predstavlja dobar toplotno-izolacioni materijal, ukoliko je istovremeno i dovoljno debelo. Ima sposobnost upijanja viška vlage iz prostorije, ali i njenog vraćanja u trenutku kada se vazduh osuši. Međutim, drvo je deficitarno i vrlo skupo. Ukoliko se navlaži, gubi kvalitet i trajnost. Veliku primjenu u izgradnji staja ima **opeka**, puna i šuplja. Ima dobre toplotno-izolacione osobine, posebno šuplja opeka. Ako se ovlaži, smanjuju se njene toplotno-izolacione osobine. **Kamen i beton** imaju veliku zapreminsku težinu, visoki koeficijent toplotne provodljivosti, pa su nepodesni za izgradnju staja, osim za temelje. **Laki betoni** (keramzit, gas-beton, azbestbeton, pjenušavi beton i dr.) imaju dobre toplotno-izolacione sposobnosti. Međutim, pošto su šupljikavi, higroskopni su - mogu da prime znatne količine vode, čime se smanjuju njihove termoizolacione sposobnosti. Da bi se izbjegla ova pojava, lakim betonima se dodaju aditivi za vodonepropustljivost. Najčešće se koriste laki betoni na bazi polistirena (stiropora) i predstavljaju mješavinu vode, cementa, aditiva, polistirena i pijeska.

6.3. Osnovni građevinsko-higijenski zahtjevi pri izgradnji staja

6.3.1. Temelj staje

Temelj staje predstavlja osnovni konstrukcioni element staje. On dopire u zemlju 80-120 cm, a iznad zemlje 30-60 cm. Temelj mora da bude: čvrst, da štiti zidove od vlage, da bude građen od materijala koji je što je moguće manje propustljiv za vodu i da ne dopire do nivoa podzemnih voda. Za izgradnju temelja, treba da se izbjegava jako porozan materijal, jer je u stanju da primi znatne količine vode, koja putem kapilara može da se popne u zid, čak i do visine od 2 m i tako dovede do velike vlažnosti u staji. Najbolji materijali za izgradnju temelja su: kamen, teški beton, neke vrste lakih betona i eventualno dobro pečena opeka. Da bi se spriječilo podizanje vlage iz temelja u zidove, između njih se stavljaju bitumenski premazi, ter papir i sl. Oko temelja mora da postoji pad okolnog terena od temelja, kako bi se spriječilo vlaženje temelja uslijed zadržavanja atmosferskih voda.

6.3.2. Spoljašnji zidovi staje

Zidovi treba da budu dobri toplotni izolatori. Moraju sprečavati kondenzaciju vodene pare na unutrašnjim površinama zidova. Uzroci koji dovode do vlažnosti zidova su: visok nivo podzemnih voda, nedovoljna drenaža i isušivanje, loša izolacija zidova od temelja, nezaštićenost zidova od primanja vlage (neispravni krovovi, oluci i sl), loša ventilacija uslijed koje dolazi do kondenzovanja vodene pare na zidovima, upijanje vlage koja nastaje u stajama uslijed pranja, zadržavanja mokraće, odavanja vodene pare od strane životinja itd. Najveća mana vlažnih zidova je u tome što su hladni i povećavaju vlažnost stajskog vazduha. Zidovi treba da sadrže unutrašnji i spoljašnji higroizolacioni sloj. Treba da su sa unutrašnje strane glatki, uz što manje izraženih ivica. Neravni zidovi se teško čiste, peru i dezinfikuju. Zbog lakšeg održavanja čistoće prelaz između zidova i podova treba da je zaobljen. Zidovi staje sa unutrašnje strane potrebno je da se redovno kreće, jer je bolje osvjjetljenje i čišćenje staja. Visina zidova je od posebnog značaja sa higijenske tačke gledišta, jer od nje zavisi zapremina staje i mikroklimatski uslovi u njoj. *Preko prozora* se obezbjeđuje prirodno osvjjetljenje, ventilacija i regulacija temperature. Staklo je bolji provodnik toplote nego zid.

6.3.3. Opšti zahtjevi u izgradnji punih podova

Od punih podova koji služe kao ležišta traži se da budu dobri toplotni izolatori, da su izgrađeni sa što manje spojnica, da ne budu propusni za tečnosti, da budu čvrsti, trajni, elastični i da nisu klizavi. Podovi koji dobro provode toplotu, propuštaju tečnosti i koji su vlažni su veoma hladni. Na hladnim podovima kod krava se javlja zapaljenje vimena, koje tokom ležanja životinja dolazi u direktan kontakt sa hladnim podom. Podovi moraju biti suvi zbog održavanja toplote, sprečavanja razvoja mikroorganizama i nemogućnosti klizanja. Podovi staja moraju da imaju izvjestan pad (najmanje 1,5-2%) prema zadnjem kraju životinja, tj. prema kanalu za oticanje tečnosti i mokraće. Beton se koristi za izgradnju čvrste podloge poda, koja se presvlači boljim termoizolacionim materijalom – na primjer prepečenom ciglom zalivenom cementom. Sve više se koriste i laki betoni (keramzit i dr.) uz dodatak aditiva za vodonepropustljivost. Kod djelimično rešetkastih i cjelorešetkastih podova, kanali se nalaze ispod rešetaka. Kanali moraju da imaju pad 1-2% prema izlazu iz staje. Na prelazu između unutrašnje i spoljašnje kanalizacije ugrađuju se hidraulični zatvarači koji sprečavaju povratak gasova u staju. Tavanica takođe treba da bude dobar toplotni izolator. U tu svrhu mogu da se koriste laki betoni i razne termoizolacione ploče ("sendvič") od drvene vune, staklene vune, plastičnih pjenušavih materija uz dodatak vodonepropustljivih aditiva. Najviše svjetlosti potrebno je u stajama za muzne krave i podmladak, kao i u konjušnicama gdje su smješteni radni konji. Staja je dobro osvijetljena ako je odnos površine prozora prema površini poda, zavisno od vrste staje od 1:10 do 1:30, ili 0,3-0,5 m² prozora po uslovnom grlu (500 kg). Osim za stvaranje radnih uslova, dopunsko vještačko osvetljenje je potrebno i za produžavanje dužine svjetlosnog dana (živinarstvo, stimulans za proizvodnju jaja). Odnos osvjjetljenja i tame u toku 24h za goveda optimalno iznosi 14:10, dok je kod pojedinih kategorija svinja različit, ali osvjjetljenje nije nikada manje od 10-12h. Za optimalne vrijednosti za jačinu vještačkog osvjjetljenja u stajama, preporučuju se vrijednosti date u tabeli 7.

Tabela 7. Preporučene vrijednosti za jačinu vještačkog osvjjetljenja u objektima za držanje životinja

Vrsta i kategorija životinja	Jačina vještačkog osvjjetljenja
Podmladak goveda	80 - 100 lx
Rasplodna goveda i muzne krave	80 - 120 lx
Goveda u tovu	30 - 40 lx
Rasplodne svinje i podmladak	80 - 100 lx
Svinje u tovu	30 lx,
Ovce	80 - 100 lx
Brojlere do 2 nedjelje starosti	15 lx
Brojlere do 3 nedjelje starosti	10 lx
Brojlere do kraja tova	3 - 5 lx
Kokoši u 1. nedelji nosivosti	20 lx,
Kokoši u 2. nedelji nosivosti	10 - 20 lx
Kokoši u 3. nedelji nosivosti	20 - 40 lx

Vještačko osvjjetljenje je značajan faktor u formiranju svjetlosnog režima. Tako na primjer, produžavanjem svjetlosnog dana u zimskim mjesecima na 14h i sa jačinom osvjjetljenja od 100-140 lx može se kod muznih krava povoljno uticati na poboljšanje plodnosti i skraćivanje servis perioda. Vještački svjetlosni režim ima povoljno dejstvo i na reprodukciju svinja, jer svjetlosni dan od 14-15 h i jačina osvjjetljenja od 100 lx povećava fertilitet krmača, utiče povoljno na pojavu estrusa, povećava broj živo oprašene prasadi i smanjuje embrionalni mortalitet prasadi. Vještačka osvjjetljenost dobija se ugrađivanjem potrebnog broja električnih sijalica određene jačine. U svinjcima visokim 2 do 2,5 m da bi se dobilo osvjjetljenje 30 lx, potrebno je da se na svaki m² poda planira 4 W kod upotrebe električnih sijalica. U stajama sa visinom 3 m, za osvjjetljenje od 100 lx,

potrebno je na svaki m² poda 20 W električnih sijalica. Pri tome mora na 25 m² površine da se predvidi najmanje jedna sijalica. Udaljenost između pojedinih sijalica može da bude najviše 5,0 m. Ventilacija je značajan faktor u regulisanju stajске klime, a posebno temperature, vlažnosti i štetnih gasova. Ventilacija u stajama može biti **prirodna i vještačka (mehanička)**. Za pravilno rješavanje ventilacije potrebno je da se zna njen obim. Pod **obimom ventilacije** podrazumijeva se količina nečistog vazduha u m³ koju je potrebno ukloniti iz staje u toku jednog časa i zamijeniti je spoljašnjim svježim vazduhom, a da se pri tome ne poremete optimalni mikroklimatski uslovi (temperatura i vlažnost vazduha) u objektu. Izmjena vazduha ne smije da se odvija ni presporo ni suviše brzo. Kod sporog kretanja vazduha ne bi mogla da se izvrši izmjena, a kod suviše brze izmjene moglo bi da dođe do rashlađivanja zidova i vazduha. Kod optimalnih temperatura, brzina kretanja vazduha se kreće od 0,1-0,5 m/s. Na stajskim temperaturama većim od 20 °C, te brzine mogu da budu i veće. Najpovoljnije je da se vazduh u staji izmijeni u toku 1h 3-5 puta, a ljeti i više puta. Taj broj se naziva koeficijentom ventilacije. Obim i koeficijent ventilacije u najužoj su vezi sa kubaturom staje.

Vrijednosti za optimalnu temperaturu za pojedine vrste i kategorije domaćih životinja prikazane su u tabeli 8.

Tabela 8. Vrijednosti optimalnih temperatura vazduha u stajama za pojedine vrste i kategorije domaćih životinja

Staje	Temperatura u °C
Goveda	
Mliječne krave i bikovi	7 - 18
Telad u porastu	8 - 10
Telad u tovu	16 - 20
Svinje	
Krmače i nerastovi	10 - 18
Nazimad	18 - 20
Prasad	22 - 18
Tovljenici	13 - 18
Živina	opšta 18 - 20
Kokoši nosilje	12 - 22
Brojleri	22-24
Pilići	32-34
Konji	
Radni	6 - 10
Ždrebac	8 - 10
U porodilištu	12
Ovce	6 - 10

6.3.4. Zakonski propisi koje treba da ispunjavaju objekti za držanje i uzgoj životinja

Stajска oprema treba da bude prilagođena anatomskim i fiziološkim karakteristikama životinja i da je bezbjedna. *Pravilnikom o uslovima za objekte i opremu za držanje i uzgoj životinja za proizvodnju (SLCG64/2017)* propisani su bliži uslovi koje treba da ispunjavaju objekti i oprema za držanje i uzgoj životinja za proizvodnju i način držanja životinja za proizvodnju. Životinja za proizvodnju je svaka životinja koja se uzgaja ili drži u svrhu proizvodnje hrane, vune, kože ili krzna ili u druge proizvodne svrhe. Materijali koji se koriste za izgradnju objekata za smještaj životinja, a naročito dijela prostora i opreme sa kojima životinje dolaze u kontakt, treba da budu bezbjedni za zdravlje životinja i izgrađeni od materijala koji se mogu lako čistiti i dezinfikovati. Prostor za smještaj

životinja i opreme sa kojom životinje dolaze u kontakt treba da su izgrađene bez oštih ivica ili izbočina sa podovima u objektima koji su glatki, ali ne klizavi, kako bi se spriječilo povrjeđivanje. Temperatura, vlažnost vazduha, cirkulacija vazduha, koncentracija gasova i prašine u vazduhu i intenzitet buke, treba da budu u granicama koje nijesu štetne za zdravlje životinja. Objekti treba da budu dovoljno osvijetljeni, fiksnim ili prenosnim, prirodnim ili vještačkim osvjjetljenjem, radi fizioloških i etoloških potreba životinja i vršenja kontrole i pregleda životinja u bilo koje doba dana ili noći. U objektima u kojima su smještene životinje koristi se automatska i mehanička oprema koja se provjerava najmanje jednom dnevno, a ako se otkriju kvarovi, otklanjaju se odmah ili se preduzimaju mjere radi zaštite zdravlja i dobrobiti životinja dok se kvar ne otkloni. Objekat u kojem su smještene životinje koji se vještački provjetrava treba da ima i rezervni sistem provjetravanja, koji je do otklanjanja kvara na glavnom sistemu dovoljan za očuvanje zdravlja i dobrobiti životinja, kao i alarmni sistem koji upozorava lice koje se brine o životinjama o kvaru u sistemu za provjetravanje i koji treba da se redovno održava i provjerava u skladu sa uputstvom proizvođača. Električna oprema i električne instalacije treba da budu postavljene na način da se spriječi povređivanje životinja. U objektima u kojima su smještene životinje, životinjama treba da se obezbijedi: ishrana prilagođena njihovom uzrastu, težini, fiziološkim i etološkim potrebama; voda dostupna svim životinjama i u dovoljnim količinama; oprema za hranjenje i napajanje izrađena, postavljena i održavana tako da se mogućnost zagađenja hrane i vode svede na najmanju moguću mjeru sa minimalnom mogućnošću povređivanja životinja zbog guranja pri hranjenju i napajanju; dovoljno prostora u zavisnosti od njenih fizioloških i etoloških potreba, ukoliko je životinja stalno ili povremeno privezana ili boravi u ograničenom prostoru; sloboda kretanja u skladu sa njihovim potrebama čime bi se spriječila nepotrebna patnja ili povrede; radi liječenja ili u profilaktičke svrhe ili sprovođenja zootehničkih postupaka, supstanca koja nije štetna za zdravlje ili dobrobit životinja; da se oboljele ili povrijeđene životinje smjeste u skladu sa njihovim potrebama, a ukoliko je neophodno i u posebne prostorije ili objekte sa suvom i udobnom prostirkom i veterinarsko-zdravstvena zaštita; zaštita od nepovoljnih vremenskih uslova, grabljivica i drugih štetnih uticaja na njihovo zdravlje, ako se drže izvan objekta. *Pravilnik o uslovima za objekte i opremu za držanje i uzgoj teladi (SLCG 11/17)* propisuje da telad treba da se drže u grupama, bez brnjice, a najmanja podna površina po teletu u odnosu na tjelesnu masu, treba da iznosi: a) 1,5 m² za tele koje ima manje od 150 kg žive vage; b) 1,7 m² za tele od 150 kg do 220 kg žive vage; c) 1,8 m² za tele koje ima više od 220 kg žive vage. Telad starija od osam nedelja mogu se držati u individualnim boksovima iz zdravstvenih ili etoloških razloga, po nalogu veterinara, gdje širina individualnog boksa treba da bude najmanje jednaka visini grebena teleta, mjereno u stojećem položaju dok dužina individualnog boksa treba da bude najmanje jednaka dužini teleta koja se mjeri od vrha nosa do zadnje ivice sjedne kosti pomnoženo sa 1,1. Individualni boksevi za telad (osim onih za odvajanje bolesnih životinja), treba da imaju perforirane zidove koji omogućavaju teladima vizuelni kontakt i dodir. Objekti u kojima se drže telad treba da imaju dovoljno prostora da se telad mogu normalno okretati, ustajati, ležati i negovati. Objekti u kojima se drže i uzgajaju telad treba da imaju stalno prirodno ili vještačko osvjjetljenje, a ukoliko se koristi vještačko osvjjetljenje, period osvjjetljenja, treba da odgovara periodu prirodnog osvjjetljenja najmanje od 9 do 17h i da uvijek bude na raspolaganju dovoljno jako osvjjetljenje da se može obaviti pregled životinja. Telad se ne drže na vezu, ne stavljaju im se brnjice, a telad koja se drže u grupama mogu se vezati samo za vrijeme hranjenja mlijekom ili zamjenom za mlijeko, ne duže od jednog sata. Bolesna ili povrijeđena telad treba da se odvajaju u odgovarajuće prostorije sa suvom i udobnom prostirkom i treba da im se obezbijedi odgovarajuća njega. Teletu nakon rođenja, a najkasnije šest sati nakon rođenja treba da se obezbijedi kravljji kolostrum. Teladima treba da se obezbijedi ishrana prilagođena njihovom uzrastu, težini, fiziološkim i etološkim potrebama.

Pravilnikom o uslovima za objekte za držanje i uzgoj svinja (SLCG64/2017) propisuju se bliži uslovi koje treba da ispunjavaju objekti i oprema za držanje i uzgoj svinja i način držanja. Objekat za smještaj svinja treba da bude osvijetljen najmanje osam sati dnevno, svjetlom jačine najmanje 40 luksa (lx), ima podove od materijala koji se lako čiste i dezinfikuju, koji su glatki ali ne i klizavi, da ima podove koji odgovaraju veličini i težini svinje, a ako nijesu prekriveni prostirkom, podovi treba

da budu ravni, čvrsti i stabilni. Slobodna površina poda u odnosu na tjelesnu masu, za zalučenu prasad ili tovljenike, koji se drže u grupi za svaku jedinku, osim nazimica nakon pripusta i krmača, treba da bude: 1) 0,15 m² do 10 kg žive vage; 2) 0,20 m² od 10 kg do 20 kg žive vage; 3) 0,30 m² od 20 kg do 30 kg žive vage; 4) 0,40 m² od 30 kg do 50 kg žive vage; 5) 0,55 m² od 50 kg do 85 kg žive vage; 6) 0,65 m² od 85 kg do 110 kg žive vage; 7) 1,00 m² za više od 110 kg žive vage. Kada se suprasne nazimice i krmače drže u grupi najmanja površina poda za svaku suprasnu nazimicu treba da je 1,64 m², a za svaku krmaču 2,25 m². Kada se životinje drže u grupi sa manje od šest jedinki, slobodna podna površina treba da se uveća za 10%, a ako se u grupi drži 40 ili više životinja, slobodna podna površina po životinji može se smanjiti za 10%. Za svaku suprasnu nazimicu treba da bude obezbijeđen čvrst i pun pod površine od najmanje 0,95 m² od slobodne podne površine, a za svaku suprasnu krmaču čvrst i pun pod u površini od najmanje 1,30 m² od površine poda. Drenažni otvori mogu zauzimati najviše 15% površine čvrstog i punog poda. Svinjama treba da je na raspolaganju slama ili drugi materijali za manipulaciju i istraživanje (sijeno, piljevina, kompost za gljive, treset ili mješavina ovih materijala), koji nijesu štetni za zdravlje životinja, radi sprečavanja grizenje repova i drugih poremećaja ponašanja. Buka u objektima u kojima se drže i uzgajaju svinje ne treba da bude veća od 85 dBA i treba izbjegavati jaku, stalnu i iznenadnu buku. Skraćivanje repova, skraćivanje i brušenje zuba kod prasadi može se vršiti samo kada postoji opasnosti od povreda vimena krmača, usnih školjki ili repova drugih životinja. Skraćivanje i brušenje zuba kod sisančadi može se vršiti samo do sedmog dana starosti, pod uslovom da se prilikom skraćivanja zuba oblikuje glatka površina zuba. Izuzetno, skraćivanje očnjaka kod nerasta može se vršiti ako postoji opasnost od povrjeđivanja drugih jedinki. Skraćivanje dijela repa i zuba sprovodi se u slučajevima ranjavanja sisa krmača, ušiju ili repova drugih svinja. Krmače i nazimice se drže u grupi od četvrte nedjelje nakon osjemenjavanja do posljednje nedjelje prije očekivanog prašenja sa stranicama bokseva koje treba da budu duže od 2,8 m, a ako se u grupi nalazi manje od šest svinja, stranice boksa treba da budu duže od 2,4 m. U objektu u kome se uzgaja manje od 10 krmača i nazimica, one se mogu držati u individualnim boksovima. Suprasnim krmačama i nazimicama treba obezbijediti dovoljno hrane sa visokim sadržajem celuloze i dovoljno hrane bogate energijom, kako bi životinje bile site i zadovoljile potrebu za žvakanjem. Svinje agresivne prema drugim svinjama ili izložene agresiji drže se u individualnim boksovima koji su dovoljno veliki da svinja može da se bez teškoće okrene, ustane i legne ukoliko to nije u suprotnosti sa savjetom veterinara. Najmanja širina greda betonskih rešetki za sisančad i zalučenu prasad iznosi 50 mm, a za tovljenike, nazimice i krmače 80 mm. Najveći razmak između rešetki za svinje koje se drže na podu sa betonskim rešetkama, treba da iznosi za: sisančad 11 mm; zalučenu prasad 14 mm; tovljenike 18 mm; nazimice i krmače 20 mm (tabela 8). Nerastovi se drže i uzgajaju u boksu koji je izgrađen tako da nerast može da se okrene bez teškoća, da čuje, vidi i nanjuši druge svinje. Podna površina boksa za odraslog nerasta treba da iznosi najmanje 6 m². Površina poda boksa u kome se nerast drži namijenjen i za pripust, treba da iznosi najmanje 10 m² (tabela 8). Zidovi između boksova treba da budu dovoljno visoki da spriječe uskakanje u susjedni boks. Suprasne krmače i nazimice se, po potrebi, podvrgavaju tretmanu uklanjanja ekto i endo parazita, a prije smještanja u boksove za prašenje treba da budu očišćene odnosno oprane. Suprasnim krmačama i nazimicama, nedjelju dana prije prašenja, treba da se obezbijedi čist i suv prostor za odmor i odgovarajući materijali za izgradnju legla. Suprasnoj krmači ili nazimici treba da se obezbijedi dovoljno veliki prostor za nesmetano prašenje i pomoć pri prašenju. Boksovi za prašenje suprasnih krmača, treba da imaju pregradu koja odvaja prostor za prašenje od preostalog dijela boksa. Sisančad treba da budu smještena u dovoljno zagrijanom prostoru koji je čist, suv i udoban. U boksovima za prašenje krmača, prasad treba da imaju dovoljno mjesta za nesmetano sisanje. Sisančad se zalučuju poslije 28 dana starosti. Izuzetno, sisančad se mogu zalučiti poslije 21 dana starosti, ako se prebace u očišćene i dezinfikovane objekte koji su odvojeni od objekata za krmače ili i prije 21 dana starosti, iz zdravstvenih razloga sisančadi i krmača. Nakon zalučenja, prasad starosti 4-10 nedjelja se drže u grupi. Pri formiranju grupe prasadi i tovljenika treba da se preduzmu sve potrebne mjere za sprečavanje međusobnih borbi koje prelaze granice prilagođavanja. Pri formiranju grupe prasadi potrebno je miješati prasad koja nijesu navikla jedna na druge, radi smanjenja agresivnosti, a

miješanje treba izvršiti što je prije moguće, najkasnije sedam dana poslije zalučenja tako da prasadi mogu da bježe i skrivaju se od ostalih prasadi. Kad se utvrde znaci uporne borbe između prasadi, potrebno je dodati slamu u boks ili druge materijale za manipulaciju i istraživanje, a naročito agresivne ili ugrožene jedinke treba izdvojiti iz grupe. Sredstva za smirenje prasadi, radi lakšeg prilagođavanja grupi, koriste se samo u izuzetnim slučajevima, po odobrenju veterinarar.

Prema Pravilniku o bližim uslovima koje treba da ispunjavaju objekti i oprema za držanje i uzgoj koka nosilja (SLCG 27/2016) kavezi u kojima se drže koke nosilje treba da budu izrađeni tako da onemoguće njihovo bjekstvo. Vrata kaveza treba da su takvog oblika i veličine da se iz kaveza može izvaditi ili u njega staviti odrasla koka nosilja, bez nepotrebne patnje ili povreda. Vlasnik odnosno držalac životinja treba da obezbijedi pregled koka nosilja najmanje jednom dnevno. Gustina naseljenosti koka nosilja koje se uzgajaju na alternativni način ne može da bude veća od devet koka nosilja po m² korisne površine. U alternativne sisteme držanja živine spadaju različiti sistemi podnog načina držanja živine. To su podni sistemi: bez ispusta, sa ispustom, avijarni sistem (podno-kavezni sistem) i podni sistem za organsku proizvodnju. **Podni sistemi** zahtijevaju prostirku koja treba redovno da se održava i mijenja kako bi ostala suva. U objektu se nalaze gnijezda koja se obično postavljaju uz zidove objekta i na više nivoa. **Avijarni sistem** predstavlja kombinaciju podnog i kaveznog sistema. Stranice kaveza su otvorene, tako da kokoši mogu slobodno da se kreću sa jednog nivoa na drugi, koristeći cio objekat. Neobogaćeni baterijski kavezi treba da imaju površinu poda za svaku koku nosilju koja treba da bude najmanje 550 cm² površine kaveza, hranilicu dužine najmanje 10 cm za svaku koku nosilju, kapljične pojilice u obliku korita za napajanje ili u obliku žlijeba za neprekidno napajanje vodom dužine najmanje 10 cm za svaku koku nosilju. Obogaćeni kavezi treba da imaju površinu poda od najmanje 750 cm² za svaku koku nosilju, prostirku koja je čista, suva i od rastresitog materijala, koja omogućava kljucanje i čeprkanje, a da pri tome ne šteti zdravlju koke nosilje; odgovarajuće grede, dužine najmanje 15 cm za svaku koku nosilju; hranilicu dužine najmanje 12 cm za svaku koku nosilju, koja se može koristiti bez ograničenja; sistem za napajanje u svakom kavezu, prolaz između pojedinih redova kaveza širine najmanje 90 cm, a udaljenost od poda objekta do prvog reda kaveza, treba da iznosi najmanje 35 cm; odgovarajući materijal za trošenje kandži.

Pravilnik o bližim uslovima koje treba da ispunjavaju objekti i oprema za držanje i uzgoj pilića za tov (SLCG 72/2016) propisuje da objekti u kojima se uzgajaju pilići treba da budu osvijetljeni intenzitetom svjetlosti od najmanje 20 luksa (slika 19.). Sedam dana od smještaja pilića u objekat do tri dana prije klanja, od 24 sata najmanje šest sati treba da bude period mraka, s tim da period neprekidnog mraka traje četiri sata. Ventilacija u objektu treba da bude dovoljna da spriječi pregrijavanje prostorija i da u kombinaciji sa sistemom za grijanje spriječi visoku vlažnost vazduha. Nivo buke u objektu treba da bude sveden na najmanju moguću mjeru. Sva oprema u objektu, a naročito ventilatori i oprema za hranjenje, treba da bude izgrađena, postavljena i održavana na način da se buka svede na minimum. Pilići treba da imaju pristup prostirci, koja treba da bude suva i rastresita na površini. Pilići treba da se obilaze dva puta dnevno. Pilići koji suozbiljno povrijeđeni ili imaju simptome oboljenja tretiraju se na odgovarajući način ili se odmah usmrćuju na human način. Radi sprečavanja kljucanja perja i kanibalizma pilićima mlađim od deset dana mogu se skraćivati kljunovi. Djelovi objekata, opreme ili pribora koji su u dodiru sa pilićima čiste se, a prije ponovnog naseljavanja objekta vrši se detaljno čišćenje i dezinfekcija objekta i zamjena prostirke novom. U objektu u kojem se uzgajaju pilići maksimalna gustina naseljenosti pilića može da iznosi 33 kg/m². Koncentracija amonijaka ne smije da prelazi 20 ppm, a koncentracija ugljendioksida 3000 ppm, mjereno u nivou glave pilića; temperatura vazduha u objektu ne smije da prelazi spoljašnju temperaturu više od 3 °C, ako je spoljašnja temperatura izmjerena u hladu viša od 30 °C; relativna vlažnost vazduha u objektu izmjerena tokom 48h ne smije da prelazi 70%, ako je spoljašnja temperatura ispod 10 °C. Vlasnik odnosno držalac pilića treba da vodi evidenciju o ishrani, lijekovima kojim su liječeni i broju uginulih pilića nađenih tokom svake kontrole.



Slika 19. *Objekat za držanje brojlera – podni sistem*

<https://www.agroklub.rs/stocarstvo/tov-pilica-velika-ulaganja-ali-se-isplati/87792/>

Pitanja

Koji su osnovni elementi higijene u izgradnji staja? Koji se materijali koriste za izgradnju staja? Koje osobine karakterišu građevinske materijale? Kako utiču pore ispunjene vazduhom na toplotnu provodljivost građevinskog materijala? Da li voda ima veću toplotnu provodljivost od vazduha? Zašto građevinski materijal treba da bude loš provodnik toplote? Kakva je toplotna provodljivost drveta, opeke, kamena, teških i lakih betona? Koje zahtjeve treba da zadovolji temelj staje? Koje zahtjeve treba da ispune spoljašnji zidovi staje? Koji uzroci dovode do vlaženja zidova staje? Koji su osnovni zahtjevi za izgradnju punih podova? Koji se materijali koriste za izgradnju punih podova? Šta je obim ventilacije? Kakva ventilacija u stajama može biti? Šta je koeficijent ventilacije? Koje uslove za držanje životinja treba zadovoljiti prema nacionalnim propisima?

7. DOBRA PROIZVOĐAČKA PRAKSA U ISHRANI DOMAĆIH ŽIVOTINJA

7.1. Štetni hemijski činioci u stočnoj hrani

Brojni su hemijski činioci koji posredstvom hrane mogu dovesti do promjene zdravstvenog stanja organizma. To su najčešće hemijski elementi i jedinjenja i biljni otrovi (fitotoksini). Do trovanja mogu dovesti fosfor, arsen, olovo, bakar, fluor, selen, kuhinjska so, baze, kiseline, alkoholi, trihloretilen, biljni otrovi. Životinje na dobrim pašnjacima izbjegavaju konzumiranje otrovnih biljaka. Međutim, ako su životinje izgladnjele, odnosno ako se nalaze na slabijim pašnjacima, pasu i otrovne biljke. Sačme i pogače od kikirikija su najčešće kontaminirane aflatoksinima. Ovi toksini se izlučuju mlijekom krava. Naročito su osjetljivi pačići. Trovanja su moguća stočnom i šećernom repom. Bolest je poznata pod imenom “proliv od repinog lišća”. Prekomjerno davanje džibre životinjama može prouzrokovati nepoželjne pojave, jer sadrže kiseline i alkohol.

7.2. Biološki činioci

Najčešći biološki činioci koji putem hrane mogu štetno da djeluju na organizam domaćih životinja su patogene bakterije, paraziti i gljive. Stočna hrana ne smije da sadrži patogene mikroorganizme. Takođe, stočna hrana ne smije da sadrži veći broj saprofitnih mikroorganizama, jer oni razgrađuju stočnu hranu, čine je manje vrijednom, pa i štetnom. Zbog opasnosti od botulizma i listerioze, spremanju silaže treba posvetiti posebnu pažnju. U silo jame ne treba stavljati stočnu hranu kontaminiranu zemljištem. U silo jamama se takođe ne smiju naći leševi domaćih životinja, pacova i dr. Krompir, repu i druge krtolaste biljke prije davanja životinjama treba obavezno oprati. Bolesne životinje ne treba puštati na pašnjake, a životinjske leševe treba neškodljivo uklanjati. Pašnjake i livade treba čistiti, njegovati, sprovoditi melioraciju. Otpadne vode treba dezinfikovati. Na nehijskim pašnjacima životinje mogu biti ugrožene raznim parazitima. U staji se životinje mogu invadirati parazitima preko kontaminirane zelene biljne mase ili sijena. Jedna od najsigurnijih mjera profilakse pašnjačkih infestacija je primjena pregonskog napasivanja. Takođe je značajna dehelmintizacija životinja prije izгона na pašnjak (u toku ranog proljeća) i nakon vraćanja sa pašnjaka (u toku kasne jeseni). **Mikotoksini** – toksini koje stvaraju gljive imaju toksično djelovanje na ljude i životinje. Najznačajniji su: aflatoksini, ohratoksini, zearalenon, trihoteceni. Mikotoksine stvaraju preko 220 vrsta plijesni. Najčešće prisutni mikotoksini u stočnoj hrani i vrste plijesni koje ih stvaraju prikazani su u tabeli 9.

Tabela 9. Prikaz najčešće prisutnih mikotoksina i plijesni koje ih stvaraju u stočnoj hrani

Mikotoksin	Vrsta plijesni	Stočna hrana
Aflatoksini	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus parasiticus</i>	Kukuruz, kikiriki, pamukovo sjeme, raž, ječam, mlijeko, meso
Citrinin	<i>Penicillium citrinum</i> , <i>Penicillium veridicatum</i>	Pšenica, ječam, kikiriki
Ohratoksin	<i>Penicillium ochraceus</i> , <i>Penicillium veridicatum</i> , <i>Penicillium cyclopium</i> , <i>Aspergillus ochraceus</i>	Pšenica, zob, pirinač, kikiriki

Zearalenon	<i>Fusarium roseum</i> , <i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Fusarium nivale</i> , <i>Fusarium oxysporum</i>	Kukuruz, šećerna trska, kikiriki, pšenica, zelene biljke
Trihoteceni	<i>Fusarium roseum</i> , <i>Fusarium graminearum</i> , <i>Fusarium tricinctum</i> , <i>Fusarium nivale</i>	Kukuruz, ječam, pšenica, zelene biljke
Patulin	<i>Penicillium claviforme</i> , <i>Penicillium patulum</i>	Kukuruz, pasulj
Fumonizini	<i>Fusarium moniliforme</i> <i>Fusarium proliferatum</i> ,	Kukuruz, mekinje
Moniliformin	<i>Fusarium moniliforme</i>	Kukuruz
Tremorgen	<i>Penicillium spp.</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus clavatus</i>	Silaža kukuruza

Mikotoksini kontaminiraju žitarice (kukuruz, pšenica, ječam itd) i voluminozna krmiva (sijeno, silaža, sjenaza). Mikotoksikoze mogu da dovedu do teških posljedica, u vidu direktnih gubitaka usljed uginjavanja životinja i indirektnih šteta, usljed smanjenja proizvodnih i reproduktivnih sposobnosti domaćih životinja. Mikotoksini smanjuju prirast, količinu mlijeka, oštećuju imuni sistem. Unosom kontaminirane hrane u digestivni trakt životinje, mikotoksini se izlučuju putem mlijeka, deponuju u mesu i jajima i tako postaju opasni u ishrani ljudi. Najčešće posljedice trovanja mikotoksini su: vaginitis, uvećanje mliječne žlijezde, dijareja, neplodnost, abortus, degeneracija jajnika, smanjenje broja podmlatka, kržljivost podmlatka, atrofija testisa, promjene na koži, odbijanje hrane, krvarenja u digestivnom traktu, sterilitet, meke kosti (gumene noge), pad nosivosti kao i povećana lomljivost ljuske jajeta. Pravilnikom o dozvoljenim količinama teških metala, mikotoksina i drugih supstanci u hrani "Službeni list Crne Gore, broj 81/2009" propisane su maksimalno dozvoljene količine aflatoksina, ohratoksina, patulina i zearalenona. **Aflatoksini** su dobili ime od početnih slogova imena plijesni (*Aspergillus flavus*) koja ih stvara: A+FLA+TOKSIN. Izolovani su aflatoksin B (blue - fluorescira plavo) i aflatoksin G (green - fluorescira zeleno). Termostabilni su. Nalaze se u hrani biljnog porijekla i stočnoj hrani. Sva resorbovana količina aflatoksina dospijeva u jetru, odakle se 70-80% izlučuje u žučne kanale u nepromijenjenom obliku. Akutne aflatoksikoze se manifestuju naglim pogoršanjem zdravstvenog stanja, unutrašnjim krvarenjima i smrću. Aflatoksini imaju kancerogeno i mutageno djelovanje. Aflatoksin B se smatra jednim od najjačih mutagena. Teratogen je za eksperimentalne životinje, pri čemu dolazi do malformacije ploda i rađanja mrtvog ploda. Izaziva tumor jetre. Postoje **ohratoksini** A, B i C. Ohratoksini A i C su toksičniji od ohratoksina B. Simptomi akutne toksikoze su gubitak težine, nakostriješenost dlake, poliurija, depresija, nefropatija. Osnovno djelovanje im je nefrotoksično. Ohratoksini pokazuju reproduktivnu toksičnost i teratogenost. **Fusarium mikotoksini** se prema djelovanju dijele na: estrogene mikotoksine (zearalenon) i nekrotoksine (trihoteceni, fumonizini, moniliformin i fuzarna kiselina). **Zearalenon** spada u mikotoksine sa estrogenim djelovanjem. Kod svinja izaziva edem vulve i mliječne žlijezde, ponekad i atrofiju jajnika (izaziva hiperestrogenizam). Posljedice trovanja zearalenonom su: smanjena reproduktivna sposobnost domaćih životinja i abortusi. Zearalenon ima teratogeni efekat, jer se usljed njegovog dejstva na gravidne životinje rađaju mladunci sa zadebljalim nogama, koji brzo uginjavaju. Prema hemijskoj strukturi, **trihoteceni** se dijele u nekoliko grupa: A, B, C i D. Izolovano je preko 150 vrsta trihotecena, ali su najznačajniji: **T-2 toksin, diacetoksiciprenol, nivalenol i deoksinivalenol**. Simptomi toksikoza izazvanih trihotecenima kod životinja su: povraćanje, proliv, odbijanje hrane, tahikardija, edemi, nekroze na

koži, imunosupresija, destrukcija koštane srži, hemoragije mozga, promjene na nervnom tkivu, smanjenje prirasta i plodnosti. Preživari su otporniji na djelovanje mikotoksina od monogastričnih životinja. Međutim, i ako mikroorganizmi buraga mogu razgraditi neke mikotoksine, oni nisu otporni na njihovo štetno djelovanje. Zato dolazi do poremećaja u radu buraga. Mikotoksikoze se sprečavaju dodavanjem zeolita stočnoj hrani u količini od 0,2 do 0,5%. **Zeolit** je prirodan proizvod koji sadrži do 90% clinoptilolota. Ova mineralna glina kao spužva upija sve mikotoksine i trajno ih veže na sebe. Ne zadržava se u organizmu životinje već se kompletno fekalijama izbacuje napolje. Prirodni zeolit, zbog svoje specifične molekularne rešetke, veže na sebe samo toksične supstance, dok vitamine, minerale i hranljive materije ostavlja netaknute u probavnom traktu životinje. *Saccharomyces cerevisiae* takođe ima sposobnost da veže i do 90% aflatoksina in vitro. Kuvanjem na temperaturi od 100 °C u toku 6h se uništi svega 10-20% mikotoksina, pečenjem 10-17%, prženjem 40-50%, dok se autoklaviranjem na 120 °C uništi preko 60% prisutnih mikotoksina. Aflatoksin B se uništava tek na temperaturama višim od 250 °C. Zato je sprečavanje stvaranja mikotoksina jedini efikasan način u borbi protiv njih. To se može ostvariti primjenom higijenskih mjera u proizvodnji, preradi, skladištenju i transportu namirnica, korišćenjem fungicida, kao i stvaranjem nepovoljnih ekoloških uslova za razvoj plijesni. Kvalitet hrane je važan preduslov za očuvanje zdravlja životinja, kao i postizanje njihovih optimalnih proizvodnih rezultata. Zato je neophodno stalno kontrolisati sirovine i gotove krmne smješe. Prisustvo različitih rodova plijesni je veoma često u hrani za životinje. U usitnjenom supstratu, kao što su krmne smješe brži je razvoj gljiva. Veći broj gljiva je utvrđen na polomljenim zrnima i u nečistoćama koje se nalaze na zrnima. Ukupan broj gljiva je jedan od kriterijuma u ocjeni higijenskog kvaliteta i vrlo je značajan za orijentaciju da li hrana sadrži mikotoksine. Prema uslovima propisanim Pravilnikom o maksimalnim količinama štetnih materija i sastojaka u stočnoj hrani (Sl. list SRJ 2/90), smješe i sirovine za hranu za životinje ne odgovaraju po higijenskom kvalitetu, ako sadrže više od 300.000 gljiva/1g krmne smješe za starije životinje ili 50.000 za mlade životinje.

7.3. Higijena pašnjaka

Kvalitetne pašnjačke površine u pogledu hranljive vrijednosti vrlo povoljno utiču na organizam životinja iz razloga što se hranljive materije unose u pravilnom odnosu. Zelena hraniva vrlo povoljno utiču na apetit i funkcije organa za varenje. Proteini mladih zelenih biljaka imaju visoku biološku vrijednost, tj. poželjan aminokiselinski sastav. Zelene biljke su veoma bogat izvor vitamina. Odgovarajuće pašnjačke površine, koje životinjama pružaju mogućnost slobodnog kretanja i biranja hrane, sprečavaju ili smanjuju pojavu brojnih bolesti koje su vezane za stajsko držanje. Ako se na pašnjačkim površinama primjenjuju sve neophodne higijenske mjere, smanjuje se mogućnost pojave zaraznih i parazitskih bolesti kod životinja. Na pašnjačkim površinama se maksimalno ispoljava povoljno djelovanje sunčevih zraka na organizam životinja, a naročito na stvaranje vitamina D i eritrocita (slika 38). Nedostaci pašnjačkog držanja se javljaju na pašnjacima lošeg kvaliteta, tj. pašnjacima sa lošim botaničkim sastavom ili zbog higijensko-sanitarnih nedostataka. Priprema životinja za početak ispaše je neophodna, jer se mijenja način držanja i ishrane. Nagli prelazak sa suve na zelenu masu može djelovati štetno na organizam životinja. Štetne posljedice su naduni, indigestije, kolike, prolivi, pobačaji. Prelazak na pašnjačku ishranu treba da je postepen i da traje približno 8-14 dana. Prije paše treba obavezno provjeriti zdravstveno stanje životinja, jer se na pašnjak mogu puštati samo zdrave životinje. Detaljan veterinarski pregled vrši se radi utvrđivanja zaraznih i parazitskih bolesti. Posebna pažnja obraća se na utvrđivanje tuberkuloze i bruceloze, a kod ovaca na utvrđivanje zarazne šepavosti i šuge. Ako se životinje izgone na pašnjake koji predstavljaju distrikte antraksa i šuštavca, obavezno treba sprovesti vakcinaciju. Kod pojave parazitskih bolesti obavezno treba primijeniti antiparazitike. Prije izгона životinja na pašu treba temeljno pregledati kopita konja i papke ovaca i goveda i izvršiti njihovo obrezivanje. Obrezivanje papaka je obavezna mjera, jer ako nisu obrezani, lako se povređuju i inficiraju. Nagli prelazak na suhu hranu može izazvati pojavu ostipacija. Pregonsko ili rotaciono napasanje je najbolji način iskorišćavanja pašnjaka. Pregonsko napasivanje ima za cilj da poboljša travni pokrivač i da se za vrijeme "odmora"

slobodni oblici parazita i patogeni mikroorganizmi izloženi djelovanju prirodnih fizičkih faktora. Po jednom uslovnom grlu predviđa se oko 100 m² površine pašnjaka. Zavisno od količine hrane, na pregonkim površinama pašnjaka životinje ostaju 1-5 dana. Ako se na istom pašnjaku napasaju razne vrste životinja, tada se na njih najprije puštaju goveda, zatim konji i na kraju ovce. Za svinje treba imati odvojene pašnjake, kao i za živinu. Na pašnjacima treba obezbijediti prikladna napajališta. Prije povratka sa paše takođe treba izvršiti veterinarsko-sanitarni pregled životinja, sa posebnim osvrtom na zarazne i parazitske bolesti.

Pitanja

Koji su hemijski činioci koji putem hrane dovode do poremećaja zdravstvenog stanja životinja? Koji su najčešći biološki činioci koji putem hrane mogu štetno djelovati na organizam životinja? Šta su mikotoksini? Koji mikotoksini najčešće izazivaju trovanje domaćih životinja? U kojoj hrani se najčešće mogu naći mikotoksini? Kako se može spriječiti pojava mikotoksikoza? Koje se plijesni najčešće nalaze u stočnoj hrani? Koje vrste plijesni stvaraju aflatoksin? Koja sačma najčešće sadrži aflatoksine? Koje mikotoksine stvaraju plijesni iz roda *Fusarium*? Koje vrste plijesni stvaraju ohratoksin? Koje su prednosti pašnjačkog držanja stoke? Koji su nedostaci pašnjačkog držanja stoke?

8. DOBRA PROIZVOĐAČKA PRAKSA U SPREČAVANJU MASTITISA KRAVA

8.1. Značaj mastitisa u proizvodnji higijenski ispravnog mlijeka

Mastitis je zapaljenje mliječne žlijezde krava koje nastaje interakcijom domaćina, mikroorganizma i spoljašnje sredine. To je oboljenje na čiju pojavu, tok i ishod utiče veliki broj činilaca. Pored suzbijanja klasičnih zaraznih bolesti, mastitis i neadekvatna higijena u proizvodnji mlijeka najvažniji su problemi za zdravstvenu bezbjednost mlijeka. Mastitis dovodi do promjena fizičkih i hemijskih osobina mlijeka i povećanja broja somatskih ćelija. Broj somatskih ćelija u mlijeku krava direktno pokazuje stanje zdravlja mliječne žlijezde. Ćelije u mlijeku su porijeklom iz vimena i krvi. Promjene u sastavu mlijeka su izraženije što je broj somatskih ćelija veći. Mastitis ima višestruki značaj: zdravstveni (uzročnici mastitisa kao što su *S. aureus* i *S. agalactiae* izazivaju i oboljenja ljudi); ekonomski značaj (izlučivanje krava prije vremena iz proizvodnje, troškovi liječenja i odbacivanja mlijeka zbog prisustva antibiotika, promjene u sastavu mlijeka (smanjenje procenta masti, kazeina, laktoze, povećanje sadržaja proteina porijeklom iz krvi), problemi u preradi mlijeka i dr. Mlijeko krava oboljelih od mastitisa ima smanjen procenat: suve materije, masti, kazeina, laktoze, natrijuma, kalcijuma, magnezijuma, a povećan procenat: hlorida, serumalbumina, serumglobulina, kao i povećan pH. Pri proizvodnji sira od mlijeka sa povećanim brojem somatskih ćelija produženo je vrijeme podsiravanja i smanjen randman sira. Takav sir, zbog velikog sadržaja vode, ima smanjenu održivost. Proteini surutke, koji se u mlijeku oboljelih krava nalaze u većem procentu, smanjuju termostabilnost mlijeka, pa kao takvo ono nije podesna sirovina za proizvodnju kondenzovanog mlijeka, mlijeka u prahu i sterilizovanog mlijeka. Mlijeko životinja za vrijeme liječenja i propisano vrijeme poslije liječenja se ne smije koristiti u ishrani ljudi i životinja, jer ostaci veterinarskih lijekova koji se izlučuju putem mlijeka na više načina mogu djelovati štetno na zdravlje ljudi: toksično, alergijski, izazivanjem otpornosti mikroorganizama, kancerogeno. Ostaci antibiotika su poseban problem u preradi mlijeka, jer usporavaju aktivnost mikroorganizama koji se koriste za proizvodnju različitih proizvoda od mlijeka. Oko trećina svih gubitaka u govedarstvu odnosi se na ekonomske štete izazvane mastitisima.

8.2. Najčešći uzročnici mastitisa

Najčešći mikroorganizmi koji izazivaju mastitis su: *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *E. coli*, *Corynebacterium pyogenes* i dr. *S. agalactiae* ne izaziva samo mastitis, već i ozbiljne infekcije ljudi, kao što su: umiranje novorođenčadi, gnojna zapaljenja zglobova, zapaljenja sluzokože oka, zapaljenja mozga, infekcije respiratornih organa, infekcije urogenitalnih organa. Dokazano je da su neki sojevi *S. agalactiae* otporni na temperaturu pasterizacije mlijeka, što povećava opasnost od nastajanja infekcija ovim mikroorganizmom. Slično je i sa *Staphylococcus aureus*, koji je uzročnik: gnojnih infekcija, oboljenja srca, zapaljenja pluća, zapaljenja koštanog tkiva, trovanja ljudi.

8.3. Faktori koji dovode do nastajanja mastitisa

Faktori koji dovode do mastitisa su: faktori domaćina (genetska predispozicija, građa vimena, građa sisa, imunitet), faktori bakterija (brzina metabolizma, enzimi, toksini, faktori vezivanja za epitelne ćelije), faktori spoljašnje sredine (stres, nepravilna i neredovna ishrana, loš smještaj i loša higijena držanja, nepravilna, neredovna i nehigijenska muža i sl). Putevi ulaska patogenih bakterija u mliječnu žlijezdu su: preko sisnog kanala, putem krvi i limfe i preko povreda i rana na koži vimena.

8.4. Oblici mastitisa

Zavisno od spoljašnje manifestacije, mastitisi mogu biti:

- Klinički - vidljivi golim okom (otok, bol, temperiranost, poremećaj izlučivanja mlijeka, promjene organoleptičkih osobina mlijeka);
- Subklinički - nevidljivi golim okom (otkrivaju se određenim testovima, poseban problem za proizvođače i prerađivače mlijeka);
- Latentni - nije poremećena sekrecija, ali su prisutne bakterije.

Klinički ispoljeni mastitisi su lako vidljivi i lako se dijagnostikuju. U tim situacijama vlasnici životinja se sami obraćaju veterinarskoj službi radi liječenja oboljelih grla. Međutim, određivanjem broja somatskih ćelija u mlijeku krava može da se otkrije mastitis u stadijumu kada još nema vidljivih kliničkih promjena na vimenu, a mlijeko izgleda nepromijenjeno. To su tzv. subklinički mastitisi, koji kao takvi predstavljaju naročitu opasnost.

U zavisnosti koja tkiva mliječne žlijezde su zahvaćena promjenama, mastitisi mogu biti:

- Kataralni - proces je zahvatio samo sluznicu cistijerne, mliječnih kanala i alveola;
- Parenhimski - zahvaćeni su svi slojevi zida alveola i njihova okolina;
- Intersticijski - upalne promjene su lokalizovane u intersticijumu mliječne žlijezde.

Prema dužini trajanja, mastitisi mogu biti: perakutni, akutni, subakutni i hronični.

8.5. Dijagnostika mastitisa

U slučajevima akutnih kliničkih mastitisa nije teško postaviti dijagnozu i prepoznati bolest, jer su prisutni sljedeći znaci: otok vimena (jedne ili više četvrti), temperiranost (toplo i bolno vime), crvenilo vimena, poremećeno opšte stanje grla (ne mora kod svih akutnih mastitisa) i promjene u izgledu mlijeka. Problem predstavljaju subklinički mastitisi. Kod životinja zahvaćenih ovim oblikom mastita ne uočavaju se klinički znaci oboljenja koji su gore navedeni kao i promjene u izgledu mlijeka. Ponekad se u poodmaklim slučajevima subkliničkih mastitisa može uočiti asimetrija vimena ili otkriti starija upalna žarista u vidu čvorića u vimenu. Dijagnostički postupci za otkrivanje mastitisa dijele se u dvije grupe: terenske metode i laboratorijske metode.

Terenske metode su: klinički pregled vimena, pregled mlijeka na crnoj podlozi i mastitis test. Klinički pregled vimena obuhvata posmatranje i palpaciju vimena. Pregled mlijeka na crnoj podlozi obuhvata pregled prvih mlazeva mlijeka na crnoj podlozi, pri čemu se kod pojave mastitisa uočavaju krpice ili ugrušci mlijeka. Mastitis test se zasniva na promjeni konzistencije mješavine tečnosti između mastitis reagensa i mlijeka, u zavisnosti od broja somatskih ćelija u mlijeku. Odgovor organizma na dejstvo nepovoljnih faktora i prodora bakterija u vime se ispoljava povećanim brojem somatskih ćelija. Somatske ćelije su ćelije porijeklom iz krvi (leukociti, eritrociti, monociti, limfociti) i epitelne ćelije mliječnih kanala i alveola. Mlijeko normalno sadrži određen broj somatskih ćelija. Broj somatskih ćelija se povećava u velikom broju kod upale vimena. Zbog toga se određivanje somatskih ćelija koristi kao indikator subkliničkih upala vimena. Treba istaći da u pojedinim periodima imamo i kod zdravog vimena povećanje broja somatskih ćelija i to neposredno pred teljenje i zasušenje ali u svim četvrtima vimena. Prema važećim propisima, maksimalno je dozvoljeno do 400.000 somatskih ćelija/ml mlijeka.

Laboratorijske metode za dijagnostiku mastitisa su: određivanje broja somatskih ćelija ((White Side test -Vajt Sajd test, aparatom Fosssomatic) i mikrobiološko ispitivanje uzoraka mlijeka.

8.6. *Suzbijanje mastitisa*

Osnovne mjere za suzbijanje mastitisa krava su: pravilna, kvalitetna, higijenska ishrana (optimalan odnos kabaštih i koncentrovanih hraniva, vitamini i minerali), liječenje drugih oboljenja (ketoza, poremećaj varenja, puerperalna pareza, nadun, oboljenja papaka, zaostajanje posteljice, trovanja), uslovi smještaja (prostrane staje, bez vlage, provjetrene, dovoljno svjetlosti, redovno izdubavanje, odvođenje osoke, bez promaje, otvoreni sistem), način i higijena muže (visina vakuuma, ispravnost sisnih čaša, muža na prazno, neizmužanje) pranje i sušenje vimena prije muže, dezinfekcija sisa prije i poslije muže, dezinfekcija aparata za mužu, muža najprije zdravih, a zatim bolesnih krava), selekcija grla otpornih na mastitis, redovna kontrola zdravlja vimena od strane veterinara, liječenje krava u zasušanju, liječenje samo od strane veterinara.

8.7. *Edem (otok) vimena*

Otok vimena krava najčešće nastaje nekoliko dana ili nedjelja prije teljenja. Glavni uzrok nastajanja edema vimena je zastoj venske krvi usljed pritiska ploda na vene u karličnoj šupljini. Međutim, edem vimena može nastati i usljed slabosti srca, dugotrajnog ležanja, naduna, nepravilne muže. **Klinički znaci edema vimena su:** mliječna žlijezda postaje velika, a sise su «urasle» u otok. Otok je najizraženiji na zadnjim četvrtima, a može da dopire sve do grudne kosti. Otok je tvrde ili meko-tjestaste konzistencije, bezbolan. Koža otečenog vimena je nepomična, napeta i sjajna, ponekad i crvena. Ako je otok umjerene veličine i nestaje spontano u prvim danima (8-10 dana) nakon teljenja, u pitanju je tzv. fiziološki edem. Patološki edem je enormne veličine, tvrd i bolan i ne nestaje brzo poslije porođaja. On može dovesti do prestanka lučenja mlijeka ili zapaljenja mliječne žlijezde – mastitisa. **Liječenje edema vimena** se sprovodi ako se jave smetnje u kretanju životinje. Preporučuje se duga šetnja životinja, smanjenje količine hrane, a naročito tečnosti u trajanju od nekoliko dana, masaža vimena uz primjenu resorbentnih masti (jod-kalijum mast, ihtiol kamfor mast), stavljanje Burovih obloga (vodeni rastvor aluminijum acetata), stavljanje obloga od 60% alkohola. Takođe se preporučuje muža krava nekoliko dana pred teljenje. Međutim, ne treba vime potpuno izmusti, jer bi time lišili mladunče neophodnog kolostruma. Poslije teljenja preporučuje se često izmužanje i češće sisanje teleta. Pri patološkim edemima, koji se nakon teljenja nisu povukli, veterinar može pokušati liječenje diureticima, infuzijama kalcijuma uz kretanje, dijetu i dr. Terapija patološkog edema vimena krava doprinosi preventivi mastitisa, većoj proizvodnji mlijeka i njegovoj higijenskoj ispravnosti.

8.8. *Higijena muže*

Higijena štale, muže i postupka s mlijekom nakon muže veoma su važni faktori koji utiču na kvalitet mlijeka. Mlijeko koje je dobijeno na nehygienski način ne može se koristiti za proizvodnju konzumnog mlijeka i mliječnih proizvoda. Postupak muže mora proteći što brže, mirnije i bezbolnije. Za vrijeme muže u štali mora vladati mir. U toku muže se ne vrši čišćenje štale, niti hranjenje životinja i treba isključiti uticaj svih remetičkih faktora. U vazduhu štale mora biti što manje prašine kako ne bi došlo do kontaminacije mlijeka. Muža se može vršiti na 2 načina: ručno i mašinski. Nepravilno korišćenje mašina za mužu predstavlja glavni faktor u povećanju pojave subkliničkog mastitisa. Zato ih treba kontrolisati barem jednom godišnje. Glavni problemi kod mašinske muže su: snažan podpritisak (vakuum), usljed čega dolazi do povreda vimena. Treba ga održavati u normalnim granicama (50 kPa); Variranje vakuuma; Neprilagođena veličina ili oblik sisnih guma; Duže trajanje mašinske muže; Naglo uklanjanje sisnih čaša; Preveliki broj pulzacija, što dovodi do nekompletnog punjenja papila i mogućnosti njihovog zaglavljivanja u sisnoj čaši, što dovodi do oštećenja tkiva. Uklanjanje sisnih čaša pod vakuumom dovodi do povreda, kao i vraćanja mlijeka, što povećava rizik od pojave mastitisa. Korišćenje zajedničke kante i ubrusa za sve krave značajno doprinosi pojavi i

širenju mastitisa s jedne krave na drugu. Inficirane krave treba musti na kraju, a mlađe krave treba musti prije starijih. Novouvedene životinje treba da se muzu odvojeno, dok se ne ustanovi njihovo zdravstveno stanje. Preko ruku muža često se mogu prenositi infektivni uzročnici, pa je njihova dezinfekcija potrebna kod oba načina muže. Ruke treba potopiti u rastvor dezinficijensa prije muže, a nakon muže ih premazati antiseptičnim kremom.

8.9. Dezinfekcija vimena prije i poslije muže

Dezinfekcija vimena krava je jedna od najznačajnijih mjera u kontroli mastitisa krava. Ona se sprovodi neposredno **prije muže** i **poslije muže** krava. Dezinfekcija sisa poslije muže je jedan od najvažnijih djelova svakog programa preventive mastitisa. Osnovni razlog za primjenu dezinfekcije poslije muže je uklanjanje bakterija izazivača mastitisa sa kože sisa. Primjenom ovog postupka utvrđeno je smanjenje pojave novih infekcija za 50%. S obzirom da se na koži sisa nalazi relativno mali broj lojnih žlijezda, često pranje i izlaganje vlažnih sisa hladnoći i vjetru dovodi do uklanjanja zaštitinih masnih kiselina i pojave naprslina na koži. Zato se dezinfekcionim preparatima dodaju emolijenti kao što su lanolin i glicerol, u koncentraciji do 10%. Nakon muže, papile vimena se uranjaju u posudu sa dezinficijensom. Posude za uranjanje moraju biti čiste, sa novim rastvorom dezinficijensa za svaku mužu. Nakon muže, krava treba da ostane u stojećem položaju najmanje 45 minuta. Ovim se postiže potpuna zatvorenost vimena, čime se smanjuje rizik od ulaska mikroorganizama u vime. Prskanje papila vimena sredstvom za dezinfekciju ne obezbjeđuje sigurnu dezinfekciju; mnogo efikasniji način dezinfekcije je uranjanje papila vimena u posudu sa rastvorom dezinficijensa. Većina patogenih bakterija iz sredine (uzročnici "stajskog" mastitisa) dopijevaju na vrhove sisa između muža i prodiru u sisni kanal tokom muže. Pošto dezinficijensi poslije muže imaju relativno kratak period djelovanja (1-2h poslije primjene), oni ispoljavaju ograničeni uticaj na uzročnike mastitisa iz životne sredine krava. Zato je dezinfekcija sisa prije muže veoma značajna za preventivu pojave "stajskog" mastitisa. Dezinficijensi imaju slabije dejstvo ako se u aplikatoru nalaze primjese mlijeka ili fecesa. Zato se preostali dezinficijens ukloni, a aplikator temeljno opere poslije svake muže. Neposredno prije muže treba napraviti novi dezinfekcioni rastvor. Utvrđena je manja pojava "stajskog" mastitisa izazvanog sa *Streptococcus uberis* i *E. coli* za 51% kod krava koje su tretirane dezinficijensom prije muže. Preporučuje se da se papile vimena prije muže dezinfikuju tako, što se papile urone u dezinficijens u trajanju od 20-30 sekundi. Ovaj postupak značajno smanjuje broj bakterija u mlijeku i utiče na smanjenje pojave mastitisa.

Pitanja

Šta je mastitis? U čemu je značaj mastitisa za stočarsku proizvodnju? Koji faktori dovode do pojave mastitisa? Koji su najčešći uzročnici nastajanja mastitisa? Koji su putevi infekcije mliječne žlijezde? Koji su oblici mastitisa i navedi njihove osnovne karakteristike? Kako se dijele mastitisi prema dužini trajanja? Kako se vrši dijagnostika mastitisa? Kako muža utiče na pojavu mastitisa? Kako mastitis utiče na kvalitet mlijeka? Koje su mjere borbe protiv mastitisa? Objasni kako nepravilna i nehigijenska muža može dovesti do pojave mastitisa. Koje se promjene dešavaju u mlijeku kao posljedica pojave mastitisa? Šta je edem vimena i kada se javlja?

9. DOBROBIT ŽIVOTINJA

9.1. Stres životinja

Domaće životinje su stalno izložene pozitivnim i negativnim uticajima okoline. U savremenim sistemima gajenja, životinje su izložene većem opterećenju u odnosu na ekstenzivni način držanja. Skup reakcija organizma na dejstvo faktora spoljašnje sredine naziva se **stres**. On predstavlja pokušaj organizma da se prilagodi novim uslovima života. Izvorno, engleska riječ **stress** znači pritisak, naprezanje, napor, napregnutost. Sinonimi za stres su: stres sindrom i opšti adaptacioni sindrom. Stres predstavlja način nespecifičnog prilagođavanja organizma na nepovoljno djelovanje različitih spoljašnjih i unutrašnjih faktora. Ovaj složeni sistem reakcija organizma obezbjeđuje održavanje životnih procesa u normalnim granicama, odnosno **adaptaciju (eustres)**. Međutim, stresna reakcija može da dovede do značajnih odstupanja funkcija organa i organizma kao cjeline, u slučajevima kada je stresni faktor (stresor), usljed čega dolazi do bolesnih stanja, odnosno **distresa**. Termin stresor označava stimuluse koji izazivaju odgovor organizma u vidu stresa, odnosno dovode do povećanja koncentracije glukokortikosteroida u krvnoj plazmi. U intenzivnoj proizvodnji sve je češća pojava zdravstvenih poremećaja koji se povezuju sa djelovanjem stresora, posebno kod visokoproduktivnih muznih krava, teladi, junadi u tovu, svinja, konja, živine i dr. Pri tome je značaj stresogenih činilaca veći kod produktivnijih rasa. Pored adrenalina, noradrenalina i glukokortikosteroida, u stresnoj reakciji učestvuju i hormoni štitne žlijezde koji ubrzavaju metabolizam i tako obezbjeđuju dodatnu energiju za organizam. U tom slučaju dolazi do mobilizacije ugljenih hidrata i masti, glukoneogeneze, povećane razgradnje proteina, promjene u metabolizmu mineralnih materija - posebno elektrolita, u aktivnosti enzima i dr. Takođe se javljaju promjene u krvnom pritisku, krvotoku u području mikrocirkulacije, digestivnom traktu, poprečno prugastim mišićim i dr. Kao odgovor na stresore, ubrzava se rad srca, disanje i raste krvni pritisak kako bi mišići bili obezbijeđeni što većom količinom krvi i spremni za reakciju "pobjeći ili boriti se". Posljedice stresne reakcije organizma su dugo prisutne poslije prestanka djelovanja stresora. Otpornost organizma je maksimalno izražena samo pri prvom djelovanju stresora, odnosno u toku prvog stresa. Pri svakom daljem djelovanju novog ili ponovljenog stresora otpornost organizma se smanjuje, a takođe se smanjuje i raspoloživa slobodna energija za prilagođavanje. Ukoliko je organizam životinja i čovjeka kontinuirano izložen faktorima stresa, dolazi do pojave tzv. **adaptacionih bolesti**. Adaptacione bolesti su čir želuca i crijeva, hipertenzija, infarkt, brojna metabolička oboljenja, smetnje u reprodukciji, oštećenje bubrega itd. Ukoliko živa bića izgube sposobnost prilagođavanja promjenama okolne sredine, dolazi do **smrti**. Djelovanje stresnih faktora može dovesti do smanjenja prirasta, mlječnosti, iskorišćavanja hrane itd. Oboljenja organa za disanje, takođe, nastaju zbog djelovanja različitih stresnih faktora (nazeb, velika temperaturna kolebanja, način držanja, loš smještaj, skučen prostor uz veliku koncentraciju amonijaka, ugljendioksida i drugih štetnih gasova, uz veliku vlažnost vazduha) koji stvaraju uslove za patogeno djelovanje virusa i bakterija. Pojava virusnih i bakterijskih oboljenja respiratornog trakta je naročito česta u prasadi, teladi i junadi u tovu. Organizam životinja, pod uticajem stresnih faktora, znatno je prijemljiviji za nastajanje zaraznih i parazitskih bolesti itd. U toku razvoja stresne reakcije dolazi do smanjenja funkcije pojedinih tkiva i organa, što dovodi do smanjenja njihove otpornosti. Prva indikacija da životinja može biti pod uticajem stresa je odstupanje ponašanja od normalnog. **Abnormalno ponašanje** može biti ispoljeno u vidu nanošenja povrede samom počiniocu ili pripadnicima iste vrste, stereotipija – koje se manifestuju ponavljanjem radnji koje nemaju funkciju i apatičnog ponašanja koje ukazuje na smanjenu reakciju životinje na spoljašnje nadražaje. Svi se stresori mogu svrstati u termalne i netermalne činioce. U termalne činioce se svrstavaju temperatura, vlažnost i strujanje vazduha, a u netermalne: svjetlost, buka, prisustvo štetnih gasova, prenaseljenost, promjena načina držanja, ishrana i dr. Najznačajniji stresni faktori za životinje su: rođenje, estrus, visoki graviditet, zasušenje, porođaj, puerperijum, laktacija, mašinska muža, premještanje i grupisanje životinja, loši socijalni odnosi, obezrožavanje, kastracija i drugi hirurški zahvati, transport, obrezivanje papaka, obilježavanje i fiksiranje, injekciona i peroralna

terapija, vakcinacija, nagle promjene mikroklimatskih faktora i hrane, antropogeni faktor itd. Znatno broj stresnih stanja vezan je za mikroklimatske uslove smještaja, njegu i držanje životinja. Stresna reakcija je naročito izražena tokom neadekvatnog transporta životinja i nestručnog postupanja prilikom klanja. Zbog neadekvatnog transporta kod svinja se javlja sindrom „*blijedog, mekog, vodenastog mesa*” a kod goveda „*tamno, tvrdo meso*”. Prvi stres koji opterećuje novorođenčad je stres za vrijeme rođenja, jer prelazak na ekstrasuterini život predstavlja za novorođenčad sisara veliku promjenu. Prelazak sa kolostralne na ishranu mlijekom, takođe dovodi do stresnih reakcija organizma. Sterilitet, zadržavanje posteljice, puerperalna pareza, ketoza, ispadanje i uvrtnje materice, agalaksija i hipogalaksija, nedostatak materinskog instikta, puerperalne infekcije i intoksikacije, vrlo su često vezane za djelovanje stresnih faktora. Od domaćih životinja, na stres su najosjetljivije svinje. One se vrlo teško prilagođavaju promjenama spoljašnje sredine. Svinje nemaju znojne žlijezde, pa im je zbog toga znatno otežano odavanje viška toplote u okolinu. Živina, kao i svinje, ne posjeduje znojne žlijezde, zbog čega je takođe vrlo osjetljiva na dejstvo temperature. Kobile koje doje mladunčad su naročito osjetljive na djelovanje emocionalnih nadražaja i zbog toga se kod njih često javljaju emocionalni poremećaji.

9.2. Dobrobit životinja

Dobrobit je stanje životinje u kojem je ona potpuno mentalno i fizički zdrava i u harmoniji sa svojim životnim okruženjem. Dobrobit životinje odslikava stepen njene adaptacije na uslove života. Sposobnost životinje da se adaptira na uslove života je ključ njenog biološkog opstanka. Sinonimi koji se često koriste umjesto termina dobrobit su blagostanje i kvalitet života. U engleskoj terminologiji koristi se pojam „*welfare*” za označavanje blagostanja, dobrobiti, osjećaja udobnosti ili samo udobnosti životinja. Stres isključuje stanje dobrobiti i obrnuto. Prepoznavanje i izbjegavanje stresnih situacija omogućava postizanje višeg nivoa udobnosti, bolji prirast, kao i reproduktivnu efikasnost životinje. Stres može biti uzrok psihosomatskih poremećaja, povećane sklonosti ka infekcijama, kao i činilac koji narušava dobrobit i uzrokuje patnju farmских životinja. Dobrobit životinja je dobila na značaju naročito poslije uvođenja intenzivnih tehnoloških sistema gajenja farmских životinja i živine na ograničenim površinama. Briga o dobrobiti doprinosi unapređenju industrije hrane, poboljšanju zdravlja, uslova života i transporta životinja, kao i zaštiti životne sredine. Ona kao krajnji cilj ima bolji i kvalitetniji život ljudi. Pokret za dobrobit životinja je nastao kao odgovor na pitanje potrošača pod kojim uslovima se gaje i iskorišćavaju životinje od kojih se dobijaju proizvodi za ishranu ljudi. Posebno je zahtijevano objašnjenje kako takvi sistemi gajenja utiču na zdravlje čovjeka. Kvalitetan život životinja podrazumijeva postojanje sljedećih pet sloboda: slobodu životinja od straha i stresa, slobodu od gladi i žeđi, slobodu od neudobnosti, slobodu od bola, povreda i bolesti, slobodu ispoljavanja fizioloških oblika ponašanja. Postoje dva načina kojima životinja kontroliše uslove života: privikavanjem na uslove životne sredine - **adaptacijom** i **naučenom bespomoćnošću**, kada životinja ne može da utiče na uslove u kojima živi i koji su u suprotnosti sa njenom dobrobiti. Osnovni kriterijumi za procjenu dobrobiti farmских životinja su: opšti zdravstveni status (fizičko i mentalno zdravstveno stanje); dugovječnost i produktivnost. U zaštiti dobrobiti životinja veoma su značajni zakonski propisi. U mnogim zemljama, već na samom početku 20 vijeka, donijeti su opšti propisi kojima se izričito zabranjuju zlostavljanja životinja. Veoma značajne za dobrobit farmских životinja su evropske konvencije (Konvencija za zaštitu životinja koje se gaje za proizvodnju hrane 87/1976, Konvencija za zaštitu životinja u međunarodnom transportu 65/1968, Konvencija za zaštitu životinja za klanje 102/1979), direktive Savjeta Evrope i dr.

9.2.1. Neke odredbe Zakona o zaštiti dobrobiti životinja

U našoj zemlji dobrobit životinja je regulisana Zakonom o zaštiti dobrobiti životinja (SLCG 14/08). Ovim zakonom je propisano da je čovjek dužan sa životinjama da postupa sa pažnjom dobrog domaćina. Pažnja dobrog domaćina ogleda se u stvaranju takvih uslova životinjama koji

zadovoljavaju njihove životne potrebe (obezbjeđivanje dovoljne količine kvalitetne hrane i vode, prostora za kretanje, odmor i zaklon, odgovarajućih mikroklimatskih, prostornih i higijenskih uslova života, obezbjeđivanje prisustva i kontakta sa životinjama iste vrste, kao i očuvanje fizičke, psihičke i genetske cjelovitosti, obezbjeđivanje dijagnostičkih, higijenskih, terapijskih i drugih mjera radi očuvanja zdravstvenog stanja životinje, sprečavanje nastanka povreda, bolesti različitih uzroka, stresa, bola, patnje, straha i smrti. Dobrobit životinje je ostvarena kada je životinja zdrava, uhranjena, bezbjedna, u stanju da ispolji prirodno ponašanje, ako joj je udobno i kada ne pati usljed neprijatnih stanja kakva su bol, strah i stres. Dobrobit životinja je stanje u kojem su zadovoljene osnovne potrebe životinje (fizičke, psihičke i potrebe u ponašanju): od hrane, vode i skloništa, veterinarske njege do potrebe za ispoljavanjem prirodnih oblika ponašanja. Koncept pet sloboda je ugrađen u osnove svih međunarodnih i nacionalnih propisa koji se odnose na dobrobit životinja. Zaštita dobrobiti životinja je neophodna radi očuvanja zdravlja životinja, kao i unapređenja proizvodnje na farmama. Zabranjeno je mučiti i bez razloga ubijati životinje. Mučenje životinja je: uskraćivanje osnovnih životnih potreba (hrane, vode, udobnog smještaja, odnosno skloništa, prostora za odmor i obavljanje fizioloških potreba, higijene i zdravstvene zaštite), fizičko maltretiranje (udaranje, vješanje, vezanje petardi, prisilno gonjenje, prisiljavanje na prekomjerni rad), gušenje ili utapanje životinja, izlaganje otvorenoj vatri, hemijskim sredstvima koja mogu nanijeti bol životinji ili je usmrtniti, podvrgavanje psihičkom zlostavljanju i maltretiranju kojim se narušava psihička cjelovitost životinje i koje prouzrokuje promjene i poremećaje u ponašanju. Zabranjeno je: napuštati domaću životinju, kućnog ljubimca ili uzgojenu divlju životinju i druge životinje koje se drže pod nadzorom, usmrćivanje životinja; uzgajati životinje na način da trpe bol, patnju i strah i namjerno ih povređivati; povećavati agresivnost životinja selekcijom ili drugim metodama; huškati životinje na druge životinje ili čovjeka ili ih dresirati na agresivnost, osim pri dresuri službenih pasa pod vođstvom osposobljenih osoba; obučavati životinje za borbe, organizovati borbe životinja ili borbe između životinja i ljudi, učestvovati u njima, posjećivati ih, oglašavati i organizovati klađenje i učestvovati u klađenju; davati žive životinje kao nagrade u igrama na sreću; koristiti tehničke uređaje, pomoćna sredstva ili naprave kojima se u obliku kazne utiče na ponašanje životinja, davati stimulanse ili druge nedopuštene materije životinjama kako bi se poboljšao njihov nastup na sportskim takmičenjima i na predstavama, ili brži rast i prirast životinja; koristiti životinje za cirkuske i druge predstave, filmska i televizijska snimanja, reklamne poruke ili oglašavanja, izložbe ili takmičenja, ukoliko se pri tome prisiljava na neprirodno ponašanje ili se kod životinja izaziva bol, patnja, povreda ili strah; Zabranjeno je sječenje i skraćivanje repa kod svih životinja, osim kod prasadi mlađih od osam dana, sječenje ušne školjke, odstranjivanje glasnih žica (devokalizacija), sječenje kandži sa člancima prstiju, uklanjanje otrovnog zuba, bolno potkivanje kopitara, skraćivanje kljuna živini - osim ako se vrši sa namjerom da se spriječe veći gubici i oboljenja pri držanju, kastracija ovnova sa elastičnim prstenom, intervencije na polnim organima mužjaka, osim kastracije; žigosanje ovaca i goveda, sječenje jezika teladima; sječenje rogova teladima i jaradima, onesposobljavanje pjetlova da se oglašavaju kukurikanjem, intervencije na živini koje ih sprečavaju da koriste krila, osim skraćivanje krilnih pera. Držalac životinje ne može biti lice mlađe od 16 godina. Životinje koje se drže zatvorene držalac je dužan obilaziti, najmanje jednom dnevno.

Izgradnja i oprema objekata: Materijal koji se koristi za izgradnju objekata i oprema u objektima sa kojima životinje dolaze u dodir ne smiju biti opasni za životinje i djelovati štetno na njihovo zdravlje i moraju biti izgrađeni tako da se mogu lako čistiti, prati, a po potrebi i dezinfikovati. Objekti i prostori za smještaj životinja i oprema moraju biti izgrađeni tako da nemaju oštih uglova, ivica ili izbočina koji bi mogli povrijediti životinje. Automatska i mehanička oprema koja se koristi za držanje životinja mora se redovno kontrolisati, najmanje jednom dnevno.

Kretanje životinja: Životinje moraju imati na raspolaganju prostor koji odgovara njihovim fiziološkim i etološkim potrebama. Životinji kojoj je uskraćena sloboda kretanja mora se obezbijediti smještajni prostor u kojem bez teškoće može da legne i ustane, ispruži prednje i zadnje noge tj. slobodno se protegne i da se na istoj površini i u istom prostoru, bez savijanja trupa i glave, može slobodno okrenuti u stajaćem i u ležećem položaju oko svoje uzdužne ose.

Hranjenje i napajanje: Životinje moraju imati pristup dovoljnim količinama vode odgovarajućeg kvaliteta u skladu sa njihovim potrebama. Objekti u kojima se drže životinje moraju biti opremljeni tako da životinje mogu uzimati hranu i vodu na način primjeren njihovoj vrsti. Prostor u objektu i oprema za hranjenje i napajanje mora se redovno održavati, odnosno čistiti.

Njega u slučaju bolesti ili povrede: Držalac životinje dužan je oboljele ili povrijeđene životinje smjestiti u skladu sa njihovim potrebama, a ukoliko je neophodno i u posebne prostorije ili objekte i obezbjediti im veterinarsko-zdravstvenu zaštitu. Za životinje se mora brinuti dovoljan broj osposobljenih lica ili lica koja posjeduju jednako vrijedno iskustvo.

Zaštita životinja pri usmrćivanju: Životinja se može usmrтитi samo iz opravdanih razloga i pod određenim okolnostima. Usmrćivanje životinja se može sprovesti, ako: liječenje životinja traje dugo, a ishod liječenja je neizvjestan; životinji zbog starosti otkazuju osnovne životne funkcije; neizlječivo je bolesna, povrijeđena, tjelesno deformisana ili na drugi način patološki onesposobljena tako da oporavak životinje nije moguć i život za nju predstavlja izvor stalnog bola, patnje, straha i stresa; se sprečava širenje, suzbijanje i iskorjenjivanje zarazne bolesti u skladu sa zakonom; je životinja opasna za okolinu, odnosno ne može se prilagoditi uslovima u zatočeništvu, a njeno puštanje na slobodu predstavlja opasnost za ljude, druge životinje i životnu sredinu; se sprovodi radi suzbijanja štetočina, a na drugi način se ne može sprovesti; je potrebno radi održavanja prirodne ravnoteže u lovištu, je potrebno obezbjediti proizvode životinjskog porijekla za ishranu ljudi i druge privredne svrhe; se koristi u naučno-istraživačke i biomedicinske svrhe. Zabranjeno je usmrćivati životinje: primjenom fizičke sile – gušenjem, davljenjem, batinanjem i sl.; upotrebom otrovnih supstanci ili lijekova koji nijesu namijenjeni za te svrhe prema uputstvu proizvođača; primjenom električne struje na način koji ne dovodi do trenutnog gubitka svijesti; usmrćivanje motornim vozilima; upotrebom oružja, osim u slučajevima utvrđenim zakonom; drugim sličnim metodama; u ritualne svrhe. Životinje se ne smiju usmrćivati na javnim mjestima, osim u lovištima u skladu sa zakonom, kada je neophodno da se životinja liši nepotrebnog bola i patnje, a njen oporavak, uslijed povreda i zdravstvenog stanja, nije moguć i radi sprečavanja širenja, suzbijanja i iskorjenjivanja zaraznih bolesti. Životinje može usmrтитi samo veterinar ili veterinarski tehničar pod nadzorom veterinara, osim u slučajevima: usmrćivanja - klanja životinja koje se uzgajaju i drže radi proizvodnje hrane; usmrćivanja životinja u svrhu obrazovanja i izvođenja eksperimenta; suzbijanja štetočina; usmrćivanja životinja koje trpe neotkloniv bol. Usmrćivanje se vrši na način kojim se obezbjeđuje potpuni gubitak svijesti ili trenutna smrt. Usmrćivanje životinja obavlja se uz prethodno omamljivanje, poslije kojeg slijedi postupak koji prouzrokuje sigurnu smrt bez mogućnosti oporavka životinje. Usmrćivanje životinja suprotno ovom planu smatra se mučenjem životinja. Usmrćivanje životinja vrši se sredstvima posebne namjene.

Postupanje sa životinjom koja trpi neotkloniv bol: Držalac bez odlaganja mora usmrтитi životinju koja trpi jak i neotkloniv bol koji je nastupio kao posljedica više sile.

Zaštita životinja za proizvodnju pri usmrćivanju i klanju: Prilikom klanja životinja za proizvodnju mora se prije iskrvavljenja izvršiti omamljivanje kojim se prouzrokuje trenutni gubitak svijesti. Izuzetno, životinje za proizvodnju se mogu klati bez prethodnog omamljivanja u slijedećim slučajevima: klanje živine i kunića u domaćinstvu za sopstvenu upotrebu, na način i sredstvima koja dovode do trenutne smrti; prinudnog klanja radi prekida patološkog stanja životinje koje može dovesti do uginuća, zbog teških povreda nastalih uslijed nesreće ili iz drugih zdravstvenih razloga, ako nema uslova za omamljivanje; obredno klanje.

Omamljivanje životinja: Omamljivanjem se životinje moraju dovesti u stanje gubitka svijesti i u tom stanju zaklati. Omamljivanje se ne smije vršiti ako nije moguće odmah nakon omamljivanja životinje zaklati - iskrvariti. Životinje koje služe za proizvodnju krzna usmrćuju se nakon omamljivanja, bez klanja. Zabranjena je upotreba sredstava (bodež, čekić, sjekira i sl.) i primjena postupaka za omamljivanje kojima se životinjama nanosi nepotreban bol, patnja, povreda i strah.

Postupanje sa životinjama u klanici: Istovar životinja i kretanje životinja unutar kruga klanice mora se obaviti na način da se životinje poštede uznemirenosti, straha, patnji i bolova, uz upotrebu odgovarajuće opreme. Životinje se nakon istovara moraju smjestiti u odgovarajuće prostore ili

prostorije za smještaj životinja tako da su zaštićene od nepovoljnih klimatskih prilika i mora im se obezbijediti dovoljna količina vode za napajanje. Životinje koje nijesu zaklane u roku od 12 sati od njihovog dolaska na klanicu moraju se hraniti umjerenim količinama hrane u odgovarajućim intervalima. Životinje se moraju omamiti neposredno prije klanja. Prilikom sputavanja životinja ne smiju se koristiti sredstva koja prouzrokuju bol i patnju, odnosno ne smiju im se vezati zadnje noge, kačiti životinje prije omamljivanja, odnosno prije iskrvarenja u slučaju obrednog klanja i sl., osim živine i zečeva koji se mogu okačiti radi klanja, pod uslovom da se nakon kačenja odmah omame. Premještanje, smještaj i brigu o životinjama u klanici, sputavanje, omamljivanje i klanje ili usmrćivanje životinja mogu obavljati samo osposobljena lica. Automatska i mehanička oprema - sredstva za istovar, sputavanje, omamljivanje, usmrćivanje - klanje životinja mora se redovno održavati i kontrolisati. Zabranjeno je životinju klati ako nije izvršen veterinarski pregled prije klanja; klanje ako životinja nije omamljena na propisan i stručan način, osim u slučaju obrednog klanja ili ako je životinja u agoniji; nastaviti obradu zaklanih životinja ako iskrvarenje nije u potpunosti završeno.

Zaštita životinja tokom prevoza: Utovar, pretovar, istovar i prevoz životinja mora se obaviti na način kojim se neće kod životinja prouzrokovati bol, povreda, nepotrebna patnja ili smrt. Tokom utovara, pretovara, istovara i prevoza životinje se ne smiju lišavati osnovnih fizioloških potreba. Zabranjen je prevoz životinja: koje nijesu sposobne za prevoz - visokogavidne ženke u zadnjih 10% razdoblja od ukupnog trajanja gravidnosti i ženke u prvih sedam dana nakon porođaja, osim ako je potrebna hitna veterinarska pomoć, novorođene životinje kod kojih pupčana vrpca nije sasvim zacijeljena, bolesne životinje, osim ako je prevoz neophodan radi liječenja, prinudnog klanja, odnosno prinudnog lišavanja života životinje; u nepokrivenim prevoznim sredstvima, boksevima, kontejnerima i drugoj opremi u kojoj životinje nijesu zaštićene od štetnog uticaja vremenskih prilika i razlika u klimatskim uslovima; u toplim mjesecima, u zatvorenim prevoznim sredstvima, boksevima, kontejnerima i drugoj opremi, ako u toku prevoza nije obezbijeđeno adekvatno provjetranje; koje su osjetljive na temperaturne razlike, ako u toku prevoza nije obezbijeđena odgovarajuća stalna temperatura; ako prevozno sredstvo ne ispunjava propisane uslove; ako nije obezbijeđena minimalna propisana podna površina i visina, primjerena vrsti i starosti životinje i trajanju putovanja; ako je smještaj u prevoznom sredstvu takav da su moguće povrede ili ispadanje životinje iz prevoznog sredstva; ako u toku prevoza ne može da se obezbijedi napajanje i hranjenje, prva pomoć i veterinarsko zbrinjavanje bolesnih i povrijeđenih životinja; koje spadaju u grupu vodenih životinja ako nije obezbijeđena dovoljna količina vode, optimalne temperature, koncentracije kiseonika i hrana; košnica sa pčelama, ako nije obezbijeđeno odgovarajuće provjetranje; ako se zajedno sa životinjama prevoze materije koj su štetne po njihovo zdravlje; kojima veterinarski inspektor, odnosno ovlašćeni veterinar nije izdao odobrenje za prevoz; kontejnerima koji nijesu označeni, a kod kojih se po osobinama jasno ne raspoznaje da se u njemu prevoze životinje. Prevoznim sredstvima mora se upravljati na način da se izbjegne povreda i patnja životinja i zaštiti njihova sigurnost. Uređaji i oprema za utovar i istovar životinja moraju se održavati i koristiti na način da se izbjegne bol, patnja i povređivanje životinja i da se zaštiti njihova sigurnost. Životinje se tokom prevoza moraju redovno kontrolisati. Kontejner kojim se prevoze životinje mora se obilježiti ako nije jasno vidljiv spolja. Prevoznik je dužan da prije početka prevoza sačini plan puta koji se mora nalaziti u vozilu tokom prevoza. Prevoz životinja mogu obavljati privredna društva i preduzetnici registrovani za tu djelatnost. Prevoz životinja može se vršiti prevoznim sredstvima koja ispunjavaju veterinarskosanitarne uslove. Prevoznik je dužan: tokom prevoza preduzeti sve mjere kako bi se što je moguće više skratilo trajanje prevoza; da obezbijedi lica koje je osposobljeno - pratioca životinja za brigu o dobrobiti životinja tokom prevoza; Prevoz životinja za sopstvene potrebe mogu obavljati poljoprivrednici sopstvenim prevoznim sredstvima u slučaju sezonskog preseljavanja životinja u druga klimatska područja; na udaljenost do 50 km od svog gazdinstva. Eksperimente na životinjama mogu obavljati visokoškolske i naučno-istraživačke ustanove koje su registrovane za obavljanje eksperimenata na životinjama.

9.3. Dobrobit farmskih životinja

Kod ocjene dobrobiti goveda i kokoši nosilja u intenzivnim sistemima neki autori predlažu procjenu sledećih pokazatelja dobrobiti, a to su: mogućnost kretanja; mogućnost ostvarivanja socijalnog kontakta sa drugim jedinkama; vrsta i stanje poda u smještajnom objektu i interakcija stočara (odgajivača) sa životinjama. Svaki od navedenih pokazatelja ocjenjuje se određenim brojem bodova, a na osnovu nekoliko elemenata karakterističnih za svaki parametar.

9.3.1. Dobrobit goveda

Odgajivač ima najveći uticaj na dobrobit goveda. U okviru plana zdravstvene zaštite i dobrobiti goveda na farmi treba predvidjeti: mjere za biosigurnost na farmi i pri transportu, procedure za novonabavljena grla, specifične programe za kontrolu najznačajnijih bolesti, kao što su leptospiroza, paratuberkuloza, salmoneloza, BVD (bovina virusna dijareja) tuberkuloza i druge, režim vakcinacije grla, izolaciju sumnjivih i oboljelih životinja, kontrolu na unutrašnje i spoljašnje parazite, praćenje pojave šepavosti, njegu papaka, rutinske procedure, kao što je obilježavanje ušnim markicama i kontrolu na mastitis. Obrok za goveda mora da bude izbalansiran, a promjene u režimu ishrane treba planirati unaprijed i primjenjivati ih postepeno. U ishrani goveda mora biti prisutna dovoljna količina kabaste hrane da bi se smanjio rizik od nastanka naduna i laminitisa. Opasnost od naduna naročito je prisutna kod goveda kojima je na pašnjaku dostupna djetelina i druge leguminoze. Neki od pokazatelja koji se koriste za ocjenu dobrobiti goveda su: mogućnost kretanja, ostvarivanja socijalnog kontakta sa drugim jedinkama, vrste i stanja poda u smještajnom objektu i interakcije stočara sa životinjama. Svaki od pokazatelja se ocjenjuje određenim brojem bodova. Preporučene minimalne štalske površine za držanje goveda su prikazane u tabeli 10.

Tabela 10. Preporučene minimalne štalske površine za držanje goveda

Preporučene minimalne štalske površine za držanje goveda	
Kategorija goveda	Minimalna površina
Krave	10 m ² /grlu
Bikovi za tov u boksovima	10 m ² /grlu
Bikovi za tov uboksovima	10 m ² /UG

9.3.2. Dobrobit svinja

Svinjama treba obogatiti životni prostor kako bi mogle da riju, ispituju sredinu, žvaću i igraju se. Slama je veoma dobar materijal jer zadovoljava fizičke potrebe svinja i omogućava da ispolje određene oblike ponašanja. Ona sadrži vlaknaste materije koje životinje mogu da konzumiraju, omogućava im da riju i da se igraju, a kada se koristi kao prostirka, daje im osećaj fizičke i termičke udobnosti. Mane poput grizanja repova, ušiju i bokova su posljedice nekog oblika stresa. One mogu biti prouzrokovane velikim brojem faktora, kao što su prenaseljenost, nedostaci hranljivih materija, nedovoljan broj hranilica, neodgovarajuća temperaturu ambijenta, nedovoljna ventilacija, promaja, velika količina prašine, visok nivo štetnih gasova, neobogaćena sredina, nagle promjene vremenskih uslova. Prasad ne treba odlučivati prije 28. dana starosti, ali izuzeci su prasad bez majke, bolesni kao i oni koji su višak i njima je potrebna posebna njega. Na farmama gde se primjenjuje sistem "sve unutra - sve napolje" smanjena je mogućnost unošenja i širenja bolesti u zapatu i tada se prasad mogu odbiti i do 7 dana ranije. Nakon odbijanja, prasad treba premjestiti u posebne objekte koji su ispražnjeni, očišćeni i dezinfikovani. Zahtjevi u pogledu uslova sredine kod krmača i prasadi značajno se razlikuju. U prasilištima temperatura iznad poda treba da bude do 32 °C, što odgovara potrebama prasadi. To se postiže vještačkim grijanjem, npr. postavljenjem infracrvenih lampi iznad poda, stavljanjem zagrijanih podmetača, podnim grijanjem ili alternativno obezbjeđivanjem dovoljne

količine prostirke na ležištima. Temperatura u svim ostalim djelovima prasilišta treba da bude 18-20 °C, što odgovara krmačama, jer na višim temperaturama krmače unose manje hrane i zato luče manje mlijeka. Neki od pokazatelja dobrobiti krmača su: povrede, infekcije, intoksikacije, integritet kostiju, zglobova i mišićnog tkiva.

9.3.3. Dobrobit ovaca i koza

Pokazatelji narušene dobrobiti ovaca su: pothranjenost ovaca, smrtnost jagnjadi, povrede, hromost ispadanje materice, mastitis; prisustvo ektoparazita i endoparazita; neadekvatan prevoz i klanje ovaca. Hromost je važan problem dobrobiti ovaca. Hromosti izazivaju: međupapčani dermatitis, zarazna šepavost ovaca, papčani apscesi, otok zglobova i dr. Posljedice hromosti su loša tjelesna kondicija, manja plodnost, povećana prijemljivost na bolesti, povećana smrtnost jagnjadi od hromih ovaca, smanjeni prirast i rast vune. Zarazna šepavost ovaca se ispoljava šepanjem, zaostajanjem za stadom i bolom. Faktori koji pogoduju ispadanju materice su: ugojenost ili premršavost ovaca tokom graviditeta, nedovoljno kretanje, uzgojni zahvati, prethodni teški porodaj i liječenje, hipokalcemija, nasljedna sklonost, faktori okoline, estrogeni u hrani, strmi tereni i dr. U tabeli 11. su prikazane minimalno potrebne površine štale za držanje ovaca i koza.

Tabela 11. Minimalne štalske površine za držanje ovaca i koza

Kategorija ovaca i koza	Minimalna površina
Ovce, ovnovi i odrasle koze	1,7 m ² /grlu
Ostale ovce i koze	10 m ² /UG

9.3.4. Dobrobit konja

Pravilan smještaj i uravnotežena ishrana ključni su uslovi za dobrobit konja. Kod obezbjeđivanja adekvatnog smještaja, važno je poznavati fiziološko ponašanje konja, neophodnost vježbanja i socijalnih interakcija, boravka na pašnjaku, čime se smanjuje mogućnost pojave stereotipija. Konjima, magarcima i mulama treba obezbijediti adekvatan smještaj, ishranu i napajanje i mogućnost ispoljavanja svojstvenog – prirodnog ponašanja. Pojava stereotipija dovodi se u vezu sa neprirodnim uslovima, npr. ukoliko nisu omogućene socijalne grupe, tj. ako su životinje smještene pojedinačno, kada im je kretanje ograničeno, ako im se u ishrani ne daju celulozna hraniva, nego samo koncentrat. Treba im osigurati hranu baziranu na vlaknima: trava, sijeno, sjenaža. Dobra, kvalitetna ispaša obezbjeđuje dovoljan unos minerala i vlakana. Međutim, ukoliko ispaša nije dovoljna, potrebno je dodatno hranjenje. Količina koncentrovane hrane za konje, kao dopunska hrana, ne smije biti viša nego je potrebno da obezbijedi dovoljno energije. Prekomjerno hranjenje koncentratima može dovesti do gastrointestinalnih poremećaja i laminitisa. Važno je da svi konji imaju kontinuiran pristup pitkoj vodi. Prirodni izvori vode moraju biti čisti, protočni, jednostavnog pristupa. Dobrobit konja mora da bude najvažnija i nikada ne smije biti podređena takmičarskim ili komercijalnim uticajima. Briga o kopitima i potkivanje mora biti najvišeg standarda. Za vrijeme transporta, konji moraju biti potpuno zaštićeni od povreda i ostalih zdravstvenih rizika. Kobile ne smiju da se takmiče sa navršениh četiri meseca ždrenosti kao ni dok ždrebe sisa. Zlostavljanje konja korišćenjem bilo prirodnih bilo vještačkih (kao što su bič, mamuze i slično) dejstava jahača se ne toleriše. Štale moraju biti sigurne, higijenske, komforne, sa dobrom ventilacijom i dovoljno velike za tip konja koji je u njima smješten. Čista i kvalitetna stelja, hrana, kao i svježa voda za piće i voda za pranje moraju uvijek biti dostupni.

9.3.5. *Dobrobit koka nosilja*

Objekti u kojima se drže kokoške nosilje treba da budu primjereno osvijetljeni i izgrađeni tako da životinje vide jedna drugu, okolinu i da pokazuju uobičajeni stepen aktivnosti. Ako je u objektima osvijetljenje prirodno, otvori za svjetlo treba da budu izgrađeni tako da svjetlost bude jednako raspoređena u prostoru. U objektima u kojima se drže kokoške nosilje jačina buke treba da bude minimalna. U prvim danima nakon naseljavanja u objekat treba da se uspostavi 24-satni ritam osvijetljenja sa najmanje osam sati perioda neprekidnog mraka radi odmora, sprečavanja zdravstvenih smetnji i promjena u ponašanju kokošaka nosilja. Ako je u objektima vještačko osvijetljenje, zamračivanje i osvijetljavanje treba da bude postupno. Objekti i oprema, koja se koristi za držanje i uzgoj kokošaka nosilja, moraju se redovno čistiti i dezinfikovati, a prije ponovnog naseljavanja objekta obavezno je detaljno čišćenje i dezinfekcija. Neki od pokazatelja dobrobiti koka nosilja su mogućnost kretanja, ostvarivanja socijalnog kontakta sa drugim jedinkama, vrste i stanja poda u smještajnom objektu i interakcije stočara sa životinjama. Prema direktivi Evropske unije 1999/74/EC koja definiše dobrobit živine, u svim državama EU zabranjeno je uzgajati kokoške nosilje u klasičnim konvencionalnim kavezima.

Pitanja

Šta se podrazumijeva pod dobrobiti životinja? Koja su osnovna načela dobrobiti životinja? Koji zakonski propisi regulišu dobrobit i zdravlje životinja u Crnoj Gori? Koje su osnovne odredbe Zakona o dobrobiti životinja Crne Gore? Koji su standardi dobrobiti za goveda, ovce, koze, konje, svinje i živinu? Koja je dobra poljoprivredna praksa (DPP) pri držanju životinja za proizvodnju (telad, krave u laktaciji, svinje, koke nosilje, pilići)? Koji su principi dobrobiti prilikom transporta životinja? Koji su principi dobrobiti prilikom klanja životinja?

10. ZAŠTITA DOBROBITI ŽIVOTINJA TOKOM TRANSPORTA

10.1. *Značaj pravilnog transporta životinja*

Transport životinja je veoma značajan u savremenoj stočarskoj proizvodnji. On treba da se vrši na odgovarajući način koji ne smije da remeti funkcije organizma životinja ili zagađuje životnu sredinu. Gubici kod transporta mogu biti direktni - zbog uginuća životinja i indirektni, koji se javljaju zbog poremećaja zdravstvenog stanja i smanjenja proizvodnje. Transport životinja pod nepovoljnim uslovima dovodi do smanjenja tjelesne otpornosti i kondicije, gubitaka u tjelesnoj masi i proizvodnji (kaliranje), kao i pojave raznih bolesti (transportna groznica, transportna tetanija i dr.)

10.2. *Sredstva i uslovi za transport životinja*

Sredstva za transport životinja moraju biti odgovarajuća, kako bi životinje u njima bile zaštićene od povreda. Na podovima transportnih sredstava ne smije biti rupa, na kojima životinje mogu povrijediti ekstremitete ili abdomen. Podovi transportnog sredstva ne smiju biti vlažni i klizavi. Ako su klizavi, podovi se posipaju pijeskom ili strugotinom ili se prostire slama. Po zidovima ne smije biti eksera i drugih oštih predmeta koji mogu povrijediti životinje. Pažnja se posvećuje zdravstvenoj kontroli životinja neposredno pred, u toku i poslije transporta. Ona se sastoji u detaljnom veterinarskom pregledu životinja i procjenjivanju epizootiološke situacije područja u kome se vrši transport. Životinje u zadnjoj trećini graviditeta po pravilu ne treba transportovati. Prevozna sredstva za životinje treba da ispunjavaju propisane higijenske i tehničke uslove. Utovar, pretovar i istovar životinja mora da se vrši brzo i stručno, uz odgovarajući postupak sa životinjama, kako bi se izbjeglo njihovo mučenje i zlostavljanje. Transportno sredstvo poslije svakog prevoza životinja mora da bude dobro očišćeno, oprano i dezinficirano. Utovar i prevoz životinja treba izbjegavati za vrijeme najvećih vrućina ili hladnoća. Tokom prevoza, životinje moraju biti zaštićene od direktnog uticaja sunčevih zraka, padavina i vjetrova. Ventilacija u prevoznom sredstvu treba da zadovoljava fiziološke potrebe životinja. U jedno transportno sredstvo, po pravilu, mogu se utovariti samo životinje iste vrste.

10.2.1. *Postupci pranja i dezinfekcije prevoznih sredstva*

Površine prevoznog sredstva se najprije polivaju hladnom vodom, a pri pojačanoj dezinfekciji protiv virusa i nesporegenih bakterija prskaju 2% rastvorom NaOH. Zatim se iz prevoznog sredstva lopatom i metlom izbacuju ekskrementi, dlake, perje i drugi otpaci koji ostaju poslije istovara. Sa tavanice, podova, zidova, pribora za hranjenje, napajanje, vezivanje i druge opreme sastruže se sva nečistoća. Zatim se sve površine prevoznog sredstva peru vrućom vodom temperature 50-60 °C pod pritiskom odgovarajućom prskalicom. Uobičajena dezinfekcija se vrši na taj način, što se sve površine vagona ili kamiona najprije naprskaju prskalicom sa vrućim rastvorom dezinficijensa, temperature 50-60 °C, tako da se na svaki 1 m² površine upotrijebi 1 L rastvora. Za dezinfekciju se može primijeniti 2% rastvor NaOH, 2% rastvor formalina, rastvor hlornog preparata sa najmanje 3% aktivnog hlora. Pola časa poslije završene dezinfekcije, prevozna sredstva se ponovo peru vodom i suše. Dezinfekcija pribora za vezivanje, čišćenje, hranjenje i napajanje životinja, pribora za čišćenje prevoznih sredstava, obora, rampi i drugih predmeta u vagonu ili kamionu, zavisno od materijala, vrši se opaljivanjem na plamenu, kuvanjem u vodi, podvrgavanjem ili pranjem u rastvoru odgovarajućeg dezinfekcionog sredstva. Dezinfekciju mogu da vrše samo stručno osposobljena lica koja su za vrijeme rada zaštićena odgovarajućom opremom.

10.3. *Ishrana i napajanje životinja tokom transporta*

Životinje treba nahraniti i napojiti 1-2h prije utovara. Ako transport traje duže, goveda i svinje treba hraniti bar jednom poslije 24h, a konje poslije 12h ili najduže 18h. Ovce se hrane najduže poslije

36h. Transport kamionima je najčešći način transporta svih vrsta domaćih životinja. Kamioni za transport životinja treba da imaju odgovarajuću ogradu i ceradu. Kao prostirka može se upotrijebiti: pijesak, pleva pomiješana sa pijeskom, vlažna strugotina pomiješana sa pijeskom, treset nakvašen vodom ili slama žitarica. Na kamionu za transport životinja treba naznačiti površinu poda, kao i maksimalan broj pojedinih vrsta životinja koje se mogu utovariti. Brzina kretanja kamiona na dobrim putevima ne treba da prelazi 60 km, a na lošim 30 km/h. Na autoputevima, pri transportu životinja, primjenjuju se brzine kretanja propisane za kamione. Pri transportu životinja željeznicom moraju se poštovati važeći propisi u vezi sa utovarom, hranjenjem, napajanjem i pratnjom. Pri utovaru malih životinja u željezničke vagone primjenjuje se pravilo po kome se nikad ne smije utovariti više životinja od onog broja koji može leći na pod, a to je broj pri kome kada se životinje sabiju ostaje slobodna 1/5 površine poda. Površina poda koja ostaje slobodna treba da pruža mogućnost prolaska čovjeka između životinja. Tokom ljeta najbolje je da se utovar i transport obavlja noću ili u ranim jutarnjim časovima. Jednodnevni pilići se najčešće prevoze u klimatizovanim i ventiliranim kamionima, a mogu se prevoziti i željeznicom i avionom. Pilići se transportuju u posebnim kutijama sa odgovarajućim otvorima za vazduh. Pilići se ponašaju gotovo kao poikilotermni organizmi do oko 12 dana života. Oni imaju malu tjelesnu masu i zahtijevaju temperaturu u ambijentu od 32-35 °C i manje od 0,5% CO₂ u vazduhu.

10.4. Neke odredbe Pravilnika o bližim uslovima koje treba da ispunjavaju prevozna sredstva za prevoz životinja (SLCG 72/2016)

Ovim pravilnikom propisani su bliži uslovi koje treba da ispunjavaju prevozna sredstva za prevoz životinja i sadržaj plana puta. Životinje koje se prevoze prevoznim sredstvima u pomorskom saobraćaju smještaju se u kontejnerima i kavezima, a u prevoznim sredstvima u vazdušnom saobraćaju u sanducima i kavezima. Prevozna sredstva za prevoz životinja i oprema u prevoznom sredstvu, treba da budu izrađena tako da: onemogućavaju povređivanje i patnju životinja; štite životinje od ekstremnih temperatura i nepovoljnih klimatskih promjena; se lako čiste i dezinfikuju; spriječe bijeg ili ispadanje životinja iz prevoznog sredstva; obezbijede pristup životinjama za pregled, hranjene i napajanje; održe kvalitet vazduha životinja koje se prevoze; imaju podne površine koje sprečavaju klizanje i isticanje urina ili izmeta iz vozila; imaju dovoljno svjetlosti; imaju pregrade koje mogu da izdrže težinu životinje; su jasno i vidljivo označena i da ukazuju na prisutnost živih životinja; imaju odgovarajuću prostirku koja obezbjeđuje udobnost i upijanje urina i izmeta; imaju dovoljnu količinu hrane za životinje potrebnu tokom putovanja, koja je zaštićena od prašine, goriva, izduvnih gasova, životinjskog urina i izmeta; imaju pregrade koje se mogu postaviti u različite položaje, tako da se veličina dijela prevoznog sredstva može prilagoditi vrsti, veličini i broju životinja; imaju sistem za provjetravanje; imaju odgovarajuću opremu za utovar i istovar životinja. Prevozna sredstva za prevoz životinja u drumskom saobraćaju u zavisnosti od vrste životinja koje prevoze, treba da raspolazu minimalnom podnom površinom po životinji. Vrijednosti date u Pravilniku su usklađene sa Regulativom Evropske unije o zaštiti životinja tokom prevoza (EU 1/2005) i prikazane su u tabelama 12, 13, 14, 15 i 16.

Tabela 12. Potreban prostor za transport domaćih kopitara drumskim i željezničkim prevozom

Kategorija životinje	Potrebna površina
Odrasli konji	1,75 m ² (0,7 × 2,5 m)
Mladi konji (od 6 do 24 mjeseca) (za putovanja do 48h)	1,2 m ² (0,6 × 2 m)
Mladi konji (od 6 do 24 mjeseca) (za putovanja preko 48h)	2,4 m ² (1,2 × 2 m)
Poniji (ispod 144 cm)	1 m ² (0,6 × 1,8 m)
Ždreci (od 0 do 6 mjeseci)	1,4 m ² (1 × 1,4 m)

Tabela 13. Potreban prostor za transport goveda drumskim i željezničkim prevozom

Kategorija	Okvirna masa u kg	Površina u m ² /životinja
Mala telad	50	0,30 do 0,40
Telad srednje veličine	110	0,40 do 0,70
Teška telad	200	0,70 do 0,95
Goveda srednje veličine	325	0,95 do 1,30
Teška goveda	550	1,30 do 1,60
Goveda velike težine	> 700	> 1,60

Gravidnim životinjama se mora obezbijediti 10% više prostora.

Tabela 14. Potreban prostor tokom transporta ovaca drumskim i željezničkim prevozom

Kategorija	Masa u kg	Površina u m ² /životinja
Ostrižene ovce i jagnjad od 26 kg i teža	< 55	0,20 do 0,30
	> 55	> 0,30
Neostrižene ovce	< 55	0,30 do 0,40
	> 55	> 0,40
Visoko gravidne ovce	< 55	0,40 do 0,50
	> 55	> 0,50

Tabela 15. Potreban prostor tokom transporta koza drumskim i željezničkim prevozom

Kategorija	Masa u kg	Površina u m ² /životinja
Kože	< 35	0,20 do 0,30
	35 do 55	0,30 do 0,40
	> 55	0,40 do 0,75
Visoko gravidne koze	< 55	0,40 do 0,50
	> 55	> 0,50

Potreban prostor tokom željezničkog i drumskog prevoza svinja

Svinjama se mora osigurati prostor da mogu leći i ustati u prirodnom položaju. Kako bi se zadovoljili ti minimalni uslovi, gustina utovara svinja tjelesne mase približno 100 kg ne smije prelaziti 235 kg/m². Rasa, veličina i fizičko stanje svinja mogu uticati da se minimalan pomenuti prostor mora povećati. Zavisno od meteoroloških uslova i trajanja putovanja, površina prostora se može povećati do 20%.

Potreban prostor tokom transporta živine

Tabela 16. Gustina živine tokom prevoza u spremnicima (sanduci, kutije)

Kategorija	Površina u cm ²
Jednodnevni pilići	21 — 25 po piletu
ostali pilići stariji od 1 dana - masa u kg	površina u cm ² po kg
< 1,6	180 — 200
1,6 do < 3	160
3 do < 5	115
> 5	105

Navedene vrijednosti u tabelama mogu varirati, zavisno od mase i veličine životinja, kao i njihovog fizičkog stanja, meteoroloških uslova i trajanja putovanja. Prema pomenutoj Regulativi i našem Pravilniku, u cilju dobrobiti životinja prevoz životinja na dugim putovanjima, uključujući životinje za klanje, mora biti ograničen što je više moguće. Duga putovanja su ona putovanja koja traju duže od 8h. Životinje se ne smiju prevoziti na način koji bi mogao izazvati njihovu povredu ili patnju. Loša briga o dobrobiti je često uzrokovana nedovoljnom obukom osoblja. Zato je obuka obavezna za svaku osobu koja brine o životinjama tokom prevoza. Obuku obezbjeđuju samo one organizacije koje su odobrene od strane nadležnih tijela. Dobrobit životinja tokom prevoza uglavnom zavisi od postupanja prevoznika. Prevoznici moraju pružiti dokaz o svom ovlašćenju, obavještavati o svakom problemu i voditi tačnu evidenciju svojih aktivnosti. Duga putovanja mogu imati štetnije djelovanje na životinje. Stoga treba osmisliti posebne postupke kako bi se osiguralo bolje poštovanje propisanih normi. Mostovi, rampe i prolazi moraju biti zaštićeni bočnim štitnicima, ogradom ili nekim drugim sredstvom zaštite da se spriječi ispadanje životinja. Rampe za utovar i istovar moraju imati najmanji mogući nagib. Prolazi moraju imati podnu oblogu koja smanjuje opasnost od klizanja životinja i moraju biti građeni tako da smanjuju opasnost od ozljeđivanja životinja. Životinje koje su povrijeđene ili bolesne nisu sposobne za prevoz, a posebno: kad se ne mogu samostalno kretati, a da im to ne izazove bol, kad imaju ozbiljne otvorene rane, ili prolapsuse; kada se radi o gravidnim ženjkama kod kojih je prošlo 90% perioda bremenitosti, ili o ženjkama koje su rodile prije nedjelju dana; kada se radi o novorođenim sisarima kod kojih pupak još nije sasvim zarastao; kada se radi o prasadi mlađoj od tri nedjelje, jagnjadi mlađoj od jedne nedjelje i teladi mlađoj od deset dana, osim kad se prevoze na udaljenost koja ne prelazi 100 km; kada se životinje razbole ili povrijede tokom prevoza, moraju se odvojiti od ostalih životinja i pruža im se što je prije moguće prva pomoć. Životinjama se mora obezbijediti odgovarajuća veterinarska njega, a ako je potrebno, trebaju se brzo zaklati ili usmrtniti na način koji neće izazvati njihovu dalju patnju. Sedativi se ne smiju primjenjivati kod životinja koje se prevoze, osim ako to nije neophodno da bi se obezbijedila njihova dobrobit, a smiju se primjenjivati samo pod veterinarskim nadzorom. Ženke goveda, ovaca i koza u periodu laktacije uz koje nije njihova mladunčad moraju se musti u razmacima od najviše 12 sati. Drumska vozila moraju imati odgovarajuću opremu za utovar i istovar. Rampe ne smiju imati ugao strmiji od 20 stepeni, tj. 36,4% u horizontali za svinje, telad i konje, i strmiji od 26 stepeni i 34 minute, tj. 50% horizontalno za ovce i stoku osim teladi. Kad je nagib veći od 10 stepeni, tj. 17,6% u horizontali, rampe se moraju opremiti sistemom, kao što su, na primjer, podne prečke, koje omogućuju životinjama da se popnu ili siđu bez opasnosti ili poteškoća;

Postupanje sa životinjama: Životinje se ne smiju tući ili udarati nogom. Životinje moraju imati pristup vodi, ne smiju biti vezane za rogove ili nosne prstene, niti im se noge vežu zajedno. Teladi se ne smije stavljati brnjica. Ako nije određeno drugačije, sisari i ptice hrane se najmanje svaka 24h, a napajaju najmanje svakih 12h. Voda i hrana moraju biti kvalitetni i higijenski ispravni. Treba obratiti pažnju na potrebu životinja da se naviknu na način hranjenja i napajanja.

Vremenski razmaci između napajanja i hranjenja, trajanje putovanja i odmora

Domaći kopitari, goveda, ovce, koze i svinje: Vrijeme putovanja za životinje ne smije biti duže od osam sati. Maksimalno vrijeme putovanja se može produžiti - ako se ispune dodatni zahtjevi propisani za duga putovanja. U tom slučaju, nakon devet sati putovanja, telad, jagnjad, jarad i ždrebad koja nije odbijena od sise, prasad koja nije odbijena od majke, moraju se odmoriti najmanje sat vremena kako bi im se dala tečnost i hrana, zavisno od potreba. Nakon tog odmora mogu se prevoziti sljedećih devet sati. Svinje se mogu prevoziti u trajanju od najviše 24h. Tokom putovanja, mora im se osigurati stalan pristup vodi. Domaći kopitari mogu se prevoziti u trajanju od najviše 24h. Tokom putovanja mora im se dati voda i, prema potrebi, hrana svakih osam sati. Svim ostalim životinjama mora se nakon 14 sati putovanja osigurati odmor od najmanje sat vremena, tokom kojeg im se daje voda i, prema potrebi, hrana. Nakon odmora mogu se prevoziti sljedećih 14h. Nakon utvrđenog trajanja putovanja životinje se moraju istovariti, napojiti i nahraniti i najmanje 24h moraju odmoriti.

Prevoz životinja koje su namijenjene klanju traje najduže osam sati i ne može se produžiti; tada se prevoz obavlja isključivo od mjesta polaska do mjesta odredišta. Za živinu i kuniće, mora biti dostupna odgovarajuća hrana i voda, osim u slučaju putovanja koje traje manje od 12h ili 24h za piliće.

Dodatne odredbe za duga putovanja domaćih kopitara, goveda, ovaca, koza i svinja

Kopitari se prevoze u pojedinačnim boksevima, osim kobila koje putuju sa svojom ždrebadi. Prevozno sredstvo mora biti opremljeno pregradama, tako da se mogu napraviti odvojeni odjeljci, a da istovremeno osiguravaju životinjama slobodan pristup vodi. Pregrade moraju biti izrađene tako da se mogu postaviti u različite položaje, tako da se veličina odjeljka može prilagoditi posebnim uslovima, vrsti, veličini i broju životinja. Sistemi za provjetravanje na cestovnim prevoznim sredstvima izrađuju se i održavaju tako da u svakom trenutku tokom putovanja, nezavisno od toga kreće li se prevozno sredstvo ili miruje, mogu održati raspon temperature od 5 °C do 30 °C u prevoznom sredstvu za sve životinje, uz toleranciju od +/- 5 °C, zavisno od spoljašnje temperature. Sistem za provjetravanje mora osigurati ravnomjernu raspodjelu vazduha u prevoznom sredstvu, s najmanjom vazdušnom strujom od 60 m³/h/KN stepena popunjenosti. Mora biti sposoban raditi najmanje 4h, nezavisno od motora prevoznog sredstva. Drumska prevozna sredstva moraju biti opremljena sistemom za praćenje i bilježenje temperature. Drumska prevozna sredstva moraju biti opremljena sistemom za uzbunjivanje kako bi se vozač upozorio kad temperatura dostigne najviše ili najniže granične vrijednosti. *Pravilnik o bližim uslovima za uvoz i tranzit životinja i proizvoda životinjskog porijekla (SLCG 28/2016)* propisuje da uvoz i tranzit životinja može da se vrši ako su životinje identifikovane i ako nijesu oboljele ili ne pokazuju znake naročito opasnih zaraznih bolesti, opasnih zaraznih bolesti i ostalih zaraznih bolesti; ne potiču sa gazdinstava smještenih na područjima koja su pod ograničenjima zbog primjene mjera suzbijanja i iskorijenjivanja bolesti životinja. Životinje prilikom uvoza i tranzita treba da prati sertifikat nadležnog organa države izvoza, kojim se potvrđuje da su ispunjeni zdravstveni i drugi uslovi utvrđeni posebnim propisom.

Pitanja

Koje su posljedice nepravilnog transporta životinja? Koje zahtjeve treba da ispune sredstva za prevoz životinja? Koji je postupak pranja i dezinfekcije sredstava za prevoz životinja? Kako se hrane i napajaju životinje prilikom transporta? Koje uslove treba da ispune sredstva za prevoz životinja prema *Pravilniku o bližim uslovima koje treba da ispunjavaju sredstva za prevoz životinja*?

11. ZAŠTITA DOBROBITI ŽIVOTINJA TOKOM KLANJA

Bliži uslovi za zaštitu životinja tokom klanja propisani su *Pravilnikom o bližim uslovima za zaštitu životinja tokom klanja (SLCG 54/2015)*. Subjekt poslovanja treba da preduzme mjere kojima se obezbjeđuje da se životinje prilikom dolaska u klanicu drže čistim i u primjerenim temperaturnim uslovima, zaštićene od pada, klizanja i povređivanja. Životinje prilikom dolaska u klanicu treba da se drže u objektima za privremeni smještaj prije klanja. Omamljivanjem se životinje dovode u stanje gubitka svijesti. Životinje se usmrćuju samo nakon omamljivanja, a gubitak svijesti i osjetljivosti treba da se održi do smrti životinje. Subjekt poslovanja treba da uspostavi standardne operativne postupke za sputavanje, omamljivanje i usmrćivanje životinja. Za sputavanje goveda se ne koristi oprema kojom se životinje okreću u obrnuti ili u bilo koji neprirodni položaj. Program obuke za lica koja vrše omamljivanje i iskrvarenje treba da obuhvati: postupanje sa životinjama prije sputavanja, sputavanje životinja radi omamljivanja ili usmrćivanja, omamljivanje životinja, procjena efikasnosti omamljivanja, kačenje živih životinja na primjerenu opremu ili dizanje živih životinja, iskrvarenje živih životinja.

11.1. Uslovi za objekte za privremeni smještaj životinja prije klanja

Objekti za privremeni smještaj životinja prije klanja treba da imaju sistem za ventilaciju, da imaju alarm i pomoćne objekte u slučaju hitnih situacija i mogućih kvarova - ako se primjenjuju mehanički načini ventilacije; da su izgrađeni tako da olakšavaju pregled sa odgovarajućim osvjetljenjem. Obori, prolazi i ograde treba da su izgrađeni na način kojim je obezbijeđeno slobodno kretanje životinja; ovcama i kozama kretanje jedne za drugom, osim kod ograda koje vode do opreme za sputavanje. Rampe i mostovi treba da imaju zaštitu sa bočnih strana koja sprečava pad životinja. Sistem za pojenje životinja treba da obezbijedi životinjama pristup čistoj vodi. Obor za čekanje do mjesta omamljivanja treba da ima ravne podove i čvrste zaštite sa strane i da onemogući spoticanje i sudaranje životinja. Podovi se izrađuju na način da se smanji rizik od klizanja, pada ili povrede nogu. U slučaju da klanice imaju otvorene prostore za privremeni smještaj životinja prije klanja - bez nadstrešnice, životinje treba zaštititi od nepovoljnih vremenskih uslova; ukoliko se ne može pružiti zaštita, takvi prostori ne mogu da se koriste tokom nepovoljnih vremenskih uslova.

11.2. Postupanje sa životinjama na klanici

Životinje se po dolasku istovaruju što je prije moguće i kolju bez nepotrebnog odgađanja. Sisari (osim kunića i zečeva), koji se po dolasku ne odvođe direktno na mjesto klanja, smještaju se u depo. Životinje koje nisu zaklane u roku od 12h nakon dolaska, treba da se nahrane, a nakon toga im se daje umjerena količina hrane u odgovarajućim vremenskim razmacima i obezbjeđuje odgovarajuća količina stelje koja obezbjeđuje oticanje ili odgovarajuće upijanje mokraće i fecesa. Takođe treba da im se obezbijedi dovoljno vode za piće dostupne u svako doba putem odgovarajuće opreme. Pri radu sa životinjama nije dozvoljeno: udarati životinje, podizati i povlačiti životinje za glavu, uši, rogove, noge, rep ili krzno ili postupati na način koji izaziva nepotrebnu bol i patnju, koristiti zašiljene štapove ili druge šiljate predmete, uvrtnuti ili otkidati repove životinjama ili im dodirivati oči. Sprave koje uzrokuju električne šokove po pravilu treba izbjegavati, a mogu se koristiti samo za odrasla goveda i odrasle svinje koje odbijaju da se pokrenu i samo kada ispred njih ima dovoljno prostora da se pomjere; šokovi ne smiju da traju duže od jedne sekunde i mogu da se primjenjuju u odgovarajućim razmacima, samo na mišićima zadnjeg dijela tijela i ne primjenjuju se ponovo ako životinja na njih ne reaguje. Životinje ne treba vezivati za rogove ili nosne prstene; noge im ne treba vezivati zajedno; u slučaju kada je neophodno vezati životinje, užad, konopi ili druga sredstva za vezivanje treba da su dovoljno jaki da se ne pokidaju, dovoljno dugački da životinjama omoguće da legnu, jedu i piju i tako oblikovani da eliminišu bilo kakvu opasnost od gušenja ili povrede. Životinje koje ne mogu da

hodaju ne treba da se vuku na mjesto klanja, već ih treba usmrtiti tamo gdje leže. Zdravstveno i opšte stanje životinja u privremenom smještaju prije klanja redovno se pregleda. **Pregled životinja prije klanja** obuhvata: pregled životinja na mjestu nabavke, kontrolu utovara, transporta i istovara, nadzor nad smještajem grla u stočnim depoima i pregled životinja neposredno pred klanje. Da bi se životinje pripremile za klanje, tj. da bi se odmorile i vratile u optimalno fiziološko stanje, životinje provode u stočnim depoima obično 24h. Stočni depoi ne smiju biti mnogo udaljeni od klanica. Sastoje se iz obora za svinje, ovce i telad i staje za krupne životinje. Za svinje treba obezbijediti 0,8-1,5 m²/grlu, goveče 2,2 m², ovce i koze 1 m² površine depoa. Stočni depoi moraju da imaju uređaje za hranjenje i napajanje dopremljenih životinja. Hranjenje životinja treba obustaviti 12h, a napajanje 2h prije klanja. Detaljan pregled životinja pred klanje je najvažniji dio veterinarske inspekcije. Razlog tome je što se neke bolesti mogu konstatovati samo ako je urađen i pregled žive životinje. Sputavanjem se ograničavaju pokreti životinji, kako bi se olakšalo efikasno omamljivanje ili usmrćivanje i životinja poštediti bola i straha. Oprema i prostori za sputavanje životinja treba da obezbijede sprečavanje povreda i nagnječenje životinja, smanjivanje otpora i cike životinja pri sputavanju i brzo sputavanje životinja. Za goveda se koriste stojnice koje su povezane sa uređajem koji onemogućava pomjeranje glave životinje.

11.3. Metode za omamljivanje životinja

11.3.1. Mehaničke metode za omamljivanje životinja

Mehaničke metode za omamljivanje životinja su: Šermerov pištolj sa penetrirajućim klinom, pištolj za omamljivanje sa nepenetrirajućim klinom, vatreno oružje sa slobodnim projektilom, maceracija, dislokacija vrata i perkusivni udarac u glavu. Pištoljem za omamljivanje sa penetrirajućim klinom se značajno i nepovratno oštećuje mozak, usljed šoka i prodora klina pištolja za omamljivanje. Može da se koristi prilikom klanja svih vrsta životinja, ali najčešće za velike preživare. Pištolj za omamljivanje sa nepenetrirajućim klinom dovodi do oštećenja mozga izazvanog šokom. Koristi se prilikom klanja preživara težine do 10 kg žive vage. Primjena vatrenog oružja sa slobodnim projektilom dovodi do značajnog i nepovratnog oštećenja mozga izazvanog šokom i prodorom jednog ili više projektila. Može da se primijeni kod svih vrsta životinja. Maceracija predstavlja trenutno drobljenje čitave životinje. Primjenjuje se za piliće starosti do 72h i zametke u jajetu (u svim situacijama osim klanja). Dislokacija vrata – dovodi do ručnog ili mehaničkog istezanja vrata što izaziva moždanu ishemiju. Koristi se prilikom klanja živine do 5 kg žive vage. Perkusivni udarac u glavu podrazumijeva čvrst i precizan udarac u glavu koji značajno izaziva oštećenje mozga. Koristi se prilikom klanja prasadi, jagnjadi, jaradi, kunića, zečeva, krznašica i živine do 5 kg žive vage.

11.3.2. Metode omamljivanja primjenom električne struje

Metode omamljivanja primjenom električne struje su: omamljivanje električnom strujom (samo glava), omamljivanje električnom strujom (glava - tijelo) i električna vodena kupka. Omamljivanje električnom strujom - samo glava dovodi do izlaganja mozga struji koja dovodi do opšteg epileptičnog stanja na elektroencefalogramu. Koristi se za sve vrste životinja. Omamljivanje električnom strujom (glava – tijelo) dovodi do izlaganja tijela električnoj struji koja istovremeno dovodi do opšteg epileptičnog stanja na elektroencefalogramu, kao i fibrilacije i prekida rada srca. Koristi se za klanje svih vrsta životinja. Prilikom omamljivanja električnom strujom, elektrode treba da obuhvate mozak životinje i prilagođavaju se veličini glave životinje. Omamljivanje električnom strujom samo za glavu treba da se sprovodi u skladu sa najmanjim jačinama struje prema tabeli 17:

Tabela 17. Najmanja jačina struje za omamljivanje električnom strujom samo na glavi

Kategorija životinja	Goveda stara 6 mjeseci ili starija	Goveda mlađa od 6 mjeseci	Ovce i koze	Svinje	Kok oške	Ćurke
Najmanja jačina struje	1,28 A	1,25 A	1,00 A	1,30 A	240 mA	400 mA

Oprema za električno omamljivanje je povezana sa uređajem koji bilježi vrijednosti električnih parametara i daje jasan – vidljiv i čujan signal upozorenja kada trajanje izlaganja padne ispod potrebnog nivoa. Električna vodena kupka dovodi do izlaganja čitavog tijela električnoj struji koja dovodi do opšteg epileptičnog stanja na elektroencefalogramu i moguće fibrilacije i zaustavljanja rada srca. Koristi se prilikom klanja živine. Linija sa opremom za sputavanje životinja vješanjem treba da bude oblikovana tako da ptice koje su u svjesnom stanju ne vise na njima duže od jednog minuta. Oprema za omamljivanje u vodenoj kupki treba da je povezana sa uređajem koji prikazuje i bilježi pojedinosti o ključnim električnim parametrima.

11.3.3. Metode omamljivanja primjenom gasova

Metode omamljivanja primjenom gasova su: ugljendioksid pri visokim koncentracijama; ugljendioksid u dvije faze; ugljendioksid u smjesi sa drugim inertnim gasovima; inertni gasovi; ugljenmonoksid (čisti izvor) i ugljenmonoksid u smjesi sa drugim gasovima. Primjena ugljendioksida pri visokim koncentracijama podrazumijeva direktno ili postupno izlaganje životinja mješavini gasova koja sadrži više od 40% ugljendioksida. Metoda se može koristiti u jamama, tunelima, kontejnerima ili zgradama koje su prethodno zapečaćene. Koristi se prilikom klanja svinja. Primjena ugljendioksida u dvije faze predstavlja uzastopno izlaganje životinja mješavini gasova koja sadrži više od 40% ugljendioksida, nakon čega se ponavlja - sa višom koncentracijom ugljendioksida. Koristi se prilikom klanja živine. Ugljendioksid u smjesi sa drugim inertnim gasovima se koristi za omamljivanje živine i svinja. Primjena inertnih gasova podrazumijeva direktno ili postupno izlaganje životinja mješavini inertnih gasova poput argona ili azota - što vodi anoksiji. Koristi se prilikom omamljivanja svinja i živine. Primjena ugljenmonoksida podrazumijeva izlaganje životinja mješavini gasova koja sadrži više od 4% ugljenmonoksida. Koristi se prilikom klanja krznašica, živine i prasadi. Primjena ugljenmonoksida u smjesi sa drugim gasovima podrazumijeva izlaganje svjesnih životinja mješavini gasova koja sadrži više od 1% ugljenmonoksida u smjesi sa drugim toksičnim gasovima. Koristi se za omamljivanje prilikom klanja krznašica, živine i prasadi. Oprema za omamljivanje gasom, uključujući pokretne trake, treba da je izrađena tako da onemogući povrede životinja prilikom sputavanja. Oprema za omamljivanje gasom treba da je takva da može trajno mjeriti, prikazivati i bilježiti koncentraciju gasa i vrijeme izlaganja i da daje jasno vidljiv i čujan znak upozorenja ukoliko koncentracija gasa padne ispod zahtijevanog nivoa. Oprema za omamljivanje gasom treba da je oblikovana tako da čak i pri najvećoj dozvoljenoj gustini, životinje ne liježu jedna preko druge. Nakon omamljivanja, vrši se iskrvarenje životinje presijecanjem dvije karotidne arterije. Dalji postupci obrade kože ili šurenje sprovode se tek nakon provjere odsutnosti znakova života životinje.

Pitanja

Koje mjere treba da sprovede subjekat koji se bavi klanjem životinja? Koje uslove treba da ispune objekti za privremeni smještaj životinja prije klanja? Koji je postupak sa životinjama na klanici? Koje su metode za omamljivanje životinja? Koja je dobra proizvođačka praksa prilikom omamljivanja i klanja životinja?

12. PONAŠANJE ŽIVOTINJA

Potreba za razumijevanjem ponašanja životinja danas sve više raste kako čovjek teži što većoj harmonizaciji odnosa sa životinjama. **Etologija** je nauka o ponašanju životinja. U širem smislu, etologija izučava ponašanje, osjećaj ugodnosti, stres i adaptaciju životinja. Proučavanja ponašanja životinja su tzv. bihevioralna proučavanja (behavior (engl.) – ponašanje). Etopatije su poremećaji u ponašanju domaćih životinja (patološki oblici ponašanja), koji su nastali kao posljedica grešaka u tehnološkom procesu proizvodnje. Dovode se u vezu sa nemogućnošću domaćih životinja da zadovolje svoje nagone, nemogućnošću ostvarivanja socijalnog kontakta, pregrupisavanjem jedinki u nove starosne i proizvodne grupe; prekidom socijalnih veza (odvajanje mladunaca od majke, razdvajanje mladunaca iz istog legla prema polovima), boravkom u ambijentalno nestimulativnim sredinama, djelovanjem neprijatnih stimulusa na koje životinje ne mogu da reaguju, ograničenom slobodom kretanja, forsiranom ishranom ili restriktivnim režimom ishrane.

12.1. Patološko – abnormalno ponašanje

Patološko ponašanje je svako ponašanje koje je izgubilo svoju adaptivnu funkciju i koje ne vodi uspostavljanju homeostaze organizma u određenim uslovima života, niti zadovoljavanju nagona. Uzrok etopatija - poremećaja u ponašanju domaćih životinja, mogu biti povrede i organske bolesti. S druge životinje koje ispoljavaju etopatije mogu da izazovau fizikopatije - tjelesne povrede sebi i drugim životinjama. Životinja može da nanese i tjelesne povrede radnicima na farmama ili svom vlasniku. Bolesti unutrašnjih organa, a posebno jetre i bubrega, uzrokuju brojne promjene u ponašanju domaćih životinja, jer toksični metaboliti koji se nakupljaju u krvotoku oštećuju i nervni sistem. Endokrini sistem i hormoni takođe imaju značajnu ulogu u ponašanju. Hipo – ili hiperaktivnost hipofize, štitne i paraštitne žlezde, nadbubrežnih žlijezda, pankreasa i gonada prouzrokuju brojne poremećaje u ponašanju. Oboljenja mozga i kičmene moždine (tumori, infekcije i dr.) takođe mogu biti uzrok brojnih poremećaja u ponašanju domaćih životinja. Promjene u ponašanju su pokušaji životinje da se adaptira na postojeće uslove života. Ako životinja promjenama u ponašanju ne uspije da se prilagodi na nove uslove života ove promjene prerastaju u poremećaje u ponašanju životinja. Devet osnovnih oblika ponašanja životinja, odnosno devet nagona životinje su: odmor i san, reaktivnost, kretanje, higijena tijela, hranidbeno ponašanje, teritorijalnost, istraživačko ponašanje, socijalno ponašanje i reproduktivno ponašanje. Pored uticaja bolesti na promjene u ponašanju, stres je još jedan važan faktor koji uzrokuje promjene u psihičkim i fiziološkim procesima, kao i u imunom odgovoru organizma. Kod životinja stres može da uzrokuje razvoj gastrointestinalnih poremećaja, zapaljenje mokraćne bešike, dermatološke probleme, polidipsije, polifagije i dr. Poremećaji u ponašanju nisu stvar neposlušnosti životinje, već su posljedica narušenog cjelokupnog emotivnog stanja, fiziološke homeostaze i neuroendokrine funkcije. Ponašanje predstavlja jedan od četiri osnovna kriterijuma za ocjenu dobrobiti životinja, pored ishrane, smještaja i zdravstvenog statusa. Narušavanjem samo jednog od ukupno četiri pokazatelja, narušava se i dobrobit životinja. Dosada i stres su vodeći uzročnici problematičnog ponašanja životinja u zatočeništvu. Stres djeluje represivno na imuni sistem, izlažući životinju većem riziku od pojave bolesti. Problem predstavlja veliki broj životinja na veoma malom zatvorenom prostoru. Rizik u ovakvim uslovima od izbijanja zaraznih bolesti je uvijek visok, ali sa dodatkom stresogenih faktora on se drastično povećava. U radu sa životinjama akcenat se stavlja na preventivu. Ona ima za cilj da poboljša život u zatočeništvu. Abnormalno ponašanje često daje prvu indiciju da se životinja nalazi pod uticajem stresa. Postoji nekoliko kategorija abnormalnog ponašanja. Prva kategorija je ponašanje koje prouzrokuje povrede počiniocu ili pripadnicima iste vrste. Takvo ponašanje je npr. grizenje repa kod svinja i kljucanje perja kod kokošaka. Drugi tip ponašanja su stereotipije ili ponavljanje radnji odnosno aktivnosti bez ikakve očigledne funkcije. U ovu kategoriju spadaju: ritmično žvakanje, igranje jezikom, grizenje šipke i trljanje šipke njuškom ili gubicom. Srijeću se kod goveda, konja i krmača, najčešće kada su smještene individualno. Treća kategorija je apatično ponašanje, kod koga

se uočava veoma smanjena usmjerenost na spoljašnje nadražaje. Jedan primjer iz ove kategorije je nepomično sjedenje, pri kome životinja (naročito se javlja kod krmača) sjedi mirno sa glavom koja pomalo visi. Stereotipije djeluju loše na dobrobit određene životinje ako one okupiraju mnogo vremena (na primjer 10% vremena u budnom stanju). Stereotipije su adaptivni mehanizmi i mogu se smatrati pokušajem normalne individue da se "bori" sa neodgovarajućom životnom sredinom.

Pitanja

Šta je etologija? Koji su 9 osnovnih oblika fiziološkog ponašanja životinja? Šta su etopatije? Koji su najčešći uzroci etopatija domaćih životinja (abnormalnog ponašanja domaćih životinja)?

13. DOBRA POLJOPRIVREDNA PRAKSA U PRIMJENI PESTICIDA

13.1. Definicija i značaj pesticida

Pesticidi su preparati koji sadrže jednu ili više aktivnih materija i služe za zaštitu bilja ili biljnih proizvoda od štetnih organizama. Štetni organizmi su organizmi biljnog ili životinjskog svijeta, kao i virusi, bakterije, mikoplazme i drugi patogeni organizmi koji su štetni za bilje i biljne proizvode. Korišćenje pesticida može sa sobom da nosi i negativne posljedice na ekosistem u kome se primjenjuju. Oni štete korisnim insektima kao što su pčele, akumuliraju se u lancu ishrane i tako škode višim životinjama i pticama koje se hrane insektima; kontaminiraju vodu i dr. Pesticide nikada ne treba potcjenjivati, jer su svi pesticidi otrovi. Čak i veoma mala prosipanja pesticida mogu biti opasna. Svaki slučaj dospijevanja pesticida u ljudski organizam se mora tretirati kao hitan medicinski slučaj. Prije upotrebe uvijek treba dobro pročitati uputstvo, u cilju pravilne upotrebe i sprečavanja negativnog djelovanja herbicida. Smanjenje upotrebe pesticida je jedan od temelja održive poljoprivrede i održivog razvoja. Integralna zaštita predstavlja sistem zaštite bilja koji podrazumijeva korišćenje svih raspoloživih metoda suzbijanja štetnih organizama, kao što su gajenje otpornih sorti, primjena adekvatnih agrotehničkih mjera, plodored, mehaničke i biološke mjere borbe itd. Ovim sistemom zaštite se smanjuje broj hemijskih tretiranja i na taj način sprečava kontaminacija životne sredine i ugrožavanje ljudskog zdravlja.

13.2. Podjela pesticida prema namjeni

Prema namjeni, pesticidi se dijele u više grupa, od kojih su najznačajnije sljedeće: **zoocidi, fungicidi, baktericidi, herbicidi i regulatori rasta**. **Zoocidi** obuhvataju: akaricide, insekticide, feromone, nematocide, moluskocide, rodenticide, avicide i repelente za divljač. Akaricidi su pesticidi namijenjeni za suzbijanje štetnih grinja; Insekticidi su pesticidi namijenjeni za suzbijanje štetnih insekata; Feromoni su sredstva koja izazivaju ili remete normalno ponašanje insekata; Nematocidi su pesticidi namijenjeni za suzbijanje štetnih nematoda; Moluskocidi su pesticidi namijenjeni za suzbijanje štetnih puževa; Rodenticidi su pesticidi namijenjeni za suzbijanje štetnih glodara; Avicidi su sredstva za suzbijanje šteta od ptica (odbijanje napada); Repelenti za divljač su sredstva za suzbijanje šteta od divljači (odbijanje napada). **Fungicidi** su pesticidi namijenjeni za suzbijanje gljiva prouzrokovaca biljnih bolesti; **Baktericidi** su pesticidi namijenjeni za suzbijanje prouzrokovaca bakterijskih oboljenja; **Herbicidi** su pesticidi namijenjeni za suzbijanje zeljastih i drvenastih korova, algi, mahovine, lišajeva i parazitnih cvjetnica; **Arboricidi** su pesticidi namijenjeni za uništavanje drvenastih biljaka; **Desikanti** su pesticidi namijenjeni za izazivanje uvenuća, odnosno sušenja gajenih biljaka; **Defolijanti** su pesticidi namijenjeni za izazivanje prevremenog opadanja lišća prije berbe, odnosno žetve. **Regulatori rasta** su sredstva koja utiču na fiziološke procese rasta i rodnosti. U odnosu na kategoriju pesticida, postoje značajne varijacije u pogledu načina djelovanja, vremena razlaganja i toksičnosti po različite vrste bilja i životinja.

13.3. Primjena odobrenih pesticida

Prije nego se bilo koji pesticid uveze i upotrijebi u Crnoj Gori, mora biti odobren od strane državnih organa. Svaki pesticid na pakovanju ili na pratećem prospektu/deklaraciji mora sadržati osnovne informacije o načinu upotrebe, rizicima i aktivnostima koje treba preduzeti u hitnim slučajevima, kao što su prosipanje ili trovanje. Prilikom primjene pesticida treba voditi računa koji je pesticid najbolji za rješavanje konkretnog problema i u kojoj dozi i koncentraciji, koji su vremenski uslovi i vrijeme kada ga treba koristiti, koja je karenca (vremenski period koji je potreban da prođe od posljednjeg tretiranja biljke do berbe plodova), kao i koji su rizici njegove upotrebe i mjere opreza koje treba preduzeti. Pesticide nikada ne treba upotrebljavati u koncentraciji ili dozi koja je veća od preporučene. Prije bilo kakvog kombinovanja dva ili više pesticida, treba dobro proučiti uputstvo za primjenu, jer se neki ne smiju miješati (javlja se fitotoksično dejstvo). Kako bi korišćenje pesticida

bilo bezbjednije i usaglašeno sa zakonodavstvom EU, uveden je **sistem vođenja evidencije**, prema kojem i dobavljač (poljoprivredna apoteka) i korisnik (poljoprivrednik) pesticida moraju voditi evidenciju o tome koji je pesticid korišćen, gdje, kada, za šta i u kojoj količini. Pokrenut je i program obuke u cilju podučavanja poljoprivrednika o tome kako koristiti pesticide bezbjedno, efikasno i u skladu sa zakonom. Pesticidi su najopasniji u nerazrijeđenom obliku. Zato uvijek veliku pažnju treba posvetiti skladištenju i rukovanju pesticidima. Pesticidi se skladište u zaključanom prostoru, van domašaja neovlašćenih lica, djece i životinja, odvojeno od hrane za ljude i životinje. Skladište treba da bude suvo, hladno i mračno mjesto i bez rizika od požara. Treba da ima čvrst pod i mogućnost da spriječi svako prosipanje i prodiranje u zemljište, oticanje ili curenje kroz zidove ili ispod vrata. Tečni pesticidi se u skladištu uvijek odlažu na police ispod praškastih pesticida u slučaju nekontrolisanog izlivanja. Za male količine pesticida, ormar ili sanduk na zaključavanje je dobro rješenje. Pesticide uvijek treba držati u njihovom originalnom pakovanju, **nikada** u drugoj ambalaži, kao što su stare flaše, budući da je to uzrok mnogih fatalnih slučajeva trovanja. Svako prosipanje pesticida u prahu treba odmah ukloniti. Svako prosipanje tečnih pesticida treba upiti suvim pijeskom ili zemljom, sakupiti i odložiti na bezbjedno mjesto na gazdinstvu sa kojim ne mogu doći u kontakt ljudi i životinje. Metlu, lopaticu za smeće ili lopatu treba temeljno isprati nakon čišćenja ostataka pesticida. Pesticide kojima je istekao rok treba vratiti poljoprivrednoj apoteci koja ima uslove da skladišti pesticide i raspolaže starim pesticidima na bezbjedan način, kao i zakonsku obavezu da to učini. Dobro opremljeno skladište pesticida treba da ima: menzuru, vagu za mjerenje pesticida, vreću suvog pijeska (za kupljenje prosutih ostataka), metlu ili lopatu (za skupljanje prosutih ostataka), plastične kese za smeće, malu četku (za čišćenje mlaznica raspršivača); česmu ili kantu čiste vode (za ispiranje prosutih ostataka sa kože bez odlaganja), sapun i ubruse u samom skladištu ili njegovoj neposrednoj blizini; zaštitnu odjeću. Praznu ambalažu je potrebno isprati nakon primjene pesticida. Ambalaža se ispira na samom mjestu gdje se priprema rastvor. Najbolji pristup je da se prazna ambalaža pažljivo istrese u rezervoar, zatim se bar tri puta ispere vodom, svaki put sipajući vodu u rezervoar gdje se priprema pesticid. Ambalaža koja je isprana tri puta (detaljno isprana, ispiranje sprovedeno pod pritiskom) može se svrstati u neopasan otpad po procjenama Evropskog udruženja za zaštitu bilja (EPCA). Nepravilno isprana i očišćena ambalaža može zagađiti životnu sredinu i predstavlja potencijalnu prijetnju javnom zdravlju, životinjama i divljači. Ostaci pesticida i nebezbedna ambalaža ne smije se uništavati na način koji ugrožava zdravlje ljudi i ima štetno dejstvo na životnu sredinu. Oni se zbrinjavaju, po pravilu, u skladu sa propisima koji regulišu zbrinjavanje opasnog otpada. Lice koje rukuje pesticidima je najugroženije, budući da je izloženo djelovanju pesticida tokom cijelog procesa miješanja, prskanja i čišćenja nakon upotrebe. Mnogi pesticidi mogu da dospiju u organizam na više načina: kroz organe za disanje i preko kože, mogu da oštete kožu ili da prouzrokuju trovanje. Bilo koji pesticid koji dođe u kontakt sa očima rukovaoca pesticida može da izazove oštećenja i veliki bol. Rukovaoc pesticidom u cilju zaštite treba uvijek da nosi zaštitne rukavice. Ukoliko pesticid proдре u rukavice, odmah ih treba skinuti i oprati ruke. Nakon svake upotrebe, spoljašnji dio rukavica treba isprati i koristiti ih samo za rukovanje pesticidima. Takođe treba koristiti gumene čizme, zaštitne naočare, a ukoliko uputstvo nalaže i masku protiv prašine (slika 20.).



Slika 20. Zaštitna oprema prilikom rukovanja pesticidima

http://www.agromedia.rs/chest/timg/1495101109_pesticidi_zastita_naslovna.jpg

Tokom rada sa pesticidima, ne smije se pušiti, jesti, piti. Nakon rukovanja pesticidima, uvijek treba temeljno oprati ruke. Preporučuje se tuširanje i presvlačenje nakon obavljenog posla. Posebnu zaštitnu odjeću koja se koristi prilikom rukovanja pesticidima (npr. rukavice, zaštitno odijelo i maska protiv prašine ili respirator) treba koristiti samo u tu svrhu i držati je na zaključanom mjestu van domašaja djece, životinja i daleko od hrane za životinje ili ljude. Prije početka svake sezone, treba pažljivo provjeriti opremu za prskanje, obraćajući posebnu pažnju na zatvarače, mlaznice i pumpe i zamjenu starih i istrošenih djelova. Zatim prskalicu treba napuniti čistom vodom kako bi provjerili da li negdje curi. Za čišćenje rasprskivača (mlaznica prskalica) uvijek treba koristiti četku: nikada ih ne treba prinositi ustima i duvati kroz njih. Ručne ili ledne prskalice najbolje je čuvati zajedno sa pesticidima ili okačiti van domašaja djece i životinja. Prskalice takođe mogu provjeriti i kalibrirati kvalifikovani dobavljači poljoprivredne opreme. To se naročito preporučuje kod velikih uređaja za prskanje. Prilikom primjene pesticida, cilj je da se preparat nanese na ugroženu kulturu, a pri tom da se ne kontaminira voda i da se ne naškodi ljudima, životinjama, pčelama i samoniklim biljkama. Kako bi se to obezbijedilo, ne treba prskati blizu: živih ograda ili šuma, vodotoka, polja sa stokom za ispašu; pčelinjaka, voća i povrća u periodu neposredno pred berbu; kuća i zgrada za smještaj životinja i hrane. Prskanje treba vršiti kada je vrijeme bez padavina i bez vjetra, rano ujutro ili uveče. Ne treba prskati, posebno insekticidima, dok je usjev u cvjetanju. Ako postoji potreba za tretiranjem onda to treba raditi u večernjim časovima kada je smanjena aktivnost pčela. O planiranim prskanjima u prečniku od 5 km potrebno je 48h ranije upozoriti pčelare. Prskanje ne treba vršiti kada je zemljište suviše vlažno jer usljed oticanja vode pesticidi mogu prodrijeti u vodene tokove. Nikada ne treba obavljati prskanje kada je temperatura ispod nule ili kada se očekuje mraz. Takođe treba izbjegavati prskanje po veoma toplom vremenu (iznad 30 °C). Ukoliko se nerazrijeđeni pesticid prospe na zemljište, najbolje je da se ta zemlja iskopa, stavi u plastičnu kesu i odloži na bezbjedno mjesto na imanju sa kojim ne mogu doći u kontakt ljudi i životinje. Vođenje evidencije o upotrebi pesticida je obavezno. Evidencija sadrži sljedeće podatke: naziv i sjedište, odnosno ime i adresu korisnika sredstva za zaštitu bilja; broj upisa u registar proizvođača; lokaciju i površinu parcele (m²); redni broj tretiranja; datum i vrijeme tretiranja; naziv biljne vrste; razvojnu fazu biljne vrste; štetni organizam koji se suzbija (bolesti, štetočine, korovi i dr.); trgovačko ime sredstva za zaštitu bilja i aktivne materije; upotrijebljenu količinu rastvora (količina preparata/litara vode/površina parcele m²); vrijeme berbe ili žetve. U evidenciji treba zabilježiti sve promjene prvobitnog plana (npr. prskanje je prekinuto vremenskim prilikama ili usljed problema sa mehanizacijom) i evidentirati ukoliko dođe do nekog incidenta. Kada se prskaju ratarske poljoprivredne kulture, rasprskivač treba podesiti na minimalnoj visini iznad kulture, koja je potrebna da bi se obezbijedilo da mlaz prekrije cijelu kulturu. Ako se prskanje vrši na malo višoj visini od ove, doći će do rasipanja i utrošiće se znatno veće količine sredstva za tretiranje, zbog nošenja vjetrom. Ukoliko je napravljena dobra procjena, kada se završi sa prskanjem polja ili voćnjaka, ostaće samo mala količina pesticida u prskalici ili će se prskalica potpuno isprazniti. Prskanje treba nastaviti dok se rezervoar ne isprazni, ili ponovnim prskanjem iste površine (ukoliko ne postoji rizik po kulturu) ili prskanjem drugog polja na kojem raste slična kultura. Prskati se može neobraslo zemljište samo kad je zemljište relativno suvo tako da ne postoji rizik od oticanja ili ispiranja. Bolje je da se pesticidi prskaju na "biološki aktivnom" zemljištu (tj. zemljište koje je prekriveno vegetacijom) nego na golom zemljištu, gdje pesticidima treba dugo vremena da se razlože i gde postoji rizik od oticanja ili ispiranja. Kako bi se očistio rasprskivač, u rezervoar treba sipati čistu vodu i rasprskivati je kroz rasprskivače / mlaznice, na istu kulturu ili drugo bezbjedno zemljište (kako je opisano gore u tekstu). Kroz mlaznice treba isprskati/ispustiti vodu tri puta kako bi se obezbijedilo da su potpuno čiste i postarati se da rezervoar bude opran do oboda. Konačno, treba oprati spoljašnji dio prskalice na nekom bezbjednom zemljištu. Kada se završi sa prskanjem i čišćenjem rasprskivača, treba oprati unutrašnjost i spoljašnjost čizama, rukavica i zaštitnih naočara i ostaviti ih da se osuše za sljedeći put. Jednokratne respiratore treba koristiti samo jednom i baciti nakon upotrebe. Ukoliko je zaštitno odijelo znatno uprljano koncentrovanim pesticidom, treba ga baciti i nabaviti drugo. U slučaju sumnje na trovanje ili dospijevanje pesticida u ljudski organizam, odmah prekinuti sa radom i pozvati ljekarsku pomoć.

Ukazivanje prve pomoći ugroženoj osobi vrši se u skladu sa navodima na etiketi pesticida. Ljekaru obavezno pokazati etiketu s uputstvom za upotrebu koje sadrži sve važne informacije za preduzimanje odgovarajućih mjera. U slučaju bilo kakve druge vrste nezgode sa pesticidima (prosipanje, dospijevanje u životnu sredinu i slično) treba kontaktirati MUP.

Pitanja

Šta su pesticidi i u čemu je njihov značaj? Kako su grupisani pesticidi prema namjeni? Koje su posljedice nepravilne primjene sredstava za zaštitu bilja? Kako se pravilno primjenjuju sredstva za zaštitu bilja i kako se ekološki uklanjaju ostaci ambalaže?

14. UPRAVLJANJE NUSPROIZVODIMA ŽIVOTINJSKOG PORIJEKLA

14.1. Definicija nusproizvoda životinjskog porijekla i njihov zdravstveni značaj

Nusproizvodi životinjskog porijekla su čitava tijela, djelovi tijela životinja i proizvodi životinjskog porijekla koji nijesu namijenjeni za ishranu ljudi, uključujući jajne ćelije, embrione i sjeme. Oni nastaju u klanicama, objektima za preradu mesa, ribe, jaja, mlijeka, ugostiteljskim objektima, objektima za uzgoj životinja, zoološkim vrtovima i drugim mjestima na kojima se životinje uzgajaju i gdje se proizvode namirnice životinjskog porijekla. Nusproizvodi životinjskog porijekla su izvor infekcije za životinje i ljude, ali i značajni zagađivači životne sredine. Razlaganjem leševa stvaraju se gasovi neprijatnog mirisa i drugi produkti koji zagađuju vazduh, zemljište, hranu, vodu i dr. Taj je rizik potrebno kontrolisati njihovim pravilnim odlaganjem ili upotrebom u različite svrhe. Odlaganje svih nusproizvoda životinjskog porijekla dovodi do neodrživih troškova i rizika za okolinu. Zato se njihov veći broj koristi u različite svrhe, na održiv način, uz najmanje zdravstvene rizike. Neki nusproizvodi životinjskog porijekla se koriste u farmaceutskoj industriji, industriji kože, hrane za životinje i dr. Nove tehnologije su proširile mogućnosti upotrebe nusproizvoda životinjskog porijekla, posebno za stvaranje energije. Međutim, upotreba novih tehnologija može predstavljati zdravstvene rizike ukoliko se ne sprovode na adekvatan način. Postupci s nusproizvodima životinjskog porijekla koji predstavljaju visok stepen rizika za zdravlje ljudi i životinja se mogu obavljati samo u objektima koji su odobreni za obavljanje tih radnji. Subjekti imaju glavnu odgovornost za obavljanje radnji vezane za nusproizvode. Oni moraju poštovati pravila za sakupljanje, prevoz, preradu, skladištenje, stavljanje na tržište, distribuciju, upotrebu ili odlaganje nusproizvoda životinjskog porijekla.

14.2. Kategorije nusproizvoda

Nusproizvodi životinjskog porijekla prema propisima Evropske unije i nacionalnim propisima se svrstavaju u 3 kategorije u odnosu na nivo rizika po javno zdravlje i zdravlje životinja:

I kategorija su: svi djelovi trupa, odnosno leševi životinja za koje se sumnja da su ili su zaražene TSE-om (transmisivnom spongiformnom encefalopatijom), životinja koje nijesu uzgajane, divljih životinja, životinja iz zooloških vrtova i cirkusa, životinja koje su korišćene u naučnim istraživanjima, proizvodi dobijeni od životinja kojima su davane posebne supstance, ugostiteljski otpad iz prevoznih sredstava u međunarodnom prometu; mješavina nusproizvoda kategorije 1 sa kategorijom 2 ili 3, specifični rizični materijal. **Specifični rizični materijal** je rizičan na prisustvo uzročnika transmisivne spongiformne encefalopatije (TSE). Kada su u pitanju goveda to je: lobanja (osim donje vilice), mozak, oči, kičmena moždina životinja koje su starije od 12 mjeseci; kičmeni stub osim pršljenova repa životinja starijih od 30 mjeseci, krajnici, tanko, debelo crijevo, rektum i mezenterijum životinja svih starosnih doba. Kada su u pitanju ovce i koze to je: lobanja, mozak, oči, krajnici i kičmena moždina koje su starije od 12 mjeseci, slezina i završni dio tankog crijeva (ileum) životinja svih starosti.

II Kategorija su: stajsko đubrivo i sadržaj probavnog trakta, ostaci sakupljeni prilikom prečišćavanja otpadnih voda iz klanica, proizvodi koji sadrže ostatke veterinarskih lijekova i kontaminirani, životinje i djelovi životinja koje su uginule, a nijesu bile zaklane ili usmrćene za ishranu ljudi; fetus; jajne ćelije, embrioni i sjeme za vještačko osjemenjavanje koji nijesu namijenjeni za priplod, mješavina nusproizvoda kategorije 2 i kategorije 3.

III kategorija su: djelovi zaklanih životinja koji su higijenski ispravni, ali nijesu namijenjeni za ishranu ljudi, djelovi zaklanih životinja koji su neprikladni za ishranu, ali na kojima nema znakova bolesti koje se mogu prenijeti na ljude i životinje, proizvodi i hrana životinjskog porijekla koji više nijesu namijenjeni za ishranu ljudi iz komercijalnih razloga ili drugih nedostataka koji nijesu vezani za rizik po zdravlje ljudi i životinja; krv životinja koje nijesu pokazivale znake zaraznih bolesti i sl.

14.3. Postupanje s nusproizvodima životinjskog porijekla

Nusproizvodi moraju propisno da se uklone, odnosno učine neškodljivim. Transportna sredstva, uređaji i oprema koji služe za sakupljanje leševa i objekti u kojima se sakupljaju, odnosno uklanjaju leševi i otpaci životinjskog porijekla moraju da odgovaraju propisanim uslovima i da budu pod stalnim veterinarsko-sanitarnim nadzorom. Neškodljivo uklanjanje životinjskih leševa i otpadaka animalnog porijekla najbolje je vršiti odmah poslije uginuća, klanja ili momenta kada je leš pronađen. U toku ljeta neškodljivo uklanjanje životinjskih leševa i otpadaka animalnog porijekla mora se sprovesti najkasnije u roku od 12h, a u ostalim periodima godine u roku od 24h. Sve kategorije nusproizvoda zahtijevaju poseban tretman koji se sprovodi u skladu sa Planom upravljanja otpadom koji donosi svaka zemlja. Prema tom planu, potrebno je da postoji centralna i lokalna registracija nusproizvoda životinjskog porijekla (NPŽP), kontrola odlaganja i dobro poznavanje kategorija NPŽP. Klanice i pogoni za preradu mesa treba da imaju odgovarajuću opremu i sisteme za sakupljanje i odvajanje NPŽP po kategorijama. Zabranjena je ishrana kopnenih životinja (osim krznašica) životinjskim proteinima dobijenim od životinja iste vrste i ishrana životinja za proizvodnju (osim krznašica), ugostiteljskim otpadom. Svako lice je dužno da štiti životnu sredinu od štetnih uticaja uzgoja, držanja i prometa životinja, proizvodnje i prometa proizvoda životinjskog porijekla, hrane za životinje i nusproizvoda. Lica koja obavljaju djelatnosti koje stvaraju nusproizvode dužna su da obezbijede njihov prenos do najbližeg objekta za sakupljanje ili objekta u kome se prerađuju ili uništavaju na neškodljiv način. Zabranjeno je bacati leševe životinja u rijeke, jezera, more ili druge vodene tokove ili odvođe ili ih ostavljati na putevima, drugim javnim površinama, otvorenom prostoru, u šumama ili na drugom mjestu. Držaoци životinja dužni su da prijave uginuće životinje higijeničarskoj službi i da se pridržavaju izdatih uputstava u vezi sa odlaganjem leševa, kao i da o uginuću životinje obavijeste veterinarsku službu. Kada se posumnja da je životinja uginula od zarazne bolesti koja se obavezno prijavljuje, veterinar uzima materijal za dijagnostičko ispitivanje i šalje ga na ispitivanje radi utvrđivanja uzroka uginuća. Higijeničarska služba je dužna da, kada je to potrebno, obezbijedi prevoz leša sa mjesta uginuća do objekta za pregled leševa ili za sakupljanje, preradu ili uništenje, kao i da obezbijedi dezinfekciju mjesta uginuća, vozila i opreme. Pravno ili fizičko lice koje posluje sa životinjama, proizvodima životinjskog porijekla i hranom za životinje, dužno je da obezbijedi privremeno čuvanje i otpremanje nusproizvoda u skladu sa propisima. Prerada ili uništavanje nusproizvoda može da se obavlja samo u objektima koji ispunjavaju uslove utvrđene zakonom. Izuzetno, nusproizvodi životinjskog porijekla se mogu odlagati zakopavanjem ili spaljivanjem na stočnom groblju ili jami grobnici koja ispunjava propisane uslove, odnosno na licu mjesta. Ovo odlaganje može se odobriti za mrtve kućne ljubimce i konje u udaljenim područjima, u slučaju izbijanja bolesti koja se obavezno prijavljuje - ako bi prevoz u najbliži objekat povećao rizik od širenja bolesti; za pčele i nusproizvode pčelarstva. Država obezbjeđuje sakupljanje životinjskih leševa sa javnih površina radi prerade i uništavanja organizovanjem higijeničarske službe ili angažovanjem pravnog lica. Pravno ili fizičko lice koje vrši promet, konzerviranje, obradu, preradu i skladištenje kože dužno je da dostavi uzorke na laboratorijsko ispitivanje na antraks i da kože uskladišti u odvojenoj prostoriji.

Postupanje s nusproizvodima kategorije 1.

Materijal kategorije 1: odlaže se kao otpad spaljivanjem ili suspaljivanjem - direktno bez prethodne prerade ili nakon prerade sterilizacijom pod pritiskom; zakopava se na odlagalištima poslije prerade (osim u slučajevima sa TSE).

Postupanje s nusproizvodima kategorije 2.

Materijal kategorije 2 odlaže se kao otpad spaljivanjem ili suspaljivanjem - direktno bez prethodne prerade ili nakon prerade sterilizacijom pod pritiskom; odlaže se na odobreno odlagalište nakon prerade sterilizacijom pod pritiskom; prerađuje se u đubrivo nakon sterilizacije pod pritiskom, kompostira se ili pretvara u biogas; nanosi se na tlo bez prerade ako se radi o stajskom gnoju, sadržaju probavnog trakta, mlijeku, proizvodima na bazi mlijeka i kolostrumu za koji nadležno tijelo smatra da ne predstavlja opasnost od širenja bilo koje ozbiljne prenosive bolesti; koristi se kao gorivo za sagorijevanje uz prethodnu preradu ili bez nje; koristi se za proizvodnju kozmetičkih proizvoda, medicinskih sredstava, lijekova u skladu sa posebnim propisom.

Postupanje s nusproizvodima kategorije 3.

Materijal kategorije 3 odlaže se kao otpad spaljivanjem ili suspaljivanjem, uz prethodnu preradu ili bez nje; odlaže se na odobreno odlagalište nakon prerade; za proizvodnju hrane za životinje iz uzgoja, osim krznaša, hrane za kućne ljubimce, organskih gnojiva ili poboljšivača tla, kompostira se ili pretvara u biogas; kao gorivo za sagorijevanje uz prethodnu preradu ili bez nje; nanosi se na tlo bez prerade ako je riječ o sirovom mlijeku, kolostrumu i od njih dobijenim proizvodima za koje nadležno tijelo smatra da ne predstavljaju opasnost od širenja bilo koje bolesti koja se putem tih proizvoda može prenijeti na ljude ili životinje; koristi se za izradu kozmetičkih proizvoda, medicinskih sredstava, lijekova u skladu sa posebnim propisom.

14.4. Posebni uslovi za objekte za spaljivanje i suspaljivanje nusproizvoda

Objekat za spaljivanje i suspaljivanje treba da omogućiti da se spaljivanje obavlja na temperaturi od 850 °C koja je mjerena tokom dvije sekunde ili do temperature od 1100 °C koja je mjerena 0,2 sekunde na mjestu koje je najbliže unutrašnjem zidu komore za spaljivanje, a da se gasovi koji nastaju oslobađaju na kontrolisan i homogen način. Objekat za spaljivanje i suspaljivanje treba da je izgrađen na čvrstom i suvom terenu, na način koji onemogućava životinjama pristup u objekat za spaljivanje. Nusproizvodi i dobijeni proizvodi i pepeo treba da se skladište u pokrivenim, označenim i, po potrebi, nepropusnim kontejnerima. Pepeo koji nastaje u procesu spaljivanja uklanja se na deponiju. Mjesto na kome se nalazi objekat za spaljivanje i suspaljivanje, uključujući i skladištenje nusproizvoda, treba da je uređeno tako da se spriječi ispuštanje zagađujućih materija u zemljište, površinske ili podzemne vode. Spaljivanje predstavlja termičku obradu otpada u stacionarnom ili pokretnom postrojenju putem spaljivanja - oksidacijom otpada ili termičkim procesima kao što su: piroliza, gasifikacija i dr. Suspaljivanje predstavlja obradu otpada u postrojenju za proizvodnju energije koje koristi otpad kao glavno ili dodatno gorivo.

14.5. Posebni uslovi za objekte koji se koriste za sagorijevanje nusproizvoda životinjskog porijekla i dobijenih proizvoda kao goriva

Sagorijevanje je postupak oksidacije nusproizvoda životinjskog porijekla u cilju dobijanja energije. Nusproizvodi i dobijeni proizvodi namijenjeni za sagorijevanje kao gorivo skladište se u zatvorenom

i pokrivenom prostoru za tu namjenu ili u pokrivenim i nepropusnim kontejnerima. Sagorijevanje nusproizvoda ili dobijenih proizvoda treba da se vrši na način da se sprečava unakrsna kontaminacija hrane za životinje. Objekat za sagorijevanje treba da omogućiti da se obrada obavlja na temperaturi od 850 °C koja je mjerena tokom dvije sekunde ili do temperature od 1100 °C koja je mjerena 0,2 sekunde na mjestu koje je najbliže unutrašnjem zidu ili na nekom drugom reprezentativnom mjernom mjestu komore za sagorijevanje, a da se gasovi koji nastaju u toku procesa spaljivanja oslobađaju uvijek na kontrolisan i homogen način. Rezultati mjerenja temperature evidentiraju se automatski. Količinu i štetnost ostataka sagorijevanja treba smanjiti na najmanju moguću mjeru, a ostatke preraditi, odlagati ili upotrijebiti na propisani način. Prevoz suvih ostataka i prašine obavlja se tako da se sprečava njihovo rasipanje po okolini (u zatvorenim kontejnerima). Nusproizvodi i dobijeni proizvodi koji nijesu kompletno sagorjeli ne treba da se iznose na deponiju nego se ponovo sagorijevaju ili odlažu na propisan način. Kao gorivo za sagorijevanje na gazdinstvima se koristi neprerađeno živinsko đubrivo.

14.6. Deponije

Deponija je mjesto čija je primarna funkcija odlaganje otpada na površini ili ispod površine zemlje. Deponija se sastoji od: tijela deponije, sistema za tretman deponijskog gasa, bazena za prihvatanje ocjednih voda, postrojenja za tretman i ispuštanje ocjednih voda, spoljašnjeg drenažnog sistema za sakupljanje površinske atmosferske vode i vode od pranja točkova, opreme za mjerenje otpada, prostora za kontrolu i analizu otpada i prostora za privremeno skladištenje otpada. **Tijelo deponije** je prostor na deponiji u koji se odlaže otpad. Tijelo deponije treba da ima prostore za: prijem i skladištenje preuzetog otpada, preradu otpada, skladištenje i otpremanje prerađenog otpada. Ona se gradi na lokaciji koja treba da bude udaljena najmanje 300 m od naseljenih mjesta, mjesta za rekreaciju, javnih parkova i poljoprivrednih površina, 500 m od rječnih tokova i jezera, 300 m od zaštićene prirodne ili kulturne baštine. Deponija treba da ima čvrstu podlogu sa riješenim ispuštanjem otpadnih voda. Radi sprečavanja pristupa neovlašćenim licima i nelegalnog odlaganja otpada deponija se ograđuje ogradom visine najmanje dva metra. Tijelo deponije treba da bude izgrađeno tako da ne postoji mogućnost plavljenja podzemnim vodama i da nije u I, II i III zoni sanitarne zaštite izvorišta. Drenažnim sistemom se obezbjeđuje sakupljanje ocjednih voda do bazena za njihov prihvatanje, koji se nalazi van tijela deponije. Spoljašnji drenažni sistem na deponiji gradi se radi sprečavanja prodiranja površinskih atmosferskih voda u dno i kosine tijela deponije. Ocjedne vode sakupljene drenažnim sistemom iz tijela deponije, tretiraju se prije ispuštanja u gradski kanalizacioni sistem. Ocjedne vode iz deponije, koje se ne ispuštaju u gradski kanalizacioni sistem, tretiraju se tako da odgovaraju kvalitetu za ispuštanje u prijemnik. Deponijski gas se sakuplja u tijelu deponije. Sakupljanje gasa vrši se perforiranim cijevima u kojima se podpritisak reguliše putem gasnih ventila. Sakupljeni deponijski gas se transportuje, tretira i koristi na način kojim se sprečava zagađivanje životne sredine. Na deponiji se moraju preduzimati mjere zaštite radi sprečavanja: širenja mirisa i prašine; raznošenja otpada vjetrom; pojačane buke i saobraćaja; pojave ptica, glodara, insekata i drugih štetočina; taloženja aerosola i požara. Deponija mora biti opremljena opremom za pranje točkova vozila prije izlaska na javnu saobraćajnicu. Primljeni otpad na deponiju odlaže se u tijelo deponije u slojevima debljine od 30 do 50 cm. Odloženi otpad pokriva se prekrivkom debljine 15 cm, na kraju svakog radnog dana. Za dnevno prekrivanje otpada koristi se zemljani materijal ili drugi materijal odgovarajućeg kvaliteta. Na deponijama se odlaže obrađeni otpad. Sporedni životinjski proizvodi I, II i III kategorije prije odlaganja na deponiju toplotno se obrađuju.

14.7. Vrste biootpada animalnog porijekla

Biootpad je biološki razgradiv otpad. Vrste biootpada od kojih proizvedeni kompost ili digestat prestaje da bude otpad su: otpad od životinjskog tkiva (otpad od čekinja, rogova, vune, perja, dlaka, sirovog mlijeka, školjki, jaja i drugih sličnih nusproizvoda životinjskog porijekla); životinjski izmet, urin, i đubrivo (uključujući otpadnu slamu), tečni otpad, sakupljen odvojeno i tretiran dalje od mjesta

nastanka, otpad i mulj otpadnih voda, osim otpada iz postrojenja za obradu nusproizvoda životinjskog porijekla 1 i 2 kategorije, otpad od životinjskog tkiva (koža manjih i većih životinja, kopita, čekinja svinja, perja, vune, rogova, dlaka i krzna; materijali neprikladni za potrošnju i obradu (proizvodi životinjskog porijekla, otpadne namirnice životinjskog porijekla ili one koje sadrže životinjske proizvode, mulj od tretmana tečnog otpada na mjestu nastanka (sadržaj separatora masti i sredstava za flotaciju - moguće porijeklo: klanica i proizvodnja mesa ili ribe, mulj iz proizvodnje želatina, želatin, otpad od mliječnih proizvoda. Vrste otpada od kojih proizvedeni kompost ili digestat ne prestaje da bude otpad su ostaci od prerade mlijeka. Kompost i digestat se koriste za: poljoprivredno zemljište radi đubrenja i poboljšanja kvaliteta zemljišta, rekultivacije i sprečavanja erozije u poljoprivredi, nepoljoprivredno zemljište, radi uređivanja dekorativne površine ili kao dodatak za rekultivaciju zemljišta koje nije namijenjeno za proizvodnju hrane i/ili hrane za životinje, rekultivaciju deponija za slojeve koji služe za prekrivanje deponija, proizvodnju supstrata ili đubriva i kompost za izgradnju biofiltera. Organsko recikliranje je postupak aerobne (kompostiranje) ili anaerobne prerade biološki razgradivog materijala.

14.8. Prerada biootpada kompostiranjem

Kompostiranje biootpada vrši se zagrijavanjem biootpada: dvije sedmice na temperaturi od 55 °C ili više za kompostiranje na otvorenom; jednu sedmicu na temperaturi od 65 °C ili više za kompostiranje na otvorenom; jednu sedmicu na temperaturi od 60 °C ili više za zatvoreno kompostiranje. Kompostiranje biootpada vrši se na način kojim se obezbjeđuje adekvatna biološka aktivnost najmanje dvije sedmice uz odgovarajući odnos temperature (termofilne temperature), vlage i snabdjevenosti kiseonikom. Ukoliko prilikom kompostiranja nastaje otpadna voda, treba da se obezbijedi njeno vraćanje u proces ili prečišćavanje i ispuštanje u skladu sa zakonom kojim su uređene vode. Kod zatvorenog kompostiranja i kod kompostiranja na otvorenom gdje se vrši kompostiranje u zatvorenim zgradama treba da se obezbijedi prečišćavanje otpadnih gasova biološkim filterom. **Kompostiranje na otvorenom** je kompostiranje u linijsko oblikovanim gomilama na otvorenom ili u zatvorenom prostoru (zgrade), gdje se biorazgradivi otpad okreće mašinama u cilju povećanja njegove poroznosti, vazdušnosti i homogenosti; **zatvoreno kompostiranje** je kompostiranje u zatvorenim reaktorima u kojima se ubrzava proces kompostiranja pod optimalnom razmjenom vazduha, vode i temperature. Postrojenje za kompostiranje sa najmanjim godišnjim kapacitetom od 3000 t, treba da bude udaljeno od stambenih objekata najmanje 300 m za zatvoreno kompostiranje i 500 m za kompostiranje na otvorenom.

14.9. Prerada biootpada anaerobnom digestijom

Anaerobna digestija se vrši u biogasnom reaktoru, neprekidno u toku 24h na najnižoj temperaturi od 55 °C, s tim da vrijeme hidrauličnog zadržavanja u biogasnom reaktoru ne smije biti manje od 20 dana. Biogasni reaktor je uređaj za vršenje anaerobne digestije sa proizvodnjom biogasa. **Biogas** je mješavina metana i ugljen-dioksida koji nastaje kod anaerobne digestije i koristi se kao gorivo. Ukoliko je temperatura u biogasnom reaktoru niža od 55 °C ili je vrijeme hidrauličnog zadržavanja kraće od 20 dana, potrebno je da se: biorazgradivi otpad prethodno obradi zagrijavanjem najmanje jedan sat na najnižoj temperaturi od 70 °C, ili se digestat nakon završetka anaerobne digestije obradi zagrijavanjem najmanje jedan čas na temperaturi od 70 °C. Ako kod anaerobne digestije nastaje otpadna voda, treba obezbijediti njeno prečišćavanje i ispuštanje u skladu sa propisima. Biogas koji nastaje anaerobnom digestijom može da se koristi kao gorivo u kotlovima, stacionarnim gasnim turbinama ili stacionarnim motorima, ukoliko ispunjava zahtjeve utvrđene zakonom kojim je uređena zaštita vazduha.

14.10. Produkti organskog recikliranja biootpada

Produkti organskog recikliranja biootpada su kompost i digestat. **Kompost** je organska materija, dezinfikovana, bez neprijatnog mirisa, koja nastaje kompostiranjem i koristi se kao đubrivo (humus). **Digestat** je materijal koji nastaje aerobnom digestijom biorazgradivog materijala i koji je bogat makro i mikro hranljivim materijama. Kompost ili digestat koji ispunjavaju uslove kvaliteta *prve kategorije* mogu se koristiti u poljoprivredi. Kompost ili digestat druge kategorije može se koristiti za đubrenje ukrasnog bilja, parkova, zelene površine ili zemljišta za sport i rekreaciju i sl. Kompost ili digestat druge kategorije ne koristi se u zonama sanitarne zaštite, na vodnom i zamrznutom zemljištu, na kosim terenima gdje postoji opasnost od erozije, u močvarama i šumama.

14.11. Metoda prerade nusproizvoda sterilizacijom pod pritiskom

Sterilizacija pod pritiskom je prerada nusproizvoda životinjskog porijekla nakon smanjenja čestica do veličine od najviše 50 mm, pri temperaturi u središtu većoj od 133 °C tokom najmanje 20 minuta bez prekida i pri apsolutnom pritisku od najmanje 3 bara. Ako su djelovi nusproizvoda koji se prerađuju veći od 50 mm, njihovu veličinu treba smanjiti odgovarajućom opremom do 50 mm. Pritisak se postiže tako da se sav vazduh ukloni iz sterilizacijske komore i zamijeni parom ("zasićena para").

14.12. Objekti za preradu i uništavanje nusproizvoda

Nusproizvodi se mogu prerađivati u objektima koji su upisani u registar odobrenih i registrovanih objekata. Objekti u kojima se vrši prerada i uništavanje nusproizvoda treba da su izgrađeni na način kojim se omogućava njihovo efikasno čišćenje, dezinfekcija i oticanje tečnosti, da imaju prostorije za ličnu higijenu (toaleti, garderobe i umivaonici za zaposlene), odgovarajuću zaštitu od štetočina (insekti, glodari i ptice), da obezbijede da lica zaposlena u objektu nose odgovarajuću, čistu i zaštitnu odjeću i dr. Pri izgradnji kafilerija - pogona za preradu nusproizvoda životinjskog porijekla poštuje se princip odvajanja čistog od nečistog dijela pogona. U nečistom dijelu pogona prihvataju se sirovine i pripremaju za preradu, dok se u čistom dijelu obavlja proces prerade sirovine. Nečisti dio čine: sala za prihvatanje, odnosno sekciranje i komadanje leševa, kao i sortiranje konfiskata, odjeljenje za radnike i prostorija za veterinara. Sala za sekciranje leševa i prijem konfiskata mora biti velika i izgrađena od materijala koji se lako čisti i dezinfikuje. Čisti dio kafilerije čine odjeljenja sa aparatima za preradu, kotlarnica, skladišta za finalne proizvode, sanitarni čvor, upravne prostorije i garaža. Za rad kafilerije potrebno je obezbijediti dovoljne količine vode i sistem za odvođenje i prečišćavanje otpadnih voda.

14.13. Proizvodi dobijeni od nusproizvoda životinjskog porijekla

Proizvodi od nusproizvoda životinjskog porijekla se dobijaju postupkom obrade ili prerade nusproizvoda životinjskog porijekla.

Obraden životinjski protein je protein životinjskog porijekla koji je dobijen isključivo od nusproizvoda kategorije 3, a upotrebljava se kao hrana za životinje, odnosno za proizvodnju hrane za životinje, za proizvodnju organskog đubriva i oplemenjivača zemljišta. **Krvno brašno** je obrađeni životinjski protein koji je dobijen toplotnom preradom krvi ili frakcija krvi. **Riblje brašno** je obrađeni protein životinjskog porijekla koji je dobijen od vodenih životinja, osim morskih sisara. **Kolagen** je proizvod na bazi proteina, koji se dobija od kože, kostiju i tetiva životinja. **Želatin** je prirodni, rastvorljiv protein, želiran ili neželiran, koji se dobija djelimičnom hidrolizom kolagena dobijenog od kostiju, kože, tetiva i ligamenata životinja. **Hidrolizovani proteini** su polipeptidi, peptidi i aminokiseline i njihove mješavine, dobijene hidrolizom nusproizvoda životinjskog

porijekla. **Mesno-koštano brašno** su životinjski proteini dobijeni preradom nusproizvoda kategorije 1 ili 2.

14.14. Postupak sa lešom

Postupak sa lešom do transporta treba da bude takav da onemogući širenje uzročnika zaraznih bolesti i da sačuva leš i sve njegove djelove do obdukcije. Za tu svrhu leš se sklanja na sjenovito mjesto i štiti od pristupa pasa, mačaka i ljudi. Takođe leš treba da bude zaštićen od insekata, ptica i glodara. Svi prirodni otvori leša treba da se zatvore vatom ili krpom natopljenom nekim dezinficijensom, kako bi se spriječilo cijeđenje sadržaja u kome se mogu nalaziti patogeni mikroorganizmi i onemogućio pristup insektima. Ako se leš nalazi u štali, treba ga odmah ili što prije ukloniti. Sa susjednih ležišta treba ukloniti životinje i držati ih praznim sve dok se leš ne ukloni, izvrši dezinfekcija i ne prođe vrijeme utvrđeno od strane veterinara. Prevoz leševa treba da se obavlja specijalnim prevoznim sredstvima. Sredstvo za prevoz leševa treba da je potpuno zatvoreno i da je sa unutrašnje strane obloženo nepropusnim materijalom (nerđajući lim) koji onemogućava ispadanje bilo kakvog materijala koji potiče od leša. Na taj način je onemogućen i ulaz insekata i širenje neprijatnog mirisa. Ova prevozna sredstva treba da se lako peru i dezinfikuju. Vrata treba da se otvaraju odozgo prema dolje, jer služe kao rampa za utovar leša. Leš se stavlja u plastičnu ambalažu ili neki drugi nepropusni materijal. Poslije istovara leša obavezna je dezinfekcija opreme i transportnog sredstva.

14.15. Zakopavanje životinjskih leševa i animalnih otpadaka

Zakopavanje nusproizvoda životinjskog porijekla na stočnim grobljima je higijenski i ekonomski najmanje opravdan način njihovog uklanjanja. Patogeni mikroorganizmi opstaju različito dugo vrijeme u zakopanim leševima, zavisno od vrste mikroorganizma. Oni mogu da dospiju na površinu zemljišta podzemnim vodama ili iskopavanjem od strane pasa litalica.

14.16. Stočna groblja

Lokacija stočnog groblja mora da bude na pristupačnom mjestu, udaljena najmanje 500 m od naseljenih mjesta i 150–200 m od glavnih saobraćajnica. Teren predviđen za izgradnju stočnog groblja mora da ima nizak nivo podzemnih voda, ispod 2,5–3 m. Za zakopavanje krupnog leša potrebno je 4 m², a sitnog leša 2 m². Groblje se u prosjeku eksploatiše 10–15 godina, a potom se prekopava. Ako je neophodno da se stočno groblje premjesti sa postojeće lokacije, korišćena površina može ponovo da se koristi za neke druge namjene nakon 26 godina od zakopavanja zadnjeg leša, s tim da se posebna pažnja obrati na mjesta na kojima su zakopani konfiskati zaraženi anaerobima. Stočno groblje mora da bude ograđeno ogradom visine 1,80 m i da ima ulazna vrata za kola. Na ulazu u stočno groblje treba da se sagrađi kućica u kojoj se čuvaju i sekciraju leševi. Jama za sakupljanje otpadnih voda gradi se uz kućicu za sakupljanje leševa. Mora postojati objekat za osoblje koje radi na stočnom groblju sa svim pratećim objektima. Na groblju obavezno mora da se sagrađi dezinfekciona barijera za transportna sredstva koja služe za dovoženje konfiskata. Leš mora da se zakopa dovoljno duboko - debljina sloja zemlje iznad leša treba da bude jedan metar. Mora da postoji dovoljna količina tople i hladne vode.

14.17. Jame grobnice

Jame grobnice su pogodnije od stočnih grobalja jer ne iziskuju kopanje zasebnih grobova za svaki leš, onemogućuju iznošenje uzročnika zaraznih bolesti na površinu zemlje, ne postoji mogućnost da ljudi i životinje dođu do leševa, potrebna je znatno manja površina zemljišta nego za stočno groblje, troškovi oko podizanja i održavanja jame grobnice su znatno manji. Teren na kome se gradi jama grobnica treba da zadovoljava sljedeće uslove: da bude na pristupačnom mjestu izvan naselja, udaljena od njega 500 m i 200–300 m od glavnih saobraćajnica; da teren bude ocjedit, sa nivoom

podzemnih voda nižim od 4,5 m; da se za izgradnju jame grobnice obezbijedi 180 do 250 m² površine zemljišta; ograda oko jame grobnice treba da bude visoka 1,80 m sa velikim ulaznim vratima za prevozna sredstva, sa mogućnošću zaključavanja. Oblik jame grobnice treba da bude okrugao ili četvorougao; širina otvora jame treba da bude 3–4 m; dubina jame 4–12 m; dno jame mora da bude najmanje jedan metar iznad nivoa podzemnih voda; zidovi jame grobnice se zidaju najčešće od cigle, rjeđe od kamena, ali bez vezivanja malterom, dno jame se ne obzidava, već se na njega nabacuje sloj od 0,5 m tucanog kamena ili polomljene cigle; pokrovnna ploča jame grobnice se gradi od armiranog betona. Na pokrovnoj ploči gradi se otvor dimenzija 100 x 80 cm koji služi za ubacivanje konfiskata. Otvor za ubacivanje konfiskata treba da ima gvozdena vrata koja mogu da se zaključavaju. Oko jame se predviđa široka betonska staza od 0,5 m. Mora posjedovati objekat za obdukciju, objekat sa pratećim prostorijama za radnike koji obavljaju ove poslove, dezinfekcionu barijeru, dovoljno vode i dr.

14.18. Vrste nusproizvoda biljnog porijekla

Otpad biljnog porijekla se klasifikuje kao biomasa i biootpad. Biomasa je biljni materijal nastao iz aktivnosti poljoprivrede, šumarstva i prehrambene industrije, industrije celuloze i koji se koristi za grijanje ili u industrijskom procesu. Biootpad je biološki razgradiv otpad iz vrtova i parkova, hrane i drugi otpad koji nastaje u domaćinstvima, ugostiteljskim i maloprodajnim objektima i iz prehrambene industrije. Biootpad može da se koristi kao gorivo, za dobijanje nekog drugog oblika energije, za dobijanje biogoriva, komposta, digestata. Biotpad koji se iz određenih razloga ne može iskoristiti kao gorivo, može se odstraniti spaljivanjem, odlaganjem na deponije i dr. Biološko razgradivi otpad je pogodan za anaerobnu ili aerobnu razgradnju (biootpad, papir i karton). Upravljanje biootpadom se bazira na principima održivog razvoja, kojima se obezbjeđuje efikasnije korišćenje resursa i smanjenje količine otpada. Upravljanje otpadom sprovodi se na način kojim se ne utiče negativno na zdravlje ljudi i životnu sredinu (voda, vazduh, zemljište, biljke, životinje, zaštićena prirodna i kulturna dobra, stvaranje buke).

Pitanja

Šta su nusproizvodi životinjskog porijekla? Koje su kategorije nusproizvoda životinjskog porijekla? Šta je specifični rizični materijal? Zašto je značajno sprovoditi neškodljivo uklanjanje nusproizvoda životinjskog porijekla? Kako se odlažu i upotrebljavaju pojedine kategorije nusproizvoda? Koje su metode za odlaganje nusproizvoda animalnog porijekla? Koje su metode za preradu nusproizvoda animalnog porijekla? Objasnite metodu spaljivanja i suspaljivanja nusproizvoda animalnog porijekla. Objasnite metodu sagorijevanja nusproizvoda animalnog porijekla. Koje su vrste biootpada animalnog porijekla? Objasni metodu kompostiranja biootpada. Objasni metodu anaerobne digestije biootpada. Šta su deponije? Šta su kafilerije? Koji su normativi za izgradnju stočnih groblja? Koji su normativi za izgradnju jama grobnica?

15. HIGIJENA UKLANJANJA I KORIŠĆENJA STAJNJAKA

15.1. Definicija stajnjaka i njegov značaj

Stajnjak je osnovni nusproizvod stočarske proizvodnje, koji se najviše koristi za poboljšanje plodnosti zemljišta. U zavisnosti od načina držanja životinja, nastaje čvrsti ili tečni stajnjak. Čvrsti stajnjak predstavlja mješavinu fecesa, mokraće i prostirke, dok se tečni stajnjak sastoji od fecesa i urina. Stajnjak može biti ozbiljan zagađivač životne sredine, a naročito zemljišta i voda. On može biti izvor zaraznih i parazitskih agenasa, koji mogu ugroziti zdravlje životinja i ljudi. Takođe može biti izvor otrovnih gasova neprijatnog mirisa, kao i čestica prašine koje zagađuju vazduh. Stajnjak

može kontaminirati ne samo zemljište, nego i biljke koje rastu na njemu, a preko kojih se prenose bolesti na životinje i ljude. Pri prekomjernoj primjeni stajnjaka može doći do promjena u hemijskom sastavu biljaka i tako one mogu postati štetne po zdravlje životinja. Prije upotrebe stajnjak treba da se oslobodi patogenih mikroorganizama, razvojnih oblika parazita i toksičnih materija. Kod goveda se izdvaja tečni stajnjak u količini 7-8% od tjelesne mase dnevno. Od grla tjelesne mase 500 kg se oslobađa 35-42 kg tečnog stajnjaka dnevno. Svinje dnevno izdvajaju feces i urin u količini od 5%, a živina u količini od 10% svoje tjelesne mase. Po jednom uslovnom grlu stvara se oko 1,5 m³ čvrstog stajnjaka za mjesec dana. Jedno uslovno grlo goveda oko 16 puta više zagađuje životnu sredinu nego jedan čovjek.

15.2. *Sistemi prikupljanja i uskladištenja stajnjaka*

Ekskrementi (feces i urin) moraju što prije da se uklone iz staje i da se do upotrebe deponuju. Način prikupljanja i deponovanja zavisi od toga da li se radi o čvrstom ili tečnom stajnjaku.

15.2.1. *Prikupljanje i skladištenje čvrstog stajnjaka*

Za prikupljanje ovog stajnjaka potrebno je izgraditi pune podove u stajama. Cjelokupna količina ekskremenata se sakuplja u kanal iza ležišta i uključivanjem izdubriivača uklanja iz staje. Osoka koja se prikuplja u kanalima iza ležišta odvodi se izvan staje putem specijalnih cijevi ili kanala do sabirne osočne jame. Kanali imaju dovoljan pad da bi se omogućilo što brže oticanje osoke, a pravljani su od betona. Ukoliko se koriste cijevi, one su građene od pečene gline. U zidu staje na početku spoljašnjeg kanalizacionog sistema ugrađuju se hidraulični zatvarači koji sprečavaju vraćanje neprijatnih gasova koji se stvaraju usljed razlaganja osoke. Osočne jame moraju biti daleko od staja najmanje 10-15 m, a od bunara najmanje 20-25 m. Grade se najčešće od betona. Otvor jame se pokriva betonskom pločom i treba da bude visočiji od okolnog terena, da bi se spriječio ulazak površinske vode. U stajama sa slobodnim načinom držanja životinja na dubokoj prostirci, stajnjak se formira na čitavoj podnoj površini, bez izdvajanja urina i uklanjanja se najčešće 2 puta godišnje. Deponije stajnjaka ne treba graditi uz samu staju, zbog prisustva insekata i gasova neprijatnog mirisa. Udaljenost deponija od staja bi trebalo da iznosi najmanje 50 m, od stanova najmanje 100 m, a od bunara 50-100 m. Mjesto za deponiju treba da se nalazi na nizvjetarnoj strani staja i stambenih objekata, da bi se spriječio širenje gasova neprijatnog mirisa. Između deponije stajnjaka i staja, odnosno stanova treba formirati zeleni pojas zasađivanjem drveća. Zemljište na kojem se gradi deponija stajnjaka ne smije biti propustljivo za tečnost niti podvodno. Zemljište treba da je malo uzvišeno i bez visokog nivoa podzemnih voda. Jama treba da je dubine 1,0-1,5 m. Zidovi i dno jame grade se od betona koji je nepropustljiv za tečnost. Visina zida iznad ukopanog dijela treba da bude oko 80-100 cm. Dno jame deponije stajnjaka treba da ima pad od 2-3 cm na 1 m dužine, usmjeren prema jednoj dužoj strani. Na strani sa najnižim dnom uz deponiju se gradi jama za osoku. Osočna jama deponije se takođe gradi od betona sa dnom koje leži 1,5-2,0 m niže od dna deponije. Gradi se tako da jedna njena polovina leži u samoj deponiji, a druga polovina sa njene spoljašnje strane. Stajnjak se na deponiju slaže do 2 m visine. Po svakom uslovnom grlu potrebno je obezbijediti 0,80-1,40 m³ zapremine deponije za jednomjesečno deponovanje stajnjaka, zavisno od toga koliko se u staji koristi prostirka. To znači da bi trebalo predvidjeti 4,8-8,4 m³ prostora po uslovnom grlu kod pražnjenja deponije stajnjaka dva puta godišnje. Deponije za stajnjak mogu biti pokrivene i nepokrivene. Da bi sagorio u pravilnom pakovanju stajnjaku je potrebno 2-4 mjeseca, zavisno od godišnjeg doba. Kapacitet jame za osoku, odnosno mokraću treba da omogućava deponovanje mokraće koju izluče životinje za dva mjeseca. Ako u osočnu jamu ne ulaze druge tečnosti, sem mokraća, predviđa se 2 m³ za jedno goveče, 1,5 m³ za jednog konja i 0,1 m³ za jednu svinju. Skladištenje i pakovanje stajnjaka se vrši na više načina. Postoji: hladan, topao, toplo-hladni (Krancov) i biotermički način pakovanja stajnjaka. Pri **hladnom** načinu stajnjak se baca na deponiju i odmah sabija. Na taj način se iz stajnjaka istiskuje vazduh i onemogućava održavanje aerobnih

mikroorganizama. Stajnjak se sabija u gomile visine 1,50 do 1,80 m u kojima se stvaraju anaerobni uslovi i razvija temperatura najviše 40 °C. Ovako skladišteni stajnjak se ne minerališe u potpunosti. Takvi procesi se najčešće odvijaju u toku zime i pri atmosferskim padavinama u otvorenim deponijama. Organska materija u ovom stajnjaku ostaje nerazgrađena i do 50%, humifikacija nastaje do izvjesnog stepena, ali stepen mineralizacije nije zadovoljavajući. Temperatura do 40 °C nije dovoljna da uništi vegetativne oblike patogenih mikroorganizama i razvojne oblike parazita, a u anaerobnim uslovima stradaju živa bića koja ne podnose odsustvo kisenika. Pri **toplom** načinu, stajnjak se najprije razbacuje na gomilice bez sabijanja, odnosno rastresito da bi se omogućio što veći pristup vazduha. Gomilice su veličine 0,5-1 m, a ređaju se jedna uz drugu. Ovako složen stajnjak ostaje 3-4 dana, za koje vrijeme se u njemu razvijaju aerobni procesi, temperatura se najprije povećava na 40-50 °C, a kasnije na 60-65 °C. Poslije toga se gomilice stajnjaka sabijaju, a iznad površnog sloja se stavlja novi sloj stajnjaka. Na ovaj način se u stajnjaku razvija temperatura do 80 °C. Slojevi stajnjaka se slažu jedan na drugi do visine od 5 m i više. Kod ovog načina pakovanja stajnjaka razvija se visoka temperatura koja uništava aerobne mikroorganizme, parazite i njihove razvojne oblike. Po sabijanju, iz stajnjaka se istiskuje vazduh i usporavaju aerobni procesi. Na ovaj način pakovani stajnjak sazrijeva za 3-4 mjeseca u zimskom, a 1,5-2 mjeseca u ljetnjem periodu. **Krancov** način pakovanja stajnjaka je u suštini kombinacija hladnog i toplog načina, odakle i naziv toplo-vlažni način. Najprije se stajnjak baca rastresito da se zagrije, a potom sabija. Na ovaj način se zadržava viša temperatura i više kiseonika u stajnjaku. Rastresito formirane gomilice ostaju 2-4 dana, zavisno od temperature okolnog vazduha, a potom se naglo sabijaju. U prvoj aerobnoj fazi u stajnjaku se razvija temperatura do 65 °C. Stajnjak se slaže u kocke dimenzije 1,5 x 1,5 x 1,5m, koje se postavljaju etažno. U drugoj fazi stajnjak se hladi. U ovoj fazi stajnjak se poliva mokraćom. Na ovaj način stajnjak sazrijeva za 2-4 mjeseca, a u zimskom periodu nešto duže. **Biotermički način** pakovanja stajnjaka predstavlja dezinfekciju i primjenjuje se kada postoji sumnja na zaraznu bolest ili je ona već dijagnostikovana na farmi. Stajnjak se pakuje na određenom prostoru na površini zemljišta u širini 1,5-2 m, a u dužini prema potrebi. Ako je površina betonirana, treba temeljno da se očisti i dezinfikuje. Ako je u pitanju zemljana površina, ona se prethodno prekopava, sloj zemljišta do dubine 20 cm se uklanja, a nastala šupljina se popunjava glinom, koja se sabija. Iznad sloja gline stavlja se sloj od pogodnog izolacionog materijala (slama, sijeno, lišće, šuška, trska, treset ili nezaraženi stajnjak) debljine 10 cm. Na ovaj sloj se rastresito slaže sloj stajnjaka koji se smatra zaražen, do visine od 1,00 m. Iznad ovog sloja se ponovo slaže izolacioni materijal, a iznad njega nabacuje sloj zemljišta debljine 10 cm. U rastresito nabacanom stajnjaku ima dovoljno vazduha, odnosno kiseonika i u njemu se razvijaju aerobni procesi. U stajnjaku se razvijaju termofilni mikroorganizmi uz temperaturu od oko 65 °C do 75 °C. Da bi se razvili obimniji aerobni procesi potrebno je da se stajnjaku dodaje slama, koja obezbjeđuje više vazduha. Vlažnost stajnjaka može da se kreće 20% - 50%, ne više od 70%. Da bi se postigla odgovarajuća vlažnost, stajnjak se suši ili poliva osokom. U biotermičkoj dezinfekciji stajnjaka *B. anthracis* propada relativno brzo. Za 3-4 dana uginjavaju jaja i larve muva, za 3 nedelje koliformni mikroorganizmi, većina salmonela, pasterele, brucele. Jaja askarida propadaju za oko 25 dana. Uzročnik sakagije uginjava za 2 mjeseca, a uzročnik tuberkuloze za 3 mjeseca. Onkosfere ehinokoka, jaja trihostrongilusa i uzročnici paratuberkuloze uginjavaju za 6 mjeseci. Poboljšanje kvaliteta i higijene čvrstog stajnjaka u suštini se sastoji u očuvanju što veće količine azota i uništavanju mikroorganizama i drugih štetnih agenasa. Da bi se zadržao azot u što većoj količini, čvrstom stajnjaku se u staji dodaje pepeo, gašeni kreč, superfosfat i dr. Ovi preparati potpomažu da azot pređe u kalcijum nitrat i kalcijum nitrit i na taj način se zadrži u stajnjaku. Dodati superfosfat vezuje azot i sprečava da amonijak ispari iz stajnjaka. Čvrsti stajnjak se razbacuje na poljoprivredne površine po njegovom sazrijevanju - kada je izvršen proces mineralizacije organske materije i kada su uništeni živi agensi u stajnjaku.

15.2.2. Sakupljanje i skladištenje tečnog stajnjaka

Za uklanjanje tečnog stajnjaka koriste se dva postupka. Prvi postupak se primjenjuje u stajama sa cjelorešetkastim podovima, kao što imaju npr. tovilista za junad i svinje. Ispod čitavog poda staje nalazi se betonska jama, bazen u koju propadaju feces, urin i otpadna voda. Ovi bazeni služe za sakupljanje i privremeno skladištenje tečnog stajnjaka, koji se odatle izvlači crpkama i odvozi cistijernama na poljoprivredne površine. Crpljenje ovog stajnjaka može da se vrši direktno iz bazena staje, ili se na spoljašnjoj strani zida staje postavlja posebna crpna jama povezana sa bazenom. Dno bazena u staji treba da ima pad 5-10% prema mjestu gdje se vrši crpljenje stajnjaka, odnosno prema crpnoj jami čije dno treba da bude niže od dna bazena za 50 cm. Ovaj način izdubavanja se danas rijetko koristi, jer dolazi do velikog zagađivanja vazduha u staji. Drugi način sakupljanja tečnog stajnjaka unutar staja vezan je staje sa djelimično rešetkastim podovima. U ovom slučaju tečni stajnjak se sakuplja u kanalima ispod rešetki. Za tečni stajnjak se uglavnom koriste dva tipa sabirnika - skladišta. Prvi tip su duboko ukopana skladišta (sabirnici, lagune), a drugi su nadzemna visoka skladišta - silosi za stajnjak. To su betonski objekti koji se povremeno prazne pomoću stacionarnih ili mobilnih crpki, uz prethodnu homogenizaciju stajnjaka. Crpkama se stajnjak crpi, tovari u cistijerne i razvozi na poljoprivredne površine. Obradom tečnog stajnjaka se uklanjaju rizici od potencijalnih infektivnih agenasa. Postoje različiti sistemi kojima se vrši obrada tečnog stajnjaka. Osnovne objekte u ovim sistemima predstavljaju lagune u koje se dovodi tečni stajnjak iz stajskih objekata i u kojima se odvijaju biološki procesi. Ti procesi se odvijaju pod aerobnim ili anaerobnim uslovima. Zavisno od toga kako se formiraju aerobni uslovi, lagune se dijele na: prirodne ili vještačke oksidacione lagune i aerirane lagune.

15.2.2.1. Oksidacione lagune

Oksidacionim lagunama se postiže bolja oksidacija organskih materija prirodnim putem. Apsorpcija kiseonika iz vazduha u tečni stajnjak, a time i oksidacioni procesi u njemu, odvijaju se u zavisnosti od veličine površine tečnog stajnjaka koja je u direktnom kontaktu sa vazduhom, uticaja vjetrova, sunčeve svjetlosti, toplote, kao i debljine sloja stajnjaka. Oksidacioni procesi u tečnom stajnjaku se razvijaju, zavisno od gustine, do oko 60 cm dubine. U sloju od 120 cm odvijaju se aerobno-anaerobni procesi, a u 300 cm dubokom sloju isključivo anaerobni procesi. Zbog toga oksidacione lagune moraju da budu plitke, sa dubinom najviše 1,0-1,5 m. U oksidacionim lagunama tečni stajnjak se zadržava od 7 dana do nekoliko nedelja, nakon čega se lagune prazne. Tečni stajnjak u laguni sedimentacijom stvara dva sloja. U gornjem debljem, tečnom sloju vladaju potpuno aerobni uslovi, dok se na dnu u talogu odvijaju anaerobni procesi. Važno je da aerobni procesi budu dominantni.

15.2.2.2. Aerirane lagune

Za razliku od oksidacionih laguna u kojima se proces razgradnje organskih materija odvija nekontrolisano, aerirane lagune omogućavaju da se taj proces kontroliše. Aerobni uslovi se obezbjeđuju kontrolisanim ubacivanjem u tečni stajnjak potrebnih količina vazduha, odnosno kiseonika, koji je dovoljan da oksidiše prisutne organske materije. Ovo ubacivanje se vrši pomoću mehaničkih uređaja - aeratora. Oni istovremeno pokreću i miješaju masu tečnog stajnjaka u laguni i na taj način omogućavaju da se cjelokupna količina organskih materija što brže oksidiše. Zato se aerirane lagune grade dublje, njihova dubina iznosi obično 4-5 m. U aeriranim lagunama stajnjak se zadržava 5-10 dana, a pri nepovoljnim vremenskim uslovima - nižim temperaturama, znatno duže. Po isteku ovog perioda laguna se prazni i stajnjak otprema na poljoprivredne površine. Preko aeriranih laguna se postiže visoki stepen razgradnje organskih materija stajnjaka. Taj stepen razgradnje može da iznosi 80-95%.

15.2.2.3. Anaerobni biološki postupak obrade tečnog stajnjaka

Ovim postupkom tečni stajnjak se odvodi u otkrivene duboke bazene ili lagune u kojima vladaju anaerobni uslovi. Dubina ovih laguna mora biti veća od 1,5 m, a kreće se do 5 m i više. Otvori laguna su manji nego kod aeriranih laguna, kako bi se onemogućila veća apsorpcija kiseonika iz vazduha, odnosno da bi se stvorili anaerobni uslovi. Za razmnožavanje anaerobnih mikroorganizama potrebna je temperatura najmanje 15 °C. Tečni sloj u anaerobnim lagunama ostaje 30-60 dana, nakon čega se crpi i koristi za fertilizaciju. Talog se povremeno čisti iz lagune, a čine ga ostaci teško razgradive organske materije i mikroorganizmi.

15.2.2.4. Kapaciteti potrebni za skladištenje čvrstog i tečnog stajnjaka, otpadnih voda silaže i kišnice

Kapaciteti potrebni za skladištenje čvrstog i tečnog stajnjaka, otpadnih voda silaže i kišnice prikazani su u tabeli 18.

Tabela 18. Kapaciteti potrebni za skladištenje čvrstog i tečnog stajnjaka, kao i otpadnih voda silaže i kišnice

Tip stoke/klasa otpadnih voda	Zahtjevi u pogledu skladištenja	
goveda	Čvrsti stajnjak	Tečni stajnjak
Krave (na ležištima i prostirci)	8 m ³	2 m ³
Priplodni bikovi i junad u tovu na prostirci	8 m ³	2 m ³
Stoka u tovu sa rešetkastim podom	-	5 m ³
Stoka u tovu na prostirci	6 m ³	1 m ³
Mlada stoka na slami:	3 m ³	0,5 m ³
- junad starosti do 1 godine (ne uključuje tovne bikove)	6 m ³	1,5 m ³
- junad za uzgoj starije od 1 godine		
Tip stoke	Zahtjevi u pogledu skladištenja	
Ovce i koze	Čvrsti stajnjak	Tečni stajnjak
Ovce i koze koje prezimljavaju u zatvorenom prostoru:	0,6 m ³	0,08 m ³
-ovce/koze sa jagnjadima/jaradima do 6 mjeseci i priplodni ovnovi/jarčevi	0,3 m ³	0,04 m ³
-jagnjad/jarad starija od 6 mjeseci za tov ili uzgoj		
Ovce i koze koje prezimljavaju na otvorenom prostoru u torovima:	-	0,1 m ³
Ovce/koze sa jagnjadima/jaradima do 6 mjeseci i priplodni ovnovi/jarčevi	-	0,05 m ³
Svinje	Čvrsti stajnjak	Tečni stajnjak
Svinje na gredama ili betonu sa minimalnom prostirkom:		
Krmače na prostirci i priplodni nerast	-	2 m ³
Svinje za uzgoj i tov	-	1 m ³
Svinje na slami:		
Krmače na prostirci i priplodni nerast	2 m ³	1 m ³
Svinje za uzgoj i tov	1 m ³	0,5m ³
Živina	Čvrsti stajnjak	Tečni stajnjak
Kokoške nosilje u baterijskim kavezima, za 100 ptica	2 m ³	0,2 m ³
Kokoške nosilje na slami ili strugotinama za 100 ptica	3 m ³	0,2 m ³

Mlade kokokške za uzgoj na slami ili strugotinama za 100 ptica	1 m ³	0,1 m ³
Pilići za tov na slami ili strugotinama za 100 ptica	1,5 m ³	0,1 m ³
kišnica		
Ekonomska dvorišta, krovovi i gomile stajskog đubriva koje otiču u cistijernu za tečni stajnjak, po m ² površine	-	3 m ³
Otpadne vode od silaže		
Skladište za silažu po m ³ zapremine	-	Litara
Travna silaža	-	20-40
Kukuruzna silaža	-	10-20

15.2.2.5. Nitratna direktiva EU - Council directive 91/676/EEC

Upravljanje stajnjakom se sprovodi u skladu sa dobrom poljoprivrednom praksom uz primjenu **Nitratne direktive EU - Council directive 91/676/EEC**. Ova direktiva ima za cilj smanjenje i sprečavanje zagađenja voda nitratima iz poljoprivrednih izvora. Iako je upotreba nitratnih đubriva neophodna za poljoprivredu, prekomjerna upotreba đubriva predstavlja opasnost za okolinu. Radi zaštite zdravlja ljudi, živih resursa i ekosistema voda potrebno je smanjiti zagađenje voda izazvano nitratima iz poljoprivrednih izvora i spriječiti dalje zagađenje. Potrebno je preduzeti mjere u pogledu skladištenja i primjene svih azotnih jedinjenja u zemljištu. Podsticanjem dobre poljoprivredne prakse, države mogu obezbijediti opšti nivo zaštite svih voda od onečišćenja. Ona obuhvata mjere ograničenja primjene đubriva koja sadrže azot, kao i primjenu stajskog đubriva. Potrebno je kontrolisati vode na prisustvo azotnih jedinjenja. Kodeks dobre poljoprivredne prakse ima za cilj smanjenje onečišćenja vode i zemljišta nitratima i obuhvata: poštovanje razdoblja u kojima nije prikladno primjenjivati đubrivo na zemljištu, primjenu đubriva na zemljištu na strmom, poplavljenom, zaleđenom ili snijegom prekrivenom terenu, primjenu đubriva na zemljištu u blizini vodenih tokova, izradu skladišta za stajsko đubrivo, mjere zaštite od onečišćenja voda uzrokovano isticanjem tečnosti koje sadrže stajsko đubrivo, otpadnih voda iz pohranjenih biljnih materijala, kao na primjer silaže, i njihovim prodiranjem u podzemne i površinske vode, postupci primjene vještačkih i stajskih đubriva na zemljištu. Količina stajskoga đubriva po gazdinstvu ne treba da premaši količinu od 170 kg azota/ha zemljišta. U prvom četvorogodišnjem programu može biti dozvoljena količina đubriva koja sadrži do 210 kg azota.

Pitanja

Objasnite kako se prikuplja i skladišti čvrsti stajnjak. Kako se prikuplja i skladišti tečni stajnjak? Koji se propis Evropske unije odnosi na zaštitu voda od onečišćenja nitratima iz poljoprivrednih izvora? Koje su posljedice nedovoljne ili prekomjerne primjene azota u đubrenju poljoprivrednih kultura i ishrani domaćih životinja? Koje su mjere dobre poljoprivredne prakse u primjeni azotnih đubriva i stajnjaka prema nitratnoj direktivi? Koja je najveća dopuštena količina unosa čistog azota u zemljište putem organskog đubriva? U kojim slučajevima nije dopušteno đubrenje stajskim đubrivom?

16. DOBRA POLJOPRIVREDNA PRAKSA U ZAŠTITI BILJA

16.1. Zakonski propisi koji regulišu oblast zaštite bilja u Crnoj Gori

Zakonom o zdravstvenoj zaštiti bilja (Sl. list RCG, br. 28/ 2006, 73/10, 28/11, 48/15) uređuju se zdravstvena zaštita i biološke mjere za zaštitu bilja, mjere za sprečavanje unošenja, širenja i suzbijanja štetnih organizama na bilju, biljnim proizvodima, objektima pod nadzorom i dr. Državac bilja dužan je da radi otkrivanja pojave i sprečavanja širenja štetnih organizama obavezno pregleda gajeno bilje na površinama na kojima ih uzgaja, o svim novim i neuobičajenim pojavama ili sumnjama o prisustvu štetnih organizama obavijesti organ uprave, bez odlaganja preduzme mjere koje odredi organ uprave radi sprečavanja širenja, suzbijanja ili iskorjenjivanja štetnih organizama; vodi evidenciju o preduzetim mjerama zaštite bilja. *Zakonom o sredstvima za zaštitu bilja* (Sl. list CG, br. 51/2008, 40/2011, 18/2014) uređuje se način klasifikacije, registracija, promet i upotreba sredstava za zaštitu bilja i aktivnih supstanci, maksimalno dozvoljeni nivo rezidua sredstava za zaštitu bilja, način vođenja registara i evidencija, razmjena podataka i druga pitanja od značaja za sredstva za zaštitu bilja. Integralna zaštita bilja je racionalna upotreba kombinacije bioloških, biotehnoloških, hemijskih i drugih mjera za uzgoj bilja, pri čemu se upotreba sredstava za zaštitu bilja ograničava na minimum; dobra poljoprivredna praksa zaštite bilja je praksa biranja, doziranja i vremenske primjene sredstava za zaštitu bilja radi osiguranja efikasne zaštite bilja sa minimalnim količinama sredstava za zaštitu bilja. Sredstva za zaštitu bilja ne smiju se stavljati u promet i koristiti na teritoriji Crne Gore ako nijesu registrovana u skladu sa zakonom. Sjemenski materijal koji se stavlja u promet može se tretirati samo sredstvima za zaštitu bilja koja su registrovana.

16.2. Principi integralne poljoprivredne proizvodnje

Intenzivna proizvodnja ima za posljedicu ugrožavanje divljih vrsta i kontaminaciju podzemnih i površinskih voda. Samo održivi načini iskorišćavanja zemljišta koji ne ugrožavaju životnu sredinu mogu imati perspektivu. Oni podrazumijevaju isključivanje iz upotrebe zagađujućih agrohemikalija, naročito pesticida i đubriva i primjenu održivih i neškodljivih tehnologija. Očuvanje i poboljšanje plodnosti zemljišta, biodiverziteta i pridržavanje etičkih i društvenih principa su temelji integralne poljoprivredne proizvodnje. Biološki, tehnički i hemijski metodi se pažljivo balansiraju uzimajući u obzir zaštitu prirodne sredine, profitabilnost i socijalne zahtjeve. Pametno upravljanje prirodnim resursima može pomoći da se smanji upotreba đubriva, pesticida i goriva. Smanjena upotreba ovih materijala smanjuje zagađenje, ali i proizvodne troškove. Integralna proizvodnja ima za cilj proizvodnju visoko kvalitetnih poljoprivrednih proizvoda uz pomoć ekološki sigurnih tehnika koje su bezbjedne za ljudsko zdravlje. U borbi sa štetočinama, bolestima i korovom prvo se moraju koristiti preventivne (indirektne) mjere. Preventivne mjere se baziraju na izboru odgovarajućih otpornih/tolerantnih sorti; primjeni optimalnih plodoređa, odgovarajuće tehnike obrade (npr. gustina sjetve, nedovoljna sjetva i dr.); balansiranog đubrenja (posebno azotom) i navodnjavanja; zaštitom i unapređenjem značajnih prirodnih neprijatelja odgovarajućim mjerama zaštite bilja; očuvanjem biološke kontrole ključnih štetočina pomoću antagonista. Ukoliko mjere indirektna zaštite bilja nisu dovoljne, koriste se i direktne mjere zaštite bilja, pri čemu se prednost daje onim mjerama koje imaju najmanji uticaj na ljudsko zdravlje, ne ciljane organizme i životnu sredinu (tabela 16). Biološke, biotehničke i fizičke metode imaju prednost u odnosu na hemijske metode. Sve agrohemikalije koje se primjenjuju moraju da ispune osnovne zahtjeve dobre poljoprivredne prakse. Sva sredstva za zaštitu bilja koja se primjenjuju moraju biti registrovana. Prilikom izbora pesticida mora se uzeti u obzir njihova toksičnost za čovjeka, toksičnost za ključne prirodne neprijatelje i druge organizme, njihov potencijal za zagađenje životne sredine (zemljište, voda, vazduh), sposobnost da stimulišu štetočine i bolesti, njihova selektivnost, djelovanje, potencijal da razviju otpornost ciljne grupe, neophodnost upotrebe. Kontrola korova treba da se što je moguće više sprovodi nehemijskim

metodama. Hemijska dezinfekcija zemljišta nije dozvoljena. U cilju sprovođenja integralne proizvodnje, za svaku kulturu mora da se sastavi: lista ključnih štetočina, bolesti i korova koji su ekonomski važni i koji zahtijevaju redovne mjere kontrole u određenom regionu, listu najvažnijih prirodnih antagonista za tu lokaciju, kao i podaci o njihovom značaju za svaku kulturu. Preporučena je zaštita barem dva antagonista. Treba sastaviti listu preventivnih i veoma selektivnih mjera direktne kontrole koje treba koristiti u programu integralne proizvodnje („zelena lista“) i listu pesticida koje treba koristiti sa ograničenjem („žuta lista“). Strogo se preporučuje ograničena primjena na što je moguće manje oblasti (npr. trakasto prskanje, tačkasto tretiranje). Treba da se dokumentuje način primjene u skladu sa uputstvima na proizvodu. Prskanje se ne vrši pri vjetrovitim vremenskim uslovima kada je brzina vjetera veća od 5 m/s, temperatura iznad 25 °C i relativna vlažnost ispod 50 %. Osnovni zahtjevi dobre poljoprivredne prakse vezano za skladištenje, rukovanje i odlaganje pesticida, rukovanje i održavanje opreme za prskanje moraju se ispoštovati i dr. Akcenat integralne proizvodnje se stavlja na holistički pristup koji obuhvata čitavo gazdinstvo, na centralnu ulogu ekosistema, balansirane cikluse hranljivih materija i dobrobit životinja. Integralna proizvodnja primjenjuje jedino integralnu kontrolu štetnih organizama i primjene đubriva. Ona se oslanja na regulaciju ekosistema, očuvanje dobrobiti životinja i prirodnih resursa. Agro-ekosistemi su osnova za planiranje i sprovođenje svih aktivnosti na gazdinstvu. Treba što je moguće manje remetiti prirodne resurse poljoprivrednim aktivnostima. Stabilni agro-ekosistemi u kojima živi raznovrsna flora i fauna su značajna pomoć poljoprivredniku i predstavljaju „funkcionalni biodiverzitet“. Način držanja životinja na farmi, transport i postupci klanja treba da imaju u vidu osnovne oblike ponašanja i dobrobit pojedinih vrsta životinja i savremene domaće i međunarodne zahtjeve.

Aktivnosti u oblasti zaštite bilja prema principima održive poljoprivrede prikazane su u tabeli 19.

Tabela 19. Aktivnosti u oblasti zaštite bilja prema principima održive poljoprivrede (Boller et al. 2004.)

Indirektna zaštita biljaka (prevencija)	1. Optimalna upotreba prirodnih resursa - npr. kulture prilagođene lokalnim uslovima; otporne sorte i klonovi; kontrola korova kompeticijom sa zasadam; mješavina sorti i kultura; optimalno vrijeme sadnje- 2. Poljoprivredne mjere bez negativnog uticaja na agro-ekosistem - npr. bez viška unosa hraniva (naročito azota); optimalna gustina sadnje i biljaka (prozračivanje); nizak intenzitet obrade kojima se štiti plodnost zemljišta; kontrola korova (kontrola erozije zemljišta); upravljanje staništem u cilju poboljšanja biodiverziteta. 3. Zaštita i povećanje antagonista (korisnih artropoda, gljiva, biljaka) - inokulativno oslobađanje; supresivna zemljišta; upravljanje staništem.
Odluka da se primijene indirektna mjere se donosi na osnovu praćenja i prognoziranja rizika.	
Direktna zaštita biljaka (=kontrola)	4. Upotreba mjera kontrole koje direktno djeluju na ciljane organizme (štetočine, bolesti, korovi) npr. biološke i biotehničke: tehnika sterilnih insekata; ponovljeno oslobađanje selektivnih parazitoida, predatora, entomopatogena (npr. virusi) i gljivičnih antagonista, stimulirana otpornost; kompetitivne biljke; mikroherbicidi i selektivni biljojedi u kontroli korova. Selektivne hemikalije: feromoni (npr. prekid parenja, ometači izlijevanja jaja). 5. Primjena manje selektivnih mjera, kada prethodni koraci ne sprečavaju neprihvatljivu štetu: poluselektivni pesticidi: npr. <i>Bacillus thuringiensis</i>, regulatori rasta insekata, fungicidi sterolinh inhibitori i dr.

16.3. Dobra poljoprivredna praksa u proizvodnji sjemenskog materijala

Zakonom o sjemenskom materijalu poljoprivrednog bilja Republike Crne Gore (Sl.list RCG, br. 28/2006, 61/2011, 48/2015) uređuju se uslovi i način proizvodnje, dorade, kontrole ispitivanje kvaliteta, promet i uvoz sjemena žita, industrijskog, krmnog, povrtarskog, ljekovitog, aromatičnog i drugog bilja, priznavanje sorti poljoprivrednog bilja, upis sorti u Registar sorti poljoprivrednog bilja i dr. Sertifikacija je postupak priznavanja proizvodnje sjemenskog materijala nakon sprovedene stručne kontrole. Proizvodnjom sjemenskog materijala može da se bavi proizvođač - privredno društvo, drugo pravno lice ili preduzetnik koji je upisan u Registar proizvođača sjemenskog materijala. Proizvođač može proizvoditi sjemenski materijal sorti koje su upisane u Registar sorti poljoprivrednog bilja. Proizvođač je dužan da od vlasnika sorte obezbijedi saglasnost za umnožavanje sjemenskog materijala zaštićene sorte u skladu sa zakonom. Proizvođač je dužan da ima plan proizvodnje kojim će definisati kritične tačke za pojedine vrste poljoprivrednog bilja, koje bi mogle uticati na kvalitet, zdravstveno stanje i prinos sjemenskog materijala i metode za praćenje i kontrolu kritičnih tačaka; da sprovodi mjere radi sprečavanja pojave, odnosno širenja štetnih organizama; vodi evidenciju i čuva dokumentaciju o održavanju, odnosno priznavanju ili nabavci sjemenskog materijala. Proizvođač je dužan da čuva dokumentaciju najmanje jednu godinu za jednogodišnje usjeve, odnosno tri godine za višegodišnje zasade. Proizvodnja sjemenskog materijala podliježe obaveznoj stručnoj kontroli. Stručnom kontrolom se utvrđuje porijeklo sjemena, vrsta, sorta i kategorija, autentičnost i čistoća vrste i sorte, prostorna izolacija, zdravstveno stanje usjeva, prisustvo korova, opšte stanje i razvoj usjeva, primjena agrotehničkih mjera i očekivani prinos naturalnog sjemena. Stručnu kontrolu proizvodnje sjemenskog materijala vrši organ uprave i odnosi se na: kontrolu sjemenskog usjeva, zemljišta, objekata za proizvodnju, skladišnog prostora i pripremu sjemenskog materijala za promet; pregled dokumentacije, zapisnika i knjige evidencije; ispitivanje uzoraka u cilju potvrđivanja kvaliteta i zdravstvenog stanja bilja; kontrolu kvaliteta sjemenskog materijala prije stavljanja u promet i sl. Na osnovu izvještaja o izvršenoj stručnoj kontroli, organ uprave izdaje sertifikat o priznavanju sjemenskog usjeva. Sjemenski materijal može da se stavlja u promet ako je doraden. Dorada sjemenskog materijala obuhvata postupak sušenja, čišćenja, kalibriranja, piliranja, tretiranja zaštitnim sredstvima, pakovanje, plombiranje, etiketiranje i druge slične postupke. Naturalno, odnosno nedorađeno sjeme koje se dorađuje mora da ima sertifikat o priznavanju sjemenskog usjeva. Doradom sjemenskog materijala može da se bavi privredno društvo i preduzetnik ako je upisan u Registar dorađivača sjemenskog materijala. Dorađivač je odgovoran za kvalitet dorade sjemenskog materijala. Dorađivač je dužan da, u roku od pet dana od dana prijema sjemenskog materijala prijavi organu uprave preuzetu količinu naturalnog sjemena. Kvalitet sjemenskog materijala obuhvata čistoću, vlagu, kljavost, zdravstveno stanje, kalibražu i čistoću vrste i sorte. Kvalitet sjemenskog materijala se utvrđuje za svaku partiju sjemena, prije stavljanja u promet. Za kvalitet sjemenskog materijala u prometu odgovoran je proizvođač, odnosno uvoznik. Ispitivanje i utvrđivanje kvaliteta sjemenskog materijala vrši ovlašćena laboratorija. Sjemenski materijal u prometu mora odgovarati deklariranoj vrsti i sorti, propisanim normama kvaliteta, biti originalno pakovan i imati deklaraciju uz otpremnicu i etiketu. Ako je sjemenski materijal organskog porijekla ili je genetički modifikovan mora biti označen u skladu sa propisima kojima se uređuje organska proizvodnja ili genetički modifikovani organizmi, a ako je tretiran hemikalijama ili fitofarmaceutskim preparatima, upotrijebljena sredstva, odnosno preparati moraju biti naznačeni na deklaraciji. Sjemenski materijal u prometu mora da se skladišti i čuva na način i pod uslovima koji obezbjeđuje očuvanje njegovog kvaliteta. Promet sjemenskog materijala može se obavljati samo u prodajnom objektu. Sjemenski materijal koji se proizvodi i stavlja u promet podliježe kontrolnom ispitivanju, radi provjere metoda sertifikacije u postupku proizvodnje sjemenskog materijala. Kontrolnim ispitivanjem sjemena se provjerava sortnost (originalnost), genetička čistoća, zdravstveno stanje i ispunjavanje ostalih zahtjeva u pogledu kvaliteta sjemena poljoprivrednog bilja. Kontrolna ispitivanja sjemenskog materijala vrši organ uprave. Inspeksijski nadzor nad sprovođenjem ovog zakona vrši organ uprave preko fitosanitarnog inspektora. Prema *Pravilniku o*

proizvodnji i stavljanju u promet sjemenskog materijala žita (Sl. list CG, br. 13/2014) sjeme se pakuje u odgovarajuću ambalažu (jutane vreće, vreće sa ventilom i slično) plombiranjem, prošivanjem ili lijepljenjem aparatom (toplotnim, pod pritiskom), tako da se pakovanje ne može otvoriti bez oštećenja plombe, etikete ili pakovanja.

16.4. Dobra poljoprivredna praksa u proizvodnji sadnog materijala

Zakonom o sadnom materijalu (Sl. list RCG, br. 28/06 i 73/10, 40/11, 61/119) uređuju se uslovi i način proizvodnje, prometa i uvoza sadnog materijala voćaka, vinove loze, hmelja, ukrasnog, ljekovitog i aromatičnog bilja, postupak priznavanja sorti sadnog materijala, upis sorti i podloga u Registar sorti i podloga sadnog materijala i druga pitanja od značaja za proizvodnju i promet sadnog materijala. Proizvodnjom sadnog materijala može se baviti proizvođač koji je upisan u Registar proizvođača sadnog materijala. Upis proizvođača u Registar proizvođača izvršiće se, ako ima zemljište potrebno za proizvodnju sadnog materijala i odgovorno lice sa završenim specijalističkim studijama, odnosno poljoprivrednim fakultetom (smjer: voćarsko-vinogradrski, opšti ili drugi smjer biljne proizvodnje). Proizvođač je dužan da vodi knjigu evidencije o proizvodnji sadnog materijala. Takođe je obavezan da od vlasnika sorte ili podloge obezbijedi saglasnost za umnožavanje sadnog materijala u skladu sa zakonom. Proizvođač je dužan da ima plan proizvodnje koji definiše kritične tačke za pojedine vrste sadnog materijala koje bi mogle uticati na kvalitet, zdravstveno stanje i prinos sadnog materijala i metode za praćenje i kontrolu kritičnih tačaka; vodi zapisnik o praćenju i kontroli kritičnih tačaka, kao i sprovedenim mjerama za obezbjeđivanje usklađenosti sadnog materijala sa propisanim standardima; vodi evidenciju i čuva dokumentaciju o održavanju sorte, odnosno nabavci i porijeklu sadnog materijala koji se upotrebljava za razmnožavanje. Proizvođač mora čuvati svu dokumentaciju najmanje tri godine. Proizvodnja sadnog materijala podliježe zdravstvenom pregledu i obaveznoj stručnoj kontroli. Stručnom kontrolom nad proizvodnjom sadnog materijala utvrđuje se: porijeklo, autentičnost i čistoća vrste i sorte, zdravstveno stanje sadnog materijala, matičnih stabala i vrsta reproduktionog materijala koji je upotrijebljen za proizvodnju sadnog materijala, primjena agrotehničkih mjera, kao i količina proizvedenog sadnog materijala. Stručnu kontrolu proizvodnje sadnog materijala vrši organ uprave. Stručna kontrola obuhvata: kontrolu zasada, zemljišta, objekata za proizvodnju, skladišnog prostora i pripremu sadnog materijala za promet i sl., kontrolu matičnih stabala; pregled dokumentacije, zapisnika i knjige evidencije; uzimanje uzoraka sadnog materijala i zemljišta po potrebi, radi potvrđivanja kvaliteta i zdravstvenog stanja sadnog materijala u skladu sa zakonom; Na osnovu izvještaja o izvršenoj stručnoj kontroli sadnog materijala, organ uprave izdaje sertifikat o priznavanju proizvodnje sadnog materijala. Kvalitet sadnog materijala obuhvata, porijeklo, autentičnost sorte i podloge, vegetativnu razvijenost i zdravstveno stanje. Sadni materijal u prometu mora odgovarati deklarisanom vrsti i sorti, propisanim normama kvaliteta, mora biti originalno pakovan i imati deklaraciju uz otpremnicu i etiketu na sadnicama pojedinačno ili u grupi. Sadni materijal u prometu mora da se skladišti i čuva na način i pod uslovima koji obezbjeđuju očuvanje njegovog kvaliteta. Promet sadnog materijala može se obavljati samo u prodajnom objektu.

16.5. Dobra poljoprivredna praksa u proizvodnji klica

Uredbom o zahtjevima za proizvode biljnog porijekla (klice) propisuju se zahtjevi za proizvode biljnog porijekla (klice), sljedljivost klica i sjemeni namijenjenog proizvodnji klica i druge hrane. Klice su proizvodi dobijeni klijanjem sjemenki i njihovim razvojem u vodi ili drugom mediju koji su ubrani prije razvoja listova i koji se konzumiraju cijeli sa sjemenkama. Proizvodi biljnog porijekla (klice) mogu se proizvoditi u objektima koji ispunjavaju zahtjeve u primarnoj proizvodnji u skladu sa propisom kojim se uređuje higijena hrane i ako imaju prostorije u objektu koje su projektovane i opremljene na način kojim se omogućava sprovođenje dobre higijenske prakse, radi sprečavanja kontaminacije između i tokom pojedinih radnji i ako se površine (uključujući površine opreme) u prostorijama, odnosno prostorima u kojima se rukuje hranom i koje dolaze u kontakt sa hranom,

održavaju na odgovarajući način i jednostavne su za čišćenje i dezinfekciju, prema potrebi; odgovarajući prostor za smještaj radnog pribora i opreme za čišćenje, dezinfekciju i skladištenje koji su jednostavni za čišćenje i sa odgovarajućim dovodom tople i hladne vode; odgovarajući prostor za pranje hrane sa opremom koja je priključena na dovod vode za piće i koja se redovno čisti i dezinfikuje, prema potrebi; opremu sa kojom sjeme i klice dolaze u kontakt i koja: je izrađena od odgovarajućeg materijala, se održava u dobrom stanju, radi sprečavanja kontaminacije, odnosno smanjivanja na najmanju mjeru; se lako čisti i dezinfikuje, prema potrebi. Objekti i oprema treba da se redovno čiste i dezinfikuju radi sprečavanja opasnosti od kontaminacije. Privredno društvo, preduzetnik i drugo pravno lice koje proizvodi i stavlja na tržište klice i sjeme klica, dužno je da u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije vodi evidenciju o proizvodnji klica i sjemenu klica, serijama klica i serijama sjemena namijenjenog za proizvodnju klica. Sjeme namijenjeno proizvodnji klica treba da prati sertifikat.

Pitanja

Kojim zakonskim propisima je regulisana oblast zaštite bilja u Crnoj Gori? Koji su principi integralne zaštite bilja? Koja je dobra poljoprivredna praksa u proizvodnji sjemenskog materijala? Koja je dobra poljoprivredna praksa u proizvodnji sadnog materijala? Koja je dobra poljoprivredna praksa u proizvodnji klica?

17. ZAKONODAVSTVO EVROPSKE UNIJE IZ OBLASTI BEZBJEDNOSTI HRANE

Ciljevi EU koji su definisani ugovorima ostvaruju se na osnovu različitih propisa, kao što su uredbe (regulative), direktive, odluke, mišljenja itd. Neki od ovih propisa su obavezujući. Neki propisi se primjenjuju na sve države članice Evropske unije, a neki samo na određene zemlje. Uredbe (regulative) su obavezujući zakonodavni propisi koji se moraju u cjelosti primijeniti u svim državama članicama. Oni se direktno prepisuju i inkorporiraju u nacionalno zakonodavstvo. Direktiva je propis kojim se utvrđuje cilj koji zemlje članice Evropske unije moraju da ostvare. Na osnovu direktiva zemlje članice donose svoje zakone pomoću kojih će te ciljeve postići. Ti nacionalni propisi su prilagođeni uslovima i mogućnostima te države da ostvare postavljene ciljeve. Odluke su obavezujući dokumenti za one države članice kojima su upućene. Preporuke nisu obavezujući dokumenti i nemaju pravne posljedice po državu kojoj su upućene. One imaju za cilj da pomognu državama kojima su namijenjene da urade sami predlog aktivnosti. Mišljenje je takođe neobavezujući dokument i ne nameće pravne obaveze državama kojima je upućeno. Mišljenje mogu donijeti glavne institucije Evropske unije (Komisija, Vijeće (Savjet), Parlament), Odbor regija i dr. Neke od ključnih uredbi iz oblasti bezbjednosti hrane koje su direktno prenesene u naše nacionalno zakonodavstvo su: Uredba Savjeta (EEC) br. 315/93 o uspostavljanju procedura Evropske unije za kontrolu kontaminenata u hrani, Uredba (EU) br. 999/2001 Evropskog parlamenta i Savjeta o utvrđivanju pravila za prevenciju, kontrolu i iskorjenjivanje određenih transmisivnih spongiformnih encefalopatija, Uredba (EU) br. 178/2002 Evropskog parlamenta i Savjeta o uspostavljanju opštih principa i uslova zakona o hrani, osnivanju Evropske agencije za sigurnost hrane i uspostavljanju procedura u oblasti sigurnosti hrane, Uredba (EU) br. 852/2004 Evropskog parlamenta i Savjeta o higijeni hrane, Uredba (EZ) br. 853/2004 Evropskog parlamenta i Savjeta o utvrđivanju određenih higijenskih pravila za hranu životinjskog porijekla, Uredba (EU) br. 854/2004 Evropskog parlamenta i Savjeta o utvrđivanju posebnih pravila organizacije službenih kontrola proizvoda životinjskog porijekla namijenjenih ishrani ljudi, Uredba (EU) br. 882/2004 Evropskog parlamenta i Savjeta o službenim kontrolama koje se vrše radi provjere usklađenosti sa propisima o hrani i hrani za životinje i propisima o zdravlju i dobrobiti životinja, Uredba (EU) br. 183/2005 Evropskog parlamenta i Savjeta o utvrđivanju zahtjeva u pogledu higijene stočne hrane, Uredba (EU) br. 767/2009 Evropskog parlamenta i Savjeta

o stavljanju na tržište i upotrebi hrane za životinje, Uredba (EU) br. 1069/2009 Evropskog parlamenta i Savjeta o uspostavljanju zdravstvenih pravila za nusproizvode životinjskog porijekla koji nisu namijenjeni za ishranu ljudi, Uredba Komisije (EU) br. 152/2009 o utvrđivanju metoda uzorkovanja i analize za službenu kontrolu stočne hrane, Uredba Komisije (EU) br. 709/2014 o izmjeni Uredbe (EU) br. 152/2009 od 2009 godine o određivanju količina dioksina i polihlorovanih bifenila, Uredba (EU) br. 1169/2011 Evropskog parlamenta i Savjeta o informisanju potrošača o hrani, Uredba (EU) br. 396/2005 Evropskog parlamenta i Savjeta o maksimalnim količinama ostataka pesticida u hrani i hrani za životinje biljnog i životinjskog porijekla, Uredba (EU) 2019/1381 Evropskog parlamenta o transparentnosti i održivosti procjene rizika EU-a u prehrambenom lancu, Uredba (EU) br. 1829/2003 Evropskog parlamenta i savjeta o genetički modifikovanoj hrani i hrani za životinje, Uredba (EU) br. 1831/2003 Evropskog parlamenta i Savjeta o dodacima hrani za životinje, Uredba (EU) br. 2065/2003 Evropskog Parlamenta i savjeta o aromama dima koje se upotrebljavaju ili su namijenjene za upotrebu u ili na hrani, Uredba (EU) br. 1935/2004 Evropskog parlamenta i Savjeta o materijalima i predmetima koji dolaze u dodir s hranom, Uredba (EU) br. 1331/2008 Evropskog parlamenta i Savjeta o uspostavi zajedničkog postupka odobravanja prehrambenih aditiva, prehrambenih enzima i prehrambenih aroma, Uredba (EU) br. 1107/2009 Evropskog parlamenta i Savjeta o stavljanju na tržište sredstava za zaštitu bilja, Uredba (EU) br. 2015/2283 Evropskog parlamenta i Savjeta o novoj hrani, Uredba (EU) br. 2160/2003 Evropskog parlamenta i Savjeta o kontroli salmonele i drugih određenih uzročnika zoonoza koji se prenose hranom, Uredba (EU) br. 1881/2006 Evropskog parlamenta i Savjeta o određivanju maksimalno dozvoljenih količina određenih kontaminanata u hrani, Uredba Komisije (EU) br. 2073/2005 o mikrobiološkim kriterijumima za hranu, Uredba Komisije (EU) br. 1441/2007 o izmjeni Uredbe (EU) br. 2073/2005 o mikrobiološkim kriterijumima za hranu. Tako na primjer, Uredba Komisije (EU) br. 2073/2005 o mikrobiološkim kriterijumima za hranu je prenesena u nacionalnu Uredbu o mikrobiološkim kriterijumima za bezbjednost hrane, SLCG 26/2016. Neke od značajnijih direktiva čiji su ciljevi uključeni u naše nacionalne propise su: Direktiva Savjeta 93/43/EEC od 1993. godine o higijeni hrane, Direktiva 2001/18/EU Evropskog parlamenta i Savjeta o namjernom uvođenju u okolinu genetički modifikovanih organizama, Direktiva 2003/99/EU Evropskog parlamenta i Savjeta o praćenju zoonoza i uzročnika zoonoza i dr.

17.1. Zahtjevi definisani međunarodnim standardom ISO 22000:2005

Bezbjednost hrane može biti ugrožena ukoliko su u hrani prisutne biološke, hemijske ili fizičke opasnosti. Opasnosti po bezbjednost hrane se mogu javiti u bilo kojoj fazi lanca ishrane, pa je adekvatna kontrola lanca ishrane neophodna. Bezbjednost hrane se može postići zajedničkim naporima svih subjekata koji učestvuju u lancu ishrane: proizvođača hrane za životinje i primarnih proizvođača hrane, prerađivača, operatera transporta i skladištenja, maloprodajnih objekata, proizvođača opreme, materijala za pakovanje, sredstava za čišćenje, aditiva i dr. Ovaj međunarodni standard utvrđuje zahtjeve za sistem upravljanja bezbjednošću hrane, a koji kombinuje slijedeće ključne elemente: interaktivna komunikacija, upravljanje sistemom; preduslovni programi, HACCP principi. Komunikacija duž lanca ishrane je ključna kako bi se postigla identifikacija i kontrola svih relevantnih opasnosti za bezbjednost hrane unutar lanca ishrane. Prepoznavanje uloge i položaja organizacija u lancu ishrane je od suštinskog značaja za osiguranje efikasnosti interaktivne komunikacije kroz cijeli lanac u cilju dobijanja bezbjednih prehrambenih proizvoda do krajnjeg potrošača. Međunarodni standard ISO 22000:2005 integriše principe analize opasnosti i kritične kontrolne tačke (HACCP sistem) i korake njegove primjene koje je razvila Komisija Codex Alimentarius. Analiza opasnosti je ključ za efikasan sistem upravljanja bezbjednošću hrane, jer pomaže u uspostavljanju efikasnih kontrolnih mjera. Tokom analize opasnosti, organizacija određuje strategiju koja će se koristiti za sprovođenje kontrole opasnosti kombinujući preduslovne programe i HACCP plan. Zahtjevi definisani međunarodnim standardom ISO 22000:2005 su zahtjevi za preduslovne programe, zahtjevi za HACCP principe Codex Alimentarius-a i zahtjev za sistemom

menadžmenta. HACCP sistem predstavlja pouzdan metod za spečavanje rizika od mikrobioloških, hemijskih i fizičkih opasnosti u proizvodnji hrane. Ovim sistemom se olakšava kontrola zdravstvene bezbjednosti proizvodnje hrane na harmonizovan način, nezavisno od zemlje ili vrste hrane. Usvajanje ISO 22000 standarda obezbjeđuje kompaniji kompetencije priznate širom svijeta. Ovaj standard je potvrđen od strane FAO/WHO. ISO 22000 donosi jednoobrazni standard kontrole koji se može primijeniti u svim organizacijama koje su vezane za prehrambenu industriju. Standard omogućava inkorporaciju zakonskih i regulatornih zahtjeva koji se odnose na zdravstvenu bezbjednost hrane uključujući HACCP sistem. ISO 22000 daje podsticaj organizaciji za neprestano poboljšanje. Uključuje sisteme interne i eksterne komunikacije, vođenje dokumentacije, usaglašenosti sa higijenskim regulativama i kontrolu rizika zdravstvene bezbjednosti hrane. Standard omogućava sledljivost i jasnu komunikaciju u okviru lanca prehrambene industrije preko sistema jasne odgovornosti i nadležnosti svih zaposlenih. Primjenom sistema optimizuju se resursi organizacije interno i u okviru lanca prehrambene industrije. Racionalna komunikacija i saradnja donose brže i bolje donošenje odluka o opasnostima po bezbjednost hrane zajedno sa ostalim partnerima u lancu snabdijevanja. Na ovaj način standard udara dobre osnove sistema donošenja odluka i pozitivno djeluje na radno okruženje, a time se povećava i produktivnost na poslu i zadovoljstvo zaposlenih. Zaposleni postaju svjesniji pitanja vezanih za higijenu i zdravstvenu bezbjednost hrane. Iako se ISO 22000 može implementirati zasebno, on je dizajniran tako da bude potpuno kompatibilan sa ISO 9001:2008. Organizacije koje već imaju sertifikovan ISO 9001 će lako proširiti sertifikaciju i na ISO 22000. Ovaj međunarodni standard utvrđuje zahtjeve za sistem upravljanja bezbjednošću hrane gdje organizacija u lancu ishrane treba da pokaže svoju sposobnost da kontroliše opasnosti po bezbjednost hrane kako bi osigurala da je hrana bezbjedna za konzumiranje. ISO 22000 je primjenjiv na sve proizvođače i učesnike u cjelokupnom lancu snabdijevanja prehrambene industrije.

17.2. Međunarodne organizacije i grupacije najvažnije u pripremanju regulative u oblasti proizvodnje i distribucije hrane

Međunarodne organizacije koje imaju najznačajniju ulogu u pripremanju regulative u oblasti proizvodnje i distribucije hrane su: Svjetska trgovinska organizacija (WTO), Svjetska zdravstvena organizacija (WHO), Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO), Komisija Codex Alimentarius (CAC) i Ekspertski tim za ocjenu mikrobiološkog rizika (JEMRA) - u okviru FAO/WHO.

17.3. Organizacija rada Agencije za bezbjednost hrane Evropske unije (EFSA)

Uloga Agencije za bezbjednost hrane Evropske unije (EFSA) daje naučna mišljenja o svim pitanjima vezanim za ispravnost prehrambenih proizvoda sa kojima se susrijeću Evropski Parlament, Savjet Evrope ili zemlje članice Evropske Unije. Ova mišljenja služe kao osnova za donošenje odgovarajuće pravne regulative od strane organa Evropske Unije. EFSA vrši naučnu procjenu rizika vezanih za prehrambene proizvode. Rad EFSA je organizovan kroz devet komisija za oblasti: Aditivi; Zdravlje i zaštita životinja; Biološki hazard u prehrambenim proizvodima; Kontaminanti (hemijski) u lancu prehrambenih proizvoda; Aditivi u stočnoj hrani; Genetski modifikovani organizmi; Dijetetski proizvodi; Nutritivni proizvodi i alergije; Zdravlje biljaka; Produkti za zaštitu biljaka i njihove rezidue. U okviru sekcije *Biološki hazard* uključene su sljedeće oblasti: alimentarne zoonoze, transmisivne spongiformne encefalopatije (TSE) i bovina spongiformna encefalopatija (BSE), mikrobiologija prehrambenih proizvoda, higijena prehrambenih proizvoda – pregled mesa, sporedni proizvodi i otpaci iz lanca prehrambene industrije. Tri nivoa bezbjednosti prehrambenih proizvoda su: sprovođenje opštih principa higijene prehrambenih proizvoda u skladu sa *Codex alimentarius*, primjena Kodeksa dobre higijenske prakse i primjena Standardnih sanitarnih operativnih procedura, u cilju obezbjeđenja veće sigurnosti u higijeni prehrambenih proizvoda kod primarnih proizvođača, prerađivača i prodavaca uz podršku dobre proizvodne prakse u preradi prehrambenih proizvoda.

Pitanja

Šta su regulative i direktive Evropske unije? Navedite neke od regulativa i direktiva Evropske unije iz oblasti bezbjednosti hrane. Koji zahtjevi su definisani međunarodnim standardom ISO22000:2005? Koja su tri nivoa bezbjednosti prehrambenih proizvoda? Koje su međunarodne organizacije i grupacije najvažnije u pripremanju regulative u oblasti proizvodnje i distribucije hrane? Koja je uloga Agencije Evropske unije za osiguranje ispravnosti prehrambenih proizvoda (EFSA)? Kako je organizovan rad EFSA i koje su oblasti uključene u sekciju Biološki hazard?

18. ORGANIZACIJA SISTEMA BEZBJEDNOSTI HRANE U CRNOJ GORI

18.1. Zakonski propisi koji regulišu oblast bezbjednosti hrane u Crnoj Gori

Na oblast bezbjednosti hrane primjenjuje se veliki broj zakona, pravilnika, naredbi, uputstava, smjernica, programa i drugih propisa i opštih akata. Ovi pravni akti se kontinuirano mijenjaju, dopunjuju, donose se novi. Neki koji su sada na snazi su: **Zakoni:** Zakon o bezbjednosti hrane (SLCG 57/15), Zakon o inspekcijskom nadzoru (SLCG 39/03 – opšti zakon za sve inspekcije), Zakon o veterinarstvu (SLCG 30/2012 i 48/2015), Zakon o izmjenama Zakona o veterinarstvu (SLCG 52/16), Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o veterinarstvu (43/18), Zakon o zaštiti dobrobiti životinja (SLCG 14/2008), Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o zaštiti dobrobiti životinja SLCG 47/15), Zakon o identifikaciji i registraciji životinja (SLCG 48/07 i 73/10), Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o identifikaciji i registraciji životinja (SLCG 48/15), Zakon o GMO (SLCG 22/08, 40/11), Zakon o izmjenama i dopunama zakona o zaštiti dobrobiti životinja (SLCG 47/2015), Zakon o izmjenama i dopunama zakona o identifikaciji i registraciji životinja (SLCG 48/2015), Zakon o zdravstvenoj zaštiti (3/2016, 39/2016, 2/2017), Zakon o lijekovima (SLCG", br. 56/2011 i 6/2013), Zakon o zaštiti stanovništva od zaraznih bolesti (SLCG 32/05, 14/2010 i 30/2012), Zakon o sanitarnoj inspekciji (SLCG 14/2010), Zakon o medicinskim sredstvima (SLCG 79/04), Zakon o lijekovima (SLCG80/04), Zakon o standardizaciji (SLCG 44/05), Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanje usaglašenosti proizvoda s propisanim zahtjevima (SLCG 44/05), Zakon o akreditaciji (SLCG 44/05), Zakon o vodama (SLCG 16/95), Zakon o zaštiti bilja od bolesti i štetočina (SLCG, 4/92, 59/92, 27/94), Zakon o poljoprivrednom zemljištu (SLCG 15/92, 59/92, 4/93), Zakon o mjerama za unapređenje stočarstva (SLCG 4/92), Zakon o morskom ribarstvu (SLCG 55/03), Zakon o slatkovodnom ribarstvu (SLCG 11/2007), Zakon o zaštiti prirode SLCG 54/2016 i 18/2018, Zakon o zaštiti životne sredine 512/96 i 5/2000, Zakon o organskoj proizvodnji (56/2013); **Pravilnici:** Pravilnik o dozvoljenim količinama teških metala, mikotoksina i drugih supstanci u hrani (SLCG 81/2009 i 55/2015), Pravilnik o klasifikaciji otpada i katalogu otpada (SLCG 59/13), Pravilnik o bližim zahtjevima koje u pogledu bezbjednosti treba da ispunjava prirodna mineralna, stona i izvorska voda za piće (SLCG 32/15), Pravilnik o bližim zahtjevima koje u pogledu bezbjednosti treba da ispunjava voda za piće (SLCG 24/2012), Pravilnik o metodama za uzimanje uzoraka i laboratorijska ispitivanja hrane za životinje (SLCG 78/16), Pravilnik o metodama za uzimanje uzoraka i laboratorijska ispitivanja hrane za životinje na prisustvo genetski modifikovanog materijala (SLCG 69/2016), Pravilnik o krmivima i krmnim smješama koje se stavljaju na tržište za ishranu životinja (SLCG 9/17), Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka i metodama laboratorijskih ispitivanja kontaminenata u hrani SLCG 19/2017, Pravilnik o izmjeni i dopuni Pravilnika o načinu uzimanja uzoraka i metodama laboratorijskih ispitivanja kontaminenata u hrani SLCG 38/2017, Pravilnik o zahtjevima za sledljivost hrane životinjskog porijekla SLCG 48/2016, Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka za kontrolu nivoa mikotoksina u hrani (SLCG 67/16), Pravilnik o zahtjevima za sledljivost hrane životinjskog porijekla (SLCG 48/16), Pravilnik o načinu vršenja revizije sprovođenja plana službenih kontrola hrane i hrane za životinje (SLCG 40/16), Pravilnik o

metodama za uzimanje uzoraka i laboratorijska ispitivanja termički obrađenog i sirovog mlijeka (SLCG 40/16), Pravilnik o načinu vršenja službenih kontrola proizvoda životinjskog porijekla namijenjenih ishrani ljudi (SLCG br. 27/16), Pravilnik o načinu upisa i vođenju Centralnog registra registrovanih odnosno odobrenih objekata za proizvodnju, preradu i distribuciju hrane. (SLCG 25/2016), Pravilnik o tehničkim uslovima za odobravanje graničnih prelaza sa Veterinarskom inspekcijom odnosno graničnih inspeksijskih mjesta za obavljanje veterinarskih pregleda životinja i/ili proizvoda životinjskog porijekla koji se unose u Crnu Goru (SLCG 61/2010), Pravilnik o bližim uslovima, vrstama i količini hrane životinjskog porijekla, kombin. hrane, hrane za kućne ljubimce i bilja i bilj. proiz. ili se unose na teritoriju CG (SLCG 27/2008), Pravilnik o bližim uslovima za uvoz i tranzit životinja i proizvoda životinjskog porijekla SLCG br.28/16), Pravilnik o bližim uslovima koje treba da ispunjavaju objekti i oprema za držanje i uzgoj pilića za tov (SLCG 72/2016), Pravilnik o bližim uslovima koje treba da ispunjavaju prevozna sredstva za prevoz životinja (SLCG 72/2016), Pravilnik o bližim uslovima koje treba da ispunjavaju objekti i oprema za držanje i uzgoj koka nosilja (SLCG 27/16), Pravilnik o bližim uslovima za promet živine za uzgoj ili proizvodnju (SLCG 2/16), Pravilnik o mjerama za sprečavanje pojave, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje avijarne influence (SLCG 70/2015), Pravilnik o bližim uslovima za zaštitu životinja tokom klanja (SLCG 54/2015), Pravilnik o identifikaciji i registraciji pčelinjih društava (SLCG 53/2015), Pravilnik o uslovima za dobijanje, održavanje, suspenziju i oduzimanje zdravstvenog statusa goveda i svinja na tuberkulozu, brucelozu i enzootsku leukozu (SLCG 55/2015), Pravilnik o načinu praćenja listerioze (zoonoze) u hrani životinjskog porijekla (SLCG 55/2015), Pravilnik o načinu vršenja veterinarskih pregleda živih životinja koje se uvoze u Crnu Goru (SLCG 54/2015), Pravilnik o mjerama za sprečavanje pojave, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje transmisivnih spongiformnih encefalopatija (SLCG 54/2015), Pravilnik o identifikaciji i registraciji svinja (SLCG 52/2015), Pravilnik o mjerama za sprečavanje pojave, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje zarazne bolesti atipična kuga živine (Newcastle Disease) (SLCG 36/2015), Pravilnik o mjerama za sprečavanje pojave, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje egzotičnih i neegzotičnih bolesti vodenih životinja i zdravstvenim uslovima za njihovo stavljanje u promet (SLCG 34/2015), Pravilnik o zdravstvenim uslovima životinja za proizvodnju hrane i proizvoda životinjskog porijekla namijenjenih ishrani ljudi ("Službeni list CG", br. 34/2015), Pravilnik o klasifikaciji i postupanju sa nusproizvodima životinjskog porijekla i metodama prerade nusproizvoda (SLCG 45/2015), Pravilnik o higijenskim, veterinarsko-zdravstvenim i drugim uslovima za nusproizvode i objekte za preradu ili uništavanje nusproizvoda životinjskog porijekla (SLCG 45/2015), Pravilnik o mjerama za sprečavanje, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje bolesti slinavka i šap SLCG 38/2015), Pravilnik o maksimalno dozvoljenim količinama nepoželjnih materija u hrani za životinje SLCG 15/2015), Pravilnik o načinu obavljanja veterinarskih pregleda pošiljki proizvoda životinjskog porijekla koje se unose u Crnu Goru (SLCG 40/2015), Pravilnik o uslovima za dobijanje, održavanje, suspenziju i oduzimanje zdravstvenog statusa ovaca i koza na brucelozu (SLCG 44/2015), Pravilnik o načinu i mjerama kontrole salmonele i drugih specifičnih uzročnika zoonoza koji se prenose hranom (SLCG 36/2015), Pravilnik o načinu vršenja kontrole nad identifikacijom i registracijom ovaca i koza (SLCG 4/15), Pravilnik o identifikaciji i načinu vođenja registara gazdinstva ovaca i koza i elektronske baze podataka (SLCG 33/14), Pravilnik o načinu vršenja kontrole nad identifikacijom i registracijom goveda (SLCG 4/15), Pravilnik o bližim uslovima koje treba da ispunjavaju objekti i oprema za držanje i uzgoj životinja za proizvodnju (SLCG 28/11), Pravilnik o maksimalno dozvoljenim količinama rezidua farmakološki aktivnih supstanci veterinarskih lijekova u proizvodima životinjskog porijekla (SLCG 41/14), Pravilnik o metodama kontrole rezidua u životinjama i proizvodima životinjskog porijekla (SLCG 45/14), Pravilnik o načinu praćenja zoonoza i uzročnika zoonoza (SLCG 7/15), Pravilnik o mjerama za sprečavanje pojave, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje zarazne bolesti plavog jezika (SLCG 3/15), Pravilnik o mjerama za sprečavanje, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje klasične kuge svinja (SLCG 18/2014), Pravilnik o mjerama za sprečavanje pojave, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje bruceloze ovaca i koza (*B. melitensis*) (SLCG 33/2014), Pravilnik o uslovima za veterinarske organizacije za sakupljanje i skladištenje sjemena za vještačko osjemenjivanje goveda

i stavljanje u promet (SLCG 41/2014), Pravilnik o monitoringu rezidua u životinjama, namirnicama životinjskog porijekla i hrani za životinje (SLCG 46/2006), Pravilnik o mjerama za utvrđivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje tuberkuloze goveda (SLCG 64/2008), Pravilnik o mjerama za utvrđivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje enzootske leukoze goveda (SLCG 64/2008), Pravilnik o mjerama za utvrđivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje bruceloze goveda (SLCG 64/2008), Pravilnik o mjerama za sprečavanje pojave, utvrđivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje bjesnila kod životinja (SLCG 53/2011), Pravilnik o klasifikaciji zaraznih bolesti životinja, načinu prijavljivanja pojave odnosno i odjavljivanja zaraznih bolesti životinja (SLCG 92/2017), Pravilnik o bližim uslovima za izdavanje potvrde za pošiljke životinja, namirnica, sirovina, proizvoda, hrane za životinje i otpadaka životinjskog porijekla, veterinarsko-sanitarnim uslovima koje mora ispunjavati pošiljka, mjesto i prevozno sredstvo prilikom utovara, pretovara i istovara u unutrašnjem međunarodnom prometu (SLCG 13/2006), Pravilnik o identifikaciji i registraciji kopitara SLCG 38/18, Pravilnik o mjerama za sprečavanje širenja visoko patogene avijarne influence kod ptica u zooškim vrtovima (SLCG 84/17), Pravilnik o uslovima za objekte i opremu za držanje i uzgoj životinja za proizvodnju (SLCG 64/17), Pravilnik o uslovima za objekte za držanje i uzgoj svinja (SLCG 64/17), Pravilnik o mjerama za otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje afričke kuge svinja (SLCG 57/17), Pravilnik o mjerama za sprečavanje, suzbijanje i iskorjenjivanje bolesti bedrenice kod životinja (SLCG 56/17), Pravilnik o mjerama za sprečavanje, otkrivanje i suzbijanje kuge konja (SLCG 56/17), Pravilnik o izmjenama i dopuni pravilnika o identifikaciji i registraciji svinja (SLCG 60/16), Pravilnik o izmjenama pravilnika o načinu identifikacije i registracije goveda i vođenju registara i elektronske baze podataka (SLCG 48/16), Pravilnik o izmjenama pravilnika o identifikaciji i načinu vođenja registara gazdinstva ovaca i koza i elektronske baze podataka (SLCG 48/16), Pravilnik o listi životinja i proizvoda životinjskog porijekla koji podliježu veterinarskim pregledima (SLCG 46/17), Pravilnik o mjerama za sprečavanje, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje vezikularne bolesti svinja (SLCG 34/17), Pravilnik o mjerama za sprečavanje, otkrivanje i suzbijanje određenih bolesti životinja (SLCG 33/2017), Pravilnik o dopuni pravilnika o maksimalno dozvoljenim količinama rezidua farmakološki aktivnih supstanci veterinarskih lijekova u proizvodima životinjskog porijekla (SLCG 28/17), Pravilnik o uslovima za uvoz i tranzit kopitara (SLCG 21/17), Pravilnik o uslovima za objekte i opremu za držanje i uzgoj teladi (SLCG 11/17), Pravilnik o monitoringu rezidua u životinjama i proizvodima životinjskog porijekla (SLCG 3/17), Pravilnik o bližim uslovima za uvoz i tranzit životinja i proizvoda životinjskog porijekla (SLCG 28/16), Pravilnik o bližim uslovima koje treba da ispunjavaju objekti i oprema za držanje i uzgoj pilića za tov (SLCG 72/16), Pravilnik o bližim uslovima koje treba da ispunjavaju prevozna sredstva za prevoz životinja (72/16), Pravilnik o izmjenama i dopunama pravilnika o načinu vršenja veterinarskih pregleda živih životinja koje se uvoze u Crnu Goru (SLCG 32/16), Pravilnik o bližim uslovima koje treba da ispunjavaju objekti i oprema za držanje i uzgoj koka nosilja (SLCG 27/16), Pravilnik o mjerama za sprečavanje pojave *Echinococcus multilocularis* kod pasa (SLCG 22/16), Pravilnik o bližim uslovima za promet živine za uzgoj ili proizvodnju (SLCG 2/16), Pravilnik o mjerama za sprečavanje pojave, otkrivanje, suzbijanje i iskorjenjivanje avijarne influence (SLCG 70/2015), Pravilnik o bližim uslovima za zaštitu životinja tokom klanja (SLCG 54/2017), Pravilnik o identifikaciji i registraciji pčelinjih društava (SLCG 53/2015), Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o bližim uslovima za uvoz i tranzit životinja akvakulture i njihovih proizvoda (SLCG 2/2018), Pravilnik o načinu i skali klasifikacije goveđeg, svinjskog i ovčjeg mesa (SLCG 2/2018), Pravilnik o izmjeni i dopuni Pravilnika o načinu praćenja zoonoza i uzročnika zoonoza (SLCG 2/2018), Pravilnik o bližim pravilima i uslovima organske proizvodnje za životinje akvakulture i morske alge (SLCG 84/2017); **Uredbe:** Uredba o aditivima koji se mogu koristiti u hrani (SLCG 21/16), Uredba o vrstama vitamina i minerala koji se mogu koristiti u proizvodnji suplemenata (SLCG.80/16), Uredba o vitaminima, mineralima i drugim supstancama koje se mogu dodavati hrani (SLCG 80/16), Uredba o predmetima i materijalima koji dolaze u kontakt sa hranom koji se mogu stavljati na tržište (SLCG 80/16), Uredba o vrstama ekstrakcionih rastvarača koji se mogu koristiti za preradu sirovina i hrane (SLCG 73/2016), Uredba o načinu praćenja nivoa dioksina u hrani (SLCG 73/2016), Uredba o bližim

zahtjevima za stavljanje na tržište hrane za životinje (SLCG 63/2016), Uredba o zahtjevima higijene za objekte i prostorije u kojima se proizvode male količine primarnih proizvoda za ishranu ljudi (SLCG 59/16), Uredba o maksimalno dozvoljenim količinama kontaminanata u hrani (SLCG 48/2016), Uredba o posebnim zahtjevima higijene za proizvode životinjskog porijekla (SLCG 32/2016), Uredba o mjerama za sprečavanje trihinele kod ljudi (SLCG 32/2016), Uredba o bližim zahtjevima za higijenu hrane za životinje (SLCG 32/2016), Uredba o mikrobiološkim kriterijumima za bezbjednost hrane (SLCG 26/16), Uredba o uslovima za odstupanje u pogledu izgradnje, uređenja i opremanja objekata koji imaju mali obim proizvodnje (SLCG 21/16), Uredba o prehrambenim aromama koje se mogu koristiti za hranu (SLCG 18/16), Uredba o izmjeni Uredbe o mikrobiološkim kriterijumima za bezbjednost hrane (SLCG 31/2018), Uredba o informisanju potrošača o hrani (SLCG 22/2018), Uredba o dodacima hrani za životinje i premiksima koji se mogu stavljati na tržište (SLCG 7/2018), Uredba o izmjenama i dopuni Uredbe o zahtjevima za objekte i prostorije u kojima se proizvode male količine primarnih proizvoda za ishranu ljudi (SLCG 6/18), Uredba o vrstama prehrambenih enzima i uslovima za njihovo korišćenje u hrani (SLCG 81/17), Uredba o zahtjevima za proizvodnju i stavljanje u promet medicinirane hrane za životinje (SLCG 51/17), Uredba o zahtjevima za proizvodnju i stavljanje na tržište hrane za životinje za posebne nutritivne potrebe (SLCG 28/17), Uredba o izmjeni i dopunama Uredbe o posebnim zahtjevima higijene za proizvode životinjskog porijekla (SLCG 57/17), Uredba o vrstama supstanci koje se koriste za smanjivanje površinske kontaminacije proizvoda životinjskog porijekla (SLCG 80/16), Uredba o maksimalno dozvoljenim količinama nepoželjnih supstanci u hrani za životinje (SLCG 31/2017), Uredba o izmjeni Uredbe o higijeni hrane (SLCG 80/16), Uredba o zahtjevima higijene za objekte i prostorije u kojima se proizvode male količine primarnih proizvoda za ishranu ljudi (SLCG 59/16), Uredba o uslovima za odstupanje u pogledu izgradnje, uređenja i opremanja objekata koji imaju mali obim proizvodnje, prerade i obrade hrane (SLCG 21/16), Uredba o zahtjevima higijene za objekte i prostorije u kojima se proizvode male količine primarnih proizvoda za ishranu ljudi (SLCG 59/16), Uredba o uslovima za odstupanje u pogledu izgradnje, uređenja i opremanja objekata koji imaju mali obim proizvodnje, prerade i obrade hrane (SLCG 21/16); **Naredbe:** Naredba o zabrani upotrebe i tretiranja životinja koje se uzgajaju određenim supstancama i veterinarskim lijekovima (SLCG 39/13), Naredba o dodatnim mjerama za kretanje-premještanje prijemčivih životinja (preživara) radi sprečavanja širenja bolesti plavog jezika (SLCG 32/15), Naredba o zabrani držanja živine na otvorenom prostoru i sprovođenju mjera za sprečavanje pojave i širenja visoko patogene avijarne influence (SLCG 81/16); **Uputstva:** Uputstvo za sprovođenje monitoringa prisutnosti dioksina, furana i PCBs u hrani za životinje (Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja, 12.12. 2017), Uputstvo o smanjenju prisutnosti dioksina, furana i PCBs u hrani i hrani za životinje ((Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja, 24.02.2017), Aditivi koji se mogu koristiti u hrani i stavljati na tržište sa uslovima korišćenja (Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja, 13.10.2017); **Programi:** Program monitoringa u proizvodnim područjima za uzgoj školjki za 2018 god., Program obaveznih mjera zdravstvene zaštite životinja u 2018. godini (SLCG 9/18); **Smjernice:** Smjernice za razlikovanje hraniva, dodataka hrani za životinje, biocidnih proizvoda i veterinarskih lijekova (6.03.2017).

18.2. Zakon o bezbjednosti hrane (SLCG 57/15)

Ovim zakonom uređuju se osnove i načela za obezbjeđenje visokog nivoa zaštite života i zdravlja ljudi, zaštite interesa potrošača i zahtjevi u oblasti proizvodnje i prometa bezbjedne hrane i hrane za životinje. Primjenjuje se na sve faze proizvodnje i prometa hrane ili hrane za životinje. Ne primjenjuje se na:

- primarnu proizvodnju hrane ili hrane za životinje za sopstvenu upotrebu u domaćinstvu;
- pripremu, rukovanje ili skladištenje hrane koja služi za sopstvenu upotrebu u domaćinstvu ili hrane za životinje koje služe za proizvodnju hrane za sopstvenu upotrebu u domaćinstvu;
- neposredno snabdijevanje potrošača malim količinama primarnih proizvoda;

- hranu za životinje koje ne služe za proizvodnju hrane.

Prema ovom Zakonu, hrana se smatra nebezbednom za ljudsku potrošnju, ako:

- 1) sadrži mikroorganizme, parazite, bakterijske toksine i histamine iznad propisanih vrijednosti;
- 2) sadrži prirodne toksine ili druge prirodne toksične materije iznad propisanih vrijednosti;
- 3) sadrži teške metale, metaloide, ostatke pesticida, veterinarskih lijekova, mikotoksina i drugih supstanci, iznad propisanih vrijednosti;
- 4) sadrži aditive koji se ne smiju koristiti u određenoj vrsti hrane ili je sadržaj dozvoljenih aditiva iznad propisanih vrijednosti;
- 5) sadrži radionukleide iznad propisanih vrijednosti ili je hrana ozračena iznad dopuštene granice;
- 6) ambalaža, materijali i predmeti koji dolaze u kontakt s hranom ne ispunjavaju propisane zahtjeve;
- 7) potiče od životinja koje nijesu pregledane prije i poslije klanja i kada meso nije obilježeno u skladu sa propisima;
- 8) potiče od oboljelih ili uginulih životinja ili od životinja za koje klanje i dalja klanična obrada nije dozvoljena iz bilo kojih razloga;
- 9) su joj izmijenjena senzorna svojstva (ukus, miris, boja, izgled, konzistencija i drugo) usljed fizičkih, hemijskih, mikrobioloških ili drugih procesa;
- 10) sadrži supstance koje nijesu toksikološki evaluirane, provjerene i sigurne za ljudsku potrošnju;
- 11) sadrži mehaničke nečistoće;
- 12) je ambalaža oštećena pa su moguće mikrobiološke i hemijske promjene;
- 13) nije proizvedena, obrađivana, pakovana, čuvana ili distribuirana na propisan način;
- 14) nije deklarirana i označena na propisan način;
- 15) ne zadovoljava propisane zahtjeve u pogledu nutritivnog sastava.

Hrana je svaka supstanca ili proizvod, prerađen, djelimično prerađen ili neprerađen koji je namijenjen za ishranu ljudi ili se može očekivati da će se koristiti za ishranu ljudi. Hrana obuhvata i piće, žvakaće gume i druge supstance, uključujući i vodu koja se namjenski koristi, odnosno ugrađuje u hranu tokom proizvodnje, pripreme ili obrade i koja ispunjava na kontrolnim tačkama propisane vrijednosti parametara za vodu u skladu sa posebnim propisom kojim je uređen kvalitet vode namijenjene za ljudsku potrošnju. Hranom se ne smatraju: hrana za životinje; žive životinje, osim ako su pripremljene za stavljanje u promet, radi ishrane ljudi; biljke prije žetve, berbe ili ubiranja plodova; medicinski proizvodi u skladu sa zakonom kojim su uređeni lijekovi i medicinska sredstva; kozmetički proizvodi u skladu sa posebnim propisom; duvan i duvanski proizvodi; narkotici ili psihotropne supstance; rezidue i kontaminanti. *Subjekat u poslovanju hranom* je pravno i fizičko lice ili preduzetnik koje je odgovorno za ispunjavanje propisanih zahtjeva za hranu u okviru djelatnosti koju obavlja; *hrana za životinje* (feed or feeding stuff) je svaka supstanca ili proizvod, uključujući i dodatke hrani za životinje, aditive, bilo da je prerađena, djelimično prerađena ili neprerađena, a namijenjena je za peroralnu ishranu životinja; *rizik* je mogućnost nastajanja štetnog uticaja na zdravlje i težina tog uticaja, koji nastupa kao posljedica te opasnosti; 10) *procjena rizika* (risk assessment) je naučno zasnovan proces koji se sastoji od četiri koraka: identifikacije opasnosti, opisa (karakterizacije) opasnosti, procjene izloženosti i opisa (karakterizacije) rizika; 11) *upravljanje rizikom* (risk management) je proces upoređivanja politike i mjera, odvojen od procjene rizika kojim se upoređuju mogućnosti postupanja u vezi sa rizikom, uz konsultacije sa zainteresovanim stranama, uzimajući u obzir i procjenu rizika i druge legitimne faktore i prema potrebi, izbor i sprovođenje odgovarajućih preventivnih i kontrolnih mjera; 12) *obavješćavanje o riziku* (risk communication) je interaktivna razmjena informacija i mišljenja tokom procesa analize rizika, u vezi sa opasnostima i rizicima, faktorima i percepciji rizika, između procjenjivača rizika, lica koja upravljaju rizikom, potrošača, subjekata u poslovanju hranom i hranom za životinje, naučnih institucija i drugih zainteresovanih strana, uključujući i tumačenje rezultata procjene rizika, na osnovu kojih se odlučuje o upravljanju rizikom; 13) *opasnost* (hazard) je biološki, hemijski ili fizički agens u hrani ili hrani za

životinje ili stanje hrane ili hrane za životinje koji može da izazove štetno djelovanje na zdravlje; 14) *sledljivost* (traceability) je mogućnost praćenja hrane, hrane za životinje, životinja koja se koristi za proizvodnju hrane, sirovina ili supstanci koje su namijenjene ugrađivanju ili se očekuje da će biti ugrađene u hranu ili hranu za životinje kroz sve faze proizvodnje, prerade i distribucije; primarna proizvodnja (primary production) je proizvodnja, njega ili uzgoj primarnih proizvoda uključujući žetvu, berbu, mužu i uzgoj životinja prije klanja, kao i lov, ribolov i ubiranje proizvoda (divljih plodova i biljaka) iz prirode; 17) primarni proizvod (primary products) je proizvod dobijen iz primarne proizvodnje uključujući proizvode dobijene iz zemlje, uzgajanja žive stoke, lova i ribolova; higijena hrane (food hygiene) je skup mjera i uslova neophodnih za kontrolu opasnosti i obezbjeđivanje pogodnosti hrane za ishranu ljudi u skladu sa njenom namjenom; 20) službena kontrola (official control) je svaki oblik kontrole koju sprovode nadležni organi, radi utvrđivanja usaglašenosti sa propisima o hrani i hrani za životinje, zdravlju životinja i bilja i dobrobiti životinja; 21) verifikacija (verification) je provjeravanje ispunjenosti propisanih zahtjeva, pregledom i razmatranjem objektivnih dokaza; inspekcija (inspection) je kontrola hrane i hrane za životinje, zdravlja i dobrobiti životinja, kojom se potvrđuje ispunjenost zahtjeva utvrđenih propisima o hrani i hrani za životinje, zdravlju i dobrobiti životinja; 24) monitoring je sistematsko sprovođenje niza planiranih aktivnosti i ispitivanja u cilju dobijanja opšteg pregleda stanja, sprovođenja propisa o hrani i hrani za životinje, zdravlju i dobrobiti životinja; 25) nadzor (*surveillance*) je sistematsko praćenje i kontrola jednog ili više subjekata u poslovanju hranom ili hranom za životinje i njihovih aktivnosti u vezi djelatnosti koju obavljaju; 26) neusaglašenost je neispunjavanje propisanih zahtjeva za hranu ili hranu za životinje, zdravlje i dobrobit životinja; hraniva su proizvodi biljnog ili životinjskog porijekla koji služe za zadovoljenje hranidbenih potreba u izvornom obliku, svježi ili konzervirani i proizvodi dobijeni njihovom industrijskom preradom i organske i neorganske supstance koje sadrže ili ne sadrže dodatke hrani za životinje, a namijenjene su za peroralnu ishranu životinja ili nakon prerade ili u pripremi krmnih smješa ili kao nosači premiksa. Subjekt u poslovanju hranom ili hranom za životinje u primarnoj proizvodnji i pratećim djelatnostima dužan je da uspostavi postupak sprovođenja dobre higijenske prakse, dobre proizvođačke prakse i dobre uzgojne – poljoprivredne prakse. Uputstva, priručnike i vodiče za sprovođenje dobre higijenske prakse, dobre proizvođačke prakse, dobre uzgojne prakse i procedura zasnovanih na HACCP principima mogu izrađivati udruženja proizvođača hrane ili hrane za životinje, uz konsultacije sa Savjetom za hranu, na zahtjev i o trošku subjekata u poslovanju s hranom ili hranom za životinje.

Za kontrolu bezbjednosti namirnica u Crnoj Gori, nadležni su: Ministarstvo zdravlja, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Uprava za bezbjednost hrane, veterinu i fitosanitarne poslove, Ministarstvo ekonomije. Aktivnosti se sprovode kroz rad:

- *stručnih službi u ministarstvima koje:*
- predlažu mjere razvojne politike,
- prate sprovođenje aktivnosti,
- analiziraju rezultate sprovedenih mjera,
- kreiraju strategije,
- predlažu donošenje zakona i podzakonskih akata koji se odnose na bezbjednost hrane, uslove za rad laboratorija,
- donose propise iz oblasti sanitarno - zdravstvenog, fito - sanitarnog, veterinarsko – sanitarnog nadzora, kontrole kvaliteta,
- daju stručna mišljenja i sl.,
- *inspeksijskih službi* koje obavljaju poslove inspeksijskog nadzora u cilju obezbjeđenja primjene propisa,
- *stručnih institucija* u kojima se obavljaju istraživanja, predlažu programi monitoringa, prate programi u oblasti bezbjednosti hrane (Institut za javno zdravlje CG, Biotehnički institut, Specijalistička veterinarska laboratorija),
- *ovlašćenih organizacija za laboratorijsku kontrolu hrane, vode za piće, hrane za životinje i sl.*

Radi obezbjeđivanja visokog nivoa zaštite zdravlja ljudi Vlada donosi bliže propise o: patogenim mikroorganizmima, mikroorganizmima koji nijesu patogeni i parazitima za koje je procjenom rizika utvrđen rizik za zdravlje ljudi, a koje sadrži hrana ili hrana za životinje i drugim posebnim mikrobiološkim kriterijumima; mjerama za sprečavanje trovanja ljudi hranom; mjerama za sprečavanje štetnog uticaja hrane na zdravlje ljudi i životinja kada je procjenom rizika utvrđeno da određena hrana ili hrana za životinje predstavlja rizik; kumulativnom toksičnom dejstvu koje potiče iz hrane ili hrane za životinje; stranim supstancama prisutnim u hrani i hrani za životinje ili za koje se sumnja da su prisutne u seriji i u ostatku serije hrane ili hrane za životinje; načinu sprečavanja stavljanja na tržište hrane i hrane za životinje koja nije podesna za ishranu ljudi i životinja zbog sadržaja određenih kontaminanata; mjerama koje se preduzimaju za uklanjanje nedostataka radi uspostavljanja sistema bezbjednosti hrane i specifičnim zahtjevima za higijenu hrane i hrane za životinje u primarnoj proizvodnji ili nakon primarne proizvodnje; sprečavanju, uklanjanju ili smanjivanju rizika direktno ili indirektno preko životne sredine na prihvatljiv nivo, kojem su izloženi ljudi i životinje; uzročnicima koji mogu uzrokovati ozbiljna oboljenja kod ljudi konzumiranjem kontaminirane hrane ili hrane za životinje; mjerama za sprečavanje trihinele kod ljudi prilikom konzumiranja mesa domaćih svinja, divljih svinja, konja i drugih vrsta životinja koje su zaražene trihinelom i načinu uzorkovanja trupova i metodama za otkrivanje trihinele i određivanju statusa gazdinstva i uslove za uvoz mesa i drugih bolesti životinja koje se hranom prenose na ljude; uspostavljanju sledljivosti određene hrane ili hrane za životinje i mjerama za sprečavanje i upravljanje rizikom u skladu sa načelom predostrožnosti; zahtjevima za proizvode biljnog porijekla (klice), sledljivost klica, sjemena namijenjenog proizvodnji klica i druge hrane; zahtjevima sledljivosti za genetski modifikovanu hranu; načinu pokretanja postupaka i povlačenja hrane i hrane za životinje sa tržišta radi sprečavanja nepredviđenih nepovoljnih uticaja na zdravlje ljudi, zdravlje životinja ili okolinu, uključujući ekosisteme; načinu praćenja nivoa skrivenih (background levels) dioksina, dioksinima sličnim polihlorovanim bifenilima (PCB) i drugim PCB-a u hrani; određivanju maksimalno dozvoljene količine kokcidiostatika ili histomonostatika u hrani koji su posljedica prenošenja tih supstanci u neciljanu hranu za životinje; otklanjanju potencijalnih opasnosti za zdravlje ljudi čiji uzrok može biti hrana i hrana za životinje i dr.

18.2.1. Načela bezbjednosti hrane

Opšte načelo: Bezbjednost hrane i hrane za životinje treba da se zasniva na obezbjeđivanju visokog nivoa zaštite života i zdravlja ljudi, zaštite interesa potrošača, zaštite zdravlja i dobrobiti životinja, zdravlja bilja i zaštite životne sredine i slobodnog kretanja hrane i hrane za životinje, proizvedene i stavljene na tržište

Načelo: Analiza rizika: Analiza rizika (risk analysis) je proces koji se sastoji od procjene rizika, upravljanja rizikom i obavještanja o riziku, a vrši se radi postizanja visokog nivoa zaštite života i zdravlja ljudi. Procjena rizika zasniva se na dostupnim naučnim dokazima i obavlja se na nezavisan, objektivan i transparentan način. Procjenu rizika mogu da vrše naučno-istraživačke ustanove za bezbjednost hrane koje ispunjavaju uslove u pogledu stručnog kadra i koje ovlasti Ministarstvo. Ove ustanove prikupljaju i analiziraju podatke radi karakterizacije i praćenja rizika koji imaju direktan ili indirektan uticaj na bezbjednost hrane ili hrane za životinje; daju stručne savjete i naučnu podršku za unaprjeđenje bezbjednosti hrane ili hrane za životinje; predlažu preduzimanje mjera za otklanjanje rizika od hrane ili hrane za životinje; sarađuju sa nadležnim državnim organima i organima uprave u oblasti razmjene informacija; daju predloge za obavještanje, učešće javnosti i edukaciju o značaju bezbjednosti hrane ili hrane za životinje; daju naučna mišljenja i pružaju naučnu i tehničku pomoć organima u oblasti bezbjednosti hrane; daju inicijativu za izmjene propisa o bezbjednosti hrane i hrane za životinje; obavještaavaju organe o rezultatima izvršene procjene rizika.

Načelo: Upravljanje rizikom: Upravljanje rizikom vrši se na način kojim se obezbjeđuje da preventivne mjere, nadzor i službene kontrole preduzete radi smanjivanja, uklanjanja ili izbjegavanja rizika za zdravlje ljudi i životinja konzumiranjem hrane, budu utemeljene na rezultatima procjene

rizika i drugim faktorima koji su od značaja za otklanjanje rizika i da budu nepristrasne, efikasne i primjerene. Upravljanje rizikom vrši Organ uprave sprovođenjem nadzora, službenih kontrola i preduzimanjem preventivnih mjera. Prilikom upravljanja rizikom uzimaju se u obzir rezultati procjene rizika i/ili naučna mišljenja naučne, Evropskog tijela za bezbjednost hrane (European Food safety authorities - EFSA) i drugi faktori od značaja za bezbjednost.

Načelo: Saradnja sa drugim institucijama: Radi adekvatne procjene rizika naučne ustanove mogu sarađivati sa drugim naučnim institucijama, drugim nadležnim organima, laboratorijama i drugim pravnim licima uključenim u sistem bezbjednosti hrane i hrane za životinje u zemlji i inostranstvu. Saradnja se ostvaruje na naučnom nivou kroz koordinaciju aktivnosti, razmjenu podataka, izradu i implementaciju zajedničkih projekata, razmjenu znanja i najbolje prakse u oblastima aditiva i nutritivnih izvora dodatih hrani, aditiva i proizvoda ili supstanci koje se upotrebljavaju u hrani za životinje, sredstava za zaštitu bilja i njihovih rezidua, genetički modificovanih organizama, dijetetskih proizvoda, ishrani i alergijama, biološke opasnosti, kontaminenata u lancu hrane, zdravlja i dobrobiti životinja, zdravstvene zaštite bilja, materijala koji dolaze u kontakt sa hranom, enzima, boja i pomoćnih materijala i pružanja naučne i tehničke pomoći i drugih stručnih mišljenja.

Načelo: Predostrožnost: Ukoliko se na osnovu dostupnih informacija utvrdi moguće štetno djelovanje hrane ili hrane za životinje na zdravlje ljudi i životinja, ako postoje naučne nedoumice, preduzimaju se privremene mjere upravljanja rizikom potrebne za obezbjeđenje visokog nivoa zaštite zdravlja, do pribavljanja pouzdanijih naučnih informacija potrebnih za sveobuhvatnu procjenu rizika.

Načelo: Zaštita interesa potrošača: Informacije o hrani na osnovu kojih potrošač odlučuje o konzumiranju hrane, moraju biti potpune i tačne radi zaštite potrošača i sprečavanja: prevare ili obmane; izmjene sastava hrane; i dovođenja potrošača u zabludu.

Načelo: Transparentnost: Prilikom pripreme propisa, ocjene njihovih efekata i pristupanja izmjenama propisa o hrani ili hrani za životinje moraju se sprovoditi javne rasprave u skladu sa zakonom, osim u hitnim slučajevima kada to nije moguće.

Načelo: Obavješćavanje javnosti: Ukoliko postoji opasnost da određena hrana ili hrana za životinje može predstavljati rizik po zdravlje ljudi ili životinja, Ministarstvo je dužno da bez odlaganja, putem štampanih ili elektronskih medija, obavijesti javnost o vrsti hrane ili hrane za životinje, riziku koji ona predstavlja, kao i o mjerama koje se preduzimaju ili će biti preduzete za sprečavanje, smanjivanje ili uklanjanje tog rizika.

18.2.2. Opšti zahtjevi za bezbjednost hrane

Zabrana stavljanja hrane na tržište: Zabranjeno je stavljati na tržište hranu koja nije bezbjedna. Hrana nije bezbjedna ako: je štetna za zdravlje ljudi ili nije pogodna za ishranu ljudi. Prilikom utvrđivanja štetnosti hrane, cijeni se: moguće trenutno, kratkoročno ili dugoročno dejstvo hrane na zdravlje lica koje je konzumira, kao i uticaj na buduće generacije; moguće kumulativno toksično dejstvo; posebna zdravstvena osjetljivost pojedinih kategorija potrošača kada je hrana namijenjena toj kategoriji potrošača. Prilikom utvrđivanja da li je hrana nepogodna za ishranu ljudi, cijeni se da li je ta hrana nepogodna za upotrebu kojoj je namijenjena zbog moguće kontaminacije spoljnim materijama ili na neki drugi način, zbog truljenja, kvarenja ili raspadanja. Kada je hrana, za koju je utvrđeno da nije bezbjedna, dio partije, serije ili pošiljke iste vrste hrane prema opisu i kategoriji, smatra se da sva hrana u toj partiji, seriji ili pošiljci nije bezbjedna, osim ako se na osnovu detaljne procjene utvrdi daje ostatak partije, serije ili pošiljke bezbjedan. Subjekat u poslovanju hranom ili hranom za životinje dužan je da uspostavi sledljivost u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije hrane, hrane za životinje, životinja za proizvodnju hrane i/ili supstanci koje se dodaju u hranu ili hranu za životinje.

Sledljivost: Subjekat u poslovanju hranom ili hranom za životinje dužan je da uspostavi sistem sledljivosti i postupke na osnovu kojih se mogu identifikovati lica: od kojih dobavlja hranu, hranu za životinje, životinje koje služe za proizvodnju hrane i supstance koje se dodaju u hranu ili hranu za životinje; kojima je isporučio svoje proizvode. Hrana ili hrana za životinje koja je stavljena na tržište,

mora biti označena ili na drugi način identifikovana kako bi se omogućila sledljivost na osnovu dokumentacije ili podataka.

Obaveze subjekta u poslovanju hranom: Ako subjekat u poslovanju hranom posumnja, ili utvrdi da hrana koju je uvezo, proizveo, preradio ili distribuirao ne ispunjava zahtjeve propisane ovim zakonom, dužan je da bez odlaganja pokrene postupak povlačenja hrane sa tržišta kada hrana nije pod njegovom neposrednom kontrolom i o tome obavijesti Organ uprave. Ako je hrana došla do potrošača, subjekat u poslovanju hranom dužan je da odmah obavijesti potrošače o razlozima za povlačenje hrane i ako je neophodno, zahtijeva od potrošača povraćaj hrane koja mu je već isporučena ako se drugim mjerama ne može postići visok nivo zaštite zdravlja.

18.2.3. Uslovi za stavljanje hrane i hrane za životinje na tržište

Obaveze subjekta za higijenu hrane: Subjekt u poslovanju hranom: primarno je odgovoran za bezbjednost hrane; odgovoran je za bezbjednost hrane u svim fazama proizvodnje, prerade, obrade i distribucije; dužan je da za hranu koja ne može bezbjedno da se čuva na sobnoj temperaturi, posebno za zamrznutu hranu održava hladni lanac (cold chain) odnosno obezbijedi održavanje stalnosti propisane temperature za tu vrstu hrane u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije; dužan je da primjenjuje postupke koji se zasnivaju na principima analize opasnosti i kritičnim kontrolnim tačkama - Hazard Analysis and Critical Control Point (u daljem tekstu: HACCP), zajedno sa primjenom dobre higijenske prakse; dužan je da primjenjuje uputstva za dobru praksu u lancu hrane, radi usaglašavanja sa propisima o higijeni hrane i za primjenu principa HACCP-a; dužan je da uspostavi mikrobiološke kriterijume i zahtjeve za kontrolu temperature koji su zasnovani na naučnoj procjeni rizika; dužan je da obezbijedi da uvezena hrana ispunjava iste higijenske zahtjeve ili ekvivalentne zahtjeve, kao i hrana proizvedena na teritoriji Crne Gore. Subjekt u poslovanju hranom u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije hrane koja je pod njegovom kontrolom, dužan je da za tu hranu obezbijedi ispunjavanje zahtjeva za higijenu hrane utvrđenih Zakonom o bezbjednosti hrane.

Zahtjevi za higijenu hrane: Subjekt u poslovanju hranom dužan je da primjereno djelatnosti, uspostavi i sprovodi opšte i posebne zahtjeve za higijenu hrane. Subjekt u poslovanju hranom, dužan je da prema vrsti hrane, sprovodi i posebne mjere za higijenu hrane radi obezbjeđenja: usaglašenosti sa mikrobiološkim kriterijumima za hranu; usaglašenosti sa zahtjevima za kontrolu temperaturnog režima za hranu; održavanja hladnog lanca; uzimanja uzoraka i laboratorijskih ispitivanja; i ispunjavanje drugih zahtjeva utvrđenih zakonom. Subjekt mora koristiti uputstva dobre prakse. Propisima se utvrđuju zahtjevi i u pogledu objekata, prostorija, opreme, snabdijevanja vodom i energijom, uklanjanja otpada, termičke obrade, pakovanja i ambalažiranja, lične higijene, obuke zaposlenih i transporta u svim fazama proizvodnje, prerade distribucije hrane, uključujući i primarnu proizvodnju hrane sa pratećim djelatnostima.

Lična higijena zaposlenih: Subjekt u poslovanju hranom dužan je da u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije, obezbijedi da lica koja obavljaju poslove rukovanja hranom održavaju ličnu higijenu i nose odgovarajuću, čistu, a prema potrebi i zaštitnu odjeću i obuću u skladu sa propisima. Subjekt u poslovanju hranom dužan je da u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije, obezbijedi da lica koja boluju od bolesti koja se može prenijeti hranom, koja su kliconoše, imaju inficirane rane ili dijareju ne rukuju hranom i ne ulaze u prostore u kojima se rukuje hranom, ako postoji bilo kakva opasnost od direktne ili indirektno kontaminacije. Lica su dužna da prijave bolest ili simptome ili njihove uzroke odgovornom licu u objektu poslovanja hranom.

Obuka zaposlenih: Subjekt u poslovanju hranom dužan je da u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije, obezbijedi da lica koja: dolaze u neposredan kontakt sa hranom budu pod nadzorom, dobiju instrukcije i da su obučena o pravilima higijene hrane u vezi poslova koje obavljaju; su odgovorna za razvoj i održavanje postupaka zasnovanih na principima HACCP-a ili primjenu odgovarajućih vodiča, prođu odgovarajuću obuku za primjenu principa HACCP-a.

Analiza opasnosti i kritične kontrolne tačke: Subjekat u poslovanju hranom dužan je da uspostavi, primjenjuje i kontinuirano održava postupke zasnovane na principima HACCP-a u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije hrane nakon primarne proizvodnje i pratećih djelatnosti. Principi HACCP-a obuhvataju: identifikaciju opasnosti koja se mora spriječiti, eliminisati ili smanjiti na prihvatljiv nivo; identifikaciju kritičnih kontrolnih tačaka u svim fazama kod kojih je kontrola od bitnog značaja, radi sprečavanja, uklanjanja ili smanjivanja rizika na prihvatljiv nivo; uspostavljanje graničnih vrijednosti na kritičnim kontrolnim tačkama, koje razdvajaju prihvatljivu od neprihvatljive vrijednosti, radi sprečavanja, eliminisanja ili smanjivanja rizika na prihvatljiv nivo; uspostavljanje i sprovođenje efikasnih sistema praćenja (monitoringa) kritičnih kontrolnih tačaka; određivanje korektivnih mjera koje se preduzimaju kada sistem praćenja ukaže da kritična kontrolna tačka nije pod kontrolom; određivanje postupaka, koji se redovno sprovode, radi provjere efikasnog funkcionisanja mjera; evidentiranje i dokumentovanje, primjereno vrsti i obimu djelatnosti koja se obavlja, radi provjere efikasne primjene mjera. Subjekat u poslovanju hranom dužan je da prilikom izmjene proizvoda, procesa ili faze proizvodnje, izvrši i izmjene uspostavljenih postupaka. Subjekat u poslovanju hranom dužan je da: na zahtjev Organa uprave dokaže usaglašenost uspostavljenih postupaka primjereno vrsti djelatnosti i obimu djelatnosti; obezbijedi hronološko i ažurno dokumentovanje aktivnosti preduzetih u okviru uspostavljenih postupaka; i čuva dokumentaciju i evidencije. Izuzetno, subjekat u poslovanju hranom koji obavlja djelatnost u kojoj se ne mogu identifikovati kritične kontrolne tačke u pripremi, proizvodnji i preradi hrane dužan je da uspostavi dobru higijensku praksu.

Odstupanja: Subjektu u poslovanju hranom koji ima mali obim proizvodnje, prerade i obrade proizvoda ili koristi tradicionalne metode proizvodnje ili se nalazi u području sa posebnim geografskim ograničenjima, radi olakšanja poslovanja mogu se dozvoliti odstupanja u pogledu zahtjeva za izgradnju, uređenje i opremanje objekta. Subjektu u poslovanju hranom koji proizvodi tradicionalne proizvode može se dozvoliti odstupanje za prostorije u kojima su takvi tradicionalni proizvodi izloženi okruženju koje je neophodno za razvoj specifičnih karakteristika tog tradicionalnog proizvoda i materijale od kojih je izrađena oprema za izradu ovih proizvoda.

Mikrobiološki kriterijumi za hranu: Subjekat u poslovanju hranom dužan je da na tržište stavlja samo hranu koja ispunjava propisane mikrobiološke kriterijume. Subjekat u poslovanju hranom dužan je da u svakoj fazi proizvodnje, prerade i distribucije, uključujući i prodaju hrane na malo, preduzima mjere zasnovane na načelima HACCP-a, uz primjenu dobre higijenske prakse, na način da se: snabdijevanje, rukovanje i obrada sirovina i hrane vrši pod kontrolom uz ispunjavanje mikrobioloških kriterijuma za higijenu procesa; poštuju kriterijumi bezbjednosti hrane tokom roka upotrebe proizvoda, pod utvrđenim uslovima distribucije, čuvanja i upotrebe. Subjekat u poslovanju hranom koji proizvodi i priprema hranu, dužan je da izradi plan uzorkovanja gotove hrane i briseva površina, radi validacije i verifikacije svojih postupaka.

Uklanjanje površinske kontaminacije: Subjekat u poslovanju hranom sa proizvoda životinjskog porijekla koji su površinski kontaminirani, dužan je da kontaminante uklanja, i to samo vodom za piće, čistom vodom i supstancama koje su dozvoljene za smanjivanje površinske kontaminacije.

Registar objekata: Subjekat u poslovanju hranom ili hranom za životinje dužan je da djelatnost proizvodnje, prerade i/ili distribucije hrane ili hrane za životinje obavlja samo u registrovanim odnosno odobrenim objektima.

18.2.4. Informisanje potrošača o hrani

Subjekat u poslovanju hranom dužan je da krajnjem potrošaču učini dostupnim tačne, jasne i lako razumljive informacije i podatke o hrani, putem etikete ili na propisani način, koje se odnose na:

- 1) naziv, vrstu, sastav, svojstva, karakteristike i porijeklo za određene vrste hrane;
- 2) zaštitu zdravlja potrošača i bezbjednu upotrebu (sastojke hrane koji mogu biti štetni za zdravlje određenih grupa potrošača; trajnost hrane, način i uslove čuvanja i upotrebe hrane; uticaj na zdravlje uključujući rizike i posljedice vezane za načine konzumacije koji mogu biti opasni po zdravlje);

3) nutritivna svojstva hrane koja uključuju i posebne prehrambene potrebe, preporučene količine po obroku ili jedinici konzumiranja.

18.2.5. Praksa poštenog informisanja

Subjekat u poslovanju hranom ne smije pružati informacije i podatke o hrani koji mogu potrošača dovesti u zabludu, a naročito: u pogledu karakteristika, vrste, naziva, svojstava, sastava, količine, roka trajanja, zemlje ili mjesta porijekla i načina proizvodnje; pripisivanjem hrani efekata ili svojstava koje ta hrana nema. Subjekat u poslovanju hranom ne smije koristiti nutritivne i zdravstvene tvrdnje koje: su pogrešne, dvosmislene ili zavaravajuće; dovode do sumnje u bezbjednost i/ili prehrambenu adekvatnost ostale hrane; podstiču i tolerišu pretjeranu upotrebu određene hrane. Zabranjeno je korišćenje zdravstvenih tvrdnji koje: ukazuju da bi zdravlje moglo biti ugroženo zbog nekonzumiranja određene hrane; upućuju na stopu ili količinu gubitka tjelesne težine. Serija ili lot je serija prodajnih jedinica hrane koja je proizvedena, prerađena ili pakovana pod jednakim uslovima. Hrana se ne smije stavljati na tržište ukoliko nije označena oznakom koja omogućava identifikaciju serije ili lota kojem hrana pripada. Oznaku serije ili lota određuje i stavlja subjekat u poslovanju hranom koji proizvodi, prerađuje ili pakuje odnosno prepakuje hranu.

Aditivi: Aditiv je supstanca koja se iz tehnoloških razloga dodaje hrani ili hrani za životinje u toku proizvodnje, prerade, pripreme, obrade, pakovanja, transporta ili čuvanja i neposredno ili posredno, preko svojih međuprodukata. Zabranjeno je stavljati na tržište prehrambene aditive ili hranu koja sadrži prehrambene aditive koji ne ispunjavaju propisane uslove.

Materijali i predmeti koji dolaze u kontakt sa hranom: Pod materijalima, ambalažom i predmetima koji dolaze u kontakt sa hranom ili hranom za životinje smatraju se proizvodi koji su u neposrednom kontaktu ili dolaze u kontakt sa hranom ili hranom za životinje. Materijali i predmeti koji dolaze u kontakt sa hranom moraju biti proizvedeni u skladu sa dobrom proizvođačkom praksom tako da ne prenose svoje sastojke u hranu u količinama koje bi mogle ugroziti zdravlje ljudi ili prouzrokovati neprihvatljivu promjenu u sastavu hrane ili pogoršanje organoleptičkih svojstava hrane. Označavanjem, reklamiranjem i prezentacijom materijala ili proizvoda koji dolaze u kontakt sa hranom ne smiju se potrošači dovoditi u zabludu. Predmeti i materijali koji dolaze u kontakt sa hranom moraju biti izrađeni od sirovine koja ne utiče negativno na bezbjednost hrane tokom proizvodnje, stavljanja na tržište i korišćenja. Subjekat u poslovanju hranom dužan je da koristi predmete i materijale koji dolaze u kontakt sa hranom koji su odobreni i označeni u skladu sa propisanim uslovima. Pravno i fizičko lice ili preduzetnik koji proizvode i stavljaju na tržište predmete i materijale koji dolaze u kontakt sa hranom dužni su da označe materijale i predmete, vode evidenciju o proizvodnji i prometu i čuvaju dokumentaciju, radi obezbjeđenja njihove identifikacije i sledljivosti. Sledljivost materijala i predmeta mora biti obezbijeđena u svim fazama, radi lakše kontrole, povlačenja neispravnih proizvoda, informisanja potrošača i utvrđivanja odgovornosti. Kada se utvrdi da predmeti i materijali koji dolaze u kontakt sa hranom mogu da predstavljaju ozbiljan rizik za zdravlje ljudi ili životnu sredinu i ako se rizik ne može spriječiti sprovođenjem odgovarajućih mjera, Ministarstvo prema prirodi ili stepenu rizika, naređuje jednu ili više mjera: privremenu zabranu stavljanja na tržište ili upotrebu predmeta i materijala koji dolaze u kontakt sa hranom; privremenu zabranu uvoza predmeta ili materijala koji dolaze u kontakt sa hranom iz države, ili dijela države izvoznice; posebne uslove za postupanje; ili druge odgovarajuće mjere.

Suplementi: Suplement je hrana čija je svrha dopuna uobičajene ishrane, a koji predstavlja koncentrovani izvor hranljivih materija ili druge materije prehrambenog ili fiziološkog dejstva, pojedinačno ili u kombinaciji, koji se stavlja na tržište u doziranom obliku (kapsule, pastile, tablete, pilule, vrećice praha, ampule tečnosti, bočice na kapaljku i drugim sličnim oblicima za tečnost i prah za korišćenje u odmjerenim malim količinama). Zabranjeno je stavljati na tržište suplemente koji ne ispunjavaju zahtjeve utvrđene zakonom.

Kontaminanti: Kontaminant je svaka supstanca koja nije dodata namjerno u hranu, a koja se u hrani nalazi kao rezultat proizvodnje (u ratarstvu, stočarstvu i veterinarskoj medicini), izrade, prerade,

pripreme, obrade, tretiranja, pakovanja, transporta ili držanja hrane ili kontaminacije iz životne sredine. Subjekti u poslovanju hranom, uključujući i primarnu proizvodnju dužni su da sprovede potrebne mjere u cilju sprečavanja pojave kontaminenata u hrani. Hrana koja sadrži kontaminente koji prelaze maksimalno dozvoljene količine kontaminenata, a naročito koji su toksični i štetni za zdravlje ljudi ne smije se stavljati na tržište. Maksimalno dozvoljene količine kontaminenata utvrđuju se propisom Vlade.

18.2.6. Posebna pravila za hranu za životinje

Opšte obaveze: Subjekat u poslovanju hranom za životinje dužan je da obezbijedi da se sve faze proizvodnje, prerade i distribucije hrane za životinje, u okviru djelatnosti koju obavlja i koja je pod njegovom kontrolom, vrše u skladu sa zakonom. Držalac životinja je dužan da preduzima mjere i sprovodi postupke, radi smanjenja na najmanju moguću mjeru opasnosti od biološke, hemijske i fizičke kontaminacije hrane za životinje, životinja i proizvoda životinjskog porijekla pri ishrani životinja koje se uzgajaju za proizvodnju hrane. Držalac životinja koje se koriste za proizvodnju hrane dužan je da primjenjuje dobru praksu za ishranu tih životinja.

Posebne obaveze: Subjekat u poslovanju hranom za životinje dužan je da obezbijedi usaglašenost hrane za životinje sa posebnim mikrobiološkim kriterijumima za hranu za životinje i preduzima mjere i primjenjuje postupke kojima se garantuje bezbjednost hrane za životinje. Subjekat u poslovanju hranom za životinje, uključujući i porodična poljoprivredna gazdinstva, dužan je da nabavi i koristi hranu za životinje koja potiče iz objekata koji su registrovani i odobreni u skladu sa zakonom. Subjekat u poslovanju hranom za životinje u primarnoj proizvodnji hrane za životinje sa pratećim djelatnostima, dužan je da vodi evidenciju koja se odnosi na mjere za kontrolu opasnosti. Subjekat u poslovanju hranom za životinje nakon primarne proizvodnje hrane za životinje, uključujući i trgovce koji hranu za životinje ne drže u svojim objektima, dužni su da vode evidenciju o proizvodnji, nabavci i prodaji hrane za životinje, radi obezbjeđivanja sledljivosti od prijema do isporuke, uključujući i izvoz.

Analiza opasnosti i kritične kontrolne tačke: Subjekat u poslovanju hranom za životinje, osim primarne proizvodnje hrane za životinje sa pratećim djelatnostima, dužan je da uspostavi, primjenjuje i kontinuirano održava postupke zasnovane na principima HACCP-a u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije hrane za životinje u skladu sa zakonom. Za primjenu postupaka zasnovanih na principima HACCP-a, subjekti u poslovanju hranom za životinje mogu primjenjivati vodiče dobre prakse zajedno sa vodičima o primjeni HACCP-a.

Stavljanje na tržište i korišćenje hrane za životinje: Na tržište se može stavljati samo hrana za životinje koja je bezbjedna i koja nema negativan uticaj na životnu sredinu ili dobrobit životinja.

Dodaci hrani za životinje: Dodaci hrani za životinje su supstance, mikroorganizmi ili proizvodi, osim hraniva i premiksa, koji se namjerno dodaju hrani za životinje ili vodi, radi: postizanja povoljnih uticaja na svojstva hrane za životinje i proizvoda životinjskog porijekla i na boju ukrasnih ribica i ptica, zadovoljavanja nutritivnih potreba životinja; povoljnog uticaja na životnu sredinu pri uzgoju životinja; povoljnog uticaja na uzgoj životinja, proizvodnost ili dobrobit životinja, a naročito na želudačno crijevnu floru ili probavu; ili kokcidiostatskog i histomonostatskog uticaja. Antibiotici, osim kokcidiostatika i histomonostatika, ne mogu se koristiti kao dodaci hrani za životinje.

Nepoželjne supstance u hrani za životinje: Nepoželjna supstanca u hrani za životinje je svaka supstanca ili proizvod, osim patogenih supstanci, koja je prisutna u i na proizvodu namijenjenom hrani za životinje i koja predstavlja moguću opasnost za zdravlje ljudi, životinja ili za životnu sredinu ili može štetno djelovati na stočarsku proizvodnju. Zabranjeno je miješati proizvode namijenjene za hranu za životinje koji sadrže nepoželjne supstance u količini većoj od maksimalno dozvoljene količine, radi razrjeđivanja sa istim ili drugim proizvodima namijenjenim za hranu za životinje.

Službene kontrole: Službenim kontrolama potvrđuje se ispunjenost propisanih zahtjeva za hranu ili hranu za životinje utvrđenih zakonom. Službene kontrole sprovede se korišćenjem odgovarajućih

kontrolnih metoda i tehnika i to: inspekcija, monitoring, nadzor, verifikacija (provjera), revizija, uzimanje uzoraka i laboratorijska ispitivanja.

Pitanja

Koji propisi regulišu oblast bezbjednosti hrane u Crnoj Gori? Kako je organizovan sistem bezbjednosti hrane u Crnoj Gori? Koja pitanja su regulisana Zakonom o bezbjednosti hrane SLCG 40/11 i objasnite? (pojam hrane, načela bezbjednosti hrane, nadležni organi, opšti zahtjevi za bezbjednost hrane, uslovi za stavljanje hrane na tržište, praksa poštenog informisanja, aditivi, kontaminanti, suplementi, materijali i predmeti koji dolaze u kontakt sa hranom, posebna pravila za hranu za životinje, službene kontrole i dr.). Koja se hrana smatra nebezbjednom prema Zakonu o bezbjednosti hrane?

19. FAKTORI RIZIKA U PRIMARNOJ POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI

19.1. Vrste opasnosti za bezbjednost hrane u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji

Zdrava životna sredina je osnovni preduslov za očuvanje zdravlja ljudi, životinja i biljaka. Zagađenja zemljišta, vode i vazduha štetno djeluju na sva živa bića na Zemlji: ljude, životinje, biljke, mikroorganizme. Industrijski i izduvni gasovi mnogobrojnih zagađivača, sredstva koja se koriste za zaštitu biljaka i druge zagađujuće materije nepovoljno djeluju na život i opstanak živog svijeta na Zemlji. Broj zagađujućih materija koje svakodnevno dolaze u životnu sredinu je veoma veliki, a najznačajnije su svrstane u nekoliko grupa: neorganske zagađujuće materije, organske zagađujuće materije, organometalna jedinjenja i radioaktivne materije. Supstance opasne po zdravlje su one koje izazivaju: akutnu toksičnost, nagrizanje i nadražaj kože, teške povrede oka, preosjetljivost disajnih puteva ili kože, mutagenost, kancerogenost, reproduktivnu toksičnost. Prilikom procjene reproduktivne toksičnosti neke supstance, treba imati u vidu da se štetni učinci ne moraju pojaviti na plodu nakon porođaja majke koja je bila izložena toj supstanci, čak ni u prvoj generaciji, već se mogu javiti u drugoj ili trećoj generaciji.

Prilikom **primarne proizvodnje** hrane treba koristiti zdravstveno bezbjedno zemljište, kontrolisati prisustvo organskih i neorganskih polutanata, sprovoditi zdravstveno bezbjedne mjere protiv štetočina, bolesti životinja i biljaka i odgovarajuće higijenske uslove. U tom cilju, potrebno je analizirati potencijalne izvore rizika i opasnosti od zagađivanja hemijskim agensima iz životne sredine. Vrste opasnosti su **hemijske, fizičke i biološke**. Zagađenja vazduha koja su od značaja za kontaminaciju biosfere su emisije iz termoelektrana, industrijskih postrojenja, stambenih objekata, drumskog i avijacionog saobraćaja. Zagađenje vazduha može nastati i pri nepropisnoj primjeni pesticida u obliku praha. Opasnost za poljoprivrednu proizvodnju predstavljaju kontaminanti iz izduvnih gasova automobila, prije svega olovo. Trebalo bi zabraniti poljoprivrednu proizvodnju u pojasu od 30 m oko saobraćajnica. Programom mjera za bezbjednost hrane Ministarstva poljoprivrede Crne Gore utvrđene su mjere za praćenje bezbjednosti hrane i hrane za životinje na osnovu monitoringa: rezidua supstanci ili njihovih metabolita sa farmakološkim djelovanjem i drugih supstanci koje mogu zaostati u životinjskim tkivima, organima i/ili proizvodima životinjskog porijekla i hrani za životinje, rezidua pesticida u hrani, zoonoza, mikrobioloških kriterijuma u hrani, kontaminata u hrani, nepoželjnih supstanci u hrani za životinje, prisustvo genetski modificovanog materijala u hrani i hrani za životinje i dr. Ovim programom utvrđuju se vrste opasnosti u hrani i hrani za životinje, uslovi i način sprovođenja monitoringa, način uzimanja uzoraka, metode laboratorijskih ispitivanja i mjere koje će se preduzeti u slučaju prisustva opasnosti. Bezbjednost namirnica za ljudsko zdravlje "od njive do trpeze" podrazumijeva brigu o: porijeklu, mjestu boravka i zdravlju životinja, transportu, objektima za proizvodnju (klanicama, mljekarama i dr.), higijeni

proizvodnje, laboratorijskoj kontroli proizvoda, plasiranju namirnica u restoranima, distribuciji i skladištenju prehrambenih proizvoda. Koncept „*od njive do trpeze*” uključuje sve korake koji se primjenjuju u proizvodnji, skladištenju, rukovanju, transportu, distribuciji i pripremi prehrambenog proizvoda.

19.2. Faktori rizika za kontaminaciju hrane u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji

Faktori rizika za kontaminaciju hrane u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji su: oslobađanje toksičnih supstanci iz različitih vrsta industrije (teška industrija, industrija nafte, nuklearna postrojenja itd), izduvnih gasova iz saobraćaja, primjena pesticida i lijekova u poljoprivrednoj proizvodnji i dr. Sve ove djelatnosti predstavljaju rizik za kontaminaciju hrane.

19.3. Hemijske opasnosti za bezbjednost hrane

Hemijska kontaminacija hrane je posljedica zagađenja životne sredine ili namjerne upotrebe hemijskih sredstava u cilju povećanja proizvodnje i zaštite zdravlja biljaka i životinja (pesticidi i veterinarski lijekovi.. Neke hemijske supstance se dodaju u hranu u cilju poboljšanja nekih njenih svojstava ili da se uspori njeno kvarenje, a koji u dodati u nedozvoljenim količinama ostavljaju rezidue u hrani (aditivi). Međutim, ukoliko se **aditivi** dodaju hrani pod propisanim uslovima ne smatraju se hemijskim zagađivačima hrane. Hemijski kontaminanti porijeklom iz industrijske proizvodnje su: teški metali (olovo, arsen, živa, kadmijum, bakar, fluor, selen) i halogenovani ugljovodonici (polihlorovani bifenili, polihlorovani naftalini, dioksini). **Hemikalije koje se koriste u poljoprivredi** obuhvataju: insekticide: hlorovane ugljovodonike (DDT, endrin, aldrin/dieldrin), organofosfate (kumafos, malation, diazinon); herbicide (2,4-D, 2,4,5-T, MCP, dioksini); fungicide (dihloran, folpet), rodenticide (varfarin) i hemijska đubriva. Ostaci iz grupe **veterinarskih lijekova** obuhvataju: antibiotike, sulfonamide, antiparazitike, sedative. Ostaci iz grupe **sredstava za ubrzanje (promoteri) rasta**, koji su zabranjeni za upotrebu u EU uključuju: prirodne hormone (estradiol, progesteron, testosteron), sintetičke hormone (dietilstilbestrol), gljivične estrogene (zearalenon), tireostatike i neke antimikrobne lijekove (virginamicin, bacitracin, polimiksin B, sulfonamidi). Ostaci iz grupe „**prirodnih toksičnih supstanci**“ uključuju: mikotoksine (aflatoksin, ohratoksin, patulin, sterigmatocistin, trihoteceni, zearalenon), toksine algi, biljaka i viših gljiva. Ostaci iz grupe **komponenta materijala za pakovanja** uključuju vinil-hlorid monomer (komponenta plastičnih masa) i boje za štampanje na materijalima za pakovanje. **Aditivi hrane**, koji se dodaju hrani pod propisanim uslovima ne smatraju se hemijskim zagađivačima hrane. Hemijske supstance - aditivi hrane obuhvataju nitrite/nitrate, polifosfate, antioksidante, konzervanse (sulfiti, benzoati), komponente dima, boje, emulgatore, zaslađivače (saharin, aspartam) i poboljšivače ukusa (natrijum-glutamat). **Hemijska jedinjenja** koja predstavljaju najveću opasnost po zdravlje ljudi su: azotna i fosforna jedinjenja, teški metali i metaloidi (olovo, živa, kadmijum, arsen, nikl), polihlorisani bifenili, dioksini, nafta, polihlorisani ugljovodonici, polivinilhlorid, azbest, sredstva za pranje, pesticidi. Hemikalije se bioakumuliraju u životnoj sredini i tako negativno utiču na ljudsko zdravlje i ekosisteme. Hrana se može kontaminirati primarno i sekundarno. Primarni put podrazumijeva kontaminaciju biljaka i životinja preko zemljišta, vode, vazduha koji se zatim koriste u ishrani. Sadržaj ovih elemenata u vodi i zemljištu u nekim predjelima može biti prirodno visok, ili je uzrokovan industrijskim otpadnim vodama. Do sekundarne kontaminacije hrane dolazi tokom njene prerade, pakovanja, čuvanja, usljed oslobađanja toksičnih metala iz aparata, ambalaže, posuđa ili nestručnim dodavanjem aditiva. Neki elementi kao što su živa, arsen, olovo, kadmijum, berilijum, antimon su u svim količinama toksični i zato njihovo prisustvo apsolutno nije poželjno u hrani. Oni se smatraju klasičnim neorganskim kontaminantima.

19.3.1. Neorganske zagađujuće materije

19.3.1.1. Teški metali

Od velikog broja zagađujućih materija koje ljudskom aktivnošću dopijevaju u okolinu, jedne od najvažnijih su metali, prije svega teški metali. Njihov značaj je u tome što se akumuliraju u živim organizmima, visoko su toksični, organizmi nemaju sposobnost detoksikacije i tako kruže u životnoj sredini. Pošto je proizvodnja i primjena metala u porastu, povećava se i njihova koncentracija u vazduhu, vodi, zemljištu, što dovodi do povećanja njihovog štetnog djelovanja na žive organizme. Iako živi organizmi sadrže tzv. esencijalne metale koji učestvuju u njihovoj građi i procesima rasta, povećane koncentracije u organizmu tih istih metala su toksične i na kraju mogu dovesti do smrti. Esencijalni metali u ljudskom organizmu su gvožđe, kobalt, bakar, cink, mangan, dok olovo, arsen, kadmijum, talijum, živa nisu esencijalni i bez obzira na koncentraciju u kojoj su prisutni u organizmu uvijek utiču negativno na zdravlje. Metali mogu poticati iz prirodnih izvora ili iz ljudskih djelatnosti. Prisutni su u okolini od nastanka naše planete. Njihova zastupljenost u zemljinoj kori je oko 25%. Okolina je često zagađena olovom, cinkom, kadmijumom, hromom, bakrom, manganom, gvoždem, molibdenom, arsenom, živom, a njihov osnovni izvor su industrija proizvodnje i prerade metala, saobraćajnice, ostaci boja, premaza, termoelektrane, postrojenja, sagorijevanje fosilnih goriva, ostaci pesticida, mineralna đubriva i dr. Termoelektrane i kombinati za proizvodnju koksa su najveći antropogeni izvori teških metala. U živi organizam metali mogu ući u elementarnom stanju, u obliku soli ili u obliku organometalnih jedinjenja, od čega zavisi njihova apsorpcija, deponovanje i izlučivanje iz organizma. Na zdravlje značajno utiču i međusobne reakcije više metala koji dopijaju u živi organizam. Čak i relativno niske koncentracije teških metala mogu oštetiti organizam. Akutna i hronična izloženost životinja teškim metalima može dovesti do niza posljedica, jer izazivaju trajne, mutagene, teratogene (oštećenje ploda) i kancerogene promjene. **Olovo** izaziva hronično trovanje, jer se promjene u organizmu javljaju poslije određenog vremena - poslije nekoliko mjeseci ili godina. Olovo djeluje na centralni i periferni nervni sistem ljudi i životinja, reproduktivni sistem i ima kancerogeno dejstvo. Olovo je od teških metala najviše zastupljen u zemljištu, najčešće u obliku sulfida. Do kontaminacije olovom dolazi zbog njegove široke primjene u proizvodnji boja, metala, detonatora benzina. Ranije je korišćen za izradu vodovodnih cijevi. U gradskim sredinama do zagađenja vazduha olovom dolazi zbog sagorijevanja fosilnih goriva i oslobađanjem izduvnih gasova automobila. Nekada se olovo nalazi u vodi usljed njegovog oslobađanja iz starih vodovodnih cijevi. Niska tvrdoća vode i nizak pH utiče na veću migraciju olova u vodu. Danas se umjesto njih koriste bakarne, plastične i gvozdene cijevi. Olovo se u organizam najviše unosi hranom. Konzervirane namirnice sadrže više olova, zbog njegove migracije iz ambalaže. Grnčarija bojena olovim bojama takođe može biti izvor olova u hrani. Voće i povrće gajeno na zemljištu kontaminiranom olovom (npr. pored saobraćajnica) takođe su izvor olova koji se unosi hranom. Nakon njegove resorpcije iz digestivnog trakta, deponuje se uglavnom u kostima. Prolazi placentu. Olovo je jedan od najpoznatijih otrovnih jedinjenja. Nakon dužeg izlaganja malim količinama olova dolazi do pojave kancera i oboljenja nervnog sistema (promjena ponašanja). Djelimično mijenja kalcijum u kostima. Dovodi do pada spoznajnih sposobnosti djece i pri veoma niskim koncentracijama u krvi. **Kadmijum** se najviše deponuje u jetri, bubrezima, kostima. Ima kumulativno dejstvo. Veoma se sporo eliminiše, poluvrijeme zadržavanja u organizmu je 20 godina. Dovodi do oštećenja bubrega, pluća, kostiju. Ugrađuje se umjesto kalcijuma u kostima, što dovodi do osteomalacije i osteoporoze. Takođe mijenja sadržaj cinka u organizmu, usljed čega dolazi do hipertenzije i oboljenja srca. Izaziva kancer pluća i prostate. Kadmijum je jedan od najotrovnijih metala. U prirodi se nalazi u malim količinama u obliku sulfida, najčešće kao pratilac cinka, olova i bakra. Kadmijum prisutan u životnoj sredini uglavnom potiče iz industrijskih otpadnih voda, ali može biti i prirodno prisutan u zemljištu. Akumulira se u površinskim slojevima zemljišta. Koristi se u industriji stakla, plastike, baterija, akumulatora, nekih legura, za presvlačenje čeličnih predmeta kao zamjena za cink. Legure bakra sa kadmijumom ulaze u sastav telefonskih kablova. Može se naći kao primjesa u pesticidima i vještačkom đubrivu. Hrana

je najčešći put unošenja kadmijuma u organizam. U hranu najčešće dospijeva preko kontaminiranog zemljišta. Najčešće se nalazi u iznutricama, školjkama, gljivama, nekim biljkama. Dugotrajno unošenje malih količina kadmijuma dovodi do teških posljedica. Oslobađa se i putem duvanskog dima. **Živa** je metal koji je u tečnom stanju. Sva rastvorljiva jedinjenja žive su toksična. Metil-živa (organsko jedinjenje žive), je liposolubilna, oštećuje nervni sistem, ima mutageno i kancerogeno dejstvo, negativno utiče na metabolizam holesterola. Dovodi do oboljenja bubrega. Teški metali, koji se u povećanim koncentracijama javljaju u regionima gdje je razvijeno rudarstvo, industrija i poljoprivreda, toksični su i smrtonosni za pčele. Živa se u prirodi nalazi u obliku organskih i neorganskih jedinjenja, u manjoj količini kao elementarna živa. Ovaj element je u tečnom stanju. Sva rastvorljiva jedinjenja žive su toksična. Isparavanjem zemljine kore, pare elementarne žive se oslobađaju u atmosferu, odakle ponovo dospijevaju u vodu i zemljište. Do zagađenja životne sredine živom dolazi preko otpadnih voda industrija boja, goriva, baterija, elektroopreme, cementa, eksploziva, amalgama, mjernih instrumenata, fungicida, sagorijevanja fosilnih goriva, topljenja metala. Metanske bakterije imaju sposobnost da prevode neorganska jedinjenja žive u organska, reakcijom metilacije. Organska jedinjenja žive se u organizmu deponuju vezivanjem za proteine. Živa se najčešće unosi u organizam preko hrane. Ribe su najveći izvor metil-žive. Metil-živa, kao liposolubilna, oštećuje nervni sistem, ima mutageno i kancerogeno dejstvo, negativno utiče na metabolizam holesterola. Dovodi do oboljenja bubrega. Alkil-živina jedinjenja su su takođe i embriotoksična i teratogena. Osnovni princip toksičnog dejstva žive, kao i drugih toksičnih elemenata se sastoji u vezivanju za SH grupe enzima i proteina. **Arsen** se u prirodi najčešće nalazi u obliku jedinjenja sa sumporom i kiseonikom, rjeđe slobodan. Do kontaminacije životne sredine arsenom dolazi usljed emisije gasova i otpadnih voda nastalih iz industrije metala, nafte, elektronske opreme, kože, boja, keramike, stakla, drveta, tokom sagorijevanja uglja i industrijskog otpada. U malim količinama se nalazi i u fosfatnim đubrivima, pesticidima, pa se i na ovaj način kontaminira životna sredina i hrana. Arsen se u organizam najviše unosi hranom, naročito preko mesa, živinskog mesa, ribe i školjki. Jedinjenja arsena se brzo resorbuju iz digestivnog trakta i preko kože, nakon čega dolazi do svih tkiva. Najviše se akumulira u noktima, kosi i koži. Neorganska jedinjenja arsena su toksičnija od organskih. Arsen ima kumulativno dejstvo. Unošenjem manjih količina arsena duže vremena dolazi do hroničnih oboljenja koja se manifestuju promjenama na koži i nervnom sistemu, ali i na drugim organima. Najčešće promjene koje izaziva arsen su; oštećenje funkcije jetre, dijabetes, hipertenzija, karcinom kože, pluća i unutrašnjih organa. Negativno utiče na metabolizam joda, masti i ugljenih hidrata. Ima izraženo kancerogeno dejstvo. Pošto selen ima iste mehanizme resorpcije kao i arsen, na ovaj način smanjuje toksično dejstvo arsena. **Barijum** se u životnoj sredini nalazi kao prirodan sastojak zemljišta ili se oslobađa iz industrijskih otpadnih voda. Barijumova jedinjenja se koriste u industriji stakla, boja, papira, gume, linoleuma, keramičke glazure, legura, u medicinskoj dijagnostici. Najtoksičnije barijumove soli su hloridi, nitrati i karbonati. **Berilijum** se u prirodi nalazi u obliku minerala berila, a modifikacije ovog minerala su smaragd i akvamarin. Životna sredina se najviše kontaminira berilijumom sagorijevanjem fosilnih goriva. Takođe do kontaminacije dolazi i preko otpadnih industrijskih voda (koristi se u industriji nekih legura, aviona, raketa, keramike, stakla). Nakon unošenja hranom se deponuje u kostima i bubrezima, a većim dijelom izlučuje urinom. Berilijumova jedinjenja su veoma toksična. Nakon njihovog udisanja dolazi do oštećenja pluća, a u dodiru s kožom izazivaju njeno zapaljenje. Kancerogen je.

19.3.1.2. Nemetali i njihova jedinjenja

Pored metala, za zagađenje životne okoline su značajni i nemetali, čija velika rasprostranjenost takođe predstavlja opasnost za život na Zemlji. Mogu biti porijeklom iz prirodnih izvora, iz kojih se oslobađaju spontano, ili dolaze iz ljudskih izvora.

19.3.1.2.1. Fosfor i njegova jedinjenja

Fosfor i njegova jedinjenja se koriste kao sredstva za fumigaciju (metoda borbe protiv štetnih insekata i glodara primjenom gasovitih hemijskih sredstava), za proizvodnju bombi, fosfatnih mineralnih đubriva. Nalaze se u industrijskim otpadnim vodama, rudarskoj djelatnosti, aditivima u pekarskim proizvodima, majonezu, čokoladi, alkoholnim i bezalkoholnim pićima.

19.3.1.2.2. Azot i njegova jedinjenja

Azotni oksidi se oslobađaju u industrijskim procesima. Nitriti i nitrati se nalaze u azotnim đubrivima, fekalnim vodama iz septičkih jama, stajskom đubrivu - naročito tečnom stajskom đubrivu. Prilikom reakcije sa aminima nitriti formiraju nitrozojedinjenja (nitrozoamini) koja su kancerogena.

19.3.1.2.3. Hlor i njegova jedinjenja

Hlor je esencijalni makroelement i u obliku hloridnih jona ulazi u sastav biljnih i životinjskih organizama. Sa kiseonikom i vodonikom gradi slabu hipohlorastu kiselinu čije se soli zovu hloriti, vrlo jaku hlornu kiselinu čije su soli hlorati i perhlornu kiselinu čije su soli perhlorati. Hipohloriti i hloriti se koriste kao sredstva za bijeljenje, a hlorati i perhlorati za proizvodnju šibica, eksploziva, kao neselektivni herbicidi i dr. Natrijum hlorat i kalijum perhlorat dovode do hemolize i smrti.

19.4. Organske zagađujuće materije u okolini

19.4.1. Ugljovodonici

Ugljovodonici su jedinjenja građena samo od dva elementa - ugljenika i vodonika. Ova jedinjenja se smatraju matičnim supstancama svih organskih jedinjenja, jer svako organsko jedinjenje nastaje od nekog ugljovodonika zamjenom nekih vodonikovih ili ugljenikovih atoma drugim elementima. Aromatični ugljovodonici su ciklična jedinjenja koja u svojoj strukturi imaju jedan ili više prstenova i izrazito su hemijski postojana.

19.4.1.1. Policiklični aromatični ugljovodonici

Policiklični aromatični ugljovodonici se skraćeno pišu PAU, a na engleskom jeziku PAH (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons). Ova jedinjenja su široko rasprostranjena u životnoj sredini. Antropogeni (ljudski) izvori PAH-ova su procesi u kojima se organski ugljenik izlaže visokim temperaturama. Nastaju nepotpunim sagorijevanjem ili pirolizom organskih materija, nepotpunim sagorijevanjem drveta i fosilnih goriva. Šumski požari, spaljivanje poljoprivrednih otpadaka i uopšte sve vrste požara, sagorijevanje fosilnih goriva, najviše doprinose povećanju sadržaja PAH-ova, prije svega u atmosferi. Najznačajniji industrijski izvori PAH-ova su industrija proizvodnje koksa, ugljovodoničnih goriva, industrija za proizvodnju aluminijuma, gvožđa, čelika. U atmosferi, PAH-ovi mogu biti prisutni u vidu gasa (PAH-ovi manje molekulske mase, npr. fenantren), ili mogu biti adsorbovani na površini čestica (PAH-ovi veće molekulske mase, npr. benzo- (a)piren, sa kojima mogu biti transportovani na velike udaljenosti. Većina ovih jedinjenja se sporo razlažu u atmosferi, pa se u njoj dugo zadržavaju nepromijenjeni. Iz atmosfere se vjetrom mogu transportovati na velike udaljenosti. U organizam čovjeka i životinja, osim udisanjem, dospijevaju i preko hrane - koja se kontaminira preko zemljišta, vode, vazduha, ambalaže. Policiklični aromatični ugljovodonici su kancerogeni. Najtoksičniji je benzopiren, koji se najčešće koristi kao pokazatelj prisutnosti ovih jedinjenja u okolini. Pored pomenutih izvora, benzopiren nastaje i pri sagorijevanju plastičnih masa, proizvodnji benzina i drugih goriva, teških i lakih metala, u izduvnim gasovima motornih vozila, spaljivanju otpada i dr. Policiklična aromatična jedinjenja djeluju štetno na organizam tako što imaju

sposobnost da se vežu sa lipidima, sa DNK, RNK i proteinima (enzimima) ćelije i tako je uništavaju. Najznačajniji patološki efekat PAH-ova je izazivanje kancera. Takođe izazivaju i oštećenja kože, jetre, kataraktu kod riba i dr. PAH-ovi se u životnoj sredini nalaze u neaktivnom obliku - tek nakon ulaska u organizam transformišu se u kancerogene forme. Na listi najznačajnijih zagađivača Evropske unije nalazi se 16 policikličnih aromatičnih ugljovodonika: naftalen, acenaftilen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo(a)antracen, krizen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo-(a)piren, dibenzo(a,h)antracen, benzo(g,h,i)-perilen i indeno(1,2,3-cd)piren. Neki mikroorganizmi imaju sposobnost da degradiraju PAH-ove, pa mogućnost biodegradacije PAH-ova u zemljištu zavisi od aktivnosti zemljišnih mikroorganizama.

19.5. Postojane – perzistentne zagađujuće materije (POPs)

Posebnu grupu organskih zagađujućih materija čini grupa organohlornih jedinjenja, tzv. postojanih –dugotrajnih zagađujućih materija (engl. Persistent Organic Pollutions, POPs). Ova jedinjenja su slabo rastvorljiva u vodi, a veoma dobro se rastvaraju u mastima, što za posledicu ima njihovu bioakumulaciju u masnim tkivima živih organizama. Toksični su za žive organizme. Prenose se na velike udaljenosti putem vode i vazduha, pa su zato široko rasprostranjeni i tamo gdje se nikada nisu koristili. Kancerogeni su. Zbog toga su danas najviše istraživana jedinjenja. Najrašireniji iz ove grupe su: polihlorovani bifenili (PCB), dioksini (polihlorovani dibenzo-p-dioksini –PCDD), furani (polihlorovani dibenzofurani –PCDF) i organohlorni pesticidi (OCP). Izvori ovih jedinjenja su mnogobrojni i u okolini se obično javljaju u obrađivanom zemljištu kao ostaci mineralnih đubriva i sredstava za zaštitu bilja, taloženjem iz vazduha kao posledica emisija iz tekstilne i farmaceutske industrije, industrije cementa i građevinskog materijala, postrojenja za obradu i spaljivanje otpada itd. U životnoj sredini ostaju nepromijenjene dug vremenski period. Stokholmska konvencija o POPs predstavlja globalni ugovor koji ima za cilj zaštitu zdravlja ljudi i životne sredine od veoma opasnih, dugotrajnih hemikalija - ograničavanjem i prestankom njihove proizvodnje, upotrebe, trgovine, puštanja u promet i skladištenja. Naša zemlja je potpisnik Stokholmske konvencije o POPs-ovima, na osnovu koje je uradila Nacionalni plan za implementaciju Stokholmske konvencije za period 2014-2021.

19.5.1. Polihlorovani bifenili (PCB)

Polihlorovani bifenili (piraleni) su grupa hlorovanih aromatičnih ugljovodonika koji imaju strukturu bifenila (dva prstena fenila (C_6H_5)₂) i najmanje jedan atom hlora koji je zamijenio vodonik. Nastaju, dakle, hlorovanjem bifenila. Zavisno od broja atoma hlora u njihovim molekulima, razlikuju se po fizičkim, hemijskim i toksikološkim osobinama. Izrazito toksične hlorovane industrijske hemikalije su svrstane u POPs supstance, koje su jedne od najtoksičnijih hemikalija koje je čovjek sintetisao. Ova organohlorna jedinjenja su krajem 20. vijeka široko primjenjivana. Vrlo su stabilna jedinjenja sa niskim naponom pare, slabo zapaljiva, dobri su elektroizolatori, imaju visok toplotni kapacitet i dielektričnu konstantu. Koristili su se kao dielektrične tečnosti u transformatorima i kao impregnatori u kondenzatorima, kao dodaci sredstvima za podmazivanje, u industriji boja itd. Vrlo su toksični i opasni po prirodu, ljude i životinje. U zemlji i vodi zaostaju i do 10 godina. Slabo se rastvaraju u vodi. Njihovim sagorijevanjem nastaje veoma toksično jedinjenje *dioksin* (2,3,7,8-tetrahlór-dibenzo-dioksid). Kod otrovanih ptica se javlja premor, nakostriješen izgled, gubitak perja, uvećanje jetre, bubrega, umanjeње slezine i dr. Akumuliraju se u jezerskim ribama. Brojne zemlje su prestale da proizvode ova jedinjenja od sredine sedamdesetih godina prošlog vijeka, ali su PCB i dalje značajni zagađivači. Razlog je što su još uvijek u upotrebi značajne količine PCB, zbog dugog vijeka opreme, kao što su transformatori, a zbog dugotrajnosti nalaze se i dalje prisutni u životnoj sredini. Nacionalnim planom za implementaciju Stokholmske konvencije za period 2014-2021.g., pored ostalog, treba eliminisati upotrebu PCB-a u opremi (transformatori, kondenzatori i sl.) koja sadrži koncentraciju jednaku ili veću od 0,05% PCB-a najkasnije do 31. decembra 2015. godine.

Polihlorovani bifenili su vještačka jedinjenja, postoje u kondenzatorima, transformatorima, hidrauličkim sistemima i pumpama, plastifikatorima, površinskim premazima, bojama i lijepku. Ljudi se izlažu kontaminaciji preko hrane, udisanjem i kontaktom preko kože. Imaju kancerogena svojstva. Hrana je glavni izvor kontaminacije ljudi PCB, a naročito hrana bogata mastima: riba, mlijeko, mliječni proizvodi, meso. Često kao nečistoće sadrže veoma toksične polihlorovane dibenzdioksine (PCDD) i polihlorovane dibenzofurane (PCDF) koji takođe imaju kancerogeno dejstvo.

19.5.2. Polihlorovani-p-dibenzodioksini (PCDD) i dibenzofurani (PCDF)

Ova jedinjenja se ne proizvode namjerno, osim u istraživačke svrhe, a nastaju kao sporedni proizvodi u različitim hemijskim procesima u industriji hloriranih jedinjenja, industriji pulpe, papira, spaljivanju otpada, u crnoj i obojenoj metalurgiji, proizvodnji cementa i dr. Dioksini su opasna grupa zagađivača. Nalaze se u zemljištu, talozima, emituju se sagorijevanjem PVC (polivinil hlorid) materija (plastika). Imaju kancerogeno dejstvo. Optimalna temperatura za njihovu sintezu je 400-700 °C. Zbog njihove velike toksičnosti i opasnosti od akumulacije u prirodi, mnoge zemlje su napravile listu industrijskih izvora i njihovih emisija u okolinu u cilju boljeg razumijevanja učešća pojedinih izvora u ukupnoj njihovoj emisiji i smanjenja njihovih emisija. U Evropi najveći udio u ukupnoj emisiji ovih jedinjenja u vazduh imaju procesi spaljivanja komunalnog i medicinskog otpada, sinteza rude gvožđa, šumski požari, proizvodnja obojenih metala, ložišta u domaćinstvima na drvo i ugalj, procesi proizvodnje čelika elektropećnim postupkom itd.

19.5.3. Organohlorni pesticidi (OCP)

Organohlorni pesticidi najopasniji za zdravlje su DDT, aldrin, dieldrin i hlordin. Ova jedinjenja se akumuliraju u organizmu u masnom tkivu i kancerogena su. Najznačajniji predstavnik organohlornih pesticida je DDT koji je otkriven početkom 20. vijeka. Termički je izuzetno stabilan. Nakon drugog svjetskog rata organohlorni pesticidi su se intenzivno primjenjivali kao insekticidi i fungicidi u poljoprivredi za zaštitu drvene građe, i u zdravstvu, za suzbijanje malarije i tifusa. Tek od 1975. godine počinju ih zamjenjivati organofosfori i karbamatni pesticidi. Organohlorni pesticidi se zbog svog djelovanja i niske cijene i danas upotrebljavaju u velikim količinama za suzbijanje štetočina. Sporo se razgrađuju, nakupljaju se, zagađuju zemljište, vode, vazduh, usjeve, živi svijet. Imaju sposobnost akumulacije u organizmima biljaka i životinja, pa njihova dugotrajna i nekontrolisana primjena dovodi do vrlo štetnog dejstva na živi svijet. U organizam ljudi i životinja ulaze na tri načina: udisanjem, ingestijom (preko usta) i kroz kožu. Zbog dobre rastvorljivosti u mastima i velike stabilnosti lako ulaze u lanac ishrane, što predstavlja veliku opasnost. Postepeno akumulirani u jednim organizmima, hranom dospijevaju u druge organizme. Akutna trovanja endrinom karakteriše mučnina, povraćanje, razdražljivost, koma. Hronična trovanja se manifestuju oštećenjima nervnog, digestivnog, kardiovaskularnog sistema i krvotvornih organa. Primjena pesticida i njihova pojava u okolini ima za posledicu ne samo štetno dejstvo na štetne insekte i druge štetočine, već dolazi do smanjenja broja i vrsta korisnih insekata, ptica koje se njima hrane i promjene cijele biocenoze. Pesticidi uništavaju pčele i druge korisne insekte koji vrše oprašivanje biljaka, zatim mrave, ribe, beskičmenjake, kao i druge vrste životinja i ljudi. Usljed trovanja pesticidima kod čovjeka se javlja prestanak funkcije vitalnih centara, paraliza centra za disanje, poremećaj rada srca, edem pluća.

19.6. Organofosfori pesticidi

Organofosfora jedinjenja su derivati fosfatne, fosfonske ili fosfinske kiseline kod kojih atomi kiseonika, vezani neposredno na atom fosfora mogu biti zamijenjeni atomima sumpora ili azota. Ta jedinjenja čine veliku grupu organskih jedinjenja koja se koriste prije svega kao pesticidi, neki kao lijekovi, a najopasniji su kao nervni bojni otrovi. Zbog svog djelovanja i niske cijene i danas se

primjenjuju u velikim količinama za suzbijanje štetočina. Organofosforni pesticidi su manje opasni od organohlornih, jer su manje stabilni. Toksikološko dejstvo organofosfornih jedinjenja sastoji se u snižavanju aktivnosti enzima acetilholinesteraze u nervnom sistemu, usljed čega u sinapsama nervnih ćelija dolazi do nagomilavanja acetilholina. Acetilholinesteraza katalizuje hidrolizu neurotransmitera acetilholina - na holin i acetat (acetilholin predstavlja estar sirćetne kiseline i holina). Inhibicija dejstva ovog enzima ima za posljedicu nakupljanje acetilholina i blokadu prenosa nervnih impulsa. Povećanje sadržaja acetilholina najprije stimuliše, a zatim blokira prenos nervnih impulsa u nervnom sistemu. Od organofosfornih pesticida, jedan od najopasnijih je paration. Kod hroničnog trovanja ljudi organofosfornim jedinjenjima javlja se suženje vida, pojačani rad žlijezda sa unutrašnjim lučenjem, otežano i nepravilno disanje, prestanak disanja, mučnina, prolivi, porast krvnog pritiska, opšta fizička slabost, brzo zamaranje, vrtoglavica, nervoza, razdražljivost, gubitak pamćenja, koma, prestanak disanja.

19.7. Fenoli

Fenoli su aromatična jedinjenja koja nastaju zamjenom jednog ili više vodonikovih atoma OH grupama. Sve OH grupe su vezane direktno za aromatični prsten. Upotrebljavaju se kao polazna sirovina u sintezi različitih proizvoda kao što su smole, lijekovi, poliuretani, pesticidi, eksplozivi, boje, antioksidansi, uljni i naftni aditivi; oslobađaju se u toku hidrolize organofosfornih insekticida, herbicida, fungicida i tako dopijevaju u otpadne vode i vodotokove, djelujući toksično na živi svijet. Pri postupku dezinfekcije vode hlorom, nastaju hlorovani fenoli. Na ovaj način hlorovani fenoli ulaze u proces proizvodnje hrane. Zato se fenoli uklanjaju iz vode prije njenog hlorisanja. Hlorovani fenoli se mogu naći u otpadnim vodama, jer nastaju i tokom suve destilacije drveta, proizvodnje lakova, boja, u petrohemijskoj industriji. Kancerogeni su, embriotoksični i nisu biorazgradivi.

19.8. Organometalna jedinjenja u okolini

Organometalna jedinjenja su vrsta jedinjenja u kojima je atom metala vezan sa atomom ugljenika koji je u strukturi nekog organskog radikala ili molekula. Organometalna jedinjenja su našla široku primjenu u poljoprivredi (kao herbicidi i fungicidi), u hemijskoj industriji (kao katalizatori), naftnoj industriji, farmaceutskoj industriji, medicini, automobilskoj industriji (proizvodnji benzina), u obliku silikona i silikonskih smola (kao izolacijski material), u proizvodnji boja. Organometalna jedinjenja su veoma toksična, naročito jedinjenja žive, olova, talijuma, arsena. Olovo sprečava normalnu izgradnju hemoglobina, što uzrokuje anemiju.

19.9. Radionuklidi u okolini

Pod radionuklidom se podrazumijeva nuklid - jezgro atoma koje ima definisan atomski broj, atomsku masu i energetska stanje i koji je radioaktivan. Prirodni radioaktivni izotopi nastaju raspadom tri radioizotopa U-235 (uranijum-235), U-238 (uranijum-238) i Th 232 (torijum-232), koji se zbog svog dugog perioda poluraspada i dalje nalaze u prirodi. Potomci ovih izotopa su takođe nestabilni, tako da se raspadaju na nova nestabilna lakša jezgra, a ona do neaktivnih izotopa olova. Na sredini procesa raspadanja ova tri izotopa stvaraju se izotopi radioaktivnog gasa radona (Rn). Ispitivanje koncentracije radona i doze gama zračenja naročito se vrši u stambenim i poslovnim objektima. Posebno su ispitivanja koncentracije radona značajna za objekte u kojima borave djeca i mlađa populacija. Uz prirodne radionuklide porijeklom iz zemljišta, u okolini se javljaju i radionuklidi antropogenog porijekla koji uglavnom dopijevaju iz različitih industrijskih procesa, odlagališta proizvodnog otpada ili nuklearne djelatnosti. Osim prirodnih radioizotopa, dakle, u atmosferi, vodi i zemljištu mogu se naći i radionuklidi koji su nastali ljudskom aktivnošću. Od vještačkih radioaktivnih elemenata najčešće je prisutan Cs-137 (cezijum-137). Kako bi se suzbilo zagađenje okoline radionuklidima, sve više se pažnje posvećuje kontroli zagađujućih materija iz industrijskih

emisija. Ovo se posebno odnosi na hemijsku industriju, proizvodnju cementa, građevinskog materijala, čelika i dr. iz kojih radionuklidi najčešće dopijevaju emisijom u vazduh ili direktno na zemljište odlaganjem otpada. Posebno je značano utvrditi sadržaj radioaktivnih materija u hrani. Zemljište u blizini deponija takođe zahtijeva posebnu pažnju i kontrolu, jer potencijalno može biti kontaminirano radionuklidima. Sadržaj radionuklida je značajno kontrolisati i u građevinskom materijalu. Nije dokazana štetnost uobičajenih nivoa radioaktivnosti prirodnog porijekla. Međutim, hronična izloženost višim dozama radionuklida dovodi do štetnih efekata na zdravlje - karcinogenog, mutagenog, teratogenog. Visoke doze izazivaju toksični efekat na bubrežima. Do trovanja radionuklidima može doći na tri načina: udisanjem, preko kože i preko usta. Među **radioaktivnim supstancama** koje ugrožavaju životnu sredinu posebno mjesto zauzimaju Cs-134 (cezijum-134), Cs-137 (cezijum-137), Co-58 (kobalt -58), Co-60 (kobalt-60), Sb-125 (antimon-125), Ba-133 (barijum-133), Ce-144 (cerijum 144), Sr-90 (stroncijum-90), Cd-109 (kadmijum-109). Skoro nijedan od ovih izotopa nisu prirodni zagađivači, već su produkti raspada urana i elemenata srodnih uranu koji se koriste u mirnodopske ili vojne svrhe. Od preko 200 radionuklida koji nastaju pri nuklearnoj fisiji, naročito značajni biološki radionuklidi su Sr -89, Sr-90, Cs-134, Cs-137, Cs-144, Pu-239 (plutonijum-239), Ru-103 (rutenijum-103), Ru-106 (rutenijum-106), Ba-140 (barijum-140), J-131 (jod-131), Zn-65 (cink-65). U poslednjih pola vijeka imaju poseban značaj u radioaktivnoj kontaminaciji hrane biljnog i životinjskog porijekla i vode za piće. Radionuklidi Sr-89 i Sr-90 se u organizmu ponašaju analogno kalcijumu i deponuju se u koštanoj sistemu. Kostii mladih organizama za 5-10 puta vezuju veću količinu stroncijuma u odnosu na kosti odraslih ljudi - zbog veće potrebe za kalcijumom za rast kostiju. Radionuklidi Cs-134 i Cs-137 se u organizmu ponašaju analogno kalijumu i nalaze se u svakoj ćeliji organizma. Radionuklid J-131 dopijeva u organizam najviše preko zelene salate i povrća radioaktivno kontaminiranih atmosferskim padavinama. Deponovanje J-131 u štitnoj žlijezdi čovjeka je različito zavisno od starosti organizma, a najveće je kod novorođenčeta. Zbog veoma jakog kancerogenog djelovanja, radionuklidi plutonijuma su jedna od najvećih prijetnji opstanku čovjeka. Za bezbjednost hrane za ljude neophodna je kontrola hrane za životinje i kontrola stajskog đubriva. Sa povećanjem koncentracije radionuklida u obroku životinja raste njihov sadržaj u fecesu i unutrašnjim organima životinja koje se koriste u ishrani ljudi. Zbog upotrebe stajskog đubriva na poljoprivrednim površinama neophodno je vršiti njegovu kontrolu. Fosfatni aditivi u hrani (mononatrijum fosfat i dinatrijum fosfat) koji mogu da sadrže povišenu koncentraciju prirodnih radionuklida i toksičnih elemenata negativno utiču na zdravlje životinja i ljudi. Radioaktivnost predstavlja proces kojim se nestabilni element pretvara u stabilan, pri čemu se emituje radioaktivno zračenje. Taj spontani prelaz atomskog jezgra u stanje niže energije zove se radioaktivni raspad. Jezgra koja podliježu ovom procesu se zovu radioizotopi. Radioizotopi emituju tri vrste zračenja: alfa (α), beta (β) i gama (γ). Alfa i beta zraci su korpuskularne, dok su gama zraci elektromagnetne prirode.

19.10. Nitrati i nitriti

Nitratni jon je široko zastupljen u prirodi, naročito u biljkama, kao prirodni sastojak, ali i kao kontaminant. Do kontaminacije životne sredine nitratima dolazi usljed njihove upotrebe kao vještačkih azotnih đubriva i oslobađanjem iz industrijskih otpadnih voda. Đubriva koja sadrže neorganske soli azota, kao i organska materija u zemljištu se dejstvom mikroorganizama razgrađuju do amonijaka, koji se zatim oksidiše do nitrata i nitrita (nitrifikacija), koji biljke prevode u organske oblike azota. Višak azota lako dopijeva u vodotokove. Količina nitrata u biljkama zavisi od mnogo faktora: vrste i starosti, sadržaja nitrata u životnoj sredini i dr. Neke biljke, kao što su spanać, kupus, cvekla, zelena salata akumuliraju veće količine nitrata. Pored biljaka, mesni proizvodi koji su konzervisani nitratima i nitritima, mliječni proizvodi, gumeni materijali iz kojih nitrati i nitriti migriraju takođe predstavljaju izvor ovih jedinjenja u hrani. Takođe se nalaze u duvanskom dimu. Iz digestivnog trakta, nitrati i nitriti se potpuno resorbuju. Dio unesenih nitrata se redukuje do nitrita još u ustima dejstvom mikroorganizama, a zatim u slijepom i tankom crijevu. Nitrati su mnogo manje

toksični od nitrita, a toksičnost je vezana za njihovu redukciju u nitrite. Rezidue nitrita dovode do methemoglobinemije i stvaranja kancerogenih nitrozamina. Nitriti koji dospiju u krv prevode hemoglobin u methemoglobin koji ne prenosi kiseonik do ćelija. Nitrozamini nastaju u reakciji azotaste kiseline i sekundarnih i tercijarnih amina. Azotmonoksid je takođe jak nitrozujući agens. U mesnim proizvodima njegov najvažniji izvor je nitrozilmioglobin. Azotmonoksid sa sekundarnim i tercijarnim aminima gradi nitrozamine. Pored biogenih amina, donori aminogrupe mogu biti i lijekovi, rezidue pesticida, aminokiseline. Inhibitori stvaranja nitrozamina su vitamin C (askorbinska kiselina) i vitamin E. Od namirnica, nitrozamini se najčešće nalaze u ribljem brašnu, proizvodima od mesa, sirevima, pivu. Kancerogeni su. U jetri se metabolišu do karbonijum jona koji pokazuje mutageno, tj. kancerogeno dejstvo. I sami nitrozamini djeluju mutageno, jer dovode do rasparivanja baza u DNK molekulu i cijepanja hromozoma. Nitrati i nitriti takođe imaju i teratogeni efekat, dovodeći do pojave kongenitalnih malformacija. Takođe dovode do poremećaja rada tiroidne žlijezde, jer inhibiraju i vezivanje joda. Izazivaju promjenu sastava fosfolipida u organizmu, glavobolje, smanjuju koncentraciju vitamina B grupe i interaguju sa vitaminom A. I pored njihove dokazane toksičnosti, nitrati i nitriti se i dalje dodaju proizvodima od mesa, zato što inhibiraju razvoj sporogenih bakterija.

19.11. Akrilamid

Akrilamid je jedinjenje koje nastaje u Maillardovoj reakciji između aminokiseline asparagina i redukujućih šećera. Termički tretman hrane temperaturom iznad 120 °C pri niskoj vlažnosti podstiče sintezu akrilamida, ali može da se odvija i na sobnoj temperaturi, jer zavisi od mnogih drugih faktora sredine. Ovu reakciju podstiče i bazna sredina. Maillardova reakcija se odvija bez učešća enzima. I dovodi do posmeđivanja-tamnjenja hrane. Pošto je podstiče obrada hrane na temperaturama preko 120 °C i niska vlažnost, to do ove reakcije dolazi prilikom prženja ili pečenja hrane. Manja je vjerovatnoća da se akrilamid stvara tokom kuvanja i parenja hrane, jer je tu temperatura do 100 °C. Što je vrijeme duže i viša temperatura tretiranja hrane, to je količina stvorenog akrilamida veća. Akrilamid se u organizmu pretvara u glicidamid koji dovodi do mutacija i oštećenja DNK. Akrilamid je kancerogen. Štetno djeluje na mozak, reproduktivni sistem i normalan rast i razvoj ploda. Nađen je u krekerima, keksu, čipsu, tostiranom hlebu i mnogim drugim konditorskim proizvodima bogatim ugljenim hidratima. Nađen je i u duvanskom dimu. Akrilamid je prvenstveno bio poznat po svojoj primjeni u proizvodnji plastike, papira, ljepila, gdje je dovodio do trovanja radnika. Neophodno je da proizvođači hrane rade analizu potencijalnih rizika od stvaranja akrilamida tokom proizvodnje i nalaze načine za sprečavanje njegovog stvaranja.

19.12. Melamin

Melamin je sintetičko jedinjenje koje se koristi za proizvodnju plastike, lijepka, vještačkih đubriva, smola koje se koriste u proizvodnji kuhinjskog posuđa, iz kojeg može da migrira u hranu. S obzirom da je ovo jedinjenje bogato azotom, dešava se i njegova zloupotreba u cilju postizanja lažnog povećanja sadržaja proteina u hrani. U Kini su utvrđena masovna trovanja beba mlijekom kojem je bio dodat melamin. Melamin ima toksično dejstvo na bubrege, što može dovesti do smrti.

19.13. 2 i 3-monohloropropan-1,2-diol (3-MCPD) estri masnih kiselina

Ova jedinjenja su nađena u termički tretiranoj hrani kao što su prezle, kore, kafa, pekarski proizvodi od žitarica, krofne, pomfrit, u različitim vrstama rafinisanog biljnog ulja. Smatra se da je zagrijavanje glavni uzrok njihovog prisustva u rafinisanim uljima.

19.14. Maksimalno dozvoljene količine kontaminenata u hrani

Maksimalno dozvoljene količine kontaminenata u hrani kao što su: olovo, kadmijum, živa, kalaj, arsen, dioksini, polihlorovani bifenili, policiklični aromatični ugljovodonici (benzopiren, dibenzofuran), nitrati, biljni toksini (cijanovodonična kiselina i dr.), melamin, monohloropropan-1,2–diol, mikotoksini (aflatoksini, ohratoksin A, deoksinivalenol, zearalenon, fumonizini, trihoteceni, citrinin) propisane su *Uredbom o maksimalno dozvoljenim količinama kontaminenata u hrani (SLCG", 48/2016)* i *Uredbom o izmjeni Uredbe o maksimalno dozvoljenim količinama kontaminenata u hrani (SLCG 131/2021)*. Maksimalno dozvoljene koncentracije kontaminenata u nekim namirnicama prema pomenutim uredbama prikazane su u tabeli 20.

Tabela 20. Maksimalno dozvoljene koncentracije kontaminenata u nekim namirnicama prema pomenutoj Uredbi:

Kontaminent	Maksimalno dozvoljena količina	Namirnica
Nitrati (NO ₃) (mg/kg)	3500	Svježi spanać
	200	Hrana od prerađenih žitarica i hrana za bebe
Aflatoksin B1 (µg/kg) (1 µg = 10 ⁻⁶ g)	8	Kikiriki i druge sjemenke uljarica
	5	Jezgrasto voće
Aflatoksin M1(µg/kg)	0,10	Hrana od prerađenih žitarica i hrana za bebe
	0,05	Sirovo i pasterizovano mlijeko
Olovo (mg/kg)	0,02	Sirovo i pasterizovano mlijeko
	0,010	Tečna hrana za odojčad
	0,10	Meso goveda, ovaca, svinja i živine
	0,50	Iznutrice goveda, ovaca, svinja i živine
	0,30	Riblje meso bez kosti
	0,10	Povrće i voće
	0,03	Voćni sokovi
	0,15	Vino
	0,10	Med
	0,050	Povrće i voće
Kadmijum (mg/kg)	0,10	Žitarice
	0,10	Mliječna čokolada
	0,050	Meso goveda, ovaca, svinja i živine
	0,20	Konjsko meso
	0,50	Jetra goveda, ovaca, svinja, živine
	1,0	Bubrezi goveda, ovaca, svinja, živine
	0,050	Riblje meso bez kosti
	0,005	Hrana za odojčad
	0,50	Riblje meso bez kosti
Živa (mg/kg)	0,10	Dodaci ishrani -suplementi
	100	Pića i sokovi u limenoj ambalaži
Kalaj (mg/kg)	200	Ostala hrana u limenoj ambalaži
	50	Hrana za odojčad
Arsen (mg/kg)	0,20	Nekuvana mljevena riža
	0,10	Riža namijenjena proizvodnji hrane za odojčad i malu djecu
Ukupni dioksini (pg/g masti) (1 pg = 10 ⁻¹² g) (pg – pikogram)	1	Meso i proizvodi od mesa

Ukupni dioksini i polihlorovani bifenil slični dioksinu (pg/g masti)	1,25	
Ukupni dioksini (pg/g)	0,30	Jetra kopnenih životinja
Ukupni dioksini i polihlorovani bifenil slični dioksinu (pg/g)	0,50	
Ukupni dioksini (pg/g)	3,5	Meso riba bez kosti
Ukupni dioksini i polihlorovani bifenil slični dioksinu (pg/g)	6,5	
Ukupni dioksini (pg/g masti)	2,5	Sirovo mlijeko i proizvodi od mlijeka
Ukupni dioksini i polihlorovani bifenil slični dioksinu (pg/g masti)	5,5	
Ukupni dioksini (pg/g masti)	2,5	Kokošija jaja i proizvodi od jaja
Ukupni dioksini i polihlorovani bifenil slični dioksinu (pg/g masti)	5,0	
Ukupni dioksini (pg/g masti)	1	Svinjska mast
Ukupni dioksini i polihlorovani bifenil slični dioksinu (pg/g masti)	1,25	
Benzo(a) piren μg/kg u vlažnom stanju	2	Ulja i masti
	2	Dimljeno meso i dimljeni proizvodi od mesa, dimljeno riblje meso bez kosti
	1	Hrana od prerađenih žitarica i hrana za bebe
Melamin (μg/kg u vlažnom stanju)	2,5	Hrana, osim hrane za odojčad
	1	Hrana za odojčad
Atropin (μg/kg u vlažnom stanju)	1	Hrana od prerađenih žitarica i hrana za bebe
Skopolamin (μg/kg u vlažnom stanju)	1	

19.15. Rezidue pesticida u hrani

19.15.1. Upotreba pesticida u poljoprivredi

Obimna primjena pesticida u cilju povećanja prinosa u poljoprivredi drastično je povećala količinu agrohemikalija u životnoj sredini. Pesticidi su hemijska sredstva koja se upotrebljavaju protiv uzročnika bolesti biljaka, protiv štetnih insekata, nematoda, glodara, ptica, za suzbijanje korova i regulisanje rasta biljaka. Takođe se koriste za uništavanje štetočina i gljiva tokom čuvanja hrane. Oni mogu biti u različitim oblicima: praškovi, suspenzije, emulzije, rastvori, gasoviti oblik i dr. Prema namjeni, pesticidi se dijele u nekoliko grupa: Pesticidi su toksične supstance koje imaju veliki uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi i životinja. Naziv "pesticidi" potiče od riječi latinskog porijekla: „*pestos*“ što znači kuga, pošast, štetnik i „*caedere*“ što znači ubiti. Pesticidi su namijenjeni za suzbijanje ili kontrolu štetočina životinjskog porijekla (insekti, krpelji, grinje, puževi, nematode, glodari), bakterijskih, virusnih i gljivičnih bolesti, nepoželjnih vrsta biljaka (korova). Pojedini pesticidi djeluju na više vrsta štetočina. Pesticidi se najčešće koriste za zaštitu korijena i nadzemnog dijela biljke, kao i za zaštitu sjemena za sjetvu. Obično se u različitim fazama vegetacije biljke koriste različiti pesticidi, pa se nekada koristi i do deset različitih preparata. Pesticidi su organska, rjeđe neorganska sintetisana jedinjenja, rastvorljiva u uljima, vosku, mastima, a slabo rastvorljiva u vodi. Najčešće se upotrebljavaju u poljoprivredi (90%), šumarstvu (3%), veterini i stočarstvu (3%), komunalnoj higijeni (3%), prehrambenoj industriji (1%). Svaki pesticid ima nekoliko imena. Nakon što se sintetiše, pesticidno jedinjenje dobija jedinstvenu kodiranu oznaku, zatim dobija hemijski naziv koji proističe iz hemijske strukture pesticidnog jedinjenja. Pošto su hemijski nazivi veoma dugi, pesticid dobija popularno ime, najčešće skraćanjem hemijskog naziva i koje je jednostavnije za svakodnevnu upotrebu. Kada se pesticidno jedinjenje uobliči u preparat, pesticid dobija komercijalni naziv - pod kojim se nalazi u prodaji.

19.15.2. *Klasifikacija pesticida prema organizmu na koji djeluju*

Pesticidi se mogu grupisati na više načina: prema organizmu na koji djeluju, načinu djelovanja, vremenu korišćenja, načinu usvajanja, hemijskoj strukturi, prema perzistentnosti - dužini zadržavanja u prirodi itd. Prema organizmu na koji djeluju, pesticidi se dijele na: *algicide* – koriste se za uništavanje algi u kanalima, bazenima i dr., *mikrobicide* ili *biocide* – djeluju na mikroorganizme, *atraktante* - privlače štetne insekte ili glodare u zamku; *biopesticide* - koji su prirodnog porijekla (vode porijeklo od biljaka, životinja, bakterija, minerala; najpoznatiji pesticid porijeklom iz mikroorganizama je bakterija *Bacillus thuringiensis* - insekticid); *dezinficijense* - uništavaju patogene mikroorganizme na neživim površinama; *fungicide* - uništavaju gljive (plijesni i kvasce); *fumigante* - uništavaju štetočine u zatvorenim objektima ili zemljištu stvaranjem gasa; *herbicide* - uništavaju korov i druge nepoželjne biljke (herbicidi su veoma opasni za životnu sredinu jer se koriste u visokim koncentracijama; prosječna koncentracija primjene je oko 5 %; po jednom hektaru u životnu sredinu se unese 5 kg herbicida); *moluscide* - uništavaju puževe; *nematocide* - uništavaju nematode (valjkaste crve) koji se hrane sokovima korijena; *insekticide* - uništavaju insekte (po načinu unošenja u organizam insekticidi se dijele na: kontaktne – djeluju na mjestu dodira sa insektom ili biljkom, digestivne – djeluju kada dospiju u digestivni trakt insekta, *fumigante* – djeluju inhalaciono, *sistemične* – prodiru kroz pokrovna tkiva i smještaju se u druge organe organizma na koje djeluju; *polivalentne* - djeluju istovremeno na više načina (digestivno, kontaktno i inhalaciono); *ovicide* - uništavaju jaja insekata; *feromone* - sprečavaju razmnožavanje insekata; *repelente* - odbijaju štetočine, među kojima i insekte (komarce, ptice); *rodenticide* - uništavaju glodare, *akaricide* – sredstva za suzbijanje krpelja i njihovih razvojnih stadijuma, jaja, larvi, *defolijante* – sredstva koja izazivaju prevremeno opadanje lišća; *desikante* – sredstva koja izazivaju sušenje lišća korovskih biljaka. Za svaki pesticid mora da se utvrdi **karenca**, tj. broj dana koji treba da prođe od njegove primjene do upotrebe biljke, kao i tolerancija – najmanja količina ostataka pesticida koja se smije naći u biljci.

19.15.3. *Klasifikacija pesticida prema hemijskoj strukturi*

Pesticidi mogu biti neorganske i organske prirode. Neorganski pesticidi ne sadrže ugljenik i njihova osnova su najčešće jedinjenja bakra i sumpora. Najpoznatiji pesticidi neorganskog porijekla su jedinjenja žive, barijuma, fluora, sumpora, bakra kao i borati i hlorati. Najveća grupa pesticida su organska jedinjenja, koja imaju veliku fiziološku aktivnost. Organski pesticidi sadrže ugljenik i često aromatični prsten. Pesticidi prirodnog porijekla - piretrini, antibiotici, fitocidi su jedinjenja koja sintetišu živi organizmi - biljke, životinje, bakterije i gljive.

19.15.4. *Organski pesticidi*

U zavisnosti od hemijske strukture, organski pesticidi se grupišu u više podgrupa: **organohlorni pesticidi** su hlorisana organska jedinjenja. Ranije su mnogo upotrebljavani. Danas su isključeni iz upotrebe zbog negativnog uticaja na zdravlje i životnu sredinu, kao i zbog dugog zadržavanja u prirodi. Organohlorni pesticidi su liposolubilni i akumuliraju se u masnom tkivu, pa su zbog toga zabranjeni (neki od njih su DDT (dihlor-difenil-trihloretoan), hlordan, toksafen, aldrin, endrin, dieldrin, lindan i dr.). Ovi preparati se nalaze na listi POPs hemikalija („persistent organics pollutants“ – organski zagađivači koji se dugo održavaju u prirodi). Zbog perzistentnosti i lakog prenošenja vodom, vazduhom i zemljištem, nađeni su i u krajevima u kojima nisu nikada upotrebljavani. U Crnoj Gori iz grupe organohlornih pesticida u upotrebi su bili aldrin, dieldrin, endrin, toksafen, lindan i endosulfan. Dihlor-difenil-trihloroetan (DDT) je korišćen za suzbijanje komarca malaričara na teritoriji opštine Podgorica oko 1946. g. Ovaj insekticid u većem obimu primjenjivan je tokom 1956. i 1957. na teritorijama opština Podgorica, Nikšić, Danilovgrad, Cetinje, Ulcinj i Tivat za suzbijanje gubara u hrastovim šumama. Organohlorni preparati se slabo razlažu u vodi i zemljištu, deponuju se u organizmima biljaka i životinja i njihova dugotrajna i nekontrolisana

primjena značajno utiče na živi svijet. Velika opasnost su pesticidi koji dopijaju u lanac ishrane. Pesticidi koji se akumuliraju u jednom organizmima, putem ishrane dopijavaju u druge organizme i tu se deponuju. Organohlorni insekticidi, zbog pomenutih negativnih osobina, više se ne koriste, već su zamijenjeni manje postojanim organofosforinim pesticidima. **Organofosforni pesticidi** djeluju na nervni sistem inhibirajući nepovratno enzim acetilholin esterazu koji u organizmu ima ulogu u procesu neurotransmisije. Oni su najčešće insekticidi. Ovoj grupi pripadaju forat, malation, paration, hlörpirifos itd. Pošto se koriste kao insekticidi, njihovi ostaci se često nalaze u voću i povrću. Organofosfatna jedinjenja se mogu naći u vodenim sistemima nakon nekoliko nedjelja od primjene insekticida. Zbog sposobnosti da nespecifično inhibiraju enzim acetilholin esterazu i kod insekata i kod ljudi, rasprostranjenost organofosfatnih insekticida u životnoj sredini predstavlja ozbiljnu opasnost za živi svijet. **Piretroidi** su sintetisana jedinjenja slična dejstvu prirodnih jedinjenja – piretrina koji su izolovani iz biljke buhač *Pyrethrum cinerariaefolium*. Prirodni piretroidi se raspadaju pod dejstvom svjetlosti. Sintetisani piretroidi imaju veću stabilnost. Djeluju na nervni sistem. Ovoj grupi pripadaju cipermetrin, deltametrin, lambda-cihalotrin i permetrin. Vrlo su toksični za ribe i akvatične organizme. **Karbamati** su derivati karbamatne kiseline i djeluju na nervni sistem tako što inhibiraju enzim acetilholin esterazu. Inhibicija enzima acetil holin esteraze je reverzibilna - povratna. Pesticidi iz ove grupe su aldikarb, karbofuran, fenoksikarb, propamokarb, metomil. Manje su toksični za ptice, srednje toksični za ribe i jako toksični za pčele. Podložni su biodegradaciji i njihova koncentracija u životnoj sredini brzo opada. **Fenoksi herbicidi** su derivati fenoksi kiseline. Fenoksi kiseline djeluju tako što sprečavaju rast. Imaju kratak poluvijek raspada, ali se nalaze u podzemnim i površinskim vodama. **Triazini** su herbicidi na bazi triazinskog prstena. Uništavaju širokolisne korove. Ovoj grupi pripadaju atrazin, simazin, propazin, terbutrin, prometrin. Veoma lako prolaze kroz zemljište, perzistentni su i često se nalaze u podzemnim i površinskim vodama. Izazivaju urođene anomalije i kancer. Atrazin je zabranjen za upotrebu. **Imidazolinoni** su herbicidi za širokolisne korove na bazi imidazolininskog prstena. Lako dolaze u podzemne vode, visoko su perzistentni i zato su fitotoksični (djeluju toksično na biljke) i za narednu kulturu. U ovu grupu su svrstani imazapir, imazetapir, imazamoks i drugi. **Neonikotinoidi** - imidaklopid, acetamiprid, klotianidin, tiaklopid, tiametoksam, dinotefuran i nitenpiram su relativno nova generacija insekticida koji potiču iz nikotina. Njihova se upotreba znatno povećala od početka devedesetih godina i oni predstavljaju jednu od najbrže rastućih vrsta insekticida koja se pojavila na tržište. Neonikotinoidi su sintetisani insekticidi koji u osnovi imaju nikotinski prsten. Djeluju na centralni nervni sistem insekata izazivajući njihovu paralizu i smrt. Neonikotinoidi se trajno vežu na nikotinske receptore acetilholina, blokirajući ih i posljedično blokiraju prolazak nervnih impulsa. Ovaj način djelovanja omogućava kontrolu insekata koji napadaju sve djelove biljke. Djelujući kontaktno, neonikotinoidi su posebno pogodni za kontrolu insekata koji imaju usni aparat za grizenje i sisanje. Koriste se i u proizvodnji sjemena u cilju zaštite od insekata iz zemljišta. Sa razvojem biljke, neonikotinoidi se apsorbiraju preko korijena i zatim se ravnomjerno raspoređuju, održavajući efikasnu koncentraciju aktivne supstance u svim djelovima mladih biljaka. Namjena im je vrlo široka. Koriste se za tretiranje koštunjavog voća, agruma, grožđa, u hortikulturi, industrijskih usjeva, cvijeća i ukrasnih biljaka. Nekoliko neonikotinoida pokazuje vrlo jaku toksičnost za pčele. Naročito je za pčele toksičan imidaklopid. Neonikotinoidi utiču na njihovo ponašanje, izazivaju teškoće u njihovoj orijentaciji, promjenu ponašanja tokom ishrane, javlja se tresenje i drhtanje, nekoordinirani i nekontrolisani pokreti, posrtanje, nesposobnost da zauzmu ispravan položaj tijela, povraćanje, nemogućnost da rade, uginuće. Imidaklopid oštećuje memoriju i metabolizam mozga pčela. Utvrđeno je da pesticidi, kao što su neonikotinoidi koji se koriste za tretiranje sjemena gajenih biljaka dovode do različitih negativnih efekata na pčelu. Prevelike koncentracije ovih pesticida dovode do smrti pčela, a subletalne doze dovode do hronične supresije imunog sistema pčele, ometaju proces razgradnje i resorpcije polena u digestivnom traktu pčele, mijenjaju ponašanje pčela koje se manifestuje nervnim simptomima, kao što su dezorijentacija, gubitak pamćenja, što sve dovodi do nemogućnosti pčela da se vrata u svoju košnicu. Od neonikotinoida najpoznatija su jedinjenja kao što su imidaklopid, klotianidin i tiametoksam. Poznato je da se javlja visoki procenat uginuća pčela koje su odlazile na

pašu na plantaže suncokreta, badema i drugih monokultura čije je sjeme bilo tretirano neonikotinoidima. Iz sjemena biljaka neonikotinoidi dopijevaju u cvjetove, što je pogubno za organizam pčele. Kao glavni uzroci nestanka pčela u Francuskoj, Njemačkoj, Italiji i nekim drugim evropskim zemljama najčešće se spominju neonikotinoidi. U zemljama Evropske unije, zbog štetnosti za pčele, neonikotinoidi su isključeni iz upotrebe u gajenju biljaka na otvorenom (Uredba Evropske unije 485/2013). U Srbiji, u Vojvodini su česta trovanja pčela neonikotinoidima zbog odlaska na pašu suncokreta čije je sjeme bilo tretirano neonikotinoidima. Treba imati u vidu da se otrovne materije koje pčela unosi zajedno sa nektarom i polenom tokom paše deponuju i u saću u košnici. To može biti značajan razlog što pčele više ne prepoznaju svoju košnicu kao zdravo mjesto za svoj život. Tome govori u prilog činjenica jednog istraživanja, da roj pčela koji se izrodio iz jedne košnice, nikako nije htio da se vrati u tu košnicu nakon njene pripreme za prihvatanje. Do najvećeg stepena uništavanja korisnih insekata dolazi prilikom upotrebe insekticida u cilju uništavanja štetnih insekata u šumama i voćnjacima. Neki neonikotinoidi poput tiakloprida primjenjuju se u vidu spreja na cvjetne kulture, npr. na uljanu repicu. Ostaci ovih jedinjenja su nađeni u polenu koji su skupile pčele u košnicama. Imidaklopid, klotianidin i tiametoksam primjenjuju se u vidu prelija za sjeme ili za tretiranje zemljišta. Ova tri neonikotinoida su zbog svoje toksičnosti za pčele i druge oprašivače zabranjena u zemljama Evropske unije (2013) (EFSA).

19.15.5. *Rezistencija ciljanih organizama na pesticide*

Ciljani organizmi mogu postati otporni - rezistentni na određeni pesticid, ukoliko se tretiranja pesticidima vrše nekontrolisano i učestano. Kada dođe do pojave rezistencije ciljanih organizama na pesticide, oni više nisu efikasni. U cilju povećanja efikasnosti pesticida povećava se njihova doza, a samim tim i dodatno opterećenje životne sredine ovim otrovnim supstancama. Rezistencija se kod insekata lako razvija, jer je kratko njihovo generacijsko vrijeme – za kratak vremenski period razvija se veliki broj generacija. Sa svakom novom generacijom, usljed mutacija, nastaju insekti sa novim osobinama - novim enzimima kojima se uspješno brane od insekticida. Pesticidi koji se koriste za uništavanje korova, pored korova, uništavaju i korisne biljne vrste. Usljed njihovog dejstva i korisne biljke se usporeno razvijaju i dolazi do njihovog sušenja. Tokom rada sa pesticidima - pripreme rastvora za prskanje i samog prskanja (slike 1 i 2) dolazi do njihovog negativnog uticaja na lica koja sprovode tretman pesticidima. Zbog opasnosti od pesticida, radnici koji vrše tretiranje pesticidima moraju završiti obuku o postupanju sa pesticidima. Prije aplikacije pesticida treba da budu istaknuti znaci upozorenja, koji se uklanjaju tri dana nakon upotrebe. Najveći uticaj na ljude pesticidi imaju tokom tretiranja biljaka koje su visocije od čovjeka, kao što su to voćke. Pesticidi se u tijelo čovjeka apsorbiraju udisanjem, preko digestivnog trakta – ingestijom i preko kože - dermalno. Veoma je značajno poznavati toksičnost pesticida kojima se vrši tretiranje. Ostaci pesticida koji zaostaju u praznoj ambalaži mogu biti značajan izvor trovanja, jer mogu dospjeti ispiranjem zemljišta u vodotokove. Zato se ispraznjena ambalaža ispira tri puta vodom, a zatim se ta voda ponovo vraća u prskalicu i prska po biljkaama. Na taj način se sprečava da zaostali sadržaj iz ambalaže dospije do vodotokova, površinskih i podzemnih voda, a time i do životinja, biljaka i ljudi. Ambalažu (boce i sl.) nakon ispiranja od pesticida treba izbušiti (kako se ne bi mogla koristiti za neke druge svrhe) i ukloniti na deponiju. Samo u slučaju kada je ambalaža najmanje tri puta isprana ne tretira se kao opasni otpad. Neisprana ambalaža mora da se odlaže u posebnim kontejnerima – kontejnerima za opasni otpad. Kada se unesu u životnu sredinu, pesticidi mogu da ostanu u zemljištu na mjestu primjene, mogu da ispare i tako odu u vazduh, da se isperu u površinske vode ili da se zadrže i kroz zemljište isperu u podzemne vode. Upotrebom podzemne vode kontaminirane pesticidima čovjek je najčešće izložen pesticidima. U kojoj mjeri će doći do kontaminacije podzemnih voda, zavisi od mnogih faktora kao što su: brzina ispiranja, tip zemljišta, dubina vodonosnog sloja, upotrijebljena količina pesticida i njegove fizičko-hemijske osobine. Pesticidi u vazduh dolaze prilikom same aplikacije, isparavanjem sa zemljišta i biljaka i odnošenjem putem vjetrova. Čestice i pare pesticida putem vazduha lako odlaze na velike udaljenosti gdje se na kraju talože. Zato tretiranja pesticidima

nikad ne treba vršiti po vjetrovitom vremenu. Čestice i pare pesticida koje dospijevaju u vazduh predstavljaju direktan rizik po zdravlje ljudi, biljaka i životinja.

19.15.6. *Perzistencija i degradacija pesticida*

Perzistencija je mjera koja pokazuje vrijeme zadržavanja i aktivnosti pesticida u životnoj sredini. Ona podrazumijeva otpornost pesticida na uklanjanje iz životne sredine procesima degradacije. Degradacija predstavlja razgradnju supstance na jednostavnije molekule ili atome u biljkama, životinjama ili životnoj sredini. Ona zavisi od osjetljivosti pesticida na hidrolizu, oksidaciju, svjetlost, rastvorljivosti u vodi, lipidima, prirode same biljke itd. Degradacija može biti mikrobiološka - djelovanjem mikroorganizama i fizička – procesima hidrolize, fotolize i pirolize. Mikrobiološka degradacija pesticida nastaje djelovanjem gljiva, bakterija i drugih mikroorganizama. U procesima hidrolize pesticidi se razgrađuju djelovanjem vode, fotolizom - djelovanjem svjetlosti, a pirolizom - pod uticajem visokih temperatura. Perzistentnost i degradacija zavise od velikog broja faktora kao što su: temperatura, relativna vlažnost, količina padavina, pH vrijednost sredine, količina svjetlosti, rasprostranjenost živog svijeta i dr. Poluvijek raspada pesticida je vrijeme potrebno da se količina pesticida koja je dospjela u životnu sredinu smanji na polovinu prvobitne količine (nastavak teme u sljedećem broju). Neki pesticidi, kao što je DDT, koji su odavno zabranjeni, još uvijek se mogu naći u vodi i hrani, zbog svoje stabilnosti.

19.15.7. *Uticaj pesticida na živi svijet*

Nakon tretiranja biljke pesticidima, veći dio aktivne supstance se mehanički uklanja sa biljke i odlazi u zemljište i vodu, jedan dio se razgrađuje, a jedan dio se zadržava u biljci iz koje hranom dospijeva u organizam ljudi i životinja. U biljku dospijevaju uglavnom preko korijena, rastvoreni u vodi koja se nalazi u zemljištu. Nakon ulaska pesticida u biljku, on se različito raspoređuje u pojedinim djelovima biljke. Pesticidi prodiru u biljke i preko lista. Količine pesticida koje se trajno zadržavaju na tretiranim biljkama se zovu rezidualne količine pesticida. Rezidue su definisane kao zaostale količine aktivne supstance, njenih metabolita i nečistoća. Metaboliti pesticida mogu da budu toksičniji od polazne supstance. Uticaj pesticida na biocenoze - živi svijet u nekom staništu je veoma složen i raznovrstan. Pesticidi mogu biti toksični i za druge organizme kojima nisu namijenjeni. Nekontrolisana upotreba pesticida dovodi do oboljenja ljudi, korisnih insekata i životinja. Djelujući na štetne insekte ili nepoželjne biljne vrste, pesticidi smanjuju i broj korisnih insekata – a to dovodi i do smanjenja broja ptica koje se njima hrane. Pored toga što uništavaju korisne insekte - oprašivače, mrave, negativno djeluju na ribe, beskičmenjake, ptice, druge životinje i čovjeka. Bolesti koje izazivaju pesticidi mogu biti akutnog i hroničnog toka, zavisno od doze i dužine trajanja dejstva. Tokom dugotrajne izloženosti reziduama dolazi do pojave kancera kao i drugih oboljenja. Utvrđeno je da rezidue pesticida na bazi neorganskih jedinjenja arsena dovode do pojave tumora pluća. Takođe je utvrđeno da su alahlor, aldrin, DDT, dieldrin, endosulfan, etoprofos i HCB kancerogeni. Poznavanjem hemijskih i fizičkih karakteristika pesticida i njihovim propisnim rukovanjem smanjuje se opasnost od pojave njihovih rezidua u hrani. Pri Svetskoj zdravstvenoj organizaciji postoji posebno tijelo koja se bavi reziduama pesticida (Joint Meeting on Pesticide Residues of the FAO/WHO).

19.15.8. *Ulazak pesticida u lanac ishrane*

Rezidue pesticida se u organizam ljudi i životinja najčešće unose hranom i vodom za piće. Hrana animalnog porijekla može sadržati rezidue ako se životinje hrane kontaminiranom biljnom hranom ili se same životinje tretiraju pesticidima u cilju uništavanja parazita i insekata. Pesticidi se lako deponuju u organima. Organohlorni pesticidi se lako deponuju u masnom tkivu zbog svoje liposolubilnosti. Utvrđivanje koncentracije rezidua u hrani, tjelesnim tečnostima i tkivima rade specijalisti sanitarne hemije i toksikološke hemije. Na količinu rezidua pesticida u hrani i vodi utiče

njihova perzistencija. Perzistencija, kao što je već pomenuto, predstavlja vrijeme zadržavanja određenog pesticida u životnoj sredini. Količina rezidua pesticida u hrani zavisi i od stepena poštovanja karenca. Karenca predstavlja period koji mora da prođe od primjene pesticida do berbe ili sjetve biljke. Za insekticide karenca je od 7 do 42 dana. Pravilnikom o maksimalnom nivou rezidua sredstava za zaštitu bilja na ili u bilju, biljnim proizvodima, hrani ili hrani za životinje (SLCG 21/2015, 44/2015) je propisan maksimalno dozvoljeni sadržaj sredstava za zaštitu bilja – pesticida u hrani. Maksimalni nivo rezidua koji je dozvoljen u hrani je najmanja količina koju je moguće okriti i utvrditi analitičkim metodama i iznosi 0,01 mg/kg hrane.

19.16. Rezidue veterinarskih lijekova u hrani

19.16.1. Vrste rezidua veterinarskih lijekova u hrani

U cilju očuvanja dobrog zdravlja životinja i bržeg rasta koristi se veliki broj različitih veterinarskih lijekova: antimikrobni agensi (antibiotici i sulfonamidi), trankilajzeri, stimulatori rasta (hormoni, anabolici), tireostatici, antiparazitici itd. Veterinarski lijekovi čine oko 75% svih proizvedenih lijekova u svijetu. Antibiotici se koriste u sprečavanju i liječenju različitih infekcija, ali i za bolje iskorišćavanje hrane, odnosno veći prirast. Hormoni se takođe koriste kao anabolici, odnosno stimulatori rasta. Kod nas je upotreba hormona u ove svrhe zabranjena. Tireostatici inhibiraju funkciju tiroidne žlijezde, čime se povećava zadržavanje vode u ekstracelularnom prostoru, a samim tim se povećava i tjelesna masa. Međutim, meso ovih životinja je lošeg kvaliteta. Trankilajzeri su lijekovi koji se daju životinjama u cilju smanjenja njihove agresivnosti (prilikom dijagnostike, transporta, omamljivanja). Ovi stresni faktori utiču negativno na kvalitet mesa. Rezidue lijekova se preko hrane koja potiče od liječenih životinja unose u organizam ljudi. Najveći značaj u tom pogledu imaju namirnice kao što su mlijeko, meso, jaja, riba. Lijekovi koje izlučuju životinje urinom i izmetom kontaminiraju zemljište i podzemne vode. Tehnološki postupci prerade mesa (smrzavanje, hlađenje, termička obrada, dimljenje, salamurenje) ne dovode do uništavanja ili otklanjanja ovih rezidua.

19.16.2. Uticaj rezidua lijekova na zdravlje ljudi

Prilikom procjene potencijalne opasnosti veterinarskih lijekova po zdravlje ljudi uzima se u obzir više faktora, kao što su količina unijetog lijeka, njegova resorpcija, metabolizam, izlučivanje, raspodjela u tkivima u organizmu čovjeka. Rezidue lijekova i anabolika unesenih putem hrane djeluju negativno na zdravlje ljudi usljed stvaranja sojeva bakterija rezistentnih na antibiotike, pojave alergija, poremećaja sastava i rada crijevne mikroflore, hormonskih poremećaja, kancerogenog i mutagenog dejstva. Stvaranjem rezistentnih sojeva bakterija na antibiotike, liječenje ljudi tim antibioticima ne daje rezultate, što predstavlja značajan problem. Rezistentne bakterije predstavljaju problem pri liječenju antibioticima, jer je to liječenje neuspješno. Bakterije stiču rezistenciju ukoliko pod dejstvom antibiotika dođe do mutacije, ili ukoliko plazmid koji nosi gene rezistentnosti na određene antibiotike dospije u bakterijsku ćeliju. Postoji više mehanizama kojima mikroorganizmi postižu rezistenciju, kao što su razlaganje antibiotika i smanjenje propustljivosti ćelijskih membrana. Gram negativne bakterije su otpornije prema antibioticima zbog slabije propustljivosti ćelijske membrane. Pojava rezistencije se smanjuje izbjegavanjem nepotrebne i česte upotrebe antibakterijskih lijekova u terapiji životinja i ljudi, pravilnim doziranjem i dužinom trajanja primjene lijeka i izbjegavanjem upotrebe više antimikrobnih lijekova odjednom. Antibiotike treba primjenjivati samo ukoliko je utvrđeno da je životinja oboljela od bakterijske infekcije i prema antibiogramu (test za ispitivanje bakterijske osjetljivosti na antibiotike *in vitro*). Štetno dejstvo antibiotika je višestruko. Djeluju toksično, alergijski, teratogeno, mutageno, kancerogeno, dovode do rezistencije na antibiotike i dr. Smatra se da je teratogeno i mutageno dejstvo antibiotika uslovljeno sličnim dejstvom antibiotika i na ćelije organizma ljudi i životinja (ometaju sintezu proteina). Opasnost od alergijskih reakcija na antibiotike je takođe prisutna – na primjer, oko 7% ljudske populacije je preosjetljivo na penicilin. Alergene osobine ima penicilinska kiselina, koja nastaje djelimičnom razgradnjom

penicilina, a oslobađa se nakon termičkog tretmana hrane. Alergija se može pojaviti nakon davanja lijeka organizmu koji je prethodno senzibilisan reziduama antibiotika u hrani. Zato i male doze penicilina mogu da dovedu do anafilaktičkog šoka. Alergija se može pojaviti i nakon unošenja rezidua hranom u organizam koji je prethodno liječen antibioticima. Antimikrobni lijekovi negativno utiču na bakterije mliječne kiseline koje se koriste u proizvodnji fermentisanih mliječnih proizvoda. Dobijeni proizvodi su u tom slučaju lošeg kvaliteta, jer je spriječen proces fermentacije. Hloramfenikol unesen hranom dovodi do oštećenja koštane srži i time do poremećaja krvne slike. Zato je on zabranjen za upotrebu u veterini. Sintetski estrogen dietil-stilbestrol ima mutageno i kancerogeno dejstvo. Zato je njegova upotreba zabranjena u terapiji ljudi i kao anabolika u tovu domaćih životinja.

19.16.3. Kontrola rezidua veterinarskih lijekova

Da bi hrana bila zdravstveno bezbjedna, neophodno je kontrolisati prisustvo rezidua veterinarskih lijekova. Kontrola počinje prije klanja životinja, pregledom urina ili krvi, a kasnije kontrolom u uzorcima tkiva zaklanih životinja. Laboratorije za ispitivanje rezidua moraju da ispunjavaju stroge zahtjeve u pogledu kadra, opreme i reagenasa. Pored analitičkih metoda, analitičari moraju dobro poznavati štetno dejstvo rezidua. *Pravilnikom o maksimalno dozvoljenim količinama rezidua farmakološki aktivnih supstanci veterinarskih lijekova u proizvodima životinjskog porijekla (Sl CG 41/2014)* propisuju se dozvoljene količine rezidua farmakološki aktivnih supstanci (lijekova) u izlučevinama i tjelesnim tečnostima živih životinja, organima i tkivima zaklanih životinja i proizvodima životinjskog porijekla. Maksimalno dozvoljene količine rezidua lijekova se izražavaju u mikrogramima po kilogramu tjelesne tečnosti ili tkiva životinje, ili proizvoda životinjskog porijekla. *Pravilnikom o metodama kontrole rezidua u životinjama i proizvodima životinjskog porijekla Sl.CG 45/2014* propisane se metode kontrole rezidua u životinjama i proizvodima životinjskog porijekla (gasna i tečna hromatografija, atomska apsorpciona spektrometrija, atomska emisija spektrometrija sa induktivno spregnutom plazmom, masena spektrometrija sa induktivno spregnutom plazmom). Potvrđne metode analize hemijskih elemenata se baziraju na principu jasne identifikacije i precizne kvantifikacije, uz pomoć fizičko-hemijskih svojstava koja su jedinstvena za taj element na nivou koncentracije od interesa (npr. karakteristična talasna dužina emitovanog ili apsorpcionog zračenja, atomska masa). Potvrđne metode analize hemijskih elemenata date su u tabeli 21:

Tabela 21. Potvrđne metode analize hemijskih elemenata:

Tehnike	Mjereni parametri
<i>Diferencijalna pulsna anodna voltametrij</i>	Električni signal
<i>Atomska apsorpciona spektrometrija</i>	
Plamen	Apsorpciona talasna dužina
Stvaranje hidrida	Apsorpciona talasna dužina
Hladne pare	Apsorpciona talasna dužina
Elektrotermalna atomizacija (grafitna peć)	Apsorpciona talasna dužina
<i>Atomska emisija spektrometrija</i>	Emisija talasne dužine
Induktivno spregnuta plazma	Emisija talasne dužine
<i>Masena spektrometrija</i>	
Induktivno spregnuta plazma	Odnos mase i naelektrisanja

19.17. Aditivi u hrani

Aditivi su supstance koje se iz tehnoloških razloga namjerno dodaju prehrambenim proizvodima u toku proizvodnje, prerade i čuvanja. Korišćenje aditiva je regulisano propisima, da bi se oni

adekvatno koristili kako u pogledu vrste i kvaliteta, tako i količine. Posebna pažnja je usmjerena na ispitivanje potencijalne toksičnosti aditiva. Neophodno je ispitati njihovu akutnu i hroničnu toksičnost, mutagenost, kancerogenost, uticaj na reprodukciju, embriotoksičnost, teratogenost, alergogenost. Takođe je potrebno ispitati njihov uticaj na crijevnu mikrofloru, enzime organizma, interakciju sa drugim komponentama hrane. Neke negativne posljedice dejstva aditiva na organizam se javljaju tek nakon duže upotrebe, tako da nije moguće sa apsolutnom sigurnošću procijeniti njihovu bezbjednost za zdravlje. Posebna pažnja je usmjerena na ispitivanje potencijalne toksičnosti aditiva. Apsolutna neškodljivost aditiva se ne može dokazati, može se analizirati samo stepen njihove škodljivosti. Ništa nije toksično i sve je toksično u zavisnosti od količine u kojoj se upotrijebi.

Prema toksikološkim osobinama, *Codex Alimentarius* je klasifikovao aditive u nekoliko grupa:

1. Grupa A1 – aditivi koji su potpuno provjereni za bezbjednu upotrebu,
2. Grupa A2 – aditivi koji se dugo koriste, ali koji nisu konačno provjereni,
3. Grupa B1 – aditivi koji se koriste u nekim zemljama, ali nisu prihvaćeni od strane komisije WHO/FAO.
4. Grupa B2 – aditivi koji potencijalno mogu da se koriste i treba da budu prihvaćeni od strane WHO/FAO,
5. Grupa C1 – aditivi koji nisu bezopasni za korišćenje u hrani
6. Grupa C2 – supstance koje su toksične i koji su zabranjeni kao aditivi u hrani.

Aditivi iz A i B grupe se nalaze na pozitivnoj listi aditiva, koja je podložna promjenama i dopunama u skladu sa novim naučnim i stručnim rezultatima.

Prema namjeni aditivi u hrani su svrstani u nekoliko grupa:

1. **Sredstva koja sprečavaju kvarenje hrane** (za sprečavanje oksidacije: antioksidansi i sinergisti; za konzervisanje hrane: konzervansi);
2. **Sredstva za poboljšanje ukusa i mirisa** (arome - prirodne i vještačke, pojačivači aroma i sredstva za zaslađivanje).
3. **Sredstva za popravljivanje izgleda i konzistencije** (prirodne i vještačke boje, sredstva za emulgovanje, zgušnjavanje, stabilizaciju, želiranje, dizanje tijesta, učvršćivanje, glaziranje, povećanje zapremine; za sprečavanje grudvanja i stvaranja pjene; humeltanti, propelenti, modifikovani skrobovi).
4. **Sredstva koja se upotrebljavaju kao pomoćne supstance.**

19.17.1. *Sredstva za sprečavanje kvarenja hrane*

19.17.1.1. *Antioksidansi i sinergisti*

Antioksidansi su jedinjenja koja sprečavaju ili usporavaju oksidaciju masti i ulja i time produžavaju trajnost prehrambenih proizvoda koji ih sadrže. Pod uticajem svjetlosti, povišene temperature, vode, prisustva teških metala dolazi do oksidacije nezasićenih masnih kiselina u hrani, pri čemu nastaju slobodni radikali. Nizom lančanih reakcija dolazi do potpune oksidacije masti. Mogu se podijeliti na prirodne (vitamini) i sintetske. U prirodne antioksidanse spadaju tokoferoli (vitamin E), askorbinska kiselina (vitamin C) i izoaskorbinska kiselina. Ulja i masti koja sadrže prirodne antioksidanse se mogu dodavati hrani umjesto izolovanih antioksidansa (npr. pekarski proizvodi sa dodatkom masti imaju duži rok upotrebe). Tokoferoli (α , γ , δ) - vitamini grupe E, su najznačajniji prirodni antioksidansi. Dobijaju se iz ulja soje i ulja kukuruza, pšeničnih i ovsenih klica. Mogu se dobiti i sintetskim putem. To je bistra uljana tečnost, svijetložute boje, gotovo bez mirisa. Ne rastvara se u vodi, a rastvara u etanolu i organskim rastvaračima. Askorbinska kiselina (vitamin C) i njene kalcijumove i natrijumove soli su bijeli kristalni praškovi, rastvorljivi u vodi. Pripadaju A1 grupi aditiva i široko se primjenjuju u pekarstvu, proizvodnji piva, konzervisanog voća, povrća i dr.

Izoaskorbinska kiselina (eritorbinska kiselina) i njena natrijumova so se dobro rastvara u vodi, bolji je antioksidans od askorbinske kiseline. Pripadaju A1 grupi aditiva. Dodavanjem askorbinske, izoaskorbinske kiseline i njihovih soli postiže se stabilizacija boje piva, vina, proizvoda od mesa, bombona (sprečavaju djelovanje enzima koji dovode do tamnjenja proizvoda). Antioksidansi askorbil-palmitat i askorbil-stearat nastaju esterifikacijom alkoholne grupe askorbinske kiseline palmitinskom ili stearinskom kiselinom. Ne rastvaraju se u vodi, a rastvorljivi su u etanolu. U sintetske antioksidanse spadaju galati (estri galne kiseline), BHA (butil-hidroksianizol), BHT (butil-hidroksitoluol) i TBHQ (tercijerni butilhidrohinon).

Estri galne kiseline su propilgalat, oktilgalat i dodecylgalat; rastvorljivi su u mastima. Koriste se kao stabilizatori u jestivim uljima i mastima i hrani koja sadrži masti. Svrstani su u A2 grupu aditiva, osim TBHQ, koji pripada A1 grupi aditiva. BHT pokazuje negativno dejstvo na eksperimentalne životinje, izaziva tumore jetre, krvarenja. Sinergisti su supstance koje pomažu djelovanje antioksidanasa tako što helatno vezuju metale koji ubrzavaju oksidaciju masti. Kao sinergisti se koriste kalcijumova ili natrijumova so etilendiaminotetrasirćetne kiseline (EDTA), limunska kiselina i njena natrijumova so, natrijum-, kalijum- i kalcijum-laktat, vinska kiselina, monoglicerid-citrat, izopropilcitrat. Pripadaju A1 listi aditiva. Sinergističko dejstvo imaju i lecitini, kefalini, fosforna kiselina i dr.

19.17.1.2. Konzervansi

Konzervisanje hrane obuhvata sve postupke kojima se produžava trajnost proizvoda. Postoji nekoliko načina konzervisanja hrane:

- uništenje svih oblika mikroorganizama sterilizacijom ili radijacijom;
- uništavanje vegetativnih oblika mikroorganizama pasterizacijom i
- usporavanje ili zaustavljanje aktivnosti mikroorganizama hlađenjem, sušenjem ili hemijskim sredstvima – konzervansima.

Hemijske metode konzervisanja se zasnivaju na upotrebi određenih supstanci koje djeluju baktericidno, bakteriostatski ili fungistatski na uzročnike kvarenja hrane.

Konzervansi su supstance koje sprečavaju ili usporavaju razmnožavanje mikroorganizama u hrani i tako produžavaju njenu upotrebljivost. Kao i drugi aditivi konzervansi moraju da ispunjavaju zahtjeve u pogledu toksičnosti, stabilnosti i dr. najčešće se koriste sorbinska kiselina i njene soli, benzojeva kiselina i njene soli, estri p-oksibenzojeve kiseline, mravlja kiselina i njene soli, propionska kiselina i njene soli, sirćetna kiselina, mliječna kiselina itd. Ove supstance su lipofilni konzervansi, prolaze kroz ćelijsku membranu i efikasniji su pri nižim pH vrijednostima sredine. Oni inhibiraju unošenje hrane kroz ćelijsku membranu mikroorganizama. Koriste se najviše za inhibiciju rasta kvasaca i plijesni u hrani. U hidrofilne konzervanse spadaju nitrati i nitriti, sumporasta kiselina i njene soli, borna kiselina i njene soli. Šećer i kuhinjska so ne spadaju u aditive, ali imaju dejstvo kao hidrofilni konzervansi. Ove supstance reaguju sa komponentama ćelije i utiču na količinu dostupnog kiseonika. Na jačinu njihovog dejstva utiče pH i oksidoredukcioni potencijal sredine. Neke korisne bakterije sintetišu proteine koji imaju baktericidno dejstvo obično na srodne vrste bakterija. To je npr. nizin, koji se koristi kao konzervans u mliječnim proizvodima. Djeluje tako što mijenja propustljivost ćelijskih membrana bakterija.

19.17.2.1. Lipofilni konzervansi

Sorbinska kiselina i njene soli

Sorbinska kiselina i njena kalijumova i kalcijumova so najviše su korišćeni konzervansi. Izolovana je iz ploda oskоруše (*Sorbus aucuparia*, L) 1895. godine. Sintetski se dobija od acetaldehida preko krotonaldehida i aldehida sorbinske kiseline. Pošto je proizvodnja ovog jednostavna i nije skupa, široko se primjenjuje kao antimikotik i bakteriostatik. To je kristalni bijeli prašak koji se topi na oko 134 °C, a između 80-100 °C sublimiše. U hladnoj vodi se teško rastvara, dok u vrućoj vodi, alkoholu,

etru ima dobru rastvorljivost. Razgrađuje se u prisustvu vazduha i svjetlosti. Destiliše pomoću vodene pare, pa s ena taj način izdvaja iz namirnica. Pored sorbinske kiseline, koriste se i kalijum-, kalcijum- i natrijum-sorbat, a svi su svrstani u A1 grupu aditiva. Soli sorbinske kiseline su lako rastvorljive u vodi, što je povoljno za njihovu upotrebu kao konzervanasa. Sorbinska kiselina se u organizmu razlaže do CO₂ i H₂O i nema negativan uticaj na zdravlje. Djeluje u malim količinama, kao veoma dobar bakteriostatik na plijesni, kvasce i neke bakterije. Dobro djeluje u kiseloj sredini. Kao lipofilan konzervans djeluje na ćelijsku membranu mikroorganizama, zbog čega remeti normalan aktivni transport u ćeliji. Nakon ulaska u ćeliju inhibiraju oksidativnu fosforilaciju, odnosno metabolizam mikroorganizama. Ne sprečavaju rast bakterija mliječne kiseline, pa se mogu dodavati mliječnim proizvodima. Takođe ne utiču ni na *Clostridium sporogenes*, *Acetobacter*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Staphylococcus*. Kuhinjska so pojačava dejstvo sorbinske kiseline, naročito pri pH manjim od 6. Najbolje djeluje pri pH u rasponu od 3,1 do 4,3, dok pri pH 7 nema antimikrobno dejstvo. Koristi se kao konzervans kod ukiseljavanja voća, polumasnih mliječnih proizvoda, majoneza, margarina, nadjeva za kolače, slatkiša, proizvoda od voća, vina, bezalkoholnih pića, kao i nekih proizvoda od mesa. Koristi se kao konzervans i u farmaceutskoj industriji, pri izradi kozmetičkih preparata, proizvodnji hrane za životinje.

Benzojeva kiselina, njene soli i estri

Benzojeva kiselina (fenilkarbonska kiselina) je prirodni sastojak mnogih biljaka, kao slobodna ili u obliku estara ili amida (brusnice, kupina, malina, ribizla, šljiva). Slabo je rastvorljiva u vodi, a lako u hloroformu, etanolu i masnim uljima. Perubalzam, tolu-balzam i druge smole, koje kao aktivni princip sadrže benzojevu kiselinu su se još odavno koristile kao antiseptici i dezinficijensi. Benzojeva kiselina i njene soli se široko upotrebljavaju za konzervisanje bezalkoholnih napitaka, slanih margarina, sosova i sl. Treba ih dodati što ranije u procesu proizvodnje, jer sprečavaju sintezu enzima mikroorganizama koji djeluju i nakon uništavanja mikroorganizama. Deponuje se u membranama ćelija mikroorganizama i tako ometa njihovu funkciju. Ovi konzervansi su slabo isparljivi, pa se ne mogu odstraniti zagrijavanjem ili kuvanjem. Svrstani su na A1 listu aditiva. Mogu da izazovu glavobolju, digestivne probleme, ukoliko se koriste u većim koncentracijama. Takođe mogu da dovedu do alergija, iritacije očiju, kože i sl. Djeluju antimikrobno pri pH ispod 4,5. Belančevine slabe, a neorganske soli (fosfati, hloridi) pojačavaju antibakterijsko dejstvo ovih konzervanasa. Od soli benzojeve kiseline najviše se koristi natrijum-benzoat, koji se dobro rastvara u vodi.

Propionska kiselina i njene soli

Na plijesni djeluje bolje od benzojeve kiseline. Inhibira dejstvo katalaze i na taj način remeti metabolizam mikroroganizama. Nakon unošenja u organizam metaboliše se u pirogroždanu kiselinu. Dozvoljena je upotreba natrijum-, kalijum-, i kalcijum-propionata.

Mravlja kiselina

U prirodi se nalazi u većoj količini u koprivi i četinarima. To je bistra, bezbojna, jako korozivna tečnost. Pripada A1 grupi aditiva. Koristi se u ograničenim količinama za konzervisanje voćnih poluproizvoda. Uspješno djeluje kao konzervans pri pH ispod 4. Sprečavaju rast nekih koliformnih bakterija i kvasaca.

Mliječna kiselina (2-hidroksipropionska kiselina)

To je bezbojna ili žućkasta sirupasta tečnost, skoro bez mirisa. Soli mliječne kiseline nisu svrstane u konzervanse, već u aditive – sinergiste antioksidanasa, kao emulgatori i regulatori kiselosti. Efekat konzervansa mliječna kiselina ostvaruje postizanjem niskog pH. Djeluje bakteriostatski na Gram-

pozitivne mikoorganizme (*Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*). Dodaje se najčešće prilikom konzervisanja maslina, jaja u prahu, sirnih namaza, proizvoda od mesa, morskih plodova, piva i dr. Ona nema negativno dejstvo na organizam, pa je bezbjedna za upotrebu u prehrambenoj industriji.

Tiabendazol

To je bijeli prašak bez mirisa, slabo rastvorljiv u vodi. Upotrebljava se kao fungicid, i antihelmintik pa se ispituje prisustvo njegovih rezidua u voći, povrću, mesu.

Bifenil

Koristi se kao konzervans za spoljašnju zaštitu citrus voća, mada ima slabo baktericidno dejstvo i fungicidno dejstvo. Prirodno se nalazi u katranu, sirobovoj anfti, prirodnom gasu. Nastaje sagorijevanjem organskog materijala, pa tako kontaminira vazduh.

19.17.2.1.2. Hidrofilni konzervansi

Nitrati i nitriti

Koriste se kao konzervansi u proizvodima od mesa. Nijedna od komponenti koja se koristi u smjesi sa nitritima ne smije da sadrži proteine, hidrolizate proteina i druge proteinske preparate i sl., zbog opasnosti od stvaranja nitrozamina. Toksični su. Naučnici još uvijek traže odgovor na pitanje da li je moguće smanjiti količinu nitrita i nitrata u proizvodima od mesa ili ih treba potpuno zabraniti. Nitrati nisu konzervansi, već su rezervoar za dobijanje nitrita, koji imaju antimikrobno djelovanje. Ovdje veliki značaj imaju enzimi redukujućih bakterija koji prevode nitrate u nitrite. Nitrati nisu štetni za organizam ni u većim količinama, ali kada pređu u nitrite predstavljaju prekursore za sintezu kancerogenih N-nitrozamina. Međutim, nitriti su toksični i u malim dozama. Azotni oksid nastaje redukcijom nitrata, a vezujući se za hemoglobin dovodi do otežanog snabdijevanja organizma kiseonikom, pa i do smrti. Nitriti inhibiraju rast patogenih bakterija *Clostridium botulinum*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*. Njihovo antimikrobno dejstvo se bazira na inhibiciji stvaranja ATP iz piruvata, inhibiciji enzima katalaze i reakciji sa ćelijskim membranama mikroorganizama. Sa pigmentima mesa grade postojana crvena jedinjenja koja stabilizuju boju proizvoda od mesa (nastaje nitrozil-metmioglobin koji je crvene boje). Oni usporavaju oksidaciju strukturnih masti mišićnog tkiva, pa tako pozitivno utiču na održivost. Takođe daju i prijatnu aromu proizvodima. Opasnost od upotrebe nitrita i nitrata je u mogućnosti njihove reakcije sa sekundarnim i tercijarnim aminima iz hrane pri čemu nastaju kancerogeni N-nitrozamini. Ova jedinjenja mogu da nastanu endogeno - u organizmu čovjeka i životinja ili egzogeno - u samoj hrani pri određenim uslovima sredine (pH, temperatura, inhibitori, katalizatori).

Nitrozamini se nalaze u trajnim kobasicama, koje se proizvode sa nesto većom količinom ovih aditiva i čija proizvodnja traje nekoliko mjeseci. Primjena askorbinske kiseline inhibira reakciju stvaranja N-nitrozoamina, a stimuliše antimikrobni uticaj nitrita prema *C. botulinum*. Preko 90% dnevno unesenih nitrata je iz proizvoda u kojima nisu dodati nitrati kao aditivi, već su posljedica kontaminacije životne sredine i sadržaja nitrata koji se prirodno nalaze u povrću.

Sulfiti

Od sulfita se kao konzervansi najčešće koriste kalcijum-sulfit, natrijum-sulfit, kalijum-metabisulfit, natrijum-metabisulfit, natrijum-, kalcijum- i kalijum-hidrogensulfit i sumpordioksid. Iz soli sulfitne kiseline se u kiseloj sredini oslobađa sumpordioksid, na čemu se bazira njihovo antimikrobno dejstvo. Sumpordioksid se upotrebljava već hiljadam godina u proizvodnji vina u cilju sprečavanja razvića nepoželjnih mikrororganizama. Sumpordioksid je gas oštrog mirisa koji se rastvara u vodi i etanolu.

U kiseloj sredini (pH 3,5) ima najveće antimikrobno dejstvo. Vinski stvaraju SO₂ redukcijom sulfata koji se nalaze u grožđu. SO₂ razgrađuje tiamin koji je neophodan mikrororganizmima, pri čemu se oksidiše i tako oduzima kiseonik neophodan aerobnim bakterijama. S obzirom da razgrađuje tiamin, nije preporučljiv kao dodatak proizvodima od mesa. Njihova upotreba je ograničena, jer obrazuju različita jedinjenja sa sastojcima hrane. Reaguju sa pirogrožđanom kiselinom, redukcionim šećerima, aminokiselinama koje sadrže sumpor, vitaminima, nukleinskim kiselinama. Usljed reakcija sa nukleinskim kiselinama ispoljavaju mutageno dejstvo. Zbog opasnosti od preosjetljivosti na sulfite preporučuje se da gdje je god to moguće sulfiti budu zamijenjeni drugim pogodnim postupcima konzervisanja. Uobičajene količine SO₂ mogu da izazovu napade slične astmatičnim, urtikarije, tahikardiju i slabost već nakon 30 minuta od unošenja sulfita. Takođe može doći i do letalnog ishoda.

19.17.2.1.3. Nizin

Nizin je proizvod metabolizma bakterija mliječne kiseline *Lactococcus lactis*. Po strukturi je polipeptid građen od 34 aminokiseline. Lako reaguje sa lipidima membrana nekih mikrororganizama. Efikasno djeluje na gram pozitivne mikrororganizme (streptokoke, bacili, klostridije). Bolje djeluje na spore nego na vegetativne ćelije. Koristi se pri proizvodnji sireva u cilju suzbijanja rasta anaerobnih bakterija. Zajedno sa sorbinskom kiselinom upotrebljava se pri proizvodnji topljenih sireva.

19.17.2.1.4. Pimaricin (natamicin)

Pimaricin ima fungicidno dejstvo, a stvaraju ga bakterije *Streptomyces natalensis* i *Lactococcus lactis*. Gotovo je nerastvorljiv u vodi i mastima, slabo je rastvorljiv u metanolu, a rastvara se u glacijalnoj sirćetnoj kiselini. Pripada A1 grupi aditiva. Primjenjuje se za površinsku zaštitu sireva i u sirovim kobasicama.

19.17.3. Sredstva za popravljjanje mirisa i ukusa

Hrani se veoma često dodaju aditivi koji imaju ulogu da poboljšaju organoleptičke osobine - miris i ukus hrane. Ova sredstva su svrstana u tri grupe: arome, pojačivače aroma i sredstva za zaslađivanje.

19.17.3.1. Arome

Prema porijeklu arome se dijele na prirodne, prirodno identične i vještačke. Prirodne aromatične supstance su jedinjenja dobijena fizičkim postupcima iz prirodnih aromatičnih jestivih sirovina biljnog i životinjskog porijekla. Prirodno identične supstance su supstance izolovane hemijskim postupcima iz prirodnih jestivih sirovina ili su vještački proizvedene i hemijski su iste kao prirodne aromatične supstance (npr. etil-acetat, benzaldehid, vanilin su sastojci prirodnih aroma, ali se dobijaju vještačkim putem). Vještačke aromatične supstance su one koje nisu utvrđene u prirodnim jestivim sirovinama i dobijaju se vještačkim putem u reakcijama hemijske sinteze. Posebnu grupu čine arome termičkog tretmana koje se dobijaju zagrijavanjem, najduže 15 minuta na 180 °C. Postoje još i arome dima. U prehrambenoj industriji se najčešće koriste smješe različitih supstanci koje zajedno imitiraju neku prirodnu aromu (npr. pojedinih vrsta voća i sl.). Prirodne arome i prirodno identične arome se najčešće dodaju prema principima dobre proizvođačke prakse. Nekontrolisana upotreba aroma, posebno vještačkih, može brzo da pređe prihvatljiv dnevni unos, što je štetno po zdravlje. Sa pojačivačim aroma se unosi i natrijum i drugi elementi, pa su oni i zamjena za so.

19.17.3.2. Pojačivači aroma

Pojačivači aroma su aditivi koji pojačavaju dejstvo aroma u hrani, odnosno pojačavaju njen ukus i miris. To su glutaminska kiselina i njene natrijumove, kalijumove, amonijumove, magnezijumove i

kalcijumove soli, natrijumove i kalcijumove soli guanilne i inozinske kiseline, kao natrijumove i kalcijumove soli ribonukleotida. Konzumiranje mononatrijumove soli glutaminske kiseline kod određenog broja osoba dovodi do glavobolje, stezanja u grudima, mučnine, astmatičnih napada. Arome se koriste u proizvodnji mliječnih proizvoda, proizvoda od živinskog mesa, pekarskih proizvoda, dijetetskih proizvoda za ishranu djece i odojčadi, jestivih ulja i masti, majoneza, masnih namaza, alkoholnih i bezalkoholnih pića.

19.17.3.3. Sredstva za zaslađivanje - zaslađivači

Jedinjenja koja imaju slatki ukus su veoma različita po hemijskoj građi i obuhvataju šećere i nešećerna jedinjenja. Najpoznatiji šećeri slatkog ukusa su saharoza, glukoza i fruktoza. Nalaze se prirodno u hrani, a dodaju se i kao zaslađivači. Od prirodnih ugljenohidratnih zaslađivača još se upotrebljava invertni šećer – dobija se hidrolizom saharoze, laktoza, med, maltozni sirup i proizvodi dobijeni hidrolizom skroba. Međutim, ove supstance imaju veliku energetska vrijednost, pa ne spadaju u aditive. Šećeri nisu toksični, ali ukoliko se unose u velikim količinama djeluju štetno na zdravlje (šećerna bolest, kardiovaskularne bolesti, hipertenzija, ateroskleroza, hiperaktivnost djece, gojaznost, zubni karijes). Zato se sve više proizvodi hrana sa smanjenom energetska vrijednošću i u tom cilju se prirodni šećeri zamjenjuju najčešće sintetskim slatkim supstancama niske energetske vrijednosti. Ove supstance su svrstane u aditive koji imaju za cilj korigovanje slatkog ukusa hrane. Zaslađivači su aditivi koji daju sladak ukus hrani. Dije se na *zamjene za šećer* i *vještačke zaslađivače*. Zamjene za šećer su hemijske supstance kojima se stvara ili dopunjuje sladak ukus hrane, a pri tome ne mijenjaju značajno ostala svojstva hrane. Zamjene za saharozu su šećerni – polihidroksilni alkoholi. Vještački zaslađivači su supstance koje u veoma maloj količini imaju zaslađujuća svojstva, a ne utiču značajno na osobine proizvoda kojem su dodati.

19.17.3.3.1. Zamjene za šećer

Polihidroksilni alkoholi (polioli) su hidrogenizovani analozi monosaharida i disaharida. Prirodno se nalaze u voću i lišću biljaka. Najrasprostranjeniji je D-sorbitol i D-manitol. Industrijski se dobijaju redukcijom odgovarajućih šećera pri čemu se aldehidna i keto grupa redukuju u primarnu, tj. sekundarnu alkoholnu grupu. Slast poliola je ista ili nešto niža od saharoze, energetska vrijednost im je niža od energetske vrijednosti analognih šećera. U digestivnom traktu se slabo resorbjuju, metabolizam im ne zavisi od insulina, a mikroflora usne duplje ih ne razlaže, ili ih veoma slabo razlaže. Zbog toga se primjenjuju za pripremu hrane za dijabetičare, kao i preparata za oralnu higijenu. Najčešće se koriste šećerni alkoholi ksilitol, manitol, sorbitol i sorbitol sirupi. Pripadaju A2 listi aditiva. Sorbitol (glucitol) se industrijski dobija hidrogenizacijom glukoze pod povišenim pritiskom. To je bijeli, higroskopni, kristalni prah, koji se lako rastvara u vodi (bolje od saharoze), a slabo u etanolu. Manje je reaktivan od glukoze i ne podliježe Maillardovoj reakciji. Sorbitol se široko upotrebljava u proizvodima za dijabetičare (peciva, smrznuti mliječni proizvodi, slatkiši, žvakaće gume). Ima niži kariogeni potencijal od saharoze, pa se koristi u preparatima za oralnu higijenu. Koristi se u hrani prema principima dobre proizvođačke prakse i quantum satis količinama (koliko je dovoljno). Manitol je redukovani analog manoze. Industrijski se dobija hidrogenizacijom saharoze, nakon čega nastaje smjesa sorbitola i manitola. Koristi se široko u industriji hrane, proizvodnji tvrdih i mekih bombona, guma za žvakanje, džemova i marmelada, keksa, hrani za dijabetičare. Ksilitol je redukovani analog ksiloze. Industrijski se dobija hidrolizom ksilana (iz ljuske badema, slame, otpada drvne industrije) do ksiloze, a zatim njenom hidrogenizacijom u ksilitol. Maltitol je disaharidni šećerni alkohol koji je redukovani analog maltoze. Laktitol se dobija redukcijom glukoznog ostatka laktoze.

19.17.3.3.2. Vještački zaslađivači

Vještački zaslađivači su supstance koje se razlikuju od strukture šećera, a koje odlikuje veoma sladak ukus (30-300 puta su slađi od saharoze). Većina se ne (ili slabo) metabolišu u organizmu i nepromijenjeni se izlučuju urinom i izmetom. Imaju veoma nisku (ili nemaju) energetska vrijednost i u veoma malim količinama zamjenjuju šećer. Zbog toga se široko koriste za pripremu hrane za dijabetičare, niskokalorične hrane i sl. Od ovih supstanci se koriste ciklamati (kalijumove i natrijumove soli ciklamske kiseline), saharin, kalijumova i natrijumova so saharina, aspartam, kalijum-acesulfam, taumatin i neohesperidin DC. Saharin je slaba organska kiselina. Postoji nekoliko načina hemijske sinteze saharina, a polazna jedinjenja su toluen, antranilna kiselina ili metil-antranilat. Ne metaboliše se u organizmu, ne akumulira se u tkivima, već se nakon resorpcije izlučuje nepromijenjen urinom ili fecesom. Ima nisku akutnu toksičnost. Pokazuje kancerogeno djelovanje na bešiku mužjaka pacova. Za ciklamate je podijeljeno mišljenje o njenoj bezbjednosti za upotrebu. Kod eksperimentalnih životinja koje su se hranile hranom sa dodatkom cekloheksilamina (metabolit ciklamata) je utvrđen rak bešike. Zbog toga su zabranjeni u SAD. Aspartam je dipeptid koji se sastoji od metil estera L-fenilalanina i L-asparaginske kiseline. Brzo se i potpuno razgrađuje u digestivnom traktu na fenilalanin, asparaginsku kiselinu i metanol, koji se resorbuju, metabolišu i izlučuju urinom i fecesom, a dio se uključuje u reakcije biosinteze proteina. Nije dokazana njegova akutna toksičnost, kancerogenost, mutagenost i teratogenost. Koristi se u bezalkoholnim pićima, dezertima, sladoledima, vitaminskim i dijetnim dodacima, marmeladama i želeima. Acesulfam K ima veoma nisku akutnu toksičnost i nisu dokazane kancerogene i mutagene osobine. Taumatin (talina) je protein izolovan iz biljke *Thaumatococcus daniellii Benth*, fam. *Marantaceae*, koja raste u tropskim predjelima Zapadne Afrike. Neohesperidin dihidrohalkon (neohesperidin DC) se dobija sintezom iz gorkih flavanona neohesperidina i naringina koji se nalaze u kori plodova Citrus vrsta. Neohesperidin DC se ne resorbuje u većoj količini iz digestivnog trakta, ali se metaboliše u debelom crijevu do m-hidroksifenilpropionske i m-hidroksicimetne kiseline. Konzumiran u većim količinama izaziva smanjenje tjelesne mase, povećanje slijepog crijeva i dr.

19.17.4. Sredstva za korigovanje izgleda hrane

U ovu grupu aditiva su svrstane boje za bojenje prehrambenih proizvoda i sredstva kojima se postiže željena konzistencija proizvoda: emulgatori, stabilizatori, zgušnjivači, sredstva za vezivanje i želiranje.

19.17.4.1. Boje za bojenje prehrambenih proizvoda

Hrana se boji kako bi se postigao njen ljepši i privlačniji izgled. Tokom prerade hrana često izgubi svoju osnovnu boju, pa je potrebno naknadno korigovati. Boje su supstance ili koncentрати dobijeni ekstrakcijom iz jestivih sirovina, kao i vještački sintetisana hemijska jedinjenja koja u malim količinama boje hranu. Prema porijeklu, boje mogu biti prirodne i vještačke, odnosno boje organskog i neorganskog porijekla.

19.17.4.1. Vještačke boje

Vještačke boje se mogu grupisati u boje rastvorljive u vodi, boje rastvorljive u mastima i boje namijenjene za spoljašnje bojenje namirnica (ljuske jaja, kora sira, omotači suhomesnatih proizvoda, pečati za meso). Koriste se za bojenje slatkiša, bombona, sladoleda, džemova, konzervisanog voća i proizvoda od voća u cilju imitacije prirodne boje. Vještačke boje su stabilnije od prirodnih, obično su i jeftinije, pa se često koriste za bojenje hrane. Najveći značaj za industriju hrane imaju boje rastvorljive u vodi. Po hemijskoj strukturi to su većinom mono- i diazo- aromatične sulfonske kiseline i njihove natrijumove soli, derivati trifenil-metana, derivati ksantena i boje hinolinske i indigoidne

strukture. Zbog potencijalnih opasnosti od upotrebe sintetskih boja, zakonski propisi precizno određuju maksimalno dozvoljene količine za vještačke boje po pojedinim namirnicama. Onečišćenja, tj. primjese u bojama mogu biti uzrok alergijskih pojava i sl. Tako npr. tartrazin izaziva alergijske reakcije koje se ispoljavaju angioedemima, astmatičnim napadima, urtikarijama, trombocitopenijom, crvenilo, anafilaktički šok, osjetljivost na aspirin. Tartrazin je potencijalno najviše štetna boja, zbog izazivanja alergija. Kao i druge boje, tartrazin se najčešće koristi za bojenje bombona, pudinga u prahu, sladoleda, pjenušavih napitaka, kozmetičkih preparata i lijekova. Eritrozina u većim količinama može da izazove adenom i kancer tiroidne žlijezde pacova. Crvena 2G se u kiselj sredini hidrolizuje do boje crvena 2B o kojoj nema dovoljno podataka toksičnosti. Zbog toga se ona ne koristi i kiselim proizvodima. Određena ispitivanja boje braon FK su pokazala njena mutagena svojstva. Mnoge boje koje su korišćene u industriji hrane su zabranjene zbog dokazanog kancerogenog dejstva. Azo boje koje sadrže veće količine slobodnih amina kao onečišćenje, imaju kancerogeno dejstvo. Azo jedinjenja su izvor kancerogenih metabolita β -naftilamina i 2-amino-1-naftola. Zbog toga su propisane maksimalne koncentracije slobodnih aromatičnih amina u pojedinim vještačkim bojama. Unošenjem poslastica, bezalkoholnih pića, žvakaćih guma, sladoleda, djeca mogu da premaše dnevni umos vještačkih boja. Vještačke boje su osjetljive na visoke temperature i svjetlost, pa treba piti obazriv pri njihovoj primjeni. Najčešće korišćene vještačke boje su: tartrazin (limun žut), sunset žuta FCF, eritrozina (crven), indigotin (plava) (spadaju u grupu A1 aditiva), hinolin žuta, azorubin (crven), amarant (crvenosmed), ponso 4R (crven), brilijant crna BN (grupa A2 aditiva), crvena 2G, alura crvena AC, patent plava B, brilijant plava FCF, zelena S, braon FK, braon HT, litolrubin BK (crven). Najčešće korišćeni neorganski pigmenti kao aditivi u hrani su kalcijum-karbonat (bijel), oksidi i hidroksidi gvožđa (žuti), aluminijum (srebrn), (grupa A1 aditiva), titan-dioksid (bijel), srebro, zlato.

19.17.4.2. Prirodne boje

Pri proizvodnji i konzervisanju hrane prirodna boja hrane se djelimično gubi ili mijenja, uprkos težnji da se ona očuva. Tako npr. prilikom konzervisanja voća i povrća vodi se računa o vremenu izlaganja povišenim temperaturama i svjetlosti - da bude što kraće. Za dotjerivanje boje namirnica, pored vještačkih se koriste i prirodne boje. Vještačke boje se češće upotrebljavaju zbog cijene i pristupačnosti. Najčešće prirodne boje koje se koriste za bojenje hrane su: riboflavin, hlorofil i hlorofin, karamel, karotini, likopen, kantaksantin (grupa A1 aditiva), kurkumin, košenila (karmin), anato ekstrakt - biksin i norbiksin (grupa A2 aditiva), paprika ekstrakt (kapsantin i kapsorubin), lutein, betanin (cvekla crvena), antocijani.

Karotinoidi

Karotinoidi su prirodni žućkasti, narandžasti i crveni pigmenti koji se nalaze u lišću, cvijeću, plodovima i drugim djelovima biljaka. Obično se nalaze u voću i povrću žute, narandžaste ili crvene boje (šargarepa, po kojoj su dobili ime, paprika, paradajz i dr.). Kupus, kelj i drugo lisnato povrće takođe sadrže karotenoide, ali su oni maskirani hlorofilom. To su polinezasićeni ugljovodonici nastali polimerizacijom izoprena. Njima pripadaju karotini - pravi ugljovodonici i ksantofili, koji pored ugljenika i vodonika sadrže kiseonik. Pri sušenju na vazduhu karotini (na primjer prilikom sušenja šargarepe) se razgrađuju i tipična boja blijedi. Biljni karotin za potrebe prehrambene industrije se dobija ekstrakcijom rastvaračima (acetona, metanol, etanol i dr.) iz šargarepe, djeteline, koprive, nakon čega se rastvarač odstranjuje. Karotin iz algi se dobija iz alge *Dunaliella salina*, koja raste u slanim jezerima Južne Australije, ekstrakcijom etarskim uljem. Karotini se koriste za bojenje margarina, sireva, sladoleda, pekarskih proizvoda. Likopen se dobija ekstrakcijom iz plodova crvenog paradajza. Likopen ima antikancerogeno dejstvo. Ksantofili su oksidisani proizvodi karotina. Od njih se koriste lutein, kantaksantin, ekstrakt paprike bogat kapsantinom i kapsorubinom. Lutein se nalazi u lišću mnogih biljaka, kao i žumancu jajeta. Anato ekstrakt - biksin i norbiksin su žuti pigmenti izolovani iz sjemena anato drveta. Pored karotinoida i hlorofila koji su liposolubilni i

nalaze se u hloroplastima, u prirodi se nalaze i antocijani - pigmenti rastvorljivi u vodi, a koji se nalaze u ćelijskim vakuolama. Od njih potiče plav, ljubičaste, ružičasta, crvenoljubičasta boja listova, cvjetova, plodova biljaka. To su heterozidi koji se desjtvom kiselina ili enzima razlažu na šećer i antocijanidin. U kiseloj sredini su crveni, a u baznoj plavo obojeni. Za potrebe prehrambene industrije antocijani se dobijaju iz tamnih sorti grožđa i drugog voća i povrća.

Kurkumin

Kurkumin je žuti pigment koji se nalazi u korijenu začinske biljke *Curcuma longa*, L –indijski šafran (kurkuma).

Košenila i karminska kiselina

Od prirodnih boja životinjskog porijekla koristi se košenila. To je grupa crvenih pigmenata koji se dobijaju iz insekata porodice *Coccidoidea*. Osnovna komponenta košenile je karminska kiselina. Rastvori karminske kiseline su bezbojni, ali se njenim tretiranjem solima aluminijuma i taloženjem etanolom dobija obojeno jedinjenje koje se rastvara u vodi. Koristi se za bojenje sladoleda, kolača, pekarskih proizvoda.

Karamel

Karamel se veoma široko i često koristi u prehrambenoj industriji. Dobija se karamelizacijom glukoze, saharoze, melase, invertnog šećera upotrebom kiselina, baza i soli. Prema postupku dobijanja postoji više tipova karamela: karamel obični, karamel kaustično-sulfitni, amonijačni karamel i karamel amonijačno-sulfitni. To su tamnobraon do crne tečnosti ili čvrste mase mirisa na pregoreli šećer i prijatnog gorkog ukusa. Karamel obični se dobija zagrijavanjem ugljenih hidrata u prisustvu malih količina kiselina ili baza. Često se koristi za bojenje alkoholnih pića i bezalkoholnih osvježavajućih napitaka, jer je rastvorljiv u vodi. Karamel sulfitni (kaustično-sulfitni) se dobija zagrijavanjem ugljenih hidrata sa ili bez kiselina ili baza, ali uvijek u prisustvu amonijum jedinjenja. Amonijačni karamel se dobija zagrijavanjem ugljenih hidrata sa ili bez kiselina u prisustvu amonijum jedinjenja. Primjenom amonijačnog karamela kod eksperimentalnih životinja dolazi do gubitka tjelesne mase i smanjenja broja limfocita. Sprečava dejstvo vitamina B6. Karamel amonijačno-sulfitni se dobija zagrijavanjem ugljenih hidrata sa ili bez kiselina ili baza, u prisustvu sulfitnih i amonijum jedinjenja. Karamel boje se upotrebljavaju za bojenje velikog broja prehrambenih proizvoda, piva, likera, rakija, pjenušavih vina, slatkiša i dr. farmaceutskih preparata, zog aromatičnog ukusa i prijatnog mirisa. Pošto postoje određena negativna dejstva na organizam, nastavljeno je sa njegovim izučavanjem.

Hlorofili

Hlorofil je zeleni pigment koji se nalazi u lišću biljaka, kao i zelenim – nezrelim plodovima. Karotini, pošto su stabilniji, zadržavaju se u biljci dajući plodovima i lišću biljke žutocrvenkastu boju. Za potrebe prehrambene industrije dobija se ekstrakcijom zelenih jestivih biljaka, djeteline, koprivepomoću rastvarača kao što su aceton, etanol i dr. Ekstrakt je konzistencije voska, maslinasto zelene do tamnozelene boje i sadrži najmanje 10% ukupnih hlorofila.

Hlorofilini

Saponifikacijom ekstrakta hlorofila se dobijaju alkalne soli hlorofilini, koji su tamnozelene do plavocrne boje.

Bakarni kompleksi hlorofila

Ove boje se dobijaju dodatkom soli bakra u ekstrakt hlorofila. Ovim postupkom dolazi u hlorofilu do zamjene atoma magnezijuma atomom bakra. Ove boje su voskaste konzistencije plavozelene do tamnozeleno boje.

Bakarni kompleksi hlorofilina

Ova jedinjenja se dobijaju dodatkom bakra u alkalne soli hlorofilina i termostabilni su.

Cvekla crvena

Cvekla crvena se dobija iz korijena sorti crvene cvekle (*beta vulgaris*, L, var. *Rubra*) cijedenjem soka ili ekstrakcijom usitnjene cvekle vodom. Dobijeni ekstrakt sadrži bojene supstance betalaine, koji se prema boji svrstavaju u dvije grupe: betacijanine – purpurno crvene pigmente i betaksantine – žute pigmente. Betacijanini čine 70-90% pigmenata cvekle. Pripadaju im aglikoni betanidin, izobetanidin i njihovi heterozidi, kao i prebetanin. Zbog visokog sadržaja nitrata u cvekli, u ovoj boji je ograničena količina nitrata na 2g/kg boje.

Biljni ugalj

Biljni ugalj se dobija ugljenisanjem (karbonizacijom) biljnog materijala (drvo, celuloza, treset, kokosov orah). Sastoji se od ugljenika, a može sadržati u manjoj količini vodonik i kiseonik. Komercijalni proizvod je crne prašak bez mirisa i ukusa. Ne rastvara se u vodi i organskim rastvaračima. Od nečistoća, pored ostalih je ograničena količina policikličnih aromatičnih ugljovodonika.

Riboflavin (laktoflavin, vitamin B2) i riboflavin-5'-fosfat

Riboflavin je jedinjenje naranžastožute boje. Riboflavin-5'-fosfat je mješavina natrijumove soli riboflavin-5'-fosfata i malih količina riboflavina i riboflavindifosfata, takođe naranžastožute boje.

19.17.4.2. Sredstva kojima se postiže željena konzistencija proizvoda

19.17.4.2.1. Površinski aktivne materije

Ove supstance se koriste za postizanje željene konzistencije i fizičko-hemijske stabilnosti prehrambenih proizvoda. Prema namjeni, dijele se na: emulgatore, emulgujuće soli, sredstva za želiranje, humektante (sredstva za održavanje vlažnosti), sredstva za dizanje tijesta, stabilizatore, sredstva protiv zgrudvavanja, učvršćivače, sredstva za povećanje zapremine i zgušnjivače. Neki od ovih supstanci imaju više funkcija. Na primjer, neki emulgatori su ujedno i stabilizatori i zgušnjivači.

19.17.4.2.1.1. Emulgatori

Emulgatori su supstance kojima se postiže stabilnost emulzija, tj. formiranje i održavanje homogenih mješavina dvije ili više faza koje se ne miješaju (npr. ulja i masti sa vodom. Emulgujuće soli su supstance kojima se postiže homogeno miješanje proteina sa mastima i drugim sastojcima hrane. Emulgatori se najčešće sastoje iz hidrofobnog i hidrofilnog dijela, tako da se na graničnoj površini faza/voda lipofilnim dijelom apsorbiraju za masne kapljice, a hidrofilnim (polarnim) dijelom za vodu. Tako se sprečava agregacija masnih kapljica u veće i izdvajanje masne faze na površini vode.

Jonski emulgatori

Jonski emulgatori su jedinjenja iz grupe sapuna, sulfatnih ulja, sulfatnih alkohola, sulfonskih kiselina i sl.. To su anjonski emulgatori koji disociraju u vodenoj sredini i formiraju anjon koji je površinski aktivan. Sapuni su natrijumove, kalcijumove, kalijumove i magnezijumove soli masnih kiselina koje se dobijaju saponifikacijom ili neutralizacijom masti i ulja organskim ili neorganskim bazama.

Nejonski emulgatori

Nejonski emulgatori se sastoje iz hidrofobnog i hidrofilnog dijela. U odnosu na tip veze između ova dva dijela molekula, postoje estarski, etarski i amidni nejonski emulgatori. To su npr. mono- i digliceridi masnih kiselina, estri masnih kiselina i polioksietilen-sorbitana (Tween 20 i dr), parcijalni estri masnih kiselina i sorbitola, odnosno njegovog anhidrida sorbitana (SPAN 40 i dr). Uglavnom pripadaju A1 grupi aditiva. Utvrđene su kožne alergijske reakcije nakon aplikacije kozmetičkih preparata sa estrima sorbitana, odnosno estrima polioksietilen-sorbitana. Najvažniju grupu nejonskih emulgatora čine jedinjenja alifatičnih alkohola i etilenoksida.

Emulgatori prirodnog porijekla

U ovu grupu emulgatora spada veći broj jedinjenja biljnog i životinjskog porijekla, od kojih je veći broj modifikovan u cilju što uspješnije primjene u prehrambenoj industriji. Uglavnom pripadaju A1 grupi aditiva.

Agar (agar-agar) je hidrofilni koloidni polisaharad koji se dobija iz morskih algi iz fam. Rhodophyceae. Sastoji se od 90% D-galaktoze i 10% L-galaktoze. U obliku je bezbojnih ili svijetložutih ljuspica, granula ili praška. Rastvorljiv je u vodi. Već u koncentraciji od 0,1% želira, dok rastvori od 1% već daju čvrst i stabilan gel. Upotrebljava se kao emulgator, stabilizator, zgušnjivač, na osnovu dobre proizvođačke prakse.

Alginska kiselina i njene natrijumove, kalijumove i kalcijumove soli takođe se upotrebljavaju kao emulgatori. Alginska kiselina je koloidno jedinjenje izolovano iz smeđih morskih algi (*Phaeophyceae*, rod *Laminaria*). Soli alginske kiseline se rastvaraju u vodi. Pored toga što se upotrebljavaju kao emulgatori, imaju primjenu i kao punioci, zgušnjivači, stabilizatori, sredstva za želiranje, formiranje zaštitinih filmova i dr. Takođe je u upotrebi i djelimično esterifikovana alginska kiselina sa propilenglikolom.

Karagenan (danski agar) se dobija vodenom ekstrakcijom iz algi reda Rhodophyceae. Sličan je po strukturi agaru. Upotrebljavaju se njegove kalcijumove, magnezijumove, natrijumove i kalijumove soli.

Modifikovani skrobovi su jedinjenja skroba dobijena tretiranjem skroba kiselinama, bazama i dr. U prehrambenoj industriji najviše se koriste: modifikovani skrob tretiran kiselinom, dekstrini, modifikovani bijeljeni skrob, diskrobofosfat, acetilovani diskrobofosfat, monoskrobofosfat, oksidisani skrob, skrobacetat, acetilovani oksidisani skrob i dr.

Derivati celuloze imaju primjenu u prehrambenoj industriji kao zgušnjivači, emulgatori, stabilizatori. Mikrokrystalna celuloza i celuloza u prahu se dobija iz pulpe vlaknastih biljaka desjtvom mineralnih kiselina. Pripada A1 grupi aditiva. Metiletilceluloza takođe pripada A1 grupi aditiva, ali unesen u organizam u većim količinama može da dovede do nadutosti i opstrukcije crijeva. Natrijum karboksimetil celuloza se dobija reakcijom alkalija i monohlor-sirćetne kiseline ili njene natrijumove soli na celulozu.

Micelarni koloidi

Iz ove grupe jedinjenja najviše se koristi lecitin koji se dobija iz soje ili sirovina životinjskog porijekla. Sadrži veću grupu fosfatida: fosfatidil-holin, fosfatidil-etanolamin, fosfatidil-inozitol. Da

bi se mogao koristiti u prehrambenoj industriji, ne smije da ima peroksidni broj veći od 10, a kiselinski ne veći od 35. Polifosfati kao površinski aktivne supstance se veoma široko upotrebljavaju u proizvodnji proizvoda od mesa. Dobijaju se zagrijavanjem ortofosfata. Polifosfati povećavaju hidrataciju proteina mesa i emulgovanje masti u nadjevu kobasica. Sprečavaju proces oksidacije masti u proizvodima od mesa tako što vezuju gvožđe i bakar koji su katalizatori ovog procesa. U dozvoljenim količinama (0,1-0,3%) u gotovom proizvodu ne utiču negativno na zdravlje ljudi. U organizmu prelaze u ortofosfate koji se normalno metabolišu. U upotrebi su najviše natrijum-, kalijum- i kalcijum polifosfati. Prehrambenim proizvodima se dodaju u svojstvu zgušnjivača, emulgatora, emulgujućih soli, regulatora kiselosti, humektanata, sekvestranata, za dizanje tijesta.

19.17.5. Aromatične i druge supstance koje se mogu ograničeno koristiti u prehrambenim proizvodima

U ovu grupu su svrstane supstance jakog fiziološkog dejstva, kao što su kofein, pulegon, kumarin, safrol, kinin. Njihova upotreba je posebno regulisana. Kofein je bezbojan prah, gorkog ukusa. Po hemijskom sastavu je purinski alkaloid. Nakon unošenja u organizam potpuno se resorbuje iz digestivnog trakta i distribuira u svim tjelesnim tečnostima. Poluvrijeme eliminacije kofeina iz plazme je 3-6h. Najvećim dijelom se metaboliše do derivata ksantina, teofilina i teobromina. Ne deponuje se u organizmu. Kofein stimulise CNS, tako što dovodi do povećanog stvaranja neurotransmitera - kateholamina, dopamina, noradrenalina, serotoninina, acetilholina. To za posljedicu ima pojačanu pažnju, skoncentrisanost, osjećanje energije i snage. Kod osjetljivih osoba na kofein može doći do pojave tremora mišića. Unijet u većoj količini, dovodi do nesanice, nervoze, glavobolje, bolova u mišićima. Koristi se kao aditiv u bezalkoholnim pićima sa biljnim ekstraktima (kola, guarana). Pulegon je terpensko jedinjenje koje se nalazi u biljkama. Po svojoj strukturi je sličan mentolu, pa se dodaje slatkišima i pićima sa mentolom. Safrol je fenolni etar, komponenta esencijalnog ulja začinske biljke šafrana, muskatnog oraščića i cimeta. Kinin je alkaloid izolovan iz biljke *Cinchona succirubra* Pavon, *Rubiaceae*, koja uspijeva u Južnoj Americi, Africi i Aziji. Ima antimalarično, antipiretsko, analgetsko i uterotonično djelovanje. Koristi se kao dodatak tonicima za postizanje blago gorkog ukusa.

19.17.6. Mjere za bezbjednost upotrebe aditiva

Prije upotrebe aditiv treba da ispuni određene zahtjeve: mora se nalaziti na pozitivnoj listi aditiva, biti propisanog kvaliteta i smije se dodavati samo u propisanim količinama. Označavaju se oznakom E koju je prihvatila EU. Aditive treba dodavati hrani samo u neophodnim količinama. Aditivi sa niskom toksičnošću se dodaju prema principima dobre proizvođačke prakse, dok je za druge popisana maksimalna količina koju smije da sadrži prehrambeni proizvod. Maksimalna dnevna doza za aditive se određuje na osnovu toksikoloških osobina aditiva i količine koja se unese preko hrane u svakodnevnoj ishrani. Pravilo je da nivo aditiva bude što manji u najčešće korišćenim namirnicama. Bez obzira na strogu kontrolu njihove primjene, aditivi uz ostale štetne sastojke koji se unose preko zagađene hrane, vode i vazduha predstavljaju dodatni rizik po zdravlje. Veoma je značajno vršiti ispitivanja kojima je moguće sa preciznošću utvrditi stepen nečistoće aditiva i njihov kvalitet, kao i sadržaj u prehrambenim proizvodima. Mnogi problemi prilikom korišćenja aditiva su nastali zbog nečistoća u njihovom sastavu. Zabilježena su trovanja polifosfatima koji su bili onečišćeni nedozvoljenim količinama arsena, izazivanje tumora beške primjenom onečišćenih vještačkih zaslađivača (prisustvo cikloheksamina u ciklamatima) i dr. Određen broj aditiva u prehrambenoj industriji se koristi primjenom principa dobre proizvođačke prakse, dok je za određene aditive utvrđena maksimalna količina u gotovom proizvodu. Takođe treba primjenjivati pravilo da sadržaj aditiva bude što je moguće manji u najčešće korišćenim namirnicama, zbog poštovanja maksimalno dozvoljenog dnevnog unosa preko svih namirnica. Takođe treba proučavati nedovoljno ispitane interakcije aditiva sa sastojcima hrane. Na primjer, nitriti reaguju sa aminima pri čemu nastaju

kancerogeni nitrozamini. Takođe u prisustvu nitrita u organizmu ili u samoj namirnici dolazi do gubitka vitamina A, B1, B6, folne kiseline. Proizvođači hrane treba dobro da poznaju ne samo tehnološke karakteristike, već i moguće opasnosti izazvane njihovim korišćenjem u proizvodnji hrane.

19.17.6.1. Uredba o aditivima koji se mogu koristiti u hrani (SLCG 19/2016)

Uredbom o aditivima koji se mogu koristiti u hrani (SLCG 19/2016) propisuju se vrste aditiva koji se mogu koristiti u hrani, uslovi za njihovo korišćenje, maksimalno dozvoljene količine koje se mogu dodati hrani, označavanje, stavljanje na tržište i njihova specifikacija. Aditivi su supstance koje se ne koriste kao hrana, bez obzira na hranljivu vrijednost i nijesu karakterističan sastojak hrane, a dodaju se hrani iz tehnoloških razloga u toku proizvodnje, prerade, pripreme, obrade, pakovanja, transporta ili čuvanja, tako da direktno ili indirektno, preko međuproizvoda postaju ili mogu da postanu sastojak hrane. Funkcionalne klase aditiva prema tehnološkim i funkcionalnim svojstvima date u uredbi prikazane su u tabeli 22:

Tabela 22. Funkcionalne klase aditiva prema tehnološkim i funkcionalnim svojstvima

Funkcionalna klasa	Opis
Zaslađivači	supstance koje se koriste za postizanje slatkog ukusa hrane ili kao stoni zaslađivači
Boje	supstance koje daju ili obnavljaju boju u hrani, a uključuju prirodne sastojke hrane i prirodne izvore koji se obično kao takvi ne koriste kao hrana i normalno se ne koriste kao karakteristični sastojci hrane. Preparati dobijeni iz hrane i drugih jestivih prirodnih izvora dobijeni fizičkom i/ili hemijskom ekstrakcijom, koja rezultira selektivnim izdvajanjem pigmenata u odnosu na nutritivne ili aromatične sastojke smatraju se bojama u skladu sa ovom uredbom
Konzervansi	supstance koje produžavaju trajnost hrane štiteći je od kvarenja uzrokovanog mikroorganizmima i/ili koje štite od razvoja patogenih mikroorganizama
Antioksidansi	supstance koje produžavaju trajnost hrane štiteći je od kvarenja uzrokovanog oksidacijom, kao što su užeglost masti i promjene boje
Nosači	supstance koje se koriste za rastvaranje, razrjeđivanje, raspršivanje ili druge fizičke promjene aditiva ili aroma, enzima za hranu, nutrijenata i/ili drugih supstanci koje se dodaju hrani u prehrambene ili fiziološke svrhe, bez mijenjanja njene funkcije, nemaju tehnološko djelovanje, a služe kako bi se olakšalo postupanje sa hranom ili upotreba
Kiseline	supstance koje povećavaju kiselost hrane i/ili joj daju kiseli ukus
Regulatori kiselosti	supstance koje mijenjaju ili kontrolišu kiselost ili alkalitet hrane
Sredstva protiv zgrudnjavanja	supstance koje smanjuju adheriranje čestica u praškastoj hrani
Sredstva protiv stvaranja pjene	supstance koje sprečavaju ili smanjuju formiranje pjene
Sredstva za povećanje zapremine	supstance koje doprinose povećanju zapremine hrane bez značajnog uticaja na njenu energetska vrijednost
Emulgatori	supstance koje omogućavaju formiranje ili održavanje homogenih mješavina dvije ili više faza koje se ne mješaju u hrani (kao što su ulje i voda)
Emulgujuće soli	supstance koje transformišu proteine sadržane u siru u dispergovanu formu i omogućavaju formiranje homogene distribucije masti i drugih sastojaka
Učvršćivači	supstance kojima se postiže ili održava čvrstina i hrskavost tkiva voća i povrća ili koje u reakciji sa sredstvima za želiranje formiraju ili učvršćuju gel

Pojačivači aroma		supstance koje pojačavaju postojeći ukus odnosno miris hrane
Sredstva stvaranje pjene	za	supstance koje omogućavaju formiranje homogene disperzije gasne faze u tečnoj ili čvrstoj hrani
Sredstva želiranje	za	supstance koje hrani daju konzistenciju gela
Sredstva glaziranje (uključujući i lubrikanse)	za	supstance koje kada se nanose na površinu hrane, daju sjajan izgled ili obezbeđuju zaštitni omotač
Humektanti		supstance koje svojim niskim stepenom vlažnosti sprečavaju sušenje namirnice bez obzira na atmosferski uticaj ili poboljšavaju rastvorljivost praškastih supstanci u vodenom medijumu
Modifikovani skrobovi		supstance dobijene jednim ili više hemijskih tretmana jestivih skrobova koji mogu da pretrpe fizički ili enzimski tretman, a mogu biti obrađeni ili izbijeljeni kiselinom ili bazom;
Gasovi pakovanje	za	gasovi, izuzev vazduha, koji se uvode u kontejner prije, za vrijeme ili poslije stavljanja hrane u kontejner
Propelenti		potisni gasovi, izuzev vazduha koji izbacuju hranu iz kontejnera
Sredstva dizanje tijesta	za	supstance ili kombinacije supstanci koje oslobađaju gas i na taj način povećavaju zapreminu tijesta
Sekvestranti		supstance koje grade hemijske komplekse sa metalnim jonima
Stabilizatori		supstance koje održavaju fizičko-hemijsko stanje hrane; stabilizatori obuhvataju supstance koje omogućavaju održavanje homogene disperzije dvije ili više supstanci koje se u hrani međusobno ne miješaju, supstance koje stabilizuju, zadržavaju ili pojačavaju postojeću boju hrane i supstance koje povećavaju sposobnost vezivanja sastojaka hrane, uključujući stvaranje unakrsnih veza između proteina koje omogućavaju vezivanje sastojaka hrane u rekonstituisanoj hrani
Zgušnjivači		supstance koje povećavaju viskozitet hrane
Sredstva tretiranje brašna	za	supstance, izuzev emulgatora koje se dodaju brašnu ili tijestu za poboljšanje njihovih svojstava pri pečenju
Pojačivači kontrasta		supstance koje nanesene na spoljašnju površinu voća ili povrća nakon depigmentacije određenih dijelova (npr. laserskim postupkom) pomažu razlikovanje tih dijelova od preostale površine bojenjem koje je posljedica interakcije sa određenim sastavnim dijelovima epiderma

U tabeli 23. je navedena vrsta hrane u kojoj prisustvo aditiva nije dozvoljeno:

Tabela 23. Hrana u kojoj prisustvo aditiva nije dozvoljeno

1	Neprerađena hrana, u skladu sa ovom uredbom (svježe meso)
2	Med u skladu sa posebnim propisom
3	Neemulgovana ulja i masti životinjskog i biljnog porijekla
4	Maslac
5	Nearomatizovano pasterizovano i sterilizovano (uključujući UHT) mlijeko, i nearomatizovana pasterizovana pavlaka (osim pavlake sa smanjenim sadržajem masti)
6	Nearomatizovani pasterizovani mliječni proizvodi koji su termički netretirani posle fermentacije
7	Nearomatizovana mlaćenica (osim sterilizovane mlaćenice)
8	Prirodna mineralna voda, u skladu sa posebnim propisom

9	Kafa (osim aromatizovane instant kafe) i ekstrakti kafe
10	Nearomatizovani čaj
11	Šećeri u skladu sa posebnim propisom
12	Sušena tjestenina, osim tjestenine bez glutena i/ili tjestenine namenjene hipoproteinskoj ishrani, u skladu sa posebnim propisom
13	Hrana za odojčad i malu djecu, uključujući i hranu za posebne medicinske namjene za odojčad i malu djecu

Neki od odobrenih aditiva koji se koriste kao boje su: E 100 - Kurkumin, E 101 - Riboflavini, E 102 - Tartrazin, E 104 - Hinolin žuta, E 120 - karminska kiselina, karmin, E 131 - Patent plava V, E 132 - Indigotin, Indigo karmin, E 133 - Brilijant plava FCF, E 140 - Hlorofili i hlorofilini, E 142 - Zelena S, E 150a - Karamel obični, E 160a - Karoteni, E 160c - Paprika ekstrakt, Kapsantin, Kapsorubin, E 160d - Likopen, E 162 - Cvekla crvena, betanin; **koji se koriste kao zaslađivači su:** E 420 - Sorbitoli, E 421 – manitol, E 951 - Aspartam, E 954 - Saharini, E 967 - Ksilitol, E 968 - Eritritol. **Od ostalih aditiva** neki od odobrenih su: E 170 - Kalcijum-karbonat, E 172 - Oksidi i hidroksidi gvožđa, E 200 -Sorbinska kiselina, E 202 - Kalijum-sorbat, E 210 - Benzoeva kiselina, E 211 - Natrijum-benzoat, E 212 - Kalijum-benzoat, E 213 - Kalcijum-benzoat, E 220 - Sumpordioksid, E 221 - Natrijum-sulfit, E 234 - Nizin, E 249 - Kalijum-nitrit, E 250 - Natrijum-nitrit, E 251 - Natrijum-nitrat, E 252 - Kalijum-nitrat, E 260 - Sirćetna kiselina, E 262 - Natrijum-acetati, E 270 - Mliječna kiselina, E 280 -Propionska kiselina, E 281 - Natrijum-propionat, E 290 - Ugljen-dioksid, E 296 - Jabučna kiselina, E 297 - Fumarna kiselina, E 300 - Askorbinska kiselina, E 301 - Natrijum-askorbat, E 307 - Alfa-tokoferol, E 322 - Lecitini, E 325 - Natrijum-laktat, E 330 - Limunska kiselina, E 331 - Natrijum-citrati, E 334 - Vinska kiselina, E 335 - Natrijum-tartarati, E 338 - Fosforna kiselina, E 339 - Natrijum-fosfati, E 363 - Čilibarna kiselina, E 392 - Ekstrakti ruzmarina, E 410 - Brašno sjemeni rogača, E 414 - Guma arabika (akacija guma), E 422 - Glicerol, E 440 - Pektini, E 460 - Celuloza, E 500 - Natrijum karbonati, E 501 - Kalijum karbonati, E 508 - Kalijum hlorid, E 509 - Kalcijum hlorid, E 570 - Masne kiseline, E 574 - Glukonska kiselina, E 620 - Glutaminska kiselina, E 901 - Pčelinji vosak, bijeli i žuti, E 942 - Azot(I) oksid, E 948 - Kiseonik, E 949 - Vodonik, E 1103 - Invertaza, E 1404 - Oksidovani skrob. Subjekat u poslovanju hranom može da koristi aditive samo u maksimalno dozvoljenim količinama propisanih ovim Pravilnikom. E brojevima 1 - 99 su označeni aditivi za stočnu hranu, a od broja 100 aditivi za prehrambene proizvode prema funkcionalnim svojstvima. Sam E broj ne može jasno da ukaže na sva funkcionalna svojstva koja aditiv može da ima u prehrambenom proizvodu. Na primjer sorbitol (E 420) ima svojstva zaslađivača, humektanta i zgušnjivača. Zbog nedostatka slobodnih brojeva neki noviji aditivi dobili su E brojeve preko broja 1000, npr. lizozim je konzervans, a nosi broj E 1105. Procjeni sigurnosti upotrebe svakog aditiva prethodi veliki broj ispitivanja koja obuhvataju određivanje akutne i hronične toksičnosti, mutagenosti, kancerogenosti, teratogenosti, alergogenosti, kumulacije, metabolizma, interakcije sa sastojcima hrane i dr. Na osnovu dobijenih rezultata ovih ispitivanja JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives) određuje za svaki aditiv prihvatljiv dnevni unos (ADI - Acceptable Daily Intake) na osnovu koga se određuju maksimalne dozvoljene količine aditiva u pojedinim namirnicama. Prihvatljiv dnevni unos predstavlja onu količinu aditiva koja se može unositi svakodnevno, tokom cijelog života, bez ikakvih štetnih posljedica. Takođe je potrebno ispitati njihov uticaj na crijevnu mikrofloru, enzime organizma, interakciju sa drugim komponentama hrane. Klasifikacija aditiva u određenu kategoriju ne sprečava da se on koristi za više tehnoloških funkcija. Limunska kiselina E330 primjer je aditiva koji posjeduje više funkcionalnih svojstava. Može biti regulator kiselosti, kiselina ili antioksidans, zavisno u kojoj se koncentraciji dodaje. U široj komercijalnoj upotrebi je oko 300 aditiva iz svih kategorija. E-broj je potvrda toksikološkog ispitivanja, identifikacije i klasifikacije pojedinog aditiva. Aditivi koji nijesu namijenjeni krajnjem potrošaču, a stavljaju se na tržište pojedinačno ili kao mješavina aditiva ili u mješavini sa sastojcima hrane treba na pakovanje da budu označeni vidljivim, čitljivim i neizbrisivim informacijama: naziv i E broj aditiva u skladu sa ovom uredbom ili trgovački naziv sa nazivom i E brojem aditiva; izjava: "namijenjeno za hranu" ili

"ograničena upotreba u hrani" ili izjava koja bliže opisuje upotrebu aditiva u hrani; o posebnim uslovima čuvanja i upotrebe aditiva, prema potrebi; oznakama serije ili lota aditiva; uputstvo za upotrebu aditiva, radi njegove pravilne upotrebe; naziv i sjedište proizvođača, odnosno lica koji je aditiv upakovao (ako aditiv ne pakuje proizvođač) ili uvoznika i distributera, kao i zemlju porijekla, ako je aditiv uvezen; sadržaj svakog sastojka ili grupe sastojaka čija je količina ograničena u hrani i/ili odgovarajući podaci sa jasnim i lako razumljivim izrazima, koji omogućavaju korisniku ukoliko postoji ograničenje za određenu grupu sastojaka koji se koriste pojedinačno ili u kombinaciji, da se zajednički procenat izražava kao jedan broj; neto količina; rok upotrebe; prisustvo alergena, prema potrebi u skladu sa posebnim propisom. Hrana koja sadrži jednu ili više dozvoljenih supstanci za zaslađivanje (zaslađivači) uz naziv hrane, navodi se "sa zaslađivačem" ili "sa zaslađivačima". Hrana koja sadrži i dodati šećer ili šećere i jednu ili više dozvoljenih supstanci za zaslađivanje (zaslađivači), uz naziv hrane, mora biti označena navodom „sa šećerom i zaslađivačem" i „šećerima i zaslađivačima". Hrana koja sadrži aspartam i aspartam-acesulfam sol mora biti označena navodom: „sadrži izvor fenilalanina". Hrana koja sadrži više od 10% dodatih poliola mora biti označena upozorenjem: „prekomjerno konzumiranje može imati laksativni efekat". Hrana aromatizovana kininom i/ili kofeinom u spisku sastojaka iza riječi „aroma" mora imati naveden naziv dodatog sastojka. Hrana i sastojci hrane sa dodatim fitosterolima, estrima fitosterola, fitostanolima i estrima fitostanola moraju biti označeni sljedećim oznakama: „biljni sterol", „estar biljnog sterola", „biljni stanol" ili „estar biljnog stanola" sa dodatnim napomenama, kao što su: da je proizvod namijenjen isključivo ljudima koji žele smanjiti nivo holesterola u krvi i da se koriste pod nadzorom ljekara. Slatkiši ili napici koji sadrže glicirizinsku kiselinu ili amonijum soli glicirizinske kiseline zbog dodatka tih supstanci, odnosno zbog dodatka biljke slatkog korijena (*Glucyrrhiza glabra*) u količini od 100 mg/kg ili 10 mg/l ili više, moraju biti deklarirani i označeni: navodom da „sadrži slatki korijen".

19.17.7. Arome koje se mogu dodavati hrani

Prehrambene arome se dodaju hrani kako bi joj dali ili promijenili miris ili ukus. One nisu namijenjene za direktnu konzumaciju. To mogu biti aromatične supstance, aromatični preparati, arome dobijene termičkim postupkom, arome dima, prekursori aroma. Arome se upotrebljavaju u skladu s dobrom proizvođačkom praksom, ili je njihova upotreba ograničena samo na određenu vrstu hrane i u količinama propisanim Uredbom o prehrambenim aromama koje se mogu koristiti za hranu (SLCG 18/2016). Ovom uredbom su propisani i uslovi za njihovo označavanje i stavljanje prehrambenih aroma na tržište. Ova uredba se ne odnosi na supstance koje imaju sladak, kisel ili slani ukus, niti na začine i čajeve. **Arome dima** su proizvodi dobijeni frakcionisanjem i prečišćavanjem kondenzovanog dima. Dim nastaje iz drveta (bukve, hrasta, javora, oraha, jasena, breze, trešnje) koje ne smije biti obrađivano hemijskim supstancama šest mjeseci prije i šest mjeseci nakon sječe. Bilje, začini, grančice smreke, grančice, iglice i šišarke vrste *Picea* se mogu koristiti ako nisu hemijski obrađivane i ako ispunjavaju određene propise. Drvo se podvrgava kontrolisanom gorenju pri maksimalnoj temperaturi do 600 °C pri čemu se dim kondenzuje. Za odvajanje faza dima mogu se koristiti voda i rastvarači. Tokom **proizvodnje aroma termičkim postupkom**, temperatura ne smije biti veća od 180 °C. Na temperaturi od 180 °C termička obrada ne smije biti duža od 15 minuta. Tokom obrade pH vrijednost ne smije biti veća od 8,0. Arome koje se mogu dodavati u hranu moraju biti označene na deklaraciji sa „aroma" ili specifičnim nazivom i opisom arome. Navod "prirodna", može se koristiti za arome koje se sastoje od prirodnih aromatičnih supstanci. Arome dobijene iz genetički modificovanih organizama moraju biti označene sa „proizvedene iz genetički modificovanog...“.

19.17.8. Vitamini koji se dodaju hrani

Vitamini i mineralne materije su od esencijalnog značaja za organizam čovjeka i u cilju očuvanja zdravlja potrebno ih je unositi u optimalnim količinama definisanim preporučenim dnevnim unosom. Vitamini i minerali se nazivaju mikronutrijenti, jer ih je potrebno unositi u malim količinama, dok su proteini, lipidi i ugljeni hidrati makronutrijenti koji su potrebni organizmu u znatno većim količinama. Vitamini se u hrani nalaze u različitim količinama i u različitom odnosu. Oni regulišu brojne vitalne funkcije u organizmu. Nedostatak samo jednog od njih može dovesti do ozbiljnih poremećaja u organizmu. Prema njihovoj rastvorljivosti mogu se podijeliti na hidrosolubilne – rastvorljive u vodi (vitamin C i vitamini B grupe) i na liposolubilne vitamine – rastvorljive u mastima (vitamini A, D, E i K). Utvrđeno je da je najmanje 18 minerala potrebno za normalno funkcionisanje organizma. Neki ulaze u sastav i strukturu tkiva (npr. kosti, krv), a neki održavaju normalnu funkciju ćelija i ulaze u strukturu enzima). Prema zastupljenosti se dijele na makroelemente (Ca, P, K, Na, Cl, Mg, S) i mikro elemente (B, Cr, Cu, J, Fe, Mn, Mo, Se, Si, V i Zn). Međutim, ukoliko vitamin i minerali unose u prekomjernim količinama, ispoljavaju toksično dejstvo na organizam. Vrste i oblici vitamina, minerala i drugih supstanci koje se mogu dodavati hrani, zahtjevi koje moraju da ispune, maksimalno dozvoljene količine koje se mogu dodavati hrani, način označavanja i uslovi stavljanja na tržište propisani su *Uredbom o vitaminima, mineralima i drugim supstancama koje se mogu dodavati hrani (SLCG 80/16)*. Vitamini i minerali moraju da ispunjavaju kriterijume čistoće utvrđene međunarodnim standardima, evropskom farmakopejom ili mišljenjima Evropske agencije za bezbjednost hrane. Vitamini i minerali se mogu dodavati hrani na način da njihovim unosom ne dođe do prekoračenja maksimalno dozvoljene ukupne dnevne količine koja se unese uobičajenom hranom. Subjekt u poslovanju hranom, vitamine i/ili minerale ne smije dodavati u neprerađenu hranu (voće, povrće, meso, meso živine, riba i dr) i pića koja sadrže više od 1,2 vol.% alkohola. Subjekt u poslovanju hranom dužan je da hranu u koju su dodati vitamini i/ili minerali, prilikom stavljanja na tržište propisno označi. *Vitamini i minerali koji se mogu dodavati hrani su:* vitamin A, vitamin D, vitamin E, vitamin K, vitamin B₁, vitamin B₂, niacin, pantotenska kiselina, vitamin B₆, folna kiselina, vitamin B₁₂, biotin, vitamin C, mineralna jedinjenja kalcijuma, magnezijuma, gvožđa, bakra, joda, cinka, mangana, natrijuma, kalijuma, selen, hroma, molibdena, bora, fluora, hlora, fosfora. Hrana kojoj se dodaju vitamini, minerali ili druge supstance treba da bude usaglašena sa ovom Uredbom.

Tabela 24. Označavanje kategorije aditiva E-brojevima

Kategorija aditiva	Raspon E-brojeva
Bojila	100 – 181
Konzervansi	200 – 285 i 1105
Antioksidansi	300 – 340
Zgušnjivači/ emulgatori	322, 400 – 499 i 1400 – 1451
Supstance za sprečavanje zgrudnjavanja	550 – 572
Pojačivači ukusa	600 – 650
Supstance za poliranje – glaziranje	900 – 910
Zaslađivači	420, 421, 950 – 970
Regulatori kiselosti	Različiti brojevi

19.17.9. Alergeni u hrani

Alergija na hranu predstavlja reakciju imunog sistema organizma na prisustvo proteina unešenih u organizam preko hrane. Alergijske reakcije mogu uticati na kožu (koprivnjače), gastrointestinalne

organe (muka, grčevi, dijareja), disajne organe (gušenje) i cirkulaciju (pad krvnog pritiska). Javlja se zaostajanje djece u rastu, slabost, promjena ponašanja (svadljivost, iritiranost), oslabljena koncentracija, glavobolja, ekcem i astma, poremećaj u varenju, anafilaktička sistemska reakcija. U slučaju anafilaktičke reakcije smrt može nastupiti za nekoliko minuta. Alergije na hranu mogu biti uzrokovane raznim proteinima hrane životinjskog i biljnog porijekla, kao što su: proteini iz mlijeka (kazein, b-laktoglobulin, a-laktalbumin), proteini iz jaja (ovomukoid, ovalbumin, konalbumin, lizozim), ribe (parvalbumin) (bakalar, losos, skuša i haringa i dr.), školjki (tropomiozin, termotabilan), lignji, jastoga, rakova, škampi (tropomiozin), kikirikija (7S globulin, 11S globulin, 2S albumin), orašastih plodova (2S albumin, 7S globulin, 11S globulin, nespecifični proteini za prenos lipida i dr.), soje (7S globulin, 11S globulin, Bet v 1 homolog i dr.), sjemenki (2S albumin), pšenice (prolamini, inhibitori a-amilaze/tripsina, glikozilovana peroksidaza). Proteini koji izazivaju alergije su uglavnom otporni na djelovanje toplote, proteolitičkih enzima i promjenu pH. Imuni sistem čovjeka može da reaguje na veoma malu količinu prisutnih alergena (količina izražena u ppm). Različite individue su različito osjetljive i specifično reaguju na prisustvo istog alergena. Izbjegavanje kontakta sa alergenom je jedini put kojim alergična osoba može spriječiti reakciju. Smatra se da je 2-4% od ukupnog broja stanovništva u Evropi, 4-8% djece i 1-2% odraslih stanovnika u SAD alergično na hranu. Svaki proces koji utiče na promjenu strukture proteina potencijalno može uticati i na pojavu alergija. Proces u toku proizvodnje i prerade hrane indukuju više fizičkih, hemijskih i biohemijskih promjena proteina utičući na potencijal proteina da budu alergeni. Određeni postupci u prehrambenoj industriji mogu povećati, smanjiti ili potpuno eliminisati ovo svojstvo proteina. Neke namirnice (koštunjčavo voće) se konzumiraju u sirovom stanju, što omogućava unos prisutnih alergena u organizam. Tokom prženja kikirikija dolazi do povećanja njegove alergenosti, jer dolazi do povećanja sposobnosti proteina vicilina (Ara h1) i 2S albumina (Ara h2) da vežu IgE. Tokom toplotne obrade soje dolazi do smanjenja alergijskog potencijala nekoliko proteina. Učestalost pojave alergija i intolerancija na hranu je kontinuirano u porastu. Broj alergija se poslednjih godina povećava u razvijenim zemljama. Smatra se da je glavni razlog taj što je imuni sistem dojenčadi manje izložen uzročnicima infekcije zbog visokog nivoa higijene. U toj situaciji, imuni sistem nije stimulisan da prepozna i da se bori sa uzročnicima infekcije, kao što bi morao da uradi da je bio izloženiji infekciji. Prema *Pravilniku o deklarisanju, označavanju, reklamiranju i prezentaciji hrane biljnog porijekla nakon primarne proizvodnje, kombinovane i ostale hrane (SLCG br. 16/2011)*, subjekti u poslovanju hranom moraju dati informaciju o porijeklu kako glavnih sastojaka hrane, tako i o prisutnosti sastojaka hrane koji mogu izazvati alergije i/ili intolerancije, a to su:

- žitarice koje sadrže gluten, tj. pšenica, raž, ječam, ovas i varijeteti dobijeni njihovim ukrštanjem, kao i proizvodi od tih žitarica, osim: glukoznog sirupa na bazi pšenice, maltodekstrina na bazi pšenice, glukoznih sirupa na bazi ječma, žitarica koje se koriste za proizvodnju alkoholnih destilata
- ljuskari (rakovi) i proizvodi od ljuskara;
- jaja i proizvodi od jaja;
- riba i proizvodi ribarstva osim: ribljeg želatina koji se koristi kao nosač za vitamine i karotenoidne pripravke, ribljeg želatina ili želatina iz ribljeg mehurca za bistrenje piva i vina;
- kikiriki i proizvodi od kikirikija;
- soja i proizvodi od soje, osim: potpuno rafinisanog sojinog ulja i masti, prirodnog ekstrata bogatog tokoferolima (E 306), prirodnog D-alfa tokoferola, D-alfa tokoferola acetata, D-alfa tokoferolsukcinata porijeklom iz soje, izdvojenog fitosterola i fitosterol estara iz ulja soje;
- mlijeko i proizvodi od mlijeka (uključujući laktozu), osim: surutke koja se koristi za proizvodnju alkoholnih destilata uključujući etil alkohol poljoprivrednog porijekla, laktitola;
- jezgrasto voće: badem, lješnik, orah, indijski orah, pekan orah, brazilski orah, pistači, makadamia orah;
- celer i proizvodi od celera;
- slačica i proizvodi od slačice;

- sjeme susama i proizvodi od susama;
- sumpor-dioksid i sulfiti u koncentracijama većim od 10 mg/kg ili 10 mg/l izraženo kao SO₂, koji se izračunava za proizvode koji su spremni za potrošnju ili koji su rekonstituisani u skladu sa uputstvom proizvođača;
- lupina i proizvodi od lupine;
- školjkaši i ostali mekušci i njihovi proizvodi.

Pitanja

Koji su faktori rizika u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji? Šta obuhvata teza o bezbjednosti namirnica za ljudsko zdravlje “od njive do trpeze”? Kako opasna hemijska jedinjenja mogu kontaminirati hranu? Koje hemijske supstance predstavljaju najveću opasnost po zdravlje ljudi? Koji su izvori olova, žive, arsena, aromatičnih ugljovodonika, polihlorisanih bifenila, dioksina i pesticida i koje posljedice izazivaju? Koje su posljedice po zdravlje od opasnih hemijskih jedinjenja unesenih u organizam? Koji se industrijski zagađivači najčešće mogu naći u hrani i koji je njihov zdravstveni značaj? Koje se agrohemikalije mogu naći u hrani i koji je njihov zdravstveni značaj? Šta su rezidue i koje se rezidue veterinarskih lijekova mogu naći u hrani? Koja je uloga aditiva koji se dodaju hrani? Kako su prema toksikološkim osobinama klasifikovani aditivi prema *Codex alimentariusu*? Kako su svrstani aditivi prema namjeni? Kako aditivi mogu uticati na zdravlje ljudi i životinja? Koji se aditivi koriste za konzervisanje hrane? Koji aditivi se koriste za sprečavanje kvarenja hrane? Koji aditivi se koriste za poboljšanje ukusa i mirisa? Koji aditivi se koriste za popravljavanje izgleda i konzistencije hrane? Koji aditivi se koriste kao pomoćne supstance? Koje su mjere za bezbjednost upotrebe aditiva? Koje su funkcionalne klase aditiva prema tehnološkim i funkcionalnim svojstvima – prema Uredbi o aditivima? U koju hranu se ne smiju dodavati aditivi? Koje se arome mogu dodavati u hrani? Koji se vitamini mogu dodavati u hrani i koja im je uloga? Kojim propisom je regulisano dodavanje vitamina u hrani? Šta su alergeni i koji su alergeni najčešće prisutni u hrani? Kako alergeni utiču na zdravlje ljudi? Kako se može spriječiti kontaminacija hrane alergenima? Koje su posljedice po zdravlje od rezidua veterinarskih lijekova unesenih hranom? Koje su najznačajnije radioaktivne supstance koje ugrožavaju životnu sredinu i odakle potiču? Koje su posljedice po zdravlje nakon kozumiranja hrane u kojoj su prisutne radioaktivne supstance? Koje postupke treba sprovoditi u cilju sprečavanja kontaminacije hrane hemijskim zagađivačima?

20. BIOLOŠKE OPASNOSTI U HRANI

20.1. Patogeni mikroorganizmi u hrani

Patogeni mikroorganizmi koji se mogu naći u hrani i prenositi putem hrane su bakterije, virusi, kvasci i plijesni. **Patogene bakterije** koje se mogu naći u hrani i prenositi putem hrane su: *Bacillus cereus*, *Campylobacter* spp., *E. coli*, *Shigella*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Yersinia enterocolitica*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Streptococcus agalactiae*, *Brucella*, *Coxiella burnetti* i dr. **Bakterije koje izazivaju kvar hrane** stvaraju štetna jedinjenja koja takođe predstavljaju opasnost za zdravstvenu bezbjednost hrane. To su prije svega proteolitičke bakterije. Razgradnjom proteina u hrani, ove bakterije dovode do stvaranja toksičnih međuproizvoda - biogenih amina, koji dovode do alimentarnog trovanja. Zato se ove bakterije zovu i nespecifični (fakultativni) trovači hrane. Bakterije koje dovode do kvara hrane pripadaju rodovima: *Proteus*, *Micrococcus*, *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Sarcina*, *Bacillus*, *Clostridium* (*C. botulinum* i *C. perfringens*), *Enterobacter*, *Alcaligenes*. Patogeni **virusi** koji se mogu naći u hrani i prenositi putem hrane su: norovirusi, rotavirusi, hepatitis A virus, hepatitis E virus, astrovirusi, sapovirus, enterovirusi, adenovirusi. **Paraziti** koji mogu da kontaminiraju hranu su: protozoe (*Entamoeba histolytica*, *Toxoplasma gondii*, *Cryptosporidium hominis*, *Cryptosporidium parvum*, *Giardia duodenalis*, *Balantidium coli*, *Sarcocystis hominis*, *Sarcocystis suihominis*, *Sarcocystis bovis*, *Cyclospora cayentanensis*); **helminti - crvi** (pljosnati crvi, klasa Trematoda: *Fasciola hepatica*, *Dicrocoelium lanceolatum*, *Opisthorchis felinus*, *Fasciolopsis busci*, *Paragonimus* spp; pljosnati crvi, klasa Cestoda: *Taenia saginata*, *Taenia solium*, *Diphyllobothrium latum*, *Echinococcus granulosus*, *Echinococcus multilocularis*, *Dipylidium caninum*, *Taenia multiceps*, *Spirometra* spp., *Hymenolepis nana*, *Gnathostoma* spp.; valjkasti crvi (nematode): *Anisakis simplex*, *Ascaris lumbricoides*, *Enterobius vermicularis*, *Trichuris trichiura*, *Trichinella spiralis*, *Toxocara canis*, *Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus*; **artropode** (muve, sirne muve, muve zunzare, mesna muva, bubašvaba, žitni moljac, žitni, kukuruzni, pirinčani, pasuljev i graškov žižak, slaninari, mali i veliki brašnar. Pored insekata značajne su sirne grinje, brašnene grinje, grinje suvog voća i dr.

20.1.1. Mikroorganizmi – trovači hrane (uzročnici trovanja hranom)

Mikroorganizmi koji mogu da izazovu oboljenja ljudi, životinja i biljaka nazivaju se **patogeni mikroorganizmi**. Oni su sposobni da savladaju prirodnu odbranu organizma i da svojim razmnožavanjem u tkivima izazovu određene promjene. Na pojavu bolesti utiču: stepen virulencije, broj patogena koji inficiraju domaćina i oslabljena odbrambena sposobnost organizma. **Infekcija** predstavlja proces prodiranja i razmnožavanja patogenih mikroorganizama u živi organizam. Do infekcije organizma dolazi nakon kontakta zdravog i bolesnog organizma, ili preko hrane, vode, vazduha, zemljišta, glodara, insekata. Vremenski period koji prođe od infekcije do pojave prvih simptoma (znakova) bolesti zove se **inkubacioni period ili inkubacija**. Taj period može trajati, zavisno od vrste bolesti, od nekoliko dana do nekoliko mjeseci. Pod pojmom trovanja hranom podrazumijeva se oboljenje gastrointestinalnog trakta ljudi i životinja, nastalo kao posljedica konzumiranja hrane koja sadrži otrovne (toksične) materije, biološke ili hemijske prirode. Otrovnost supstance koje stvaraju mikroorganizmi nazivaju se toksini. **Toksini** oštećuju tkivo domaćina. Imaju dvojako dejstvo: razlaganje ćelijskih sastojaka ili ometanje specifičnih ćelijskih funkcija. Trovanja hranom izazivaju bakterije koje stvaraju egzo i endotoksine, tzv. specifični (obligatni, klasični) trovači hrane: To su: salmonele, enterotoksogene stafilokoke, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *Vibrio cholerae*, *Cronobacter sakazakii*, enterohemoragične *E. coli* (*E. coli* O157:H7) i dr. Bakterijski **egzotoksini** su proteinske prirode, izlučuju se iz žive ćelije u spoljašnju sredinu i tamo ispoljavaju svoje dejstvo. Egzotoksine stvaraju uglavnom gram pozitivne bakterije i neke gljive. U

malim količinama djeluju kao veoma jaki otrovi i nestabilni su na dejstvo visokih temperatura. Djeluju na specifičan način. Na primjer, *Clostridium tetani* kada dospije u tijelo domaćina, sintetiše toksin koji djeluje na nervne ćelije, izaziva grčenje mišića za žvakanje, mišića vrata, grudnog koša i na kraju dolazi do smrti domaćina. Neki egzotoksini imaju osobine enzima. Toksin stafilokoka ima hemolitičko dejstvo (razlaže eritrocite), dok *Clostridium* vrste imaju hidrolitički enzim kolagenazu koji razlaže kolagen mišića, što uzrokuje raspadanje tkiva, lakše prodiranje i veću invazivnost patogena. Egzotoksini su odlični antigeni. Na visokim temperaturama gube toksičnost, ali ne i antigenost, zbog čega se novonastale supstance - tzv. **toksoidi** koriste za vještačku imunizaciju. **Endotoksini** su lipopolisaharidi, i za razliku od egzotoksina, sastavni su dio ćelije. Vode porijeklo od spoljašnjeg sloja ćelijskog zida i ne izlučuju se u spoljašnju sredinu. Nalaze se kod gram negativnih bakterija. Odlikuju se velikom otpornošću na visoke temperature. Izolovani su iz gotovo svih patogenih enterobakterija koje čine prirodnu floru digestivnog trakta (*Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia*). Endotoksini dovode i do oštećenja krvotoka. Izazivaju endotoksični šok koji se ispoljava kao groznica, pad krvnog pritiska, krvarenje i dr. Pod **toksemijom** se podrazumijeva širenje toksina krvotokom.

Trovanja hranom se dijele na: **alimentarne toksoinfekcije (toksikoinfekcije) i alimentarne intoksikacije**. Toksoinfekcije nastaju poslije konzumiranja hrane u kojoj se nalaze živi mikroorganizmi, koji se u digestivnom traktu razmnožavaju i stvaraju jedan ili više toksina, kojima oštećuju tkiva ili funkciju pojedinih organa. Neki od mikroorganizama koji izazivaju ovu vrstu trovanja su *Salmonella spp.*, *L. monocytogenes*, *Campylobacter spp.* Alimentarne intoksikacije nastaju kao posljedica konzumiranja hrane koja sadrži specifične toksine koje su stvorili neki mikroorganizmi tokom njihovog razmnožavanja u hrani. Ukoliko do trovanja dođe usljed unošenja toksina bakterija kao što su *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* – koji stvara emetički otrov, ili otrova koji bakterije proizvode u digestivnom traktu – kao što su *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus* - dijarealni otrov), u pitanju su alimentarne intoksikacije. Dakle, za nastajanje alimentarnih intoksikacija nije potrebno unošenje živih ćelija mikroorganizama. Vrijeme inkubacije kod alimentarnih intoksikacija je mnogo kraće u odnosu na alimentarne toksoinfekcije. Simptomi su digestivne smetnje, bez povišene temperature i opštih simptoma. Izuzetak je trovanje botulinusnim toksinom koji stvara bakterija *Clostridium botulinum*, koje se ispoljava i opštim simptomima. **Enterotoksemija** predstavlja apsorpciju toksina iz crijeva i njihovo dalje širenje krvotokom. Hrana ne smije biti kontaminirana patogenim mikroorganizmima i njihovim toksinima u broju koji može dovesti do negativnog uticaja na zdravlje ljudi. Na pojavu bolesti utiče stepen patogenosti mikroorganizama, kao i stanje domaćina (starosna dob, imunološki status i dr.). Da bi mogli spriječiti nastanak bolesti, treba poznavati osobine mikroorganizama i faktore koji utiču na njihov rast i razmnožavanje. Poznavanje faktora rizika koji dovode do kontaminacije hrane je neophodno kako bi se smanjila pojava trovanja kod ljudi. Trovanja hranom se najviše dešavaju u zemljama nižeg životnog i higijenskog standarda. **Invazivnost** predstavlja sposobnost bakterija da prodru u dubinu tkiva. To im omogućavaju egzoenzimi kao što je hijaluronidaza koja stvara bakterije rodova *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Clostridium*. Ovaj enzim je faktor širenja i razgrađuje hijaluronsku kiselinu. Enzim koagulaza koja stvara *Staphylococcus aureus* stvara fibrinski omotač oko bakterija tako što pretvara fibrinogen u fibrin. Streptokinaza koju stvaraju streptokoke i stafilokinaza koju stvaraju stafilokoke otapaju fibrinski ugrušak, tako što pretvaraju plazminogen u plazmin. Kolagenaza *Clostridium perfringens* cijepa kolagen. Hemolizini koje stvaraju bakterije rodova *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Clostridium* liziraju eritrocite. Fosfolipaza *Clostridium perfringens* razgrađuje fosfolipide u ćelijskoj membrani.

Familija *Enterobacteriaceae*

Familija *Enterobacteriaceae* je svrstana u red *Enterobacterales*, klasa *Gammaproteobacteria*, grana *Pseudomonadota*, carstvo *Bacteria*. Ovoj familiji pripadaju gram negativne, fakultativno anaerobne štapičaste bakterije. Široko su rasprostranjene u prirodi. Dio su normalne mikroflore crijevnog trakta ljudi i životinja. Po tome su i dobile ime od grčke riječi *enteron* (crijevo). Mogu biti uzročnici brojnih oboljenja. Pokretne su ukoliko posjeduju peritriche flagele. Mnoge posjeduju fimbrije. Ne stvaraju spore. Neke vrste stvaraju kapsulu. Fermentišu glukozu, redukuju nitrate u nitrite, oksidaza su negativne. Neke razlažu laktozu, kao što su bakterije iz rodova ***Escherichia*** i ***Klebsiella***. Najznačajniji faktori patogenosti enterobakterija su: endotoksini, egzotoksini – enterotoksini i citotoksini, kapsula, posjedovanje siderofora, antigenska varijabilnost, otpornost na djelovanje seruma, otpornost na antibakterijske lijekove. Ovoj familiji pripada 51 rod i preko 100 vrsta bakterija. Klinički značajni rodovi su: *Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Proteus*. Kao dio normalne mikroflore ljudi i životinja su korisne za domaćina, jer uništavaju patogene i proteolitičke bakterije lučenjem bakteriocina i drugih produkata. Neke obezbjeđuju domaćina vitaminima B kompleksa. S obzirom da se normalno nalaze u crijevnom traktu ljudi i životinja, vrste rodova *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter* se nazivaju zajedničkim imenom „koliformne bakterije”. Koliformne bakterije su značajne u sanitarnoj mikrobiologiji kao indikatori – pokazatelji fekalne kontaminacije. Od njih su, kao uzročnici alimentarnih trovanja, značajni rodovi: *Salmonella*, *Escherichia* (vrsta *E. coli*), *Shigella*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Citrobacter*.

Rod *Salmonella*

Rod *Salmonella* je svrstan u familiju *Enterobacteriaceae*. Rodu *Salmonella* pripadaju dvije vrste: *Salmonella enterica* i *Salmonella bongori*. Glavni predstavnik roda *Salmonella* je *Salmonella enterica* koja se fenotipski i genotipski dijeli na šest podvrsta: I. *Salmonella enterica ssp. enterica*, II. *Salmonella enterica ssp. salamae*, IIIa. *Salmonella enterica ssp. arizonae*, IIIb. *Salmonella enterica ssp. diarizonae*, IV. *Salmonella enterica ssp. houtenae* i VI. *Salmonella enterica ssp. indica*. Od njih je za humanu i veterinarsku medicinu najznačajnija podvrsta *Salmonella enterica ssp. enterica*. Podvrsti *Salmonella enterica ssp. enterica* pripada više od 2600 serovarova (serotipova). Kod čovjeka su u 69% slučajeva izolovani serovarijeteti *Salmonella* Enteritidis i *Salmonella* Typhimurium koji pripadaju podvrsti *Salmonella enterica ssp. enterica*. Oni su najčešći uzročnici trovanja hranom. Vrste bakterija roda *Salmonella* su Gram negativne, štapičaste, pokretne, osim serovara *Salmonella* Gallinarum i *Salmonella* Pullorum koje su nepokretne. Svaki serovar ima svoje specifične antigene osobine - ima O (somatske), Vi (kapsularne) i H (flagelarne) antigene. Na osnovu zajedničkog O antigena, salmonele su svrstane u grupe A, B, C, D, E itd. Salmonele su relativno rezistentne na faktore spoljašnje sredine. Mogu da rastu pri temperaturama od 6,3 do 45 °C, aktivnosti vode većoj ili jednakoj vrijednosti od 0.94, pH između 4 i 8 i pri smanjenoj koncentraciji kiseonika. Razmnožavaju se brzo na temperaturama 25-43 °C. Termolabilne su i uspješno ih uništava režim pasterizacije, izuzev *S. senftenberg* koja se uništava pri temperaturi od 70 °C u trajanju od 10 minuta. Preživljavaju temperaturu od -20 °C. Relativno su otporne na sušenje, soljenje i dimljenje. Kao rezultat ovih osobina, salmonele se mogu dokazati u različitim vrstama hrane i zajedno sa kampilobakterom, danas čine najznačajnije uzročnike alimentarnih oboljenja ljudi. *S. Typhimurium* može za 36h da proдре sa površine komada mesa u dubinu od 15 cm. Optimalni pH za rast salmonela je 7,0-7,4, a optimalna temperatura 37 °C. Aerobne su, asporogene, ne razlažu laktozu i saharozu. Ukoliko se u hrani nalaze u manjem broju, ubija ih temperatura od 70 °C u trajanju od 10 minuta. Međutim, kada se nalaze u većem broju (10^8 - 10^{10} cfu/g), pokazuju veću termorezistentnost. Na 20 °C salmonele se veoma brzo razmnožavaju. Salmonele su osjetljive na dejstvo hlora i hlornih

preparata. U rastvoru kuhinjske soli salmonele mogu opstati nekoliko mjeseci, a u prašini preko 80 dana. Mogu dugo da žive u rijekama, otpadnim vodama, kanalizaciji, đubrivu. U bunarskoj vodi može da preživi 89 dana, u barama 115 dana, đubrivu 120 dana, ptičjem fecesu 840 dana, goveđem fecesu 900 dana. Salmoneloze se manifestuju oboljenjem želudačno-crijevnog trakta ljudi i životinja. Salmonele sintetiziraju endotoksin, koji je gliko-lipido-poli-peptidni kompleks. Pojedini sojevi stvaraju i egzotoksine, koji su slični enterotoksinima koje stvara *Escherichia coli*. Salmonele kod čovjeka izazivaju dva oblika bolesti: trbušni tifus i netifusne salmoneloze. Trbušni tifus izaziva *Salmonella Typhi*. Obolijeva samo čovjek, pa je on i jedini i rezervoar *S. Typhi*. Trbušni tifus se karakteriše povećanom temperaturom, iscrpljenošću, bolom u trbuhu i ružičastim osipom - rozeolom. Može doći i do infekcije žučne kesice i jetre, kostiju (osteomijelitis), srčanih zalistaka (endokarditis), moždanih ovojnica (meningitis), bubrega (glomerulitis), genitalnog i mokraćnog sistema, mišića (stvaraju se apscesi). U oko 2% neliječenih bolesnika tokom tri nedjelje dolazi do teškog krvarenja u crijevima sa smrtnošću u oko 25% slučajeva. Netifusne salmoneloze najčešće izazivaju serovarijete *S. Enteritidis* i *S. Typhimurium*, ali ga mogu uzrokovati i oko 2000 drugih serovarova salmonela. Ovaj oblik bolesti se naziva i enterokolitis (raniji naziv gastroenteritis). Salmoneloze najčešće počinju naglo groznicom, stomahnim bolovima, mučninom, povraćanjem, prolivom. Izmet je neprijatnog mirisa, zelenkaste boje. Pored ovih simptoma javljaju se i povišena temperatura, glavobolja, malaksalost, pospanost. Intenzivna povraćanja i prolivi dovode do dehidracije organizma, koja se komplikuje pojavom dodatnih oboljenja kao što su: artritis, meningitis, upala pluća, sepsa. Smrtnost se javlja u 1-2% slučajeva. Nakon akutne faze bolesti, salmonele mogu duži period da se zadrže u crijevima i da nasele žučnu kesu, jetru, bubrege. Takve osobe mogu i više mjeseci da izlučuju salmonele, a da ne pokazuju znakove oboljenja. Salmonele se normalno nalaze u digestivnom traktu ljudi i životinja. Izvor infekcije je bolestan čovjek ili životinja, ili čovjek i životinja koji su kliconoše, koji fecesom i mokraćom izlučuju uzročnika i tako kontaminiraju vodu i hranu. Muve mogu prenijeti bakterije direktno iz izmeta na hranu. Kada salmonele putem kontaminirane hrane dospiju u digestivni trakt, prodiru u epitelne ćelije tankog crijeva gdje izazivaju zapaljenje. Može doći do prodora salmonela iz crijeva u krv i nastajanja zapaljenjskih žarišta u drugim organima. Inkubacija obično traje 6 do 48h. Broj unijetih živih ćelija salmonela utiče na dužinu perioda inkubacije, kao i jačinu oboljenja. Ukoliko je njihov broj veći, inkubacija je kraća. Infekcijska doza kod enterokolitisa je oko 10^5 do 10^8 bakterijskih ćelija, što zavisi od starosne dobi i imuniteta čovjeka, kao i od serovarijete salmonela. Simptomi enterokolitisa su: mučnina, povraćanje, grčevi u stomaku, vodenasti proliv, povišena temperatura, glavobolja, dehidracija organizma, ponekad se javi i krv u stolici. Bolest može različito trajati, 1-2 dana i duže, u zavisnosti od imuniteta čovjeka, broja unesenih bakterijskih ćelija i osobina serovara. Ponekad se bolest komplikuje pojavom artritisa i apscesa. Obično poslije nekoliko dana dolazi do ozdravljenja, ali se u težim slučajevima trovanja mogu završiti i smrću. Salmoneloza se dijagnostikuje izolacijom *Salmonella spp.* iz fecesa bolesnika na selektivnim hranljivim podlogama. Izolovane salmonele se dalje biohemijski identifikuju i pomoću antiseruma serološki tipiziraju, kako bi se utvrdilo o kojem se serovaru radi. Osjetljive su sve starosne grupe, ali je klinička slika mnogo teža kod starijih osoba i djece. Nakon preboljenja, čovjek može biti duže ili kraće vrijeme kliconoša. Zato je veoma važno održavati opštu i ličnu higijenu, kao i higijenu tokom rukovanja hranom. Najčešći izvori salmonela su domaće životinje, kao što su svinje, goveda, ovce, živina (kokoške, ćurke, patke, guske). Izvori zaraze bakterijama iz roda *Salmonella* su i zaraženi glodari, kućni ljubimci, čovjek. Zaražene životinje izlučuju salmonele putem fecesa, sekreta, ekskreta. Kod zaraženih životinja salmonela se nalaze u mlijeku, mesu, jajima živine. Domaće životinje su često kliconoše, što znači da ne pokazuju znake bolesti. Kod oboljelih životinja salmoneloza se može ispoljiti u obliku septikemije ili zapaljenja digestivnog trakta. Kontaminirana stočna hrana je veoma važan izvor za prenošenje salmoneloze na životinje, a samim tim i na ljude. Najčešća infekcija salmonelama ima sljedeći tok: hrana za životinje → životinje → hrana → čovjek. Salmoneloze čovjeka najčešće nastaju nakon konzumacije mesa, mlijeka i jaja dobijenih od zaraženih životinja ili nakon konzumacije ovih proizvoda naknadno kontaminiranih salmonelama. Takođe se mogu prenijeti i kontaktom sa zaraženim životinjama i vodom. Salmoneloze ljudi se javljaju tokom

cijele godine, a najčešće tokom ljeta i početkom jeseni. Alimentarne toksikoinfekcije koje izazivaju salmonele najčešće nastaju konzumacijom kontaminiranog mesa i proizvoda od mesa kao što su salate sa mesom, mljeveno meso (slika 21.), kobasice za mazanje i svježe sirove kobasice, konzumacijom mlijeka i mliječnih proizvoda kao što su sladoled, kremovi, sir, konzumacijom svježih, smrznutih jaja ili jaja u prahu, konzumacijom riba, rakova i školjki. Salmoneloze nastaju i nakon kontakta sa nečistim rukama kliconoše ili oboljelog, upotrebom kontaminiranog pribora i posuđa i dr. Hrana dobijena od zdravih životinja se može naknadno kontaminirati salmonelama nehigijenskim postupcima koji se koriste u obradi hrane, upotrebom higijenski neispravne vode, putem izlučevina zaraženih glodara, preko insekata, neadekvatnim transportom, čuvanjem i distribucijom hrane. **Rizična hrana** je, dakle: sirovo meso, meso živine, jaja, mlijeko i mliječni proizvodi, riba, rakovi, kolači, kakao, čokolada. *S. Enteritidis* je nađena u jajetu, u žumancu, najčešće kao posljedica infekcije koka nosilja. Iz sumnjive hrane salmonele se izoluju i identifikuju primjenom ISO metoda. Koriste se i brze metode, kao što su molekularne i ELISA test. Ako su PCR ili ELISA test pozitivni, vrši se izolacija salmonela na klasičan način, jer se time potvrđuje prisustvo živih salmonela u hrani. Smanjenje rizika od infekcije salmonelama se može postići otkrivanjem kliconoša (koji ne pokazuju kliničke znake bolesti, a izlučuju salmonele fecesom), sprečavanjem kontaminacije vode, mlijeka i mliječnih proizvoda, sladoleda, njihovom pravilnom pasterizacijom, čuvanjem na temperaturi frižidera, redovnom kontrolom školjki koje mogu biti kontaminirane tokom uzgajanja u zagađenoj vodi, kontrolom životinja, mesa i proizvoda od mesa, jaja, mlijeka i dr. Trovanja ljudi salmonelama najčešće nastaju poslije konzumiranja nedovoljno termički tretiranog mesa, mlijeka, proizvoda na bazi sirovog mlijeka i jaja. Veliki značaj u pojavi alimentarnih trovanja salmonelama ima unakrsna kontaminacija termički tretiranih proizvoda sirovim proizvodima. Pojava salmoneloze se može svesti na najmanju mjeru sprovođenjem postupaka kao što su: sprečavanje i suzbijanje zaraze domaćih životinja, održavanje higijene objekata za držanje životinja, torova, živinarnika, kontrolom stočne hrane i vode za piće, veterinarski pregled životinja prije klanja, nadzorom postupka klanja, isključivanjem bolesnih životinja, adekvatnim čuvanjem mesa i proizvoda od mesa u rashladnim uređajima, termičkom obradom jaja, mlijeka, dobrim pranjem i higijenom pribora za pripremu i konzumiranje hrane, pranjem ruku nakon kontakta sa kućnim ljubimcima, domaćim životinjama, gmizavcima, pticama, pravilnom manipulacijom, preradom, transportom, čuvanjem i distribucijom hrane. Takođe je neophodna redovna zdravstvena kontrola zaposlenih lica u objektima u kojima se prerađuje ili priprema hrana.



Slika 21: Mljeveno meso – visoko rizična namirnica za kontaminaciju salmonelom
<https://gorica.info/2022/01/21/u-mljevenom-purecem-mesu-iz-madarske-otkrivena-salmonela-hitno-je-povuceno-iz-trgovina/>

Rod *Shigella*

Rod *Shigella* je svrstan u familiju *Enterobacteriaceae*. Vrste roda *Shigella* su Gram negativne štapičaste bakterije, ne stvaraju spore i ne kreću se (slika 22.). Stvaraju kapsulu. Aerobne su i fakultativno anaerobne. Temperatura od 70 °C ih ubija za 10 minuta. Osjetljiva je na većinu dezinfekcionih sredstava. Dobro fermentišu ugljene hidrate i razlažu proteine. Na osnovu antigene

strukture i biohemijskih osobina, šigele su podijeljene u četiri grupe: A, B, C i D, a unutar grupa ima preko 40 serovarova. Grupi A pripada *Shigella dysenteriae* tip 1 koja se najčešće nalazi u vodi kontaminiranoj ljudskim fecesom. Grupi B pripada *Shigella flexneri*, grupi C *Shigella boydii* i grupi D *Shigella sonnei* i sve su patogene za čovjeka. Bolest koju izaziva *Shigella dysenteriae* se zove **akutna bacilarna dizenterija ili šigeloza**. Šigele prodiru u sluzokožu crijeva i izazivaju njeno oštećenje. Posjeduju endotoksin. Osim toga, *Shigella dysenteriae* tip 1 stvara i termolabilni egzotoksin, tzv. *Shiga* toksin, veoma sličan verotoksinu bakterije *Escherichia coli* O157:H7. Šiga toksin sprečava apsorpciju šećera i aminokiselina iz crijeva, izaziva neurološke smetnje, meningitis, komu. Inkubacija bolesti je obično 12 do 50h. Infektivna doza je mala, iznosi 10^2 bakterija/g hrane. Bolest se ispoljava bolom u stomaku, grčevima, prolivom sa primjesama sluzi, gnoja i krvi, povišenom temperaturom, povraćanjem, nadutošću stomaka, čestom defekacijom. Mogu nastati ulceracije (čirevi) u sluznici crijeva, rektalna krvarenja, izražena dehidracija organizma. Kao komplikacija bacilarne dizenterije mogu da se jave reaktivni artritis i hemolitički uremijski sindrom. Smrtnost se kreće i do 10-15% kod infekcija naročito virulentnim sojevima. Mogu oboljeti sve starosne kategorije stanovništva, a najčešće djeca, stariji ljudi i osobe oslabljenog imuniteta, oboljelih o AIDS-a i dr. Nakon ozdravljenja, šigela se može izlučivati duže vrijeme. Šigele su vrlo infektivne, a prenose se preko hrane, nečistih ruku, fecesom, muvama. Nalaze se u digestivnom traktu ljudi, odakle se prenose u okolinu. Rezervoar šigele mogu da budu i majmuni i psi, koji mogu i da obole. Veoma važan prenosilac šigele su muve i glodari. Do infekcije ljudi dolazi preko kontaminirane hrane i vode. Bolest se dijagnostikuje izolacijom šigele iz fecesa na selektivnim hranljivim podlogama. Izolovane šigele se serološki tipiziraju metodom brze aglutinacije na predmetnom staklu uz pomoć specifičnih antiseruma. **Rizična hrana** su salate od krompira, tune, rakova, makarona, pilećeg mesa, sirovo povrće, mlijeko i mliječni proizvodi, živina. Primarni izvor infekcije su ljudi kliconoše koji dolaze u kontakt sa hranom i vodom. Šigele se teško dokazuju u hrani, zbog toga što se u njoj nalaze u veoma malom broju. Za izolaciju šigela u hrani se koriste ISO metode. Radi se na razvijanju molekularnih metoda koje su osjetljivije. Rizik od infekcije šigelama se smanjuje kontrolom higijenske ispravnosti vode, hrane i mlijeka, izolacijom oboljelih osoba i pravilnim uklanjanjem i dezinfekcijom njihovog fecesa, otkrivanjem kliconoša, naročito kod ljudi koji rade u proizvodnji hrane.



Slika 22. *Shigella* spp., SEM

<https://abcnews.go.com/Health/shigella-america-drug-resistant-bug/story?id=30081478>

Rod *Escherichia*

U rod *Escherichia* spada samo jedna vrsta bakterija - *Escherichia coli*, koja posjeduje veći broj tipova i varijeteta. Svrstana je u familiju *Enterobacteriaceae*. Ova bakterijska vrsta ima veliki značaj u higijeni hrane. *E. coli* je aerobna i fakultativno anaerobna, nesporogena bakterija, koja proizvodi brojne enzime. Ona je truležni mikroorganizam. Ako se nađu u sredini sa bjelančevinama bogatim triptofanom, dolazi do njegovog razlaganja i obrazovanja indola. Fermentiše šećere. Proizvodi neke vitamine, kao što je vitamin B12. Vrlo je otporna i može mjesecima da živi u vodi, zemljištu i na

površini mnogih predmeta. Vrlo dugo preživljava u raznim vrstama životnih namirnica, gdje se razmnožava. Propada na temperaturi od 60 °C za 15 minuta. Ima vrlo složenu antigensku građu sastavljenu iz više antigena. Poznati su O, H i K antigeni. O antigen je somatski antigen, H antigen je u flagelama i K antigen - u omotaču bakterija. Za sada je kod *E. coli* utvrđeno 170 različitih somatskih, 56 flagelarnih i 80 kapsularnih antigena. Na osnovu somatskih antigena *E. coli* se dijele u serološke grupe, a na osnovu flagelarnih antigena u serotipove (npr. *E. coli* O157:H7). *E. coli* je dio normalne mikroflore digestivnog trakta životinja i ljudi, gdje sprečava razmnožavanje patogenih bakterija i sintetizira neke značajne vitamine. Neki sojevi mogu dovesti do oboljenja čovjeka, jer imaju određene faktore patogenosti. Neke *E. coli*, koje imaju specifične faktore virulencije - sposobnost kolonizacije i invazije epitelnih ćelija, produkcije enterotoksina, endotoksina i kolicina, mogu izazvati različita oboljenja - sepsu, meningitis novorođenčadi, zapaljenja urinarnog trakta, žučne kese, trbušne maramice, kao i zapaljenje crijeva koje se manifestuje prolivom (dijareja). Sojevi *E. coli* koji izazivaju oboljenja digestivnog trakta ljudi zovu se enterovirulentni sojevi. Na osnovu faktora virulencije, enterovirulentni sojevi *E. coli* - koji uzrokuju dijareju, su podijeljeni u nekoliko grupa: enteropatogene (EPEC), enterotoksogene (ETEC), enteroinvazivne (EIEC), enterohemoragijske (EHEC), enteroagregativne (EAGEC) i difuzno adherentne (DAEC) *E. coli*. Enteropatogene *E. coli* uzrokuju enteropatije kod ljudi i životinja, koje se manifestuju prolivom, a mogu da nastupe i septikemična stanja. Stvaraju termostabilni toksin. Važan faktor virulencije ovih *E. coli* su faktori adherencije K 88 i K 99, koji im omogućavaju kolonizaciju sluznice tankog crijeva. Zato se još nazivaju i enteroadherentne *E. coli*. Ovaj adhezivni aparat sastoji se od fimbrija, čiju sintezu kodiraju plazmidi. Enterotoksogene *E. coli* stvaraju termostabilni i termolabilni enterotoksin. Posjeduju specifični faktor adherencije. Enteroinvazivne *E. coli* prijanjaju za sluznicu tankog crijeva i svojim toksinima je oštećuju, izazivajući zapaljenje sa pojavom erozija i ulceracija. One prodiru u epitelne ćelije debelog crijeva endocitozom, u njima se razmnožavaju i izazivaju smrt ćelija i ulceracije sluznice. Enteroagregativne *E. coli* imaju sposobnost agregativne adherencije za epitelne ćelije domaćina, usljed čega je spriječena apsorpcija tečnosti iz crijeva i javlja se dijareja. Enteroadherentne (difuzno adherentne) *E. coli* takođe uzrokuju proliv. Ove *E. coli* pokazuju difuznu adherenciju za HEp-2 ćelije (ćelije karcinoma grkljana čovjeka). Da bi *E. coli* mogle da dovedu do gastroenteritisa, odnosno zapaljenja želuca i crijeva, potrebno je da prodru u organizam u velikom broju. Zbog toga je higijena veoma značajan faktor za sprečavanje pojave oboljenja ovim mikroorganizmom. Enterohemoragijske *E. coli* izazivaju krvavi proliv kod ljudi. Virulentni faktori enterohemoragijskih *E. coli* su citotoksin, verotoksin i "shiga-like" toksin - sličan onom koji proizvodi *Shigella dysenteriae*. Naročito je značajna enterohemoragijska *E. coli* O157:H7 koja izaziva akutni hemoragijski kolitis. Verotoksin koji stvara *Escherichia coli* O157:H7 izaziva teška oštećenja sluzokože crijeva. Smatra se da je infekcijska doza mala, kao i kod trovanja bakterijom *Shigella dysenteriae*. Bolest se ispoljava jakim bolovima u stomaku i vodenastim, a zatim krvavim prolivom. Povraćanje ne mora biti uvijek ispoljeno. Temperatura je najčešće blago povišena ili je normalna. Bolest najčešće traje oko osam dana. Bolest se dijagnostikuje izolacijom *E. coli* O157:H7 iz fecesa oboljelih ljudi (ISO metode) i nalazom samog toksina u fecesu (ELISA i molekularne metode). Izvor infekcije se utvrđuje izolacijom ove bakterije iz sumnjive hrane. Osjetljive su sve starosne kategorije, a djeca i starije osobe imaju ozbiljnije posljedice. Ova bolest, naročito kod djece, može uzrokovati trajno oštećenje bubrega. Kod starijih osoba smrtnost može biti i do 50%. Rizična hrana su nedovoljno termički obrađeni hamburgeri, nepasterizovani voćni sokovi, dimljene sušene salame, zelena salata, meso divljači, sirovo mlijeko i mliječni proizvodi. Rizična hrana za infekciju sa *E. coli* O157:H7 kao i drugim enterovirulentnim grupama *E. coli* je svaka hrana koja može biti kontaminirana ljudskim fekalijama. *E. coli* O157:H7 može da preživi 9 mjeseci na temperature smrzavanja od -20 °C. Preživljava u prisustvu 8% koncentracije NaCl. Uništava se pasterizacijom. Toksin ne uništavaju temperature od 75 °C 60 minuta i 80 °C 5 minuta. Modifikovana atmosfera (mješavina gasova CO₂, O₂ i N₂) nema inhibitorno dejstvo na *E. coli* O157:H7. Raste na temperaturama 10-20 °C i preživljava temperaturu od 5 °C. Opstaje 56 dana pri pH 4. Slično drugim bakterijama, patogene *E. coli* su relativno osjetljive na zračenje. Doza od 2-3 kGy gama zračenja je

dovoljna da dekontaminira sirovo meso od svih patogena koje se prenose hranom, uključujući i *E. coli* O157:H7. Međutim, efektivnost i doziranje zavise od temperature tokom zračenja, fiziološkog stanja mikroorganizma i dr.

Rod *Enterobacter*

Bakterije roda *Enterobacter* svrstane su u familiju *Enterobacteriaceae*. Vrste koje pripadaju ovom rodu su *Enterobacter cloacae* i *Enterobacter aerogenes*. To su gram negativne štapičaste bakterije, ne stvaraju spore. Fakultativno su anaerobne. Fermentišu laktozu uz produkciju gasa. Veoma su rasprostranjene u prirodi. Nalaze se u zemljištu, vodi, otpadnim vodama, fecesu, hrani. Dovode do vrlo upornih infekcija mokraćnih kanala, koje se teško liječe jer su ove bakterije otporne na dejstvo brojnih antibiotika. Po mnogim osobinama su slične klebsijelama. Neke vrste stvaraju kapsulu.

Rod *Cronobacter*

Cronobacter sakazakii

Bakterijska vrsta *Cronobacter sakazakii* je do 2007. godine nosila naziv *Enterobacter sakazakii*. Svrstana je u familiju *Enterobacteriaceae*. To je gram-negativna štapičasta bakterija. Veoma je otporna na toplotu i isušivanje, zbog čega veoma dugo preživljava u okolini i praškastoj hrani (oko godinu dana). Može da se razmnožava i na temperaturi frižidera. Najčešće izaziva bolest novorođenčadi, koja se inficiraju kontaminiranim mlijekom u prahu. Kod njih izazivaju nekrotična zapaljenja crijeva, zapaljenja moždanih ovojnica, mokraćnih puteva, a smrtnost može biti čak 40% do 80%. Kao komplikacije se javljaju nervni poremećaji, paraliza nogu i ruku, zaostajanje u razvoju. Laboratorijska dijagnostika se vrši izolacijom uzročnika iz fecesa, cerebrospinalnog likvora ili mokraće. Rizikna grupa stanovništva su novorođenčad, a naročito prevremeno rođena. *Rizikna hrana* je kontaminirano adaptirano mlijeko za novorođenčad. Ovom bakterijom mogu biti kontaminirani i mlijeko u prahu, pirinač, povrće, začini. *Enterobacter sakazakii* je izolovan u bolnicama sa četkica za pranje bočica za hranu za novorođenčad. Bolest se laboratorijski dijagnostikuje izolacijom ove bakterije iz hrane. Rizik od infekcije se može smanjiti sprečavanjem kontaminacije hrane za novorođenčad. Pripremljenu hranu treba odmah dati djetetu, a preostalu hranu baciti, nikako je ne podgrijavati i ponovo koristiti. Posuđe za pripremu hrane treba temeljno prati i sterilisati.

Ostale enterobakterije

Osim pomenutih enterobakterija, alimentarne infekcije mogu izazvati i enterobakterije iz rodova: *Klebsiella*, *Proteus*, *Citrobacter*. Ove bakterije mogu izazvati akutne ili hronične želudačno crijevne smetnje. Rasprostranjene su u spoljašnjoj sredini, svježoj vodi, sirovom povrću. Nalaze se i u fecesu zdravih ljudi. Akutni gastroenteritis se ispoljava povraćanjem, mučninom, povišenom temperaturom, drhtanjem, bolom u stomaku, vodenastim prolivom, dehidratacijom. Inkubacija bolesti je 12 do 24h od konzumacije kontaminirane hrane ili vode. Hronični gastroenteritis se ispoljava simptomima karakterističnim za dizenteriju, kao što su: smrdljiv, sluzav proliv, nadutost stomaka zbog prisustva velike količine gasova. Hronični gastroenteritis može trajati mjesecima ukoliko se ne preduzme terapija antibioticima. Infektivna doza nije utvrđena. Pomenute enterobakterije stvaraju enterotoksin. Geni koji kodiraju sintezu enterotoksina mogu da se razmjenjuju između pripadnika familije *Enterobacteriaceae* pomoću plazmida. Pored ovih gena prenose se i geni odgovorni za otpornost bakterija prema antibioticima. Tako na primjer, termostabilan toksin kojeg stvara bakterija *Citrobacter freundii* koja dovodi do proliva je identičan termostabilnom toksinu koji stvara bakterija *E. coli* - od koje je vrlo vjerovatno primila plazmid sa genima koji kodiraju sintezu enterotoksina. Dijagnostika bolesti kod čovjeka se vrši izolacijom enterobakterija na selektivnim hranljivim podlogama i biohemijskom identifikacijom bakterija. Stvaranje enterotoksina potvrđuje se na kulturi

tkiva, laboratorijskim životinjama, primjenom seroloških i molekularnih metoda. Bolest se javlja u nerazvijenim područjima svijeta gdje su ne higijenski uslovi i kod neuhranjene djece. Oboljele osobe se najčešće brzo oporave od akutnog oblika bolesti i bez terapije. Kod neuhranjene djece i novorođenčadi koja boluju od hroničnog oblika bolesti javljaju se oštećenja u digestivnom sistemu koja smanjuju apsorpciju hranljivih sastojaka kroz sluzokožu crijeva, što dovodi i do smrtnog ishoda. Od akutnog oblika bolesti mogu da obole sve starosne grupe, a od hroničnog uglavnom pothranjena djeca. *Rizična hrana* za infekciju ovim enterobakterijama su mliječni proizvodi, sirove školjke, svježe sirovo povrće. Povrće se kontaminira preko zemljišta u kojem se nalaze ove bakterije. Školjke se kontaminiraju ako se uzgajaju i ispiraju u vodi u kojoj ima ovih bakterija. Dokazivanje uzročnika u hrani se vrši njihovom izolacijom na selektivnim hranljivim podlogama primjenom ISO metoda. Biohemijski testovi se koriste za identifikaciju bakterija. Za dokazivanje enterotoksogenosti izolovanih sojeva koriste se testovi na kulturi tkiva, laboratorijskim životinjama, serološke i molekularne metode.

Rod *Klebsiella*

Bakterije roda *Klebsiella* su gram negativne štapićaste bakterije ili oblika kokobacila. Svrstane su u familiju *Enterobacteriaceae*. Fakultativno su anaerobne. Rod je dobio ime po mikrobiologu Edwinu Klebsu (1834–1913). U patološkom materijalu se nalaze obavijene debelom kapsulom. Najčešće se nalaze u parovima. Nepokretne su, mada je kod nekih vrsta utvrđeno prisustvo flagela. Kao i druge enterobakterije, klebsiele imaju izraženu sposobnost fermentacije. Sve vrste dobro fermentišu laktozu. Imaju O somatski i K kapsularni antigen. Najznačajniji faktor virulencije ovih bakterija je kapsula, koja štiti bakteriju od fagocitoze i omogućava adherenciju za ćelije urinarnog i respiratornog trakta. Endotoksin ovih bakterija dovodi do povišene temperature, groznice, vaskularnog kolapsa i šoka. Neki sojevi stvaraju enterotoksin koji je sličan termostabilnom toksinu *E. coli*. Stvaraju enzim ureazu koja utiče na pojavu infekcija urinarnog trakta, zato što se usljed razgradnje ureje stvara amonijak koji alkalizuje urin i dovodi do oštećenja epitela mokraćnih puteva. Otporne su na dejstvo spoljašnjih uslova. Pokazuju otpornost na veliki broj antibiotika. Temperatura od 56 °C ih brzo ubija. Rastu na temperaturama 0–43 °C, zahtijevaju minimalni pH 4,7 i a_w 0,96 (potrebna im je vlažna sredina). Nalaze se široko rasprostranjene u prirodi. Klebsiеле se mogu naći kao dio normalne mikroflore usne duplje, kože i crijeva. Stanovnici su crijevnog trakta mnogih sisara ali mogu izazvati i oportunističke infekcije kobil, ždrebadi, teladi, jagnjadi, pasa, živine, ljudi. Izazivaju respiratorna oboljenja kod ljudi i životinja. Dovode do pojave pneumonije i plućnih apscesa. Infekcije klebsijelom se najčešće javljaju kod ljudi sa oslabljenim imunim sistemom. Smrtnost može biti do 50%, a kod alkoholičara i bolesnika sa oslabljenim imunitetom i bakterijemijom i do 100%. Poslije *E.coli* klebsijela je najčešći uzročnik urinarnih infekcija kod starijih ljudi. Značajni su uzročnici bolničkih infekcija. Najčešći izvor infekcije za pacijente je feces i kontaminirani instrumenti. Najznačajnija vrsta koja dovodi do oboljenja je *Klebsiella pneumoniae* (podvrste *pneumoniae*, *ozaenae* i *rhinoscleromatis*), ali su značajni uzročnici oboljenja i *Klebsiella oxytoca* i *Klebsiella granulomatis*.

Rod *Proteus*

Bakterije roda *Proteus* su gram negativne štapićaste bakterije, fakultativno anaerobne. Ne stvaraju spore i kapsule. Imaju oblik štapića, kokobacila ili dužih filamentoznih oblika. Mogu da budu raspoređeni pojedinačno, u paru ili po nekoliko u nizu – u vidu kraćih lanaca. Svrstane su u familiju *Enterobacteriaceae*. Kreću se peritrihim flagelama. Fermentišu glukozu i saharozu uz stvaranje gasa. Ne fermentišu laktozu. Razlažu proteine, stvarajući štetne materije po zdravlje ljudi i životinja. Široko su rasprostranjene u prirodi kao saprofiti. Nalaze se u raspadnutoj materiji životinjskog porijekla, kanalizaciji, stajskom zemljištu, crijevima sisara, fecesu ljudi i životinja. Oni su oportunistički patogeni, što znači da najčešće dovode do oboljenja kod ljudi sa oslabljenim imunitetom. Najčešće izazivaju urinarne infekcije i sepsu kod pacijenata u bolnicama. Tri vrste, *P.*

vulgaris, *P. mirabilis* i *P. penneri* su najznačajniji oportunistički patogeni. Negativne su na oksidazu, a pozitivne na katalazu, ureazu i nitrate. *P. vulgaris* izaziva infekcije rana, oka, uha, kao i infekcije urinarnog i genitalnog trakta. Ima sposobnost kretanja u vidu rojenja, tj. prerastaju cijelu čvrstu podlogu u vidu koncentričnih krugova od mjesta inokulacije. *P. mirabilis* uzrokuje 90% svih infekcija koje izazivaju bakterije iz roda *Proteus* kod ljudi. Kreće se peritriho raspoređenim flagelama. *Proteus mirabilis* također može migrirati po površini čvrstih hranljivih podloga ili uređaja u vidu rojenja. Tokom rojenja ćelije postaju duže 20 do 50 puta i sa brojem flagela većim za 50 puta. Najčešće izaziva infekcije urinarnog trakta koje su često posljedica primjene katetera. Enzim ureaza hidrolizuje ureju u amonijak i tako čini urin alkalnijim. Povećana alkalnost oštećuje epitel mokraćnih puteva, dovodi do kristalizacije soli, stvaranja bubrežnog kamena i slabljenja funkcije bubrega. Osim enzima ureaze, faktori virulencije su i fimbrije koje omogućavaju vezivanje bakterija za uroepitel. Hemolizin zajedno sa ureazom pomaže njihovom prodiranju u ćelije. Proteinaze razgrađuju imunoglobuline i tako slabe odbranu organizma.

Rod *Citrobacter*

Bakterije ovog roda su široko rasprostranjene u prirodi i normalni su stanovnici crijevnog trakta ljudi i životinja. To su gram negativni štapići, fakultativno anaerobni, kreću se peritrihim flagelama. Svrstani su u familiju *Enterobacteriaceae*. Kao uzročnici oboljenja ljudi najznačajnije vrste su *C. koseri* (*diversus*), *C. freundii*, *C. amalonaticus*. *C. diversus* izaziva meningitis novorođenčadi sa visokom stopom smrtnosti. *C. freundii* uzrokuje gastroenteritis. Otporan je na ampicilin i cefalosporine prve generacije.

Familija *Yersiniaceae*

Rod *Yersinia*

Bakterije roda *Yersinia* pripadaju familiji *Yersiniaceae*, redu *Enterobacterales*, klasi *Gammaproteobacteria*, razdjelu *Pseudomonadota*. Ranije su bile svrstane u familiju *Enterobacteriaceae*. To su Gram negativne, asporogene, termolabilne, psihrofilne i enteropatogene bakterije, veoma rasprostranjene u prirodi. Nisu pokretne. Ne stvaraju kapsulu. To su sitne bakterije, štapićastog ili kokoidnog oblika. Aerobne su i fakultativno anaerobne. Relativno su otporne bakterije - mogu duže vrijeme da se održavaju u spoljnoj sredini. Mogu da se nađu u hrani preko koje dospijevaju u organizam ljudi i životinja. Najpoznatiji predstavnik je *Y. enterocolitica*, koja stvara termostabilne i termolabilne toksine. Ovi toksini dovode do oboljenja ljudi i životinja, odnosno trovanja, koja se ispoljavaju gastrointestinalnim smetnjama, kao što su bolovi u trbuhu, dijareja, povišena temperatura, povraćanje. Oksidaza je negativna, katalaza pozitivna, fakultativno anaerobna bakterija. Nepokretna je na temperaturi od 37 °C, a pokretna na temperaturi od 22-25 °C. Ureaza je pozitivna, fermentiše manitol i razlaganjem glukoze stvara gas. Nađena je kod velikog broja sisara, ptica, riba, puževa, rakova, školjki, žaba, u zemljištu kontaminiranom animalnim fecesom. Živi u digestivnom traktu glodara, svinja, ovaca, konja, pasa, mačaka. Glodari su najčešći primarni izvori infekcije, koji preko svojih izlučevina i fekalija šire ovu bakteriju. Često se izoluje iz rana, fecesa, ispljuvka, mezenterijalnih limfnih čvorova. *Yersinia enterocolitica* se razmnožava u mesu i mlijeku na temperaturi ispod 0 °C. Preživljava u zamrznutoj hrani na temperaturi od -20 °C do 12 nedjelja. Može da raste i na temperaturi većoj od 44 °C. Optimalna temperatura za njen rast je 32-34 °C. Inaktiviše je temperatura od 50 °C. Može da raste pri pH od 4,5 do 8,5, dok je optimalni pH za njen rast 7-8. Raste u rastvorima NaCl u koncentraciji 0,5-5%. Otporna je prema većem broju antibiotika i hemoterapeutika. Osjetljiva je na polimiksin B. Postoji preko 50 serovarova *Y. enterocolitica*, od kojih su u Evropi najčešće prisutni serovarovi O:3 i O:9. Glavni rezervoar serovarijeteta O:3 i O:9 su svinje. Ovaj varijetet kolonizuje jezik i krajnike svinja. Bolest koju izaziva naziva se jersinioza. Do infekcije ljudi dolazi nakon konzumacije hrane i vode kontaminirane životinjskim fecesom. Rijetko

se prenosi s čovjeka na čovjeka. Inkubacija bolesti traje obično 24 do 48h. Infektivna doza je oko 10^8 do 10^9 bakterija/g hrane što je visoka infektivna doza. Bolest se ispoljava simptomima gastroenteritisa – kao što su proliv, povraćanje, povišena temperatura, bolovi u stomaku. Kod nekih bolesnika prisutne su i primjese krvi u fecesu. Kod djece i mladih osoba često je prisutan bol u donjem desnom dijelu trbuha, što može navesti na pogrešan zaključak da je u pitanju zapaljenje slijepog crijeva. Laboratorijska dijagnostika jersinioze se vrši izolacijom i serološkom tipizacijom uzročnika iz fecesa, krvi, povraćenog sadržaja, sumnjive hrane. Pošto se jersinije teško izoluju iz fecesa, u dijagnostici se koriste i serološke metode za otkrivanje specifičnih antitijela u krvnom serumu. Ukoliko dođe do septikemije, život bolesnika je u opasnosti. *Y. enterocolitica* može uzrokovati i infekcije rana, zglobova, i urinarnog trakta, zapaljenje pluća, meningitis. Na infekcije jersinijom osjetljivija su djeca, starije osobe i osobe koje su oslabljenog imuniteta. *Yersinia pestis* je uzročnik bubonske kuge čovjeka (Crna smrt). Rizična hrana je kontaminirana hrana životinjskog porijekla. Najčešći izvori infekcije su meso, mliječni proizvodi i kontaminirana voda. Za ispitivanje hrane na jersinije koriste se ISO metode za izolaciju. Smanjenje rizika od infekcije jersinijom se postiže time što se u ishrani ne koristi termički neobrađeno svinjsko meso, meso drugih životinja, niti nepasterizovano mlijeko. *Yersinia pseudotuberculosis* prisutna je u spoljašnjoj sredini, kod domaćih i divljih životinja. Izoluje se iz slijepog crijeva oboljelog čovjeka. Infekcije bakterijom *Y. pseudotuberculosis* znatno su rjeđe od infekcija sa *Y. enterocolitica*. Izvor kontaminacije i klinička slika je slična kao kod *Y. enterocolitica*.

Rod *Serratia*

Bakterije roda *Serratia* su gram negativne štapićaste bakterije, ne stvaraju kapsulu, kreću se peritrihim flagelama. Pripadaju porodici *Yersiniaceae*, redu *Enterobacterales*, klasi *Gammaproteobacteria*, razdjelu *Pseudomonadota*. Ranije su bile svrstane u porodicu *Enterobacteriaceae*. Razlažu ugljene hidrate. Hidrolizuju kazein. Mogu da se razmnožavaju na temperaturama od 5-40 °C i pH sredini 5-9. To su saprofitne bakterije, prisutne u zemljištu, vodi, hrani. Međutim, u određenim situacijama kada padne imunitet organizma mogu biti i patogene. Putem hrane i vode dospjevaju u digestivni trakt. Najznačajnija vrsta je *Serratia marcescens*. Može da izazove oboljenja respiratornog i urogenitalnog trakta, infekcije rana, endokarditis, meningitis, sepsu, zapaljenje oka. Često uzrokuje bolničke infekcije. Otporne su na dejstvo fizičkih faktora i hemijskih dezinfekcionih sredstava i na antibiotike. Neki sojevi posjeduju kapsulu i fimbrije, što povećava stepen njihove virulencije. *Serratia marcescens* stvara crveni pigment prodigiozin.

Familija *Morganellaceae*

Rod *Providencia*

Bakterije roda *Providencia* pripadaju porodici *Morganellaceae*, redu *Enterobacterales*, klasi *Gammaproteobacteria*, razdjelu *Pseudomonadota*. Ranije su bile svrstane u porodicu *Enterobacteriaceae*. Široko su rasprostranjene u prirodi kao saprofiti. To su gram negativni štapići koji se kreću peritrihim flagelama. Neke vrste su oportunistički patogeni za ljude. Kao uzročnici oboljenja ljudi značajne su vrste. *P. rettgeri*, *P. stuarti* i *P. alcalifaciens*. *P. stuartii* uzrokuje infekcije urinarnog trakta, posebno kod pacijenata s dugotrajnim stalnim urinarnim kateterima ili velikim teškim opekotinama. *Providencia rettgeri* može uzrokovati putničku dijareju. *P. stuartii* može migrirati iz urinarnog trakta u druge organe, uzrokujući endokarditis, perikarditis, peritonitis i meningitis. Ova bakterija koristi više mehanizama da inficira domaćina: adheziju, kolonizaciju tkiva i invaziju. Patogeni se razmnožavaju unutar ćelija domaćina, što im omogućava opstanak i širenje u druga tkiva. Zahvaljujući sposobnosti da invadiraju ćelije domaćina, ove bakterije mogu da izbjegnu odbranu domaćina.

Familija *Aeromonadaceae*

Rod *Aeromonas*

Bakterijske vrste roda *Aeromonas* su štapićaste Gram negativne bakterije, fakultativno anaerobne. Pripadaju porodici *Aeromonadaceae*, redu *Aeromonadales*, klasi *Gammaproteobacteria*, razdjelu *Pseudomonadota*. Bakterije koje pripadaju porodici *Aeromonadaceae* su morfološki slične porodici *Enterobacteriaceae*. Bakterijske vrste roda *Aeromonas* mogu biti i filamentoznog i kokoidnog oblika. Posjeduju flagelu na jednom polu. Nalaze se u svježoj vodi, ribnjacima, otpadnoj vodi, zemljištu, hrani, kod riba, gmizavaca, vodozemaca. Kultiviraju se slično kao enterobakterije - fakultativno su anaerobne. Nisu sve pokretne. Najvažnije patogene vrste su *A. hydrophila*, *A. caviae* i *A. veronii* biovar *sobria*. *Aeromonas hydrophila* izaziva bolesti riba, vodozemaca, čovjeka. Može se izolovati iz fecesa oboljelog čovjeka na krvnom agaru, na kojem stvara široku zonu hemolize. Stvara enterotoksin, hemolizin i citotoksin. Do infekcije ljudi ovim mikroorganizmom dolazi nakon njegovog prodora preko otvorenih rana tokom kupanja u zagađenoj vodi ili konzumiranjem kontaminirane vode ili hrane. Pri tome uzrokuje gastroenteritis, a kod ljudi sa oslabljenim imunitetom ili oboljelih od malignih bolesti i septicemiju. Za nastanak infekcije dovoljan je mali broj ovih bakterija. Izaziva dva oblika gastroenteritisa, jedan se karakteriše vodenim prolivom, a drugi prolivom koji je nalik dizenteriji, s primjesama krvi i sluzi. Bolest se vrlo rijetko javlja istovremeno kod više osoba, pa često ne bude dijagnostikovana. Optimalna temperatura za razmnožavanje ovih bakterija je 30 °C, a maksimalna temperatura na kojoj se razmnožavaju je 38-41 °C. Mogu da se razmnožavaju pri temperaturama 0-45 °C. Na temperaturi od 28 °C rastu u 4% rastvoru NaCl, a na 4 °C ne rastu u rastvoru NaCl koncentracije 3%. Mogu da se razmnožavaju u rasponu pH 5,5-9,0. Preživljavaju temperaturu od -72 °C 18 mjeseci. Razlažu ugljene hidrate, pri čemu se stvaraju kiseline i gas. Oksidaza i katalaza su pozitivne.

Familija *Vibrionaceae*

Rod *Vibrio*

Bakterije roda *Vibrio* pripadaju porodici *Vibrionaceae*, redu *Vibrionales*, klasi *Gammaproteobacteria*, razdjelu *Pseudomonadota*. Ova porodica ima mnogo sličnih fizioloških osobina sa bakterijama porodice *Enterobacteriaceae*. To su gram negativni savijeni štapići. Njihovo prirodno stanište su slatke i slane vode, u kojima žive slobodno ili kao dio normalne mikroflore ili uzročnici oboljenja morskih životinja. Bakterije iz roda *Vibrio* su fakultativno anaerobne, gram negativne, pokretne, zakrivljene.

Vibrio cholerae

Vibrio cholerae ima više od 100 serovarijeteta. Serovarijetet O1 je uzročnik kolere kod ljudi. Do kolere može doći kao posljedica konzumacije sirovih ili nedovoljno termički obrađenih školjki. Inkubacija bolesti je najčešće 6h do 5 dana. Smatra se da je infektivna doza 10^8 do 10^{10} bakterija/g hrane. Ukoliko se koriste antacidi (lijekovi koji neutrališu želudačnu kiselinu) infektivna doza je mnogo manja. Kada žive bakterijske ćelije dospiju u digestivni trakt, pričvršćuju se za crijevne resice i proizvode kolera toksin koji izaziva vodeni proliv. Simptomi kolere mogu biti u vidu blagog vodenastog proliva ili akutnog, teškog proliva s karakterističnim "rice water" (pirinčana voda) prolivom. Kod neliječenih ljudi smrtnost od akutnog proliva je 25 do 50%. Do smrtnog ishoda dolazi zbog dehidracije i gubitka elektrolita. Kolera se dijagnostikuje izolacijom uzročnika iz fecesa oboljelih ljudi. Na koleru su osjetljive sve starosne grupe ljudi, naročito osobe slabijeg imuniteta. Rizična hrana je kontaminirana voda za piće, sirove i termički neobrađene školjke. Do kontaminacije dolazi zbog loših higijenskih uslova i kontaminacije vode za piće fecesom bolesnih ljudi. Uzročnik se izlučuje fecesom oboljelih ljudi 3-4 nedjelje, a u vodi opstaje tri nedjelje. Na ovaj način se najčešće širi kolera u siromašnim zemljama. Školjke se kontaminiraju preko vode zagađene fekalijama ljudi.

Bakterija se izoluje iz fecesa laboratorijskim metodama. Kod izolovanih sojeva treba dokazati da li stvara toksin ili ne. Rizik od pojave bolesti se smanjuje podizanjem higijenskih standarda, kontrolom vode u zalivima gdje se uzgajaju školjke, kontrolom školjki.

Vibrio parahaemolyticus

V. parahaemolyticus je halofilna bakterija, što znači da zahtijeva visoke koncentracije soli za svoj rast. Uzrokuje akutni gastroenteritis koji se ispoljava mučninom, povraćanjem, grčevima u stomaku, temperaturom, vodenastim i ponekad krvavim prolivom. Inkubacija bolesti je obično 12 do 24h. Nadoknađivanjem elektrolita, bolest prolazi za jedan do četiri dana. Bolest se dijagnostikuje izolacijom uzročnika iz fecesa bolesnika. Kultiviše se na krvnom agaru. Oksidaza je pozitivan. Ovim uzročnikom su najčešće kontaminirane sirove školjke i morska riba. Bakterija proizvodi enterotoksin. Na bolest su osjetljive sve starosne kategorije stanovništva. *Rizična hrana* su sirove morske ribe i školjke. Brzo se razmnožava u hrani na sobnoj temperaturi. Rizik od pojave oboljenja se može smanjiti tako što ne treba jesti sirovu ribu, školjke i rakove. Alimentarne infekcije mogu uzrokovati još neke vrste roda *Vibrio*, kao što su: *Vibrio vulnificus* i *Vibrio mimicus*. U morskoj vodi temperature ispod 20 °C broj *V. vulnificus* se smanjuje, ali opstaje neko vrijeme u sedimentu i ostrigama. Kada je temperatura morske vode ispod 15 °C, ćelije *V. vulnificus* propadaju do broja koji se ne detektuje.

Familija *Campylobacteraceae*

Rod *Campylobacter*

Rod *Campylobacter* je svrstan u familiju *Campylobacteraceae*, red *Campylobacterales*, klasu *Campylobacteria*, razdio *Campylobacterota*. U bakterijski rod *Campylobacter* svrstano je 14 vrsta od kojih se kao humani patogen najčešće javlja *Campylobacter jejuni*, manje *C. coli*, *C. lari* i *C. fetus*. U bakterijsku vrstu *Campylobacter jejuni* svrstane su dvije podvrste: *Campylobacter jejuni* subsp. *jejuni*, koja izaziva infekcije ljudi i životinja i *Campylobacter jejuni* subsp. *doylei* koja je nepatogena. *Campylobacter jejuni* subsp. *jejuni* je Gram negativna bakterija koja ima oblik zakrivljenog štapića (slika 23.). Kada se nađu dvije ili više ćelija zajedno, liče na slovo S, galebova krila, ili spirale. *Campylobacter jejuni* je mikroaerofilan - za rast mu treba atmosfera sa smanjenom koncentracijom kiseonika. Za optimalan rast mu je potrebna atmosfera sa 3 - 5% kiseonika i 2 - 10% ugljendioksida. Dosta je osjetljiva na uslove spoljašnje sredine; uništava je normalna atmosfera (21% kiseonika), sušenje, zagrijavanje, djelovanje dezinficijensa i kiselina. Razmnožavaju se pri temperaturama od 32 do 45 °C. Optimalna temperatura za rast je 42-43 °C. Brže propada na sobnoj temperaturi (25 °C), nego na 4 °C ili 30 °C. Vrlo je osjetljiv na temperature smrzavanja. Propada brzo u prisustvu kiseonika. Ne preživljava temperaturu pasterizacije. Osjetljiv je na prisustvo NaCl i sušenje, ali može da preživi 6 nedjelja na 4 °C u sredini sa 14% i manje relativne vlažnosti. Rastu u sredini sa pH 5,5-8. Optimalni pH za njegov rast je 6,5-7,5. Ne rastu u sredini čiji je pH 4,9 i manji. Nastanjuju digestivni trakt životinja i ljudi i iz organizma se izlučuju fecesom. Bakterije roda *Campylobacter* su se adaptirale na život u digestivnom traktu toplokrvnih životinja i zato se rijetko razmnožavaju i preživljavaju u hrani. Uništava ih temperatura kuvanja, pasterizacije, niski pH i koncentracije soli veće od 0,5%. Temperatura od 58,3 °C uništava ih za 12 do 21 s. Glavni je uzročnik crijevnih bakterijskih infekcija u SAD-u, nalazi se ispred šigele i salmonela zajedno. Izolovan je iz oko 10% klinički zdravih pasa, 5% mačaka, 2% - 100% goveda i iz 50% sadržaja slijepih crijeva kokoši. Izolovan je i iz ptica i muva. Ponekad se može naći i u nehlorisanoj vodi za piće. *C. jejuni* naročito često i dugo izlučuje oboljela živina, dok *C. coli* češće izlučuju oboljele svinje. Bakterije iz ovog roda su izolovane iz različitih namirnica, prije svega iz mesa živine i jaja. U meso dopijevaju najčešće u toku obrade zaklanih životinja, kontaminacijom iz crijevnog sadržaja. Bakterije ovog roda takođe izazivaju toksoinfekcije koje dovode do oboljenja koje se naziva kampilobakterioza (kampilobakterijski enteritis ili gastroenteritis). Infekcijska doza je mala, potrebno je oko 10⁴ bakterijskih ćelija/ml hrane za infekciju. Invazivna je bakterija. Stvara

termolabilni toksin koji izaziva vodenast ili pastozan proliv koji može sadržati krv i leukocite. Inkubacija najčešće traje dva do pet dana, nakon čega se javljaju povišena tjelesna temperatura, bolovi u stomaku, grčevi i proliv. Stolice mogu biti i krvave, praćene mučninom i povraćanjem. Simptomi bolesti obično traju od tri do šest dana, ali se u oko 25% slučajeva vraćaju, najčešće zbog nepridržavanja dijeta. Teža klinička slika može se javiti kod dojenčadi, male djece, starijih i odraslih osoba koje boluju od teških hroničnih bolesti zbog kojih im je oslabljen imunitet. Iako rijetko, moguća je pojava komplikacija, kao što su hepatitis, reaktivni artritis, septikemija, pobačaji, meningitis. Na kampilobakteriozu su osjetljivi ljudi svih starosnih dobi, a najviše djeca do pet godina starosti i ljudi u dobi od 15 do 29 godina. Ljudi koji imaju slab imunitet mogu dugo biti kliconoše. Za izolaciju ove bakterije se koriste selektivne hranljive podloge sa dodatkom antibiotika za sprečavanje rasta ostalih bakterija koje se nalaze u fecesu. Raste pri temperaturi od 42 °C, što olakšava izolaciju. Zabilježeni su slučajevi kampilobakterioze izazvane nehlorisano vodom za piće, konzumacijom školjki i pilećeg mesa koji nisu termički tretirani. *Rizična hrana* za infekciju kampilobakterom je kontaminirano sirovo pileće meso, s obzirom da se u crijevima zdravih pilića može naći ova bakterija. Sirovo mlijeko može također biti kontaminirano, jer se često nalazi kod zdravih goveda, muva, nehlorisanoj vodi za piće. Pravilna termička obrada pilećeg mesa, pasterizacija mlijeka i hlorisanje pitke vode su značajni postupci u sprečavanju infekcije. Izolacija uzročnika iz hrane je teška, jer je obično prisutan u malom broju u hrani. Za izolaciju se koriste ISO metode, a postupak traje oko nedelju dana. Imunoenzimskim testovima (ELISA) se za kraće vrijeme (42 h) može ispitati hrana. Ukoliko je rezultat pozitivan, ispitivanja je potrebno nastaviti klasičnim mikrobiološkim metodama.



Slika 23. *Campylobacter jejuni* (SEM)

https://prevent-and-protect.com/pathogen/campylobacter-jejuni-coli_en/

Familija *Staphylococcaceae*

Rod *Staphylococcus*

Bakterije roda *Staphylococcus* su svrstane u familiju *Staphylococcaceae*, red *Bacillales*, klasu *Bacilli*, razdio *Bacillota*. To su okrugle nepokretne, fakultativno anaerobne bakterije. Kapsule rijetko stvaraju. Boje se gram pozitivno. Razmnožavaju se u više ravni, pri čemu stvaraju skupine u vidu grozdova, po čemu su i dobile ime (grč. *staphylos* - grozd i *coccus* – zrno). Nalaze se kao komensali na koži ljudi i životinja. Neke vrste su patogene - dovode do gnojnih zapaljenja (mastitis ovaca i goveda i dr.). Neke stafilokoke, kada se nađu u hrani, proizvode jak enterotoksin koji dovodi do alimentarnih intoksikacija. Neke, kada se nađu u velikom broju u hrani, dovode do pojave nepoželjnih mirisa. Razmnožavaju se na temperaturi od 15 do 37 °C, a optimalna temperatura za razmnožavanje stafilokoka je 32 °C. Stvaraju enzim katalazu. Patogene vrste razlažu manitol i stvaraju enzim koagulazu (ovaj enzim dovodi do koagulacije plazme kunića). Otporne su na visoke temperature i isušivanje. Temperatura od 60 °C ih ubija tek za 1h. Neke vrste mogu da prežive temperaturu od 80 °C. U prašini mogu da ostanu duže vrijeme vitalne. Vrlo su otporne prema visokoj koncentraciji rastvora NaCl. Mogu da rastu u 6,5% rastvoru NaCl. Tolerišu i različite vrijednosti pH

sredine, od 4,8 do 9,4. Najpatogenija vrsta je *Staphylococcus aureus*, koji je koagulaza pozitivan. Osim ove vrste, u koagulaza pozitivne vrste spadaju i *S. intermedius* i *S. hycus*, koje takođe mogu da izazovu infekcije životinja i ljudi. Od koagulaza negativnih stafilocoka najznačajnije vrste su *S. epidermidis* i *S. saprophyticus*. Oni takođe mogu kod osoba sa oslabljenim imunitetom da izazovu infekcije. Opisane su infekcije rana i koagulaza negativnim stafilokokama preko intravenskih katetera u bolnicama. *S. aureus* može da izazove infekcije kože, infekcije dubokih tkiva i infekcije krvotoka.

Staphylococcus aureus

Staphylococcus aureus je Gram-pozitivna fakultativno anaerobna bakterija okruglog oblika, nepokretna, ne stvara spore. Prečnika je 0,5 do 1,5 μm . Nakon diobe, ćelije ostaju u karakterističnim gupama nalik grozdu, po čemu su i dobile ime (*staphylos* (grč.) – grozd). Stafilocoke stvaraju mnoge ekstracelularne enzime i toksine. *Staphylococcus aureus* stvara više od petnaest različitih ekstracelularnih enzima i proteina, od kojih su devet toksini. Stvara enzim koagulazu. Enterotoksini *S. aureus* su dobili naziv po tome što djeluju na gastrointestinalni trakt. Prema antigenim svojstvima enterotoksina postoji nekoliko tipova *S. aureus*: A, B, C1, C2, C3, D, E i F. Ovi enterotoksini uzrokuju alimentarne intoksikacije, termostabilni su - otporni na temperaturu od 100 °C tokom 30 minuta. Vegetativne ćelije ubija temperatura od 60 °C za vrijeme od 8 minuta. Otporni su na dejstvo proteolitičkih enzima kao što su tripsin i pepsin. Mada su stafilocoke mezofilni mikroorganizmi, neki sojevi *S. aureus* mogu da rastu pri temperaturi 6,7 °C. Generalno, *S. aureus* raste u temperaturnom opsegu 7-47,8 °C, dok mu je optimalna temperatura za rast 35 °C. Raste pri pH 4,5-9,3, a optimalni pH je 7-7,5. Mogu da rastu pri aw ispod 0,83. Veoma je tolerantan na prisustvo soli i šećera. Trovanja najčešće izazivaju enterotoksini A i D. Za enterotoksin A vezano je oko 75% slučajeva trovanja prouzrokovanih stafilokokama. Količina toksina ispod jednog mikrograma je dovoljna da dovede do trovanja. Da bi nastalo trovanje ovim enterotoksinom, mora se unijeti u organizam u dovoljnoj količini. Broj bakterija od $10^5/\text{g}$ hrane može da stvori dovoljnu količinu toksina koja će izazvati trovanje. Simptomi se javljaju obično poslije tri časa od uzimanja hrane, to su: dehidracija, glavobolja, grčevi mišića, poremećaji krvnog pritiska i pulsa, mučnina, pojačana salivacija, grčevi u stomaku, hladan znoj, nesvjestica, malaksalost, povraćanje. Proliv i povišena temperatura ne moraju uvijek biti prisutni. Stolica može biti krvava. Sve starosne kategorije su osjetljive na ovu intoksikaciju. Trovanja ovog tipa u većini slučajeva imaju povoljan ishod i do ozdravljenja dolazi obično za 1-3 dana. Veoma često do trovanja dovodi kontaminirani sladoled. Stafilocoke se mogu naći i u fecesu zdravih ljudi, pa njihov nalaz u stolici nije dovoljan za dokazivanje intoksikacije ovim mikroorganizmom. Treba ispitati hranu na prisustvo enterotoksogenih stafilocoka za koju se sumnja da je uzrokovala trovanje. *S. aureus* najčešće dopijeva u hranu preko kontakta sa ljudima (radnici u proizvodnji ili osobe koje pripremaju hranu za konzum). Čovjek se smatra epidemiološki značajnim izvorom, jer je 25-50% populacije zdravih ljudi nosilac ovog mikroorganizma na koži i sluzokoži. *Rizična hrana* je ona koja sadrži znatne količine ugljenih hidrata ili bjelancevina i koja se čuva u uslovima koji omogućavaju razmnožavanje stafilocoka. Do kontaminacije hrane stafilokokama najčešće dolazi zbog nehigijenskih postupaka pri rukovanju. Međutim, hrana može biti i primarno kontaminirana stafilokokama. Enterotoksine uglavnom stvaraju sojevi humanog porijekla i porijeklom iz ovaca. Hrana koja najčešće dovodi do intoksikacije stafilokoknim enterotoksinima su meso i mesni proizvodi, meso živine i proizvodi od jaja, salate koje sadrže jaja, meso, krompir i tjestenina, poslastičarski proizvodi, mlijeko i mliječni proizvodi. U cilju sprečavanja kontaminacije hrane stafilokokama, treba sprovoditi higijenu objekata i radnika, čuvati hranu na odgovarajućoj temperaturi. Stafilocoke se mogu naći u vazduhu, prašini, kanalizaciji, vodi, mlijeku, hrani, opremi koja se koristi u proizvodnji hrane, radnim površinama, životinjama, ljudima. Životinje i ljudi su glavni izvori stafilocoka. Stafilocoke se nalaze u nosnim putevima, ždrijelu, kosi i koži i kod velikog procenta zdravih osoba. Ljudi se obično otuju hranom koja nije dovoljno termički tretirana (potrebna je temperatura veća od 60 °C), ili nije držana na

temperaturi ispod 7,2 °C. U mikrobiološkom ispitivanju hrane koriste se ISO metode za izolaciju i brojanje koagulaza pozitivnih stafilocoka. Hrana se može ispitivati i na prisustvo stafilokoknih enterotoksina (jedna od metoda je ELISA test). Smanjenje rizika od pojave trovanja stafilokokama postiže se pregledom osoba koje rukuju hranom, kako bi se otkrile kliconoše. Hranu treba što je moguće prije ohladiti i čuvati na temperaturi frižidera do momenta konzumacije.

Familija *Streptococcaceae*

Rod *Streptococcus*

Bakterije roda *Streptococcus* su gram pozitivne, fakultativno anaerobne, nepokretne bakterije okruglog oblika. Ne stvaraju spore. Rod *Streptococcus* je svrstan u familiju *Streptococcaceae*, red *Lactobacillales*, klasu *Bacilli*, razdio *Bacillota*. Mnoge bakterije koje su pripadale rodu *Streptococcus* su 1984. godine prebačene u rodove *Enterococcus* i *Lactococcus*. Dije se samo u jednoj ravni, pa se nalaze u parovima, ili dužim i kraćim lancima. Ime su dobile prema grčkim riječima *streptos*, što znači lanac i *coccus* - zrna. Katalaza i oksidaza su negativne. Nalaze se na koži, sluzokoži ljudi i životinja, u životnim namirnicama. Neke streptokoke su normalni stanovnici usne duplje i crijeva i učestvuju fermentaciji namirnica. U prirodi žive saprofitskim načinom života, a neke u određenim uslovima mogu da izazovu oboljenja. Mogu da izazovu gnojna zapaljenja kože, sluzokože, parenhimatoznih organa ljudi i životinja. Mogu da izazovu meningitis, pneumoniju, endokarditis, sepsu i dr. Neke vrste su korisne, našle su primjenu u industriji proizvoda od mlijeka. Optimalna temperatura za njihov rast je 36–37 °C. Slabo su otporne na dejstvo spoljašnjih faktora. Temperatura od 55 °C ih uništava. Streptokoke imaju više antigena, od kojih je najznačajniji polisaharidni antigen ćelijskog zida i C protein, prema kome se streptokoke dijele u grupe od A do W. Streptokoke su na osnovu njihove sposobnosti za hemolizu klasifikovane u alfa, beta i gama hemolitične streptokoke. Alfa-hemolitičke vrste izazivaju nepotpunu hemolizu (oštećenje eritrocita), koja daje zelenkastu boju na krvnom agaru. Beta-hemolitične streptokoke izazivaju potpuno oštećenje eritrocita, što se na krvnom agaru manifestuje pojavom široke zone bez eritrocita oko kolonija streptokoka. Gama hemolitične vrste ne uzrokuju hemolizu. Beta hemolitične streptokoke se na osnovu osobina ugljenih hidrata u zidu bakterijske ćelije dalje klasifikuju u serološke grupe prema Lancefieldovoj u 20 grupa koje su označene slovima od A do H i K do W. Najveći medicinski značaj imaju alfa hemolitične (viridans) streptokoke, kojima pripada *S. pneumoniae* i beta hemolitične streptokoke grupe A i B po Lancefield-ovoj. Prema Lancefield klasifikaciji, enterokoke su pripadale grupi D streptokoka, ali su sada klasifikovane u poseban rod (mada imaju antigene Lancefield grupe D). Streptokoke Lancefield grupe od K do V imaju ograničenu virulenciju i mogu uzrokovati infekcije ljudi sa oslabljenim imunitetom. Antigenskoj grupi A beta hemolitičnih streptokoka pripada vrsta ***Streptococcus pyogenes*** koja se može prenijeti i putem hrane na čovjeka. Proizvodi više toksina i enzima, kao što su streptolizin, leukocidin, hijaluronidaza, dezoksiribonukleaza i dr. Kod čovjeka uzrokuje upalu grla i šarlah, infekcije kože, kao i druge gnojne i septikemijske infekcije. Inkubacija najčešće traje 1-3 dana, pri čemu je za infekciju dovoljan vrlo mali broj bakterija. Prijemčive su osobe svih starosnih kategorija. Slabo su otporne prema spoljašnjim faktorima. Uništava ih temperatura od 55 °C. *Rizična hrana* su mlijeko, jaja, sladoled, riječni rakovi, meso divljači, salata od krompira, salata od škampa. Dodatni rizik je ukoliko se hrana ostavi na sobnoj temperaturi nekoliko sati prije konzumacije. Nalaz streptokoka grupe A u hrani posljedica je loše higijene tokom pripreme hrane, rukovanja bolesnog osoblja hranom, konzumacije nepasterizovanog mlijeka. Dokazivanje uzročnika u hrani se vrši mikrobiološkim metodama i određivanjem grupe streptokoka precipitacijom serumom po Lancefieldovoj ili lateks aglutinacijom. Pojava upale ždrijela i šarlaha je prije uvođenja pasterizacije mlijeka bila mnogo češća. Do infekcije često dolazi ukoliko salate pripremaju oboljele osobe ili kliconoše. Samo jedna oboljela osoba tokom pripreme hrane može biti izvor infekcije za stotine ljudi. ***Streptococcus agalactiae*** je svrstan u grupu B beta hemolitičnih streptokoka. Stvara kapsulu. Izaziva mastitis - zarazno presušenje vimena kod

krava. Kod ljudi može da izazove teške invazivne infekcije, posebno kod novorođenčadi, starijih osoba i osoba sa oslabljenim imunološkim sistemom. ***Streptococcus pneumoniae*** (pneumokoka) pripada alfa hemolitičnim streptokokama. Obično se nalaze u parovima (diplokoke). Izaziva pneumoniju kod ljudi. Kolonizuje respiratorni trakt, sinuse i nosnu šupljinu zdravih ljudi, ali kod osoba sa slabijim imunitetom može postati patogena i uzrokovati bolest. Najčešće se širi direktnim kontaktom između ljudi i putem respiratornih kapljica.

Familija *Listeriaceae*

Rod *Listeria*

Rodu ***Listeria*** je svrstan u familiju *Listeriaceae*, red *Bacillales*, klasu *Bacilli* i razdio *Bacillota*. Ovom rodu pripada sedam vrsta od kojih su za čovjeka patogene *L. monocytogenes* i rijetko *L. ivanovii*. *L. monocytogenes* je najznačajniji predstavnik ovog roda. To su male, gram pozitivne, fakultativno anaerobne, kokoidne bakterije. Razmnožavaju se i u mikroaerofilnim uslovima, uz dodatak CO₂. Ne stvaraju spore i kapsule. Imaju karakterističan raspored štapića koji obrazuju parove u obliku slova V, Y ili kraćih lanaca. Po Gramu se boje pozitivno, iz starijih kultura se mogu bojiti gram varijabilno. Pokretne su i posjeduju veći broj flagela. Pri temperaturi od 25 °C kreće se flagelama. Razmnožavaju se pri temperaturi između 20 i 37 °C, ali se dobro razmnožavaju i na 4 °C. Katalaza su pozitivne. Otporne su prema spoljašnjim faktorima. U prirodi mogu dugo da žive u zemljištu, prašini, fekalijama. Temperatura pasterizacije ih sporo ubija. Mogu se prenijeti pobačenim plodovima, placentom, urinom, mlijekom, iscjetkom iz polnih organa. Najznačajnija patogena vrsta je *Listeria monocytogenes*, koja stvara hemolizin. Ova bakterija dovodi do oboljenja ljudi i životinja (krava, konja, ovaca, svinja, srna, lisica, činčila, poljskog zeca, zamorca, miša, fazana, pilića). Bolest se ispoljava nervnim simptomima, koji su posljedica gnojnog zapaljenja mozga i kičmene moždine, abortusom, zapaljenjem mliječne žlijezde i dr. Široko je rasprostranjena u prirodi i može se naći u zemljištu, vodi, biljnom materijalu, silaži, stajnjaku, velikom broju ptica, sisara, riba, školjki i ljudi. Izolovana je i iz mlijeka krava i koza koje nisu pokazivale simptome bolesti. Kliconoše su glodari, ali i druge vrste životinja. Od domaćih životinja, krave, ovce i koze su najčešće inficirane ovom bakterijom. Smatra se da su od domaćih životinja ovce glavni rezervoar listerije. Najčešće obole trudnice i djeca. Pojava listerioze kod preživara je u visokoj korelaciji sa njihovom ishranom kontaminiranom silažom. Ova bakterija je izolovana iz digestivnog trakta 5% ljudi koji nisu pokazivali simptome oboljenja (kliconoše). ***L. monocytogenes*** je veoma značajan patogeni mikroorganizam, koji se može naći u hrani i prenositi putem hrane. Izaziva listeriozu, oboljenje koje je zajedničko ljudima i životinjama (zoonoza). Stvara hemolizin - listeriolizin O (alfa listeriolizin), koji je odgovoran za njenu patogenost. Proizvodi superoksid dismutazu i katalazu, što im omogućava da prežive unutar ćelija deomaćina. Sintetiše čak osam različitih proteina koji joj omogućavaju da se adheriraju za površinu epitelnih ćelija. Neki od tih proteina su internalini, adhezijski proteini i protein koji se veže za fibronektin. *L. monocytogenes* može ući u ćelije domaćina na dva različita načina: aktivnim gutanjem od strane fagocitne ćelije kao što su makrofagi ili pomoću specifičnih supstanci koje stvara i kojima dovodi do fagocitoze i od strane ćelija koje nisu fagociti. Površinski protein internalin posreduje u invaziji bakterija u epitelne ćelije. Kada uđe u ćeliju, životni ciklus *L. monocytogenes* unutar obadvije vrste ćelija, kako fagocitnih, tako i nefagocitnih ćelija je sličan i jednako preživljava u njima. Mlijeko i proizvodi od mlijeka, meso i proizvodi od mesa predstavljaju opasnost kao izvor infekcije ovim mikroorganizmom. Zbog osobina koje posjeduje, prisustvo i razmnožavanje ovog mikroorganizma u hrani je vrlo teško kontrolisati. Razmnožava se u širokom opsegu temperature (-1,5 °C do 45-50 °C), preživljava temperaturu smrzavanja i relativno je rezistentna na visoke temperature. Preživljava u sredinama sa visokom koncentracijom natrijum hlorida (25,5%). Na preživljavanje listerije u silaži vrlo značajno utiče pH silaže. Ukoliko je pH silaže 5,0-6,0 i veći, stvaraju se povoljni uslovi za razmnožavanje listerije. Vrlo je otporna na tretmane kao što su kuvanje, hlađenje, sušenje - spada u najotpornije nesporgene bakterije. Temperatura od 58

°C uništava je za pet minuta, a temperatura od 60 °C za tri minuta. Inkubacija bolesti najčešće traje od nekoliko dana do tri nedjelje, a može trajati čak 70 dana. Infektivna doza nije tačno utvrđena i zavisi od otpornosti inficiranog čovjeka. *L. monocytogenes* se nastanjuje u fagocitnim ćelijama domaćina i u njima se razmnožava. Prodire u mozak i fetus. Bolest se ispoljava simptomima koji liče na grip i praćena je stalnom temperaturom. Kod odraslih ljudi, bolest se može javiti u dva oblika: invazivnom i neinvazivnom. Invazivni oblik se karakteriše simptomima, kao što su: meningitis, septikemija, endokarditis, konjuktivitis, groznica, zamor, mučnina, grčevi, povraćanje, dijareja i dr. Oko polovina slučajeva oboljelih ljudi od listerije se završava smrću. Neinvazivni oblik se karakteriše febrilnim gastroenteritisom. Naročiti rizik od obolijevanja postoji za trudnice, novorođenčad, starije osobe i sve druge osobe sa oslabljenim imunitetom. Kod trudnih žena dolazi do pobačaja u drugoj i trećoj trećini trudnoće ili rađanja mrtvih novorođenčadi. Bolest se kod životinja manifestuje pobačajima, a usljed zapaljenja mozga - dezorijentacijom i kretanjem u krug. Inficirane životinje mogu izlučivati *L. monocytogenes* putem mlijeka, krvi i fecesa. Dijagnoza se potvrđuje izolacijom uzročnika iz krvi, cerebrospinalnog likvora, posteljice, ploda i drugih organa koji su kod zdravih ljudi sterilni. Izolacija iz fecesa je uspješna ukoliko je postojao proliv. Oboljenje se može dokazati serološkim testovima (otkrivanjem specifičnih antitijela u krvi), ali pošto ima više serovarova *L. monocytogenes*, ispitivanje se mora uraditi za sve serovare. Bolest se može javiti i u obliku epidemija. Rizične kategorije stanovništva su trudne žene, novorođenčad, osobe oslabljenog imuniteta, oboljeli od neoplazmi, AIDS-a, leukemije, dijabetesa, ciroze, astme, starije osobe, ali i zdravi ljudi - naročito ako koriste antacide ili cimetidine ili unesu veliki broj bakterijskih ćelija. *Rizična hrana* su sirovo mlijeko, nepravilno pasterizovano mlijeko, sirevi, sladoled, sirovo povrće, fermentisane kobasice, sirova i kuvana piletina, sirovo meso, sirova i dimljena riba. Za *L. monocytogenes* je specifično što se razmnožava i na temperaturi frižidera. Ispitivanje hrane se vrši izolacijom i brojanjem listerije primjenom ISO metoda.

Familija *Bacillaceae*

Rod *Bacillus*

Bakterije roda *Bacillus* su svrstane u familiju *Bacillaceae*, red *Bacillales*, klasu *Bacilli*, razdio *Bacillota*. To su aerobne, gram pozitivne, sporogene štapičaste bakterije. Rasprostranjene su u raznim sredinama, kao što su vazduh, voda, zemljište, fekalije, hrana. Samo neke vrste, kao što je *Bacillus anthracis* su veoma patogene, dok su druge saprofiti. Imaju izraženu sposobnost fermentacije i učestvuju u procesima truljenja u prirodi. Spore stvaraju u prisustvu kiseonika. Spore su okruglog ili elipsoidnog oblika i u odnosu na tijelo bakterija nalaze se centralno ili subterminalno. Spore nisu veće od bakterijskog tijela i ne mijenjaju oblik bakterija. Kapsulu stvara samo *Bacillus anthracis*. Kapsule se uočavaju kod vegetativnih oblika bakterija u patološkom materijalu ili u kulturama koje su gajene na podlozi sa dodatkom krvi. Većina vrsta roda *Bacillus* su pokretne, izuzetak je *Bacillus anthracis* koji je nepokretan. Razmnožavaju se u aerobnim i fakultativno anaerobnim uslovima. *B. cereus* i *B. anthracis* za razmnožavanje zahtijevaju striktno aerobnu sredinu. Katalaza su pozitivni i oksidaza varijabilni. Otporne su na razne spoljašnje faktore. Vegetativni oblici su manje otporni od spora. Spore *B. anthracis* kuvanjem propadaju za 10 minuta. Spore su otporne prema mnogim dezinfekcionim sredstvima. Sublimat u razrijeđenju 1:1000 ubija spore za 70h, a kalijum permanganat u koncentraciji od 4% za 15 minuta. U osušenom stanju spore mogu da opstanu preko 60 godina.

Bacillus cereus

Bacillus cereus je Gram pozitivna, fakultativno anaerobna štapičasta bakterija. Kreće se peritrihim flagelama. Prečnika su 1-1,2 µm, a dužine 3-5µm. Optimalna temperatura za njegov rast je 35 °C, minimalna 10 °C i maksimalna 45 °C. Može se razmnožavati u granicama pH od 4,3 do 9,3. Široko je rasprostranjen u prirodi. Stvara termostabilne spore koje se mogu naći u zemljištu, prašini, na

voću i povrću. Bolest uzrokuju *dva toksina*, koja izazivaju dvije različite bolesti. *Enterotoksin* je protein velike molekulske mase i izaziva dijaroični oblik bolesti koji se manifestuje prolivom. Ovaj toksin se može inaktivirati temperaturom od 56,1 °C za vrijeme od 5 minuta. Konzumacijom hrane koja sadrži 10⁵ vitalnih enterotoksogenih ćelija *B. cereus*/g dolazi do trovanja. Znaci bolesti koju izaziva enterotoksin su slični znacima trovanja koje izaziva *Clostridium perfringens* tip A, a javljaju se poslije 10 do 12h od konzumacije kontaminirane hrane. To su: vodenasti proliv, grčevi u stomaku, bol i mučnina. Povraćanje je rijetko izraženo. Simptomi obično traju oko 24h. Drugi toksin je *termostabilni peptid* male molekulske mase i izaziva emetični oblik bolesti, koja se manifestuje povraćanjem. Tretman pri temperaturi od 126 °C u trajanju od 90 minuta ne dovodi do smanjenja aktivnosti ovog toksina. Nakon 0,5-6h od uzimanja kontaminirane hrane kod bolesti izazvane emetičnim toksinom javlja se mučnina, a ponekad i stomačni grčevi i proliv. Simptomi traju nešto manje od 24h i slični su onima koji se javljaju kod stafilokoknog trovanja hranom. *B. cereus* se dobro razmnožava u hrani, što ukazuje na opasnost od konzumiranja hrane kontaminirane ovom bakterijom. Laboratorijska dijagnostika trovanja sa *B. cereus* se vrši izolacijom ovog uzročnika iz sumnjive hrane, fecesa ili povraćenog sadržaja čovjeka, dokazivanjem enterotoksina serološkim testovima (ELISA) i biološkim ogledom (enterotoksin uzrokuje povraćanje). Koriste se ISO metode za izolaciju, identifikaciju i brojanje *B. cereus*. Opisana su trovanja telećim i ćurećim mesom, meksičkom hranom, pirinčem, školjkama. Osim alimentarnih intoksikacija, može izazvati teške sistemske i gnojne infekcije, gangrenu, meningitis, endokarditis, plućne apscese, smrt novorođenčadi. Jednako su osjetljive osobe svih starosnih dobi. **Rizična hrana** za oblik bolesti koja se manifestuje prolivom su: meso, mlijeko, povrće, riba, a za oblik bolesti koja se ispoljava povraćanjem je pirinač i proizvodi od pirinča. Sirovi pirinač je često kontaminiran sporama koje prežive temperaturu kuvanja. Na sobnoj temperaturi, spore klijaju u vegetativne ćelije, koje stvaraju toksin. Podgrijavanjem hrane prije konzumacije toksin se ne uništava. Ovaj oblik trovanja često se javlja u kineskim restoranima. Proizvodi kao što su krompir i tijesto koji sadrže veliku količinu skroba, zatim sirevi, supe, puding, kolači, salata, također mogu biti kontaminirani sa *B. cereus*. Pranje voća i povrća hlorisanom vodom može smanjiti broj *B. cereus* i drugih patogenih mikroorganizama na svježem voću i povrću. Treba voditi računa o svim koracima gdje je moguća kontaminacija: tokom pranja, distribucije, prodaje, pripreme i serviranja u restoranima i u domaćinstvu. Spore se mogu inaktivirati temperaturom od 100 °C tokom 4 minuta, a vegetativne ćelije temperaturom od 60 °C za jedan minut. Niske temperature (3 °C), niska aw vrijednost, nizak pH smanjuju mogućnost stvaranja toksina.

Familija *Clostridiaceae*

Rod *Clostridium*

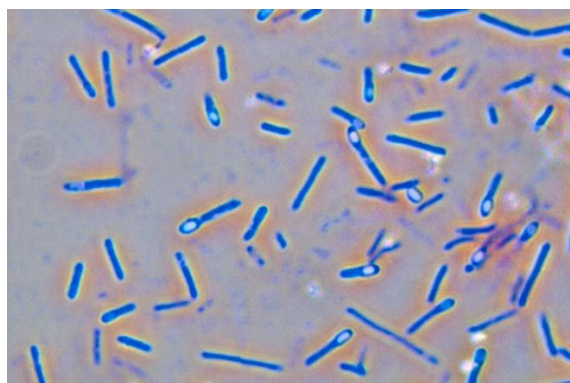
Bakterijski rod *Clostridium* svrstan je u familiju *Clostridiaceae*, red *Eubacteriales*, klasu *Clostridia* i razdio *Bacillota*. Rod *Clostridium* obuhvata anaerobne, gram pozitivne, štapićaste, sporogene bakterije. Ove bakterije stvaraju spore koje su ovalnog oblika, subterminalo ili centralno postavljene, veće od bakterijskog tijela. Kako su spore veće od bakterijskog tijela, deformišu štapić u vidu vretena, maljice za doboš, limuna. Zbog izgleda štapića u vidu vretena (*closter* – vreteno) rod je dobio ime *Clostridium*. Većina vrsta posjeduje veći broj peritriho raspoređenih flagela. Izuzetak čine *Clostridium perfringens* i *Clostridium butiricum*, koji nemaju flagele i ne kreću se. *Clostridium perfringens* jedino posjeduje kapsulu. Spore su vrlo otporne, dok su vegetativni oblici slabo otporni. Spore nekih vrsta u spoljašnjoj sredini mogu opstati i do 20 godina. Antigensku građu klostridija čine O - somatski, H - flagelarni i K -kapsularni antigeni. Ove bakterije se nalaze široko rasprostranjene u prirodi - u zemljištu, vodi i materiji životinjskog ili biljnog porijekla koja truli. Učestvuju u procesima kruženja azota, ugljenika, sumpora, fosfora. Većina bakterija iz ovog roda su saprofiti. Neke su patogene i stvaraju jake egzotoksine, kao što su *C. botulinum*, *C. perfringens*, *C. tetani*, *C. septicum*, *C. novyi*, *C. histolyticum*, *C. chauvoei*. Izazivaju gasne edeme, koji su osnova više bolesti,

a to su maligni edem, šuštavac i gasna flegmona. Ove bolesti karakteriše stvaranje edema u mišićnom i vezivnom tkivu, uz pojavu mjehurića gasa.

Clostridium botulinum

Clostridium botulinum je anaerobna, gram pozitivna bakterija koja sporuliše (slika 24.). Nalazi se široko rasprostranjena u prirodi, u zemljištu, na biljkama, u digestivnom traktu životinja. Razmnožava se u zemljištu. U crijevima ljudi i životinja se ne razmnožava. Toksin se stvara u spoljnoj sredini u kojoj se uzročnici razmnožavaju. Spore su termostabilne i opstaju u hrani koja nije adekvatno termički obrađena. Stvara neurotoksin. Najveća količina toksina se oslobađa tokom razmnožavanja ove bakterije kao protoksin koji biva aktiviran tripsinom i drugim proteolitičkim enzimima u digestivnom traktu. Neurotoksini pojedinih sojeva ove vrste se razlikuju po antigenosti i toksičnosti, pa su na osnovu toga podijeljeni na sedam tipova (A, B, C α , C β , D, E, F) i više podtipova. Tipovi A, B, E i F izazivaju botulizam kod ljudi, a tipovi C i D više kod životinja. Bolest koju izaziva ova bakterija zove se botulizam. Prvi put je opisana 1820. godine u Njemačkoj kod ljudi koji su dobili trovanje nakon konzumiranja kobasica. Otuda potiče i naziv bolesti - od latinske riječi *botulus*, što znači kobasica. Bolest se javlja kod velikog broja vrsta domaćih i divljih životinja, uključujući i ptice. Osim preko hrane, do botulizma može doći i prodorom uzročnika preko rana. Konzumacijom hrane koja sadrži jak neurotoksin koji proizvodi *C. botulinum*, najčešće dolazi do botulizma. Neurotoksin kojeg stvara *C. botulinum* je egzotoksin, prilično otporan na enzime varenja u digestivnom traktu. Do danas predstavlja najjači poznati bakterijski otrov. Po prirodi je protein. Toksin je veoma jak i već u koncentraciji od 10^{-10} /g hrane ubija miša. Intoksikacije koje izaziva *C. botulinum* u velikom procentu se završavaju smrću usljed paralize mišića organa za disanje. Otrovi *C. botulinum* djeluje na centralni nervni sistem, onemogućavajući prenošenje impulsa duž nervnih vlakana. Namirnice koje mogu izazvati trovanje toksinom *C. botulinum*, najčešće nisu organoleptički promijenjene. Vegetativne ćelije uništava temperatura od 83 °C za vrijeme od jednog minuta, spore temperatura od 85 °C za pet minuta, a neurotoksin temperatura od 80 °C za 30 minuta. Kod životinja trovanje najčešće nastaje unošenjem silirane hrane koja sadrži toksin. Uzročnik kontaminira silose na više načina - preko zemljišta, biljaka, leševa glodara. Trovanja botulinusnim toksinom najčešće nastaju konzumiranjem neadekvatno termički obrađenih konzervi. Ovo se objašnjava time što spore *C. botulinum* prežive termičku obradu i njihovim isključivanjem dolazi do stvaranja toksina. Epidemije su najčešće posljedica konzumacije nepravilno konzervirane hrane kod kuće. Najčešća vrsta hrane koja dovodi do botulizma su kobasice i drugi proizvodi od mesa, konzervirano voće i plodovi mora. Kod djece starosti do 12 mjeseci botulizam se javlja usljed kolonizacije *C. botulinum* u digestivnom traktu djece gdje stvara i toksin (crijevna toksemija - enterotoksemija). Smatra se da se i kod odraslih ljudi može pojaviti botulizam kao posljedica kolonizacije digestivnog trakta ovim mikroorganizmom, što se obično dešava nakon hirurških zahvata u digestivnom traktu ili dugotrajne terapije antibioticima. Ovi tretmani dovode do narušavanja razvoja normalne mikroflore u digestivnom traktu, što doprinosi razmnožavanju ove bakterije. Najčešći izvor *C. botulinum* su zemljište, voda iz cistijerni, prašina, med, gdje se nalazi u obliku spora. Da bi došlo do bolesti, dovoljno je da se unese samo nekoliko nanograma neurotoksina. Simptomi se najčešće javljaju 18-36h od uzimanja hrane u kojoj je prisutan neurotoksin. Međutim, prvi simptomi se mogu javiti i poslije 4h ili 8 dana od konzumacije kontaminirane hrane. Simptomi su izražena slabost, umor, vrtoglavica, problemi s vidom (javljaju se dvostruke slike), teškoće pri govoru i gutanju, otežano disanje, nadutost stomaka, zatvor. Javlja se slabost, nemoć, stomachni bolovi, proliv, poremećaj vida. Smrt obično nastaje usljed paralize mišića grudnog koša koji regulišu disanje. Pored kliničke slike, u dijagnostici se koriste laboratorijske metode za dokazivanje neurotoksina u serumu ili fecesu oboljelog, ili u hrani koju je konzumirao. Ukoliko se terapija ne sprovede pravilno i na vrijeme, smrtnost oboljelih je velika. Neurotoksin uzrokuje paralizu motoričkih nerava. Paraliza počinje od glave prema trupu. Kada dođe do paralize mišića grudnog koša i dijafragme, zaustavlja se disanje i dolazi do smrti usljed gušenja. U terapiji botulizma treba aplikovati antitoksin. Na botulizam su osjetljivi ljudi svih starosnih kategorija. *Rizična hrana* koja uzrokuje botulizam može biti različita u

zavisnosti od navika stanovništva pojedinih zemalja u ishrani i načina konzerviranja hrane. Sve vrste hrane u kojoj se *C. botulinum* može razmnožavati i proizvoditi neurotoksin, koja se nakon toga nije adekvatno termički tretirala, mogu dovesti do botulizma. Uslovi u hrani, kao što je pH veći od 4,6 i anaerobni uslovi pogoduju razvoju *C. botulinum* i proizvodnji neurotoksina. Neurotoksin *C. botulinum* je utvrđen u konzervama usoljene paprike, supama, zrelih maslinama, spanaću, tuni, pilećem mesu, pilećoj jetri, jetrenoj pašteti, mesu, kobasicama, šunki, punjenim patlidžanima, jastozima, dimljenoj i usoljenoj ribi. U dijagnostici je najvažnija metoda za dokazivanje toksina u hrani. Najviše se koristi neutralizacijski test na mišu. Test se izvodi tako da se ekstrakt hrane ubrizga miševima. Test traje 48 sati. Izolacija *C. botulinum* iz hrane traje 5 do 7 dana. Hrana u restoranima kao što je povrće s roštilja, pečeni krompir, salata od krompira, konzerviranog lososa, sjeckanog bijelog luka, dimljena riba čest je uzročnik botulizma. Biljke se kontaminiraju preko zemljišta u kojem se nalaze spore *C. botulinum*. Hrana koja se konzervira, zimnice i dr. mora se kuvati u trajanju od 20 minuta, jer se tako uništavaju spore. Spore uništava i temperatura od 121 °C u trajanju od 3 minuta. Pošto je ovaj postupak u većini zemalja propisan kao obavezan, komercijalno konzervirana hrana je manje rizična za pojavu botulizma. Hrana koja se konzervira u domaćinstvu (kiseljenje povrća za zimnicu) ili vakumirana svježa riba nose najveći rizik. Razmnožavanje bakterije *C. botulinum* se sprečava čuvanjem hrane na temperaturi ispod 3 °C, ali najduže 10 dana. Faktori koji sprečavaju rast *C. botulinum* su pH niži od 5, koncentracija soli veća od 3,5% i temperatura čuvanja niža od 10 °C. Spore *C. botulinum* opstaju dugo u prisustvu kiseonika i mogu da klijaju u prisustvu kiseonika. Međutim, vegetativne ćelije su osjetljive na kiseonik i postepeno propadaju. Prisustvo i metabolizam aerobnih i fakultativno anaerobnih bakterija mogu da stvore anaerobne uslove koji omogućavaju rast *C. botulinum*.



Slika 24. *Clostridium botulinum*, bojenje po Gramu
<https://pixels.com/featured/clostridium-botulinum-lm-michael-abbey.html>

Clostridium perfringens

Clostridium perfringens je gram pozitivan, obligatno anaeroban, endosporogeni štapić (spore subterminalno postavljene), nepokretan. Stvara kapsulu. Fermentira šećere. Vrlo je rasprostranjen u prirodi, nalazi se i u digestivnom traktu čovjeka i mnogih životinja. Spore ovog mikroorganizma mogu se naći u zemljištu u kojem je prisutan feces ljudi i životinja. *C. perfringens* stvara više toksina (α , β , γ , ϵ itd.), prema kojima se dijeli u više tipova (A do E). *C. perfringens* tip A stvara alfa toksin. *C. perfringens* tip C stvara alfa i beta toksin i zato je toksičniji. Osim toga što izaziva alimentarnu infekciju, *C. perfringens* uzrokuje maligni edem kod ljudi i enterotoksemije kod životinja. Izvor *C. perfringens* tip A, koji je najčešći uzročnik intoksikacija hranom, su zemlja, voda, prašina, a spore se mogu naći i u fecesu zdravih jedinki. Unijete hranom, vegetativne ćelije koje prežive kiselost želudačnog soka prolaze u tanko crijevo, u kojem se razmnožavaju i sporulišu, produkujući enterotoksin. Toksin sintetišu sporulišuće ćelije, a u maloj količini i vegetativne. Toksin je komponenta omotača spora i oslobađa se tokom lize - razgradnje spora. Enterotoksin je protein,

molekulske mase 35 kDa, ne pokazuje termorezistenciju i inaktivira ga temperatura od 60 °C, za 10 minuta, kada se nalazi u slanom rastvoru. Najčešća hrana uključena u intoksikacije izazvane sa *C. perfringens* je kuvano meso u većim komadima i pite sa mesom. Najčešći izvor ovog mikroorganizma je hrana koja sadrži životinjske bjelancevine. Dovodi do nadimanja konzervi i užeglog mirisa. Spore se ne uništavaju kuvanjem, a proključaju stajanjem hrane nekoliko dana na višim temperaturama. Vegetativne ćelije se naglo razmnožavaju na temperaturama 37-45 °C. Temperature ispod 5 °C i iznad 60 °C će spriječiti rast ovog mikroorganizma. Ukoliko se unese više od 10⁵ vegetativnih ćelija/g hrane, dolazi do pojave simptoma trovanja. Većina unesenih ćelija propadaju usljed djelovanja kiselog pH želuca, ali ako je unesen veliki broj ćelija, neke prežive i prolaze u tanko crijevo, gdje se razmnožavaju, sporulišu i stvaraju enterotoksin koji dovodi do oboljenja. Oboljenje izazvano tipom A se manifestuje jakim stomaknim grčevima i prolivom nakon 8 do 24h od konzumacije kontaminirane hrane. Nije prisutna temperatura. Do poboljšanja dolazi obično nakon 24h. Međutim, usljed dehidratacije može doći i do smrti. Sigurna dijagnoza se postavlja ukoliko se dokaže prisustvo toksina u fecesu oboljelih osoba. Nalaz bakterije u fecesu (osim kada je prisutna u veoma velikom broju) nije dokaz oboljenja, jer se ona nalazi i u crijevima zdravih ljudi. Zabilježene su epidemije nakon konzumiranja kuvanih rebara. Od ove alimentarne infekcije najčešće obole ljudi koji se hrane u velikim menzama, gdje se velika količina hrane priprema nekoliko sati prije serviranja. Djeca i starije osobe najčešće obole. *Rizična hrana* su meso, proizvodi od mesa, sosovi od mesa. Trovanje najčešće nastaje zato što spore *C. perfringens* preživljavaju termičku obradu hrane, a zatim na sobnoj temperaturi proključaju i tokom čuvanja do konzumacije se razmnožavaju u hrani. Za dokazivanje uzročnika u hrani koriste se standardne bakteriološke ISO metode za kultivaciju. Za dokazivanje toksina u hrani i fecesu mogu se koristiti serološki testovi, najčešće imunoenzimski. Da bi se smanjio rizik od pojave trovanja koja izaziva *C. perfringens*, treba skratiti što je moguće više period između pripreme i posluživanja hrane. Vegetativne ćelije ubija temperatura od 59 °C za vrijeme od 8 minuta, a spore temperatura od 99 °C za 32 minuta.

20.1.1.2. Osnovne epidemiološke karakteristike patogenih bakterija

Osnovne epidemiološke karakteristike patogenih bakterija prikazane su u tabelama 26, 27, 28 i 29.

Tabela 26. Osnovne epidemiološke karakteristike patogenih bakterija (Bunčić, 2009)

Bakterija uzročnik	Izvor	Hrana izvor	Faktori koji doprinosu pojavi bolesti	Karakteristike bolesti	Kontrolne mjere
<i>Clostridium botulinum</i> - neproteoliti čki tipovi	voda, zemljište, školjke, crijevni trakt riba i drugih životinja, feces i trupovi ptica i drugih životinja, i trule biljke	Povrće (naročito konzervirano), riba, meso morskih sisara, proizvodi od mesa, začini, seckani bijeli luk.	Nekontrolisana fermentacija, neodgovarajuće tretiranje hrane u konzervama i dimljene ribe, kontaminacija nakon tretmana toplotom, nepodesno sušenje šunki i ribe	Inkubaciono vrijeme je 18-36h (ili 4h do 8 dana), simptom: mučnina, povraćanje, malaksalost, vrtoglavica, sušenje usta i grla, zatvor, proliv, paraliza mišića, otežano gutanje, dupli ili zamućen vid, obješenost očnih kapaka, otežano disanje	Držati hranu na T >60 °C sve do serviranja ili brzo hladiti hranu na T <10 °C ako se skladišti, toplotni tretman za redukciju vegetativnih ćelija i spora, snižavanje pH <4,5 i aw < 0,93

<i>Listeria monocytogenes</i>	zemljište, tekuće vode, kanalizacione vode, silaža, goveda, ovce, pilići.	Sirovo i pasterezovano mlijeko, sir, sladoled, svježe povrće, piletna...	Konzumacija sirovog mlijeka, imunokompromitovanost, korišćenje antacida	Inkubaciono vrijeme je nekoliko do 35 dana (1-91 dan). Simptomi uključuju meningitis, septikemiju i abortus. Gastrointestinalni simptomi mogu da prethode znatno ozbiljnijem obliku listerioze ili da budu jedini simptomi koji se javljaju.	Organizam je osjetljiv na pH manji od 4.5 i to se može postići upotrebom nekih starter kultura (npr. laktobacili). Treba obratiti pažnju na GMP i HACCP; poseban naglasak staviti na kanalizaciju u pogonu, kondenzaciju u hladnjacima, ventilacione sisteme i filtere.
<i>Aeromonas hydrophila</i>	slatke i slane vode, kanalizacione vode i vlažno zemljište; normalna crijevna flora zdravih riba.	ribe i školjke; mesu goveda, svinja i živine.	konzumacija sirove ili nedovoljno kuvane ribe, unakrsna kontaminacija iz kontaminirane vode koja se koristi u pripremanju hrane.	Inkubacija traje 2-3 dana; simptomi bolesti liče na koleru sa vodenastom dijarejom ili na dizenteriju sa krvavom ili mukoznom stolicom. Javlja se septikemija kod imunokompromitovanih domaćina	Ne konzumirati sirove ili nedovoljno kuvane školjke, naročito osjetljive osobe za vrijeme ljeta. Ne koristiti kontaminiranu vodu za pripremanje hrane i ne dozvoliti rekontaminaciju.
<i>Yersinia enterocolitica</i>	može da se izoluje iz mnogo vrsta životinja. Izgleda da su svinje glavni rezervoar virulentnih sojeva. Nalazi se u nehlorisanoj slatkoj vodi, sirovom mesu, nepasterizovanom mlijeku, svježem povrću i sirovim školjkama.	Čokoladno mlijeko, rekonstituisano mlijeko u prahu, pasterezovano mlijeko...	Kontaminacija hrane od strane glodara i drugih životinja; neadekvatno kuvanje i/ili kontaminacija nakon pripremanja hrane.	Inkubacioni period je uglavnom 24-48 h. Simptomi uglavnom uključuju gastroenteritis sa dijarejom, groznicom i povraćanjem; kod dece akutni abdominalni bol.	Pasterizacija ili kuvanje; organizam je osjetljiv na nizak pH i na više od 5% NaCl. Ne dozvoliti unakrsnu kontaminaciju hrane koja je spremna za konzumiranje, naročito svinjskog mesa.
<i>Bacillus cereus</i>	Zemljište, biljke, u stolici kod 15% zdravih ljudi.	kuvano meso, supe, povrće, sosevi, pržen ili kuvan pirinač.	Držanje kuvane hrane na sobnoj temperaturi ili iznad nje ili držanje u velikim posudama u	Dijareja tip bolesti (toksikoinfekcija) - inkubacija 6-15 h; simptomi uključuju vodenastu	Držati hranu na temperaturi višoj od 60 °C, sve do serviranja ili brzo hladiti hranu na ispod

			frižideru. Konzumiranje hrane nekoliko sati nakon njenog pripremanja	dijareju, bol u stomaku i grčeve i nauzeju, bez povraćanja. Emetički tip bolesti (intoksikacija) - inkubacija je manja od 1-6 h; simptomi uključuju nauzeju, povraćanje, grčeve i dijareju. Samo neki sojevi stvaraju ovaj toksin, koji je izuzetno otporan na toplotu.	10 °C, ako se skladišti. Hladiti hranu u manjim djelovima.
<i>Clostridium botulinum</i> - proteolitički tip	voda, zemljište, crijevni trakt životinja, trule biljke	- kao kod neproteolitičkog tipa.	- kao kod neproteolitičkog tipa	Inkubacija 18-36 h (može biti 4 sata do 8 dana). Simptomi uključuju nauzeju, povraćanje, malaksalost, vrtoglavicu, sušenje usta i grla, paralizu mišića, otežano gutanje, dupli ili zamućen vid, obješenost očnih kapaka i otežano disanje.	Kao kod neproteolitičkog tipa
<i>Clostridium perfringens</i>	Zemljište	Meso (kuvano, slabije pečeno), sosevi, riba, čili, salate...	Neadekvatno podgrijavanje hrane, držanje kuvane hrane u velikim posudama i konzumacija hrane nekoliko sati nakon pripremanja itd.	Bolest je uzrokovana sporulacijom bakterijskih ćelija u crevima, koja je praćena produkcijom intracelularnog toksina. Inkubacija je 8-24 h, a simptomi su dijareja, grčevi u stomaku, nauzeja i glavobolja; rijetke su groznica i povraćanje.	Držanje kuvane hrane u frižideru; sosevi, čorbe i veliki komadi mesa treba da se hlade na ispod 10 °C u roku 2-3 h, hrana treba da se podgrijava tako da sva dostigne temperaturu od najmanje 75 °C.
<i>Staphylococ cus aureus</i>	Ljudi i životinje su primarni rezervoari. Ove bakterije se često mogu naći u nosu, u grlu, na koži i kosi zdravih ljudi.	Proteinska hraniva uključujući meso i proizvode od mesa, riba, mlečni proizvodi, krem sosevi,	Čuvanje kuvane hrane u velikim posudama u frižideru ili na sobnoj temperaturi; fermentacija slabo-kisele hrane; rukovaoci hranom koji u sebi nose ove bakterije.	Inkubacija je uglavnom 2-4 h (30 minuta do 8 h). Simptomi su mučnina, povraćanje, grčevi u stomaku, znojenje, izmorenost i subnormalna temperatura tijela.	Odgovarajuće hlađenje i toplotna obrada; pažnja na ličnu higijenu.

		hrana u konzervama (na kojima je nastalo oštećenje nakon proizvodnje).	Organizam je tolerantan na so, saharozu i nitrite, ali je veoma slab takmičar sa drugim mikroorganizmima.		
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Izvori uključuju i zdrave ljude koji su nosioci; grupa A streptokoka često uzrokuje mastitis kod mliječnih goveda.	Sirovo ili mlijeko u prahu, jastog, salate od jaja i krompira, jaja i sendviči od mesa i jaja.	Konzumiranje sirovog mlijeka, neadekvatno kuvanje ili podgrijavanje hrane, rukovanje hranom ljudi nosilaca, držanje hrane u velikim posudama u frižideru ili na sobnoj temperaturi.	Grupa A – inkubacija 1-3 dana; rane u grlu, tonzilitis, groznica, glavobolja, mučnina, povraćanje, moguć svrab. Grupa D – inkubacija 2-36 h; dijareja, grčevi, nauzeja, povraćanje, groznica, vrtoglavica	Adekvatno kuvanje hrane i pasterizacija mlijeka; odgovarajuće hlađenje i podgrijavanje hrane.
<i>E. coli</i> O157:H7	često stanovnik u crevima životinja bez ikakvih simptoma, uključujući tu goveda, ovce, moguće i svinje i živinu. I drugi serotipovi <i>E. coli</i> mogu izazvati ovu bolest.	Prvenstveno usitnjeno goveđe meso i sirovo mleko; takođe i fermentisane (sirove) kobasice, sendviči itd.	Konzumacija sirovog ili nedovoljno termički tretiranog mesa i nepasterizovanog mlijeka, kao i hrane koja je bila u kontaktu sa sirovim mesom.	Inkubacija traje 1-14 dana, a simptomi uključuju jake grčeve u stomaku i vodenastu dijareju, a često se pojavi i krvava dijareja. Kod 16 % pacijenata javlja se i hemolitični uremični sindrom, glavni uzrok akutnog prestanka rada bubrega kod djece.	Adekvatna toplotna obrada hrane I prevencija rekontaminacije; pasterizacija mlijeka.
<i>Salmonella</i> spp.	Nalaze se u životinjama, naročito kod živine i svinja, kao i u životnoj sredini.	Uglavnom meso, ali i jaja, mlijeko i mlečni proizvodi, riba i školjke, čokolada, sosevi, salate, začini, žablji bataci itd.	Čuvanje hrane na visokim temperaturama, držanje spremljene hrane na sobnoj temperaturi ili u velikom posudama u frižideru, neadekvatno kuvanje ili podgrijavanje; unakrsna kontaminacija i neodgovarajuće čišćenje	Inkubacija je uglavnom 12-36 h (varira od 6-72), a simptomi uključuju dijareju, groznicu, povraćanje, dehidraciju, bol u stomaku, iznurenost i glavobolju. Kod 2-4% pacijenata se javlja ozbiljna hronična bolest sa simptomom artritisa. Oko 5% pacijenata koji ozdrave nedjeljama i	Adekvatna pasterizacija i kuvanje, acidifikacija (snižavanje pH na <4) I redukovanje aw na < 0.95.

				mjesecima izlučuju ove mikroorganizme fecesom.	
<i>Salmonella typhi</i> i <i>Salmonella paratyphi</i>	kontaminirana voda i rukovaoci hranom.	Sva hrana koja je kontaminirana od strane rukovaoca hranom, školjke, sirovo mlijeko, sir, meso koje je kontaminirano nakon obrade.	Konzumacija školjki koje su porijeklom iz voda koje su kontaminirane kanalizacionim vodama, neadekvatno odlaganje otpadnih voda, neadekvatno hlađenje hrane, loša lična higijena	Inkubacija je uglavnom 12-36 h (može biti 6-72), a simptomi sugroznica, glavobolja, povraćanje, konstipacija, bol u stomaku, krvava stolica; ponekadmože da se javi septikemija. Bolest je dugog toka i recidivi su česti.	Kao i kod <i>Salmonella</i> spp.; još i izbjegavanje konzumiranja sirovih školjki i lična higijena.
<i>Shigella</i>	Rekovalescenti i asimptomatični nosioci. Rijetko se nalaze u životinjama osim primata, a često se nalaze u vodi.	Salate, ćuretina, pirinač, pasulj, jagode, sirove ostrige, mlijeko. Ova bakterija se rijetko izoluje iz hrane koja je obrađena i teško preživljava van organizma domaćina.	Rukovanje hranom od strane inficiranih ljudi; neodgovarajuće hlađenje, kuvanje ili podgrijavanje hrane; korišćenje kontaminirane vode za pripremanje hrane i konzumacija morskih plodova iz kontaminiranih voda.	Ove bakterije proizvode enterotoksin; inkubacija je 7-36 h, a može biti i do 7 dana. Simptomi uključuju dijareju, bol u stomaku, groznicu, povraćanje i dehidraciju. Ne postoje zdravi ljudi koji su nosioci, za razliku od salmoneloze	Inficirani ljudi ne treba da rukuju hranom; treba koristiti ispravnu vodu za pripremanje hrane; treba tretirati otpadne vode pre puštanja u kanalizaciju; dezinfekcija i deratizacija.
<i>Campylobacter jejuni</i>	stanovnik u crijevima mnogih životinja. Nalazi se u životnoj sredini, uključujući vodu, kanalizacione vode, naročito iz objekata za klanje živine. <i>C. jejuni</i> je slabo otporan i slab je kompetitor sa drugim mikroorganizmima.	Prvenstveno meso živine, ali i sirovo mlijeko	Konzumacija sirovog mesa i mlijeka; neadekvatna pasterizacija ili kuvanje hrane.	Inkubacija je uglavnom 2-5 dana, sa simptomima glavobolje, malaksalosti, groznice, dijareje i bola u stomaku.	Adekvatna toplotna obrada sirove hrane; spriječiti unakrsnu kontaminaciju hrane koja je već spremljena za jelo; pasterizacija mlijeka.

Tabela 27. Bakterije koje mogu da rastu na temperaturama < 5 °C (Bunčić, 2009, sa dopunama)

Bakterija	Temperatura za rast (°C)	Otpornost na temperaturu 71 °C	Osjetljivost na pH	Osjetljivost na kiseonik	Osjetljivost na NaCl	Minimalna aktivnost vode (aw)
<i>Cl. botulinum</i> -neproteolitički tip	min 3 max 45-50	Vegetativne ćelije nisu otporne spore veoma otporne (++++)	min 4.5 max 8.5-8.9	anaerob	raste u 5-10% NaCl	0.940 -0.975
<i>L. monocytogenes</i>	min 0.7 max 42 - 45 opt 30 - 35	Nisu otporne	min 4.1 - 5.6 pH opt. 6-8	fakultativni anaerob, mikroaerofilan	Raste u 10% NaCl, može dapreživi 1 godinu u 16% NaCl	0.900-0.930
<i>Aeromonas hydrophila</i>	4 - 42 (45?)	Nisu otporne	min 4.2 max 9,8	fakultativni anaerob	Raste u 4%	0,94-0,98
<i>Yersinia enterocolitica</i>	min - 2 max 40 - 45 optim. 29	Nisu otporne	min 4.1 - 5.1 pH opt 7-8	fakultativni anaerob	raste u 5% NaCl, ne raste u 7%	0,96

Tabela 28. Bakterije koje mogu da rastu na temperaturi 5-12 °C (Bunčić, 2009, sa dopunama)

Bakterija	Raspon temperature za rast (°C)	Otpornost na temperaturu 71 °C	Raspon pH za rast	Potrebe za kiseonikom	Osjetljivost na NaCl	Minimalna aktivnost vode (aw) potrebne za njihov rast
<i>Bacillus cereus</i>	5-55 Opt 28-35	Vegetativne ćelije neotporne Spore vrlo otporne	4.35- 9.3	Fakultativni anaerob	>9,5% (po nekim izvorima >7%)	0,912 - 0.950
<i>Clostridium botulinum</i> -proteolitički tipovi A, B i F	3-50	Vegetat. Ćelije neotporne Spore vrlo otporne	4.5 -8.9	anaerob	>10%	Min 0.94
<i>Clostridium perfringens</i>	12-50 opt 37 - 45; raste sporo ispod 20	veg. ćelije neotporne Spore vrlo otporne	5 - 8.5 opt 6 -7.5	anaerob, ali ponekad može da raste i u prisustvu O ₂	>5%	0.930 -0.950
<i>Staphylococcus aureus</i>	10-46 opt 35-40	neotporne	4 - 9.0	Produkcija toksina inhibisana kod anaerobnog	Enterotoksi n A može da se produkuje i u 10%	0.880

				rasta	NaCl, produkcija enterotoksina B je inhibisana u 10% NaCl	
<i>Streptococcus pyogenes</i>	5-45 Optim. 36-37	neotporna na T preko 55 °C		Fakultativno anaerobna	>7%	
<i>S.agalactiae</i>	5-45 Optim. 37-38	Neotporna na T preko 55 °C	Optimalni 7,6-7,8 Min 3 Max. 11	Fakultativno anaerobna	>12%	0,91
<i>E. coli</i> (O157:H7) Enterohemoragične/verocitotoksične <i>Escherichia coli</i>	8-42 opt 44.5	Neki sojevi otporni (Preživljavaju T 60 °C 1h i 70 °C 5 min Toksin ostaje aktivan na 65 °C 1h i na 80 °C 5 min	4.5 - 9.0	Fakultativni anaerob	>8.5 NaCl	0.960
<i>Salmonella</i> spp.	min 2 - 47 opt 37	Neki serotipovi su otporni	3,6 – 9,5 opt 6.6 - 8.2	fakultativni anaerob	9%	0.937-0.945
<i>Shigella</i>	min 10 max 48	neotporna	5-8	fakultativni anaerob	>9%	0.937-0.945

Tabela 29. Bakterije koje za rast zahtijevaju temperature >12 °C (Bunčić, 2009)

Bakterija	Raspon temperature za rast (°C)	Otpornost na temperaturu 71 °C	Raspon pH za rast	Osetljivost na kiseonik	Osetljivost na NaCl	Osetljivost na aktivnost vode (aw)
<i>Campylobacter jejuni</i>	28-45 Optim 42-43 slabo preživljava na 20-25 °C, bolje opstaje na 12 °C (15 dana)	Neotporna	5,5- 8 Optim 6,5-7,5	Mikroaerofil, za dobar rast zahtijeva 5-10%O ₂ i 3-5% CO ₂	ne raste u 3.5% NaCl	vrlo osjetljiv na dehidraciju za vrijeme hlađenja

20.1.1.2. Nespecifični (fakultativni) trovači hrane - uzročnici kvarenja hrane

20.1.1.2.1. Promjene koje uzrokuju nespecifični trovači hrane

Nespecifični trovači su bakterijske vrste koje ne posjeduju specifičan toksin, ali se otrovne materije stvaraju u sredini u kojoj se nalaze, kao posljedica njihove metaboličke aktivnosti. Ovoj grupi pripadaju prije svega proteolitičke bakterije. To su saprofitske bakterije. Zovu se još i truležne bakterije. To su: *Proteus* spp., koliformne bakterije, *Clostridium bifermentans*, *Clostridium*

sporogenes, *Bacillus subtilis*, *Bacillus mycoides*, *Pseudomonas spp.*, *Enterococcus faecalis*, *Micrococcus*, *Achromobacter*, *Serratia*, *Alcaligenes*, kao i kvasci i plijesni. Ove vrste su veoma raširene u prirodi i nalaze se svuda gdje je organska materija. Prisutne su u svim sredinama, zemljištu, vodi, vazduhu i tako mogu dospjeti u hranu i izazvati njen kvar. Usljed njihovog dejstva dolazi do promjene organoleptičkih osobina mesa, mlijeka, jaja i drugih namirnica i stvaranja gasova neprijatnog mirisa. One razgrađuju sastojke hrane, kao što su ugljeni hidrati, masti, proteini, što dovodi do kvarenja hrane, što se ispoljava neprijatnim mirisom i ukusom, promjenom teksture, izgleda, boje, konzistencije itd. Pokvarena hrana nije za upotrebu, jer je organoleptički promijenjena, smanjenih nutritivnih vrijednosti i može izazvati bolesti. Usljed prisustva biogenih amina, toksina i drugih metabolita mikroorganizama, pokvarena hrana ima štetno dejstvo na zdravlje ljudi i životinja. Ove bakterije **razgrađuju proteine** prvo do molekula manje molekulske mase, polipeptida, a zatim do peptida i aminokiselina. Mnogi peptidi imaju gorak ukus, što utiče na organoleptičke promjene hrane. Aminokiseline razgrađuju do amonijaka, ugljendioksida, vodonika, vodonik sulfita, keto kiselina, indola, skatola, putrescina, kreatina, kadaverina, biogenih amina, merkaptana, organskih kiselina itd. Pri tome dolazi do truljenja hrane i stvaranja vrlo neprijatnog mirisa. Razgradnja proteina počinje u momentu kada mikroorganizmima ponestane izvor azota. Tada mikroorganizmi luče proteaze i peptidaze koje razgrađuju proteine do aminokiselina. Putrefakcija predstavlja proces anaerobne razgradnje aminokiselina od strane bakterija. Najčešće se dešava u mesu i drugoj hrani koja je bogata proteinima na temperaturi većoj od 15 °C. Proizvod tog procesa su amini i organske kiseline koje dovode do pojave neprijatnog mirisa. Posebno je značajno stvaranje **biogenih amina** koji nastaju dekarboksilacijom aminokiselina. Izazivaju intoksikacije kod ljudi, tzv. nespecifična trovanja mesom. Zovu se biogeni amini, jer ih stvaraju živa bića, tj. bakterije. Najvažniji su histamin, neurin, muskarin, tiramin i sepsin. Stvaraju neprijatan miris. Histamin je vrlo otrovan. Najviše se stvara u ribljem mesu, zbog većeg sadržaja histidina. Biogeni amini su termostabilni i kuvanjem se ne mogu učiniti neškodljivim. Da bi dovele do trovanja, ove bakterije moraju da se razmnože u hrani u velikom broju, kako bi stvorile toliku količinu štetnih međuproizvoda koji će dovesti do trovanja. **Razgradnjom ugljenih hidrata** mikroorganizmi stvaraju CO₂, H₂, laktat, acetat, butirrat, izovalerat, etanol, propanol, butanol, diacetil, acetoin, butandiol, dekstran itd. Namirnice postaju sluzave, neprijatnog mirisa i ukusa. Najčešće fermentacije koje se odvijaju prilikom kvarenja hrane su buterna (maslačna) i miješane fermentacije. Mikroorganizmi **razgrađuju masti** do masnih kiselina, glicerola, aldehida, ketona itd. Pri tome dolazi do pojave užeglosti i stvaranja neprijatnog mirisa i ukusa tokom čuvanja hrane. Za peroksidaciju masti potrebni su faktori poput kiseonika, masti sa nezasićenim masnim kiselinama, svjetlost, visoke temperature i joni metala. Tako proizvedeni alkoholi, ketoni, aldehidi daju neprijatan miris i ukus. Oksidacijom masti nastaje acetyl CoA i masna kiselina kraća za 2C atoma. Neke gljive imaju lipoksidaze koje oksiduju nezasićene masne kiseline u hidroperoksid i na kraju u aldehide i ketone. Razgradnja lipida se može spriječiti smanjenjem izloženosti kiseoniku, dodavanjem antioksidanasa i snižavanjem temperature.

20.1.1.3. Uslovi za rast mikroorganizama kvarenja hrane

Mikroorganizmi kvara hrane zahtijevaju određene uslove za rast. Unutrašnji faktori koji djeluju u samoj hrani i spoljašnji faktori koji djeluju u sredini u kojoj se hrana proizvodi i čuva, utiču na njihovo razmnožavanje i pojavu kvara hrane. Rast bakterija kvara mesa zavisi od vrste bakterija, dostupnosti hranljivih materija, pH, temperature, vlage i prisustva gasova u atmosferi. Osim mikrobiološkog kvarenja, postoji i kvar hrane izazvan procesima oksidacije masti i autolitičkog enzimskog kvarenja. Rast mikroorganizama se zaustavlja na -12 °C. Međutim, enzimske reakcije, oksidativna užeglost i kristalizacija leda utiču na dalji proces kvara hrane. Mnogi mikroorganizmi rastu sporo ili uopšte ne rastu na niskim temperaturama, mnogi zahtijevaju visoku aktivnost vode, neki zahtijevaju kiseonik, druge kiseonik ubija. Neke metode kao što su zagrijavanje, hlađenje i dodavanje antimikrobnih jedinjenja se mogu koristiti za smanjenje rizika od pojave kvara hrane. Međutim, treba imati u vidu da ove tehnike često utiču negativno na organoleptičke karakteristike hrane i gubitak nutrijenata.

Često korišćeni konzervansi koji sprečavaju rast mikroorganizama su kuhinjska so, šećer, dekstroza, začini, sirće, askorbinska kiselina, benzojeva kiselina i njene soli, SO₂, soli sumporne kiseline, hloridi, nitriti, nitrati, sulfiti, sorbinska kiselina i njene soli, propionska kiselina i njene soli, mliječna kiselina i njene soli. Aktivnost vode je važan faktor jer utiče na rast, proizvodnju toksina, klijanje spora i otpornost mikroorganizama na dejstvo temperature. Sa smanjenjem aw, otpornost na dejstvo temperature raste. Gram pozitivne bakterije tolerišu nižu aktivnost vode (aw) od Gram negativnih bakterija. Mikroorganizmi najbolje rastu između vrijednosti aW od 0,980-0,995 i rast prestaje na aW < 0,900. Kvasci i plijesni mogu da rastu pri niskom aW od 0,6. Međutim, rast patogena je spriječen na aW od 0,85. Uopšteno posmatrajući, mikroorganizmi ne rastu pri aw manjoj od 0,60, a patogene mikroorganizme inhibira aw manja od 0,9, osim *Staphylococcus aureus*. Mnoge svježe namirnice imaju vrlo visoku aw vrijednost (0,98 – 0,99). Hrana sa niskim pH - kisela hrana podložna je kvaru kojeg izazivaju kvasci i plijesni, dok je hrana sa neutralnim pH podložnija kvaru od strane bakterija.

20.1.1.4. Osjetljivost pojedinih namirnica na kvarenje

Prema podložnosti kvaru, postoje stabilne - nekvarljive namirnice kao što su brašno i šećer, srednje stabilne namirnice kao što je jabuka - koja će se sačuvati od kvarenja ako se njom pravilno rukuje i ako se pravilno skladišti i kvarljive namirnice kao što su mlijeko i meso koje se lako kvare. Kategorizacija hrane prema stepenu kiselosti je data u tabeli 30.

Tabela 30. Kategorizacija hrane prema stepenu kiselosti

Stepen kiselosti	pH	Hrana
Visoka kiselost	pH < 4,5	Limun/malina
Srednja kiselost	pH 4,5 – 5,0	Hleb/sir
Slaba kiselost	pH 5,0 – 7,0	Mlijeko, meso, povrće
Alkalna sredina	pH > 7,0	Jaja

Raspon pH za rast različitih vrsta mikroorganizama je prikazan u tabeli 31:

Tabela 31. Raspon pH za rast različitih vrsta mikroorganizama

Mikroorganizmi	Minimalni pH	Optimalni pH	Maksimalni pH
Gram pozitivne bakterije	4.0	7.0	8.5
Gram negativne bakterije	4.5	7.0	9.0
Kvasci	2.0	4.0-6.0	8.3 – 9.0
Plijesni	1.5	7.0	11.0

Regulacijom atmosfere u ambalaži tokom skladištenja može se usporiti ili spriječiti rast nekih mikroorganizama. Pakovanje u modifikovanoj atmosferi (MAP) usporava rast patogena i mikroorganizama kvara. Međutim, mikroorganizmi su veoma prilagodljivi i zaobilaze postavljene barijere. Zato se u ovoj oblasti konstantno radi na unapređenju metoda za čuvanje hrane. Promjene

organoleptičkih osobina hrane od strane mikroorganizama koji izazivaju kvar hrane prikazani su u tabeli 32:

Tabela 32. Promjene organoleptičkih osobina hrane i mikroorganizmi koji ih uzrokuju:

<i>Ukus/aroma prilikom kvara</i>	<i>Vrsta hrane</i>	<i>Jedinjenje koje se stvara</i>	<i>Mikroorganizmi koji uzrokuju kvar</i>
Alkalan	Jaje, meso, riba	NH ₃ , H ₂ S	<i>Pseudomonas</i> , <i>Clostridium</i> , bakterije mliječne kiseline, <i>Bacillus</i>
Kiseo	Mliječni proizvodi, pivo, vino	Sirćetna, limunska i mliječna kiselina	Bakterije mliječne kiseline, <i>Bacillus</i> .
Alkoholni	Voćni sok	Etanol	Kvasac
Na bijeli luk	Povrće itd.	Trimetilarsin (organsko jedinjenje arsina)	Nepoznato
Voćni	Meso	Estar kratkolančanih masnih kiselina	<i>Pseudomonas</i>
Na krompir	Meso, jaje	2 metoksi 3 izopropil pirazin	<i>Pseudomonas</i>

20.1.1.5. Najznačajniji mikroorganizmi kvarenja hrane

Mikroorganizmi koji izazivaju kvar hrane su bakterije, kvasci i plijesni. Najznačajniji mikroorganizmi kvara hrane su *aerobne psihrotrofne gram-negativne bakterije, heterofermentativni laktobacili, bakterije koje stvaraju spore, kvasci i plijesni. Psihrotrofne bakterije* stvaraju velike količine ekstracelularnih hidrolitičkih enzima. Od nivoa kontaminacije hrane ovim bakterijama najviše zavisi rok upotrebe hrane. Psihrotrofne bakterije koje izazivaju kvar hrane mogu biti aerobne i fakultativno anaerobne. Aerobne su *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Flavobacterium* itd., dok su fakultativni anaerobi *Leuconostoc*, *Lactobacillus sakei*, *L. viridescens*, *L. curvatus* i dr. Pored psihrotrofnih, kvar hrane mogu izazvati i mezofilne i termofilne bakterije. Od gram negativnih mezofilnih mikroorganizama najčešće se nalaze koliformne bakterije kao što su *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Serratia*, *Hafnia*, *Erwinia* itd. Takođe se često mogu naći i gram pozitivne bakterije koje stvaraju spore iz rodova *Bacillus* i *Clostridium*. Termorezistentni psihotrofi su fakultativno anaerobni sporogeni mikroorganizmi kao što su *Bacillus coagulans*, *B. megaterium* i anaerobni sporogeni mikroorganizmi kao što su vrste roda *Clostridium*. Acidofilne bakterije rastu u hrani čiji je pH 4,6 ili manji i mogu pokvariti voćni sok, kisele krastavce, fermentisanu kobasicu itd. Acidofilne bakterije su bakterije mliječne kiseline - LAB, dok alkalofilne bakterije uključuju *Vibrio cholerae*. Bakterije mliječne kiseline kao što su *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* uzrokuju kiseljenje hrane i mogu da rastu i na niskim temperaturama.

Plijesni zahtijevaju vlažne uslove i temperaturu od 20-40 °C. Aktivne su na temperaturi hlađenja, a uništavaju se temperaturom preko 70 °C. Za rast im odgovara kisela sredina. Hrana u kojoj se razmnožavaju plijesni nije bezbjedna za konzumaciju. Bez obzira što plijesni rastu na površini, štetne supstance koje proizvode mogu biti prisutne u cjelokupnoj hrani. Rast plijesni je praćen

proizvodnjom enzima koji razgrađuju hranu i uzrokuju kvarenje. Osim toga, plijesni proizvode i mikotoksine. **Kvasci** mogu da rastu sa ili bez kiseonika (fakultativno anaerobni). Postoje četiri glavne grupe kvasaca koje izazivaju kvar: rod *Zygosaccharomyces* koji toleriše visoku koncentraciju šećera i soli i uobičajeni su organizmi kvarenja hrane kao što su med, sušeno voće, džemovi i soja sos. Obično rastu sporo, proizvodeći neprijatne mirise i ukuse i ugljendioksid koji može dovesti do nadimanja i pucanja posude sa hranom. *Debaryomyces hansenii* može da raste pri koncentraciji soli i do 24%. Kvasci *Saccharomyces spp.* najpoznatiji su po svojoj ulozi u proizvodnji hleba i vina, ali neki sojevi dovode do kvara vina i drugih alkoholnih pića - stvarajući gas, zamućenje i neprijatne mirise. Kvasci roda *Candida* su heterogena grupa gljiva, od kojih neki uzrokuju i infekcije ljudi. Učestvuju u kvarenju voća, povrća i mliječnih proizvoda. Kvasci roda *Brettanomyces* su uglavnom uključeni u kvarenje fermentisane hrane. Oni proizvode isparljiva fenolna jedinjenja neprijatnog mirisa.

20.1.1.6. Najčešći uzročnici kvarenja hrane animalnog porijekla

Kada je u pitanju **hrana animalnog porijekla**, crijevni trakt i koža životinje su glavni izvori mikroorganizama. **Sastav mikroflora u mesu** zavisi od različitih faktora: uzgojne prakse prije klanja (da li je u pitanju slobodni ili intenzivni uzgoj), starosti životinje u vrijeme klanja, rukovanja tokom klanja i prerade, temperature tokom klanja, prerade i distribucije, metoda čuvanja, vrste pakovanja, rukovanja i skladištenja potrošača. Od plijesni se nalaze rodovi *Cladosporium*, *Sporotrichum*, *Geotrichum*, *Penicillium* i *Mucor*, a od kvasaca *Candida spp.*, *Cryptococcus spp.* i *Rhodotorula spp.* Od bakterijskih vrsta se javljaju *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Sarcina*, *Lactobacillus*, *Salmonella*, *Escherichia*, *Clostridium* i *Bacillus*. Veći pH mesa (6,4-6,8) uzrokuje pojavu tamnog, tvrdog i suvog mesa. Do ove pojave dovodi dugotrajni stres životinje i takvo meso ima kraći rok trajanja. Jak kratkotrajni stres uzrokuje pojavu blijedog, mekog i vodenastog mesa. Blijedo meko vodenasto meso ima niži pH u odnosu na normalno meso (krajnja gornja granica je 6,2 na kojoj dolazi do razgradnje proteina), što pruža povoljne uslove za rast bakterija. Takođe se u mesu može naći *Enterococcus spp.* Gram-negativne psihrotrofne bakterije iz familije *Enterobacteriaceae* su često prisutne na rashlađenom mesu i proizvodima od mesa. Povoljan pH za rast bakterija koje izazivaju kvar mesa je 5,5-7,0. Formiranje sluzi, strukturna degradacija komponenti, mane mirisa i izgleda su promjene u mesu koje se javljaju u pomenutom pH rasponu. Metilamin, dimetilamin i trimetilamin se često stvaraju tokom bakterijskog kvara. Mikroorganizmi razgradnjom hranljivih materija mesa proizvode masne kiseline, ketone, alkohole, razne voćne i slatke mirise, vodonik sulfid, metilsulfid i dimetilsulfid, sumpor. Diamini, kadaverin i putrescin su indikatori kvara mesa. Antimikrobna jedinjenja daju dobru zaštitu mesa u kombinaciji sa hlađenjem. *Acinetobacter* raste na pH 3,3. *Acinetobacter* i *Psychrobacter* su dominantne bakterije na trupovima živine i izolovane su iz pokvarenog mesa i ribe. *Alcaligenes* je kontaminant mliječnih proizvoda i mesa i izolovan je iz užeglog maslaca i mlijeka. Ove bakterije se prirodno nalaze u digestivnom traktu nekih životinja, kao i u zemljištu i vodi. *Flavobacterium* se široko nalazi u okolini i u rashlađenoj hrani, posebno mliječnim proizvodima, ribi i mesu. Koristi lipaze i proteaze za proizvodnju neprijatnih mirisa u maslacu, margarinu, siru, kajmaku i drugim proizvodima sa mliječnim sastojcima. *Brochothrix* je izolovan iz mesa, ribe, mliječnih proizvoda i smrznutog povrća. Tokom kvarenja proizvodi kiseo i pljesniv miris.

Kvar ribe je najčešće mikrobiološkog porijekla. Međutim, autooksidacija ili enzimska hidroliza masti, mogu takođe dovesti do kvara ribe. Mišićno tkivo ribe je sterilno nakon ulova, ali se brzo kontaminira bakterijama sa površine tijela, iz digestivnog trakta, opreme i ljudi koji manipulišu ribom. Tokom skladištenja na niskoj temperaturi dolazi do promjena u sastavu prisutne mikroflora. Psihrotrofni mikroorganizmi *Shewanella* i *Pseudomonas* su dominantno prisutni nakon 1-2 nedelje skladištenja. Pri višim temperaturama (+25 °C) dominantnu mikrofloru čine mezofilne bakterije iz familije *Vibrionaceae*, a ako je riba ulovljena u zagađenoj vodi, bakterije iz familije *Enterobacteriaceae*. *Shewanella putrefaciens* uzrokuje stvaranje vrlo neprijatnog mirisa, jer redukuje

trimetilaminoksid (TMAO) do trimetil amina (TMA) i utiče na stvaranje H₂S. U ribi upakovanoj u prisustvu velike koncentracije CO₂ značajno je inhibiran rast *Shewanella putrefaciens*. S druge strane, bakterija kvara ribe *Photobacterium phosphoreum* je rezistentna na prisustvo ugljendioksida. Ovaj mikroorganizam redukuje TMAO u TMA 10-100 puta više nego *Shewanella putrefaciens*. *Photobacterium* može da raste i proizvodi trimetilamin u ribama čuvanim u ledu, u vakuum pakovanju. Za ribu koja se pakuje u anaerobnoj sredini osnovni mikrobiološki rizik predstavlja *Cl. botulinum*, a za ribu upakovanu u modifikovanoj aerobnoj atmosferi skladištenoj na temperaturi ispod 10 °C glavni mikrobiološki rizik je *Listeria monocytogenes*. Amonijak nastaje dezaminacijom proteina, peptida i aminokiselina od strane bakterija i autolitičkom razgradnjom adenozin-monofosfata (AMP). Bakterije rodova *Acinetobacter*, *Psychrobacter*, *Flavobacterium*, *Brochothrix*, *Moraxella* su takođe izolovane kao uzročnici kvara ribe.

Mlijeko je odličan medijum za rast različitih bakterija. Bakterije kvara mogu kontaminirati mlijeko na farmi iz okoline ili opreme za mužu, iz opreme u pogonima za preradu, zaposlenih ili iz vazduha. Bakterije mliječne kiseline obično preovladavaju u sirovom mlijeku i razmnožavaju se ako se mlijeko adekvatno ne ohladi. Kada populacija bakterija mliječne kiseline dostigne broj oko 10⁶ cfu/ml, u mlijeku se razvijaju neprijatni mirisi zbog proizvodnje mliječne kiseline i drugih jedinjenja. Pasterizacija ubija psihrofilne i mezofilne bakterije (LAB), ali vrste otporne na toplotu (*Alcaligenes*, *Microbacterium*, *Bacillus* i *Clostridium*) preživljavaju i mogu kasnije uzrokovati kvarenje mlijeka i mliječnih proizvoda. Neposredno nakon pasterizacije, broj bakterija je obično <1000 cfu/ml. Pored toga, nakon pasterizacije dolazi do kontaminacije mlijeka, posebno vrstama roda *Pseudomonas* i nekim gram pozitivnim psihrofilima. Tvrdi i polutvrdi sirevi imaju nizak sadržaj vlage (<50%) i pH ~5,0, što ograničava rast nekih mikroorganizama. Neke koliformne bakterije i *Clostridium spp.* koje izazivaju kasno nadimanje sira mogu da rastu u ovim uslovima, kao i neke plijesni. Do kvara mekih sireva sa višim pH 5,0-6,5 i sadržajem vlage od 50-80% mogu dovesti *Pseudomonas*, *Alcaligenes* i *Flavobacterium*. *Clostridium sporogenes* je nađen u pokvarenom topljenom siru, gdje stvara rupe ispunjene gasom i neprijatnog je mirisa. Kvasci i plijesni su glavni mikroorganizmi kvara u fermentisanim mliječnim proizvodima (jogurt, pavlaka i mlačenica) jer veća kiselost ovih proizvoda inhibira mnoge bakterije. *Pseudomonas*, kvasci i plijesni mogu dovesti do kvara maslaca. Iz mlijeka i mliječnih proizvoda najčešće izolovani uzročnici kvara su gram negativne bakterije *Pseudomonas spp.* i koliformne bakterije. Gram pozitivne sporogene bakterije *Bacillus* i *Clostridium spp.*, bakterije mliječne kiseline, korinebakterije, *Brochothrix*, kvasci i plijesni, takođe mogu biti uzročnici kvarenja mlijeka i mliječnih proizvoda.

20.1.1.7. Supstance i metode koje inhibiraju rast mikroorganizama u mesu

Neke bakterije inhibira koncentracija soli oko 2%, dok u 20% rastvoru NaCl mogu da rastu neki kvasci. Neki mikroorganizmi su veoma tolerantni na visoke koncentracije soli kao što su rodovi *Micrococcus* i *Bacillus*. Nitriti se u konzerviranju mesa koriste u obliku natrijum nitrita ili kalijum nitrita. Nitriti obezbjeđuju stabilizovanu crvenu boju mesa, aromu suhomesnatih proizvoda i usporavaju pojavu užeglosti. Sprečavaju stvaranje toksina od strane *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus* i *Yersinia enterocolitica* koji rastu u anaerobnoj sredini u vakuum pakovanjima. Natrijum nitrit u koncentraciji od 200 mg/kg i pH od 6,0 usporava rast *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus* i *Pseudomonas* vrste u mesu. Mliječna kiselina je pokazala antimikrobna svojstva protiv mnogih patogenih organizama kao npr. protiv *Clostridium botulinum* zbog svoje sposobnosti redukcije pH. *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* i *Aeromonas hydrophila* inhibira 3% rastvor mliječne kiseline na 4 °C. Bakterije mliječne kiseline su uspješne u sprečavanju naseljavanja nepoželjnih mikroorganizama u hrani jer proizvode više supstanci, kao što su mliječna kiselina, sirćetna kiselina, acetoin, diacetil, vodonik peroksid, reuterin i bakteriocini. Prirodno prisutne bakterije mliječne kiseline u mesu su *Carnobacterium piscicola*, *Carnobacterium divergens*, *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. mesenteroides*, *Leuconostoc gelidum* i

Leuconostoc carnosum. *Leuconostoc gelidum* ima brz baktericidni efekat na sojeve *Listeria monocytogenes*. Rast *S. enteritidis* je značajno usporen proizvodnjom mliječne kiseline od strane bakterija mliječne kiseline. Benzojeva kiselina i natrijum benzoat se takođe koriste kao konzervansi u mesnoj industriji. Nedisosovani molekuli benzojeve kiseline imaju antibakterijsko dejstvo. Sorbinska kiselina (2,4-heksadienska) i njene soli se široko koriste u cijelom svijetu kao konzervansi za meso, u cilju sprečavanja rasta bakterija, plijesni i kvasaca. Koncentracija od 0,3% sorbata u hrani može biti dovoljna za inhibiciju rasta mikroorganizama. Zamrzavanjem ne može da se spriječi kvar, pa se hemijske metode čuvanja u kombinaciji sa hlađenjem koriste da bi se sačuvao kvalitet proizvoda. Od aditiva koji inhibiraju oksidaciju lipida u mesu mogu da se koriste fosfati. Fosfati imaju sposobnost usporavanja rasta mikroorganizama jer vezuju jone teških metala. Neophodno je čuvati meso na temperaturi nižoj od 4 °C neposredno nakon klanja, tokom transporta, skladištenja, jer je to kritična tačka za higijenu mesa, bezbjednost, rok upotrebe i kvalitet hrane.

20.1.1.8. Najčešći uzročnici kvarenja hrane biljnog porijekla

Glavni izvori mikroorganizama u povrću su zemlja, voda, vazduh i dr. Svježe povrće je prilično bogato ugljenim hidratima (5% ili više), proteinima (oko 1 do 2%) i, osim paradajza, imaju visok pH. Mikroorganizmi brže rastu u oštećenom ili rezanom povrću. Prisustvo vazduha, visoka vlažnost i viša temperatura tokom skladištenja povećavaju mogućnost pojave kvara. **Kvar povrća** često uzrokuju plijesni iz rodova *Penicillium*, *Phytophthora*, *Alternaria*, *Botrytis* i *Aspergillus*. Od bakterijskih rodova, najznačajnije su vrste *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Bacillus* i *Clostridium*. Mikrobiološko kvarenje povrća se često opisuje kao trulež, pa prema spoljašnjem izgledu postoji crna trulež, siva trulež, ružičasta trulež, meka trulež, trulež stabljike i dr. Povrće je dobar izvor nutrijenata za mikroorganizme kvara zbog svog skoro neutralnog pH i visoke aktivnosti vode. Do kvara ne dovode samo mikroorganizmi koji uzrokuju biljne bolesti, već i oni koji koriste mehanička oštećenja na biljci nastala tokom hlađenja. *Erwinia carotovora* je najčešća bakterija kvara i otkrivena je gotovo u svakoj vrsti povrća. Može da raste i na temperaturi hlađenja. Bakterijsko kvarenje dovodi prvo do omekšavanja biljnog tkiva jer se razgrađuju pektini koji se na kraju pretvaraju u sluzavu masu. Skrob i šećeri se metabolišu do mliječne kiseline i etanola pri čemu se stvaraju neprijatni mirisi i ukusi. Pored *E. carotovora*, *Pseudomonas spp.*, *Xanthomonas* i bakterije mliječne kiseline su važne bakterije kvara povrća. Plijesni rodova *Rhizopus*, *Alternaria* i *Botrytis*, uzrokuju različite vrste truleži povrća. Neke vrste roda *Aspergillus* napadaju luk.

Plijesni su tolerantne na kisele uslove i nisku aktivnost vode i učestvuju **u kvarenju agruma, jabuka, krušaka i drugog voća**. *Penicillium*, *Botrytis* i *Rhizopus* se često izoluju iz pokvarenih plodova. *Erwinia* i *Xanthomonas* mogu posebno predstavljati problem za svježe rezano upakovano voće. Voćni sokovi uglavnom imaju relativno visok nivo šećera i nizak pH, što pogoduje rastu kvasaca, plijesni i nekih bakterija otpornih na kiseline. Kvarenje se može manifestovati u vidu površinskih končastih navlaka, zamućenja, gubitka ukusa i dr. Nedostatak kiseonika u flaširanim i konzerviranim pićima ograničava rast plijesni. Kvasci iz rodova *Saccharomyces* i *Zygosaccharomyces* su otporne na termičku obradu i mogu dovesti **do kvara sokova**. *Alicyclobacillus spp.*, acidofilne i termofilne sporogene bakterije su značajni mikroroganizmi kvara i izazivaju neprijatne mirise u pasterizovanim sokovima. *Propionibacterium cyclohexanicum* je otporan na kiselu sredinu, ne stvara spore, preživljava pasterizaciju i zato se može naći u pasterizovanim voćnim sokovima. Bakterije mliječne kiseline mogu dovesti do kvara sokova od pomorandže i paradajza, kao i *Pseudomonas* i enterobakterije. Ove bakterije nisu toliko otporne na toplotu, ali usljed naknadne kontaminacije nakon pasterizacije mogu dovesti do kvarenja.

20.1.1.9. Promjene teksture hrane i mikroorganizmi koji ih izazivaju

Promjene teksture hrane i mikroorganizmi koji ih izazivaju prikazani su u tabeli 33.

Tabela 33. Promjene teksture hrane i mikroorganizmi koji ih izazivaju

<i>Tekstura</i>	<i>Hrana</i>	<i>Hemijski ili biohemijski uzroci</i>	<i>Mikroorganizmi</i>
Sluzava	Meso, konditorski proizvodi	Polisaharidi	<i>Pseudomonas</i> , <i>Leuconostoc</i> , <i>Bacillus</i>
Končasta	Hleb, mlijeko	Polisaharidi	<i>Alcaligenes</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Leuconostoc</i>
Rupičasta	Tvrđi sir	Proizvodnja gasa	Koliformne bakterije
Omekšavanje ili truljenje	Voće i povrće	Pektinaza, celulaza, ksilanaza	<i>Erwinia</i> , <i>Clostridium</i>
Grušanje	Mlijeko, meso	Proizvodnja kiseline	Kvasac, bakterije mliječne kiseline

20.1.1.10. Promjena boje hrane i mikroorganizmi koji ih izazivaju

Promjena boje hrane i mikroorganizmi koji ih izazivaju prikazani su u tabeli 34.

Tabela 34. Promjena boje hrane i mikroorganizmi koji ih izazivaju

Promjena	Mikroorganizam
Crvene tačke	<i>Lactobacillus plantarum</i>
Smeđa boja	<i>P. nigrofaciens</i>
Crnjenje	<i>Lactobacillus viridescens</i>
Ljubičasta boja	<i>Halobacterium</i>
Zelenkasta boja	<i>Pseudomonas</i>
Plavkasto zelena boja	<i>Penicillium</i>
Roza boja	<i>Rhizopus</i> , <i>Serratia</i>

20.1.1.11. Proizvodi različitih tipova fermentacije hrane od strane mikroorganizama

Proizvodi različitih tipova fermentacije hrane od strane mikroorganizama prikazani su u tabeli 35.

Tabela 35. Proizvodi različitih tipova fermentacije hrane od strane mikroorganizama

<i>Fermentacija</i>	<i>Proizvod</i>
Alkoholna	Etanol, ugljendioksid
Homofermentativna mliječna fermentacija	Mliječna kiselina
Heterofermentativna mliječna fermentacija	Mliječna kiselina, sirćetna kiselina, etanol, CO ₂
Propionska	Propionska kiselina, sirćetna kiselina, CO ₂ .
Buterna	Maslačna kiselina, CO ₂ , H ₂ .
Miješana	Mliječna kiselina, sirćetna kiselina, H ₂ , etanol, CO ₂ , butandiol, mravlja kiselina

20.1.1.12. Plijesni koje najčešće izazivaju bolesti biljaka

Plijesni koje najčešće izazivaju bolesti biljaka su prikazane u tabeli 36:

Tabela 36. Plijesni koje najčešće izazivaju bolesti biljaka

Plijesni	Bolest	Biljka
<i>Alternaria</i>	Trulež stabljike, crna trulež, smeđa do crna trulež	Agrumi, jabuka, sl.
<i>Aspergillus</i>	Crna trulež	Breskva, citrusi
<i>Botrytis</i>	Siva trulež	Šargarepa, zelena salata, kupus, jabuka, kruške, grožđe, agrumi itd.
<i>Cladosporium</i>	Crne tačke	Ovčije meso
<i>Mucor</i>	Crne tačke	Ovčije meso
<i>Geotrichum</i>	Kisela trulež	Agrumi (narandža, limun)
<i>Fusarium</i>	Suva trulež	Paradajz, krastavac
<i>Penicillium</i>	Plava i zelena trulež	Jabuke, grožđe, kruške
<i>Colletotrichum</i>	Smeđe, crne mrlje (tačke)	Mango, papaja
<i>Phytophthora</i>	Smeđa trulež	Paradajz, krompir
<i>Pythium</i>	Curenje pamuka	Krastavac, mahunarke
<i>Peronospora</i>	Peronospora	Luk, <i>Brassica</i>
<i>Rhizopus</i>	Meka trulež, vodena meka trulež	Mahunarke, šargarepa, jabuke, smokve

Ostale plijesni koje dovode do kvarenja hrane su iz rodova *Trichothecium*, *Cephalosporium*, *Diplodia*, *Neurospora*, *Cephalosporium* i *Chrysosporium*. Kvasci mogu da rastu u vrlo kiseloj sredini i pri visokoj koncentraciji alkohola i šećera. Neki kvasci imaju kolonije crvene ili ružičaste boje.

20.1.1.13. Najznačajniji kvasci za kvarenje hrane

Neki od najznačajnijih vrsta kvasaca za kvarenje hrane su prikazani u tabeli 37:

Tabela 37. Najznačajnije vrste kvasaca koji izazivaju kvar hrane

Kvasac	Hrana
<i>Candida</i>	Živina, urme, ananas
<i>Cryptococcus</i>	Jagode
<i>Hanseniaspora</i>	Smokva, paradajz, jagoda, urme, smokva, agrumi
<i>Kluyveromyces</i>	Voće i sir
<i>Pichia</i>	Svježa riba, škampi, masline, paradajz
<i>Rhodotorula</i>	Živina, škampi, masline, površina maslaca.
<i>Saccharomyces</i>	Paradajz sos, majonez, preliv za salatu, bezalkoholno piće, voćni sok, maslina, urme, smokva
<i>Trichosporon</i>	Škampi, živina
<i>Zygosaccharomyces</i>	Majonez, preliv za salatu
<i>Torulopsis</i>	Kiseli kupus, krastavac, smokva

20.1.1.14. Vrste bakterija koje rastu na ili ispod 7 °C

Bakterijski rodovi koji sadrže vrste koje rastu na ili ispod 7 °C prikazani su u tabeli 38:

Tabela 38: Prikaz bakterijskih rodova koji sadrže vrste koje rastu na ili ispod 7 °C

Bakterijski rodovi koji sadrže vrste koje rastu na ili ispod 7 °C (Lec. 4 Food Microbiology Dr. Jehan Abdul Sattar)	
<i>Acinetobacter</i>	<i>Bacillus</i>
<i>Aeromonas</i>	<i>Brevibacterium</i>
<i>Alcaligenes</i>	<i>Brochothrix</i>
<i>Alteromonas</i>	<i>Carnobacterium</i>
<i>Cedecea</i>	<i>Clostridium</i>
<i>Chromobacterium</i>	<i>Corynebacterium</i>
<i>Citrobacter</i>	<i>Deinococcus</i>
<i>Enterobacter</i>	<i>Enterococcus</i>
<i>Erwinia</i>	<i>Kurthia</i>
<i>Escherichia</i>	<i>Lactobacillus</i>
<i>Flavobacterium</i>	<i>Lactococcus</i>
<i>Halobacterium</i>	<i>Leuconostoc</i>
<i>Hafnia</i>	
<i>Klebsiella</i>	
<i>Moraxella</i>	
<i>Morganella</i>	
<i>Photobacterium</i>	
<i>Pantoea</i>	
<i>Proteus</i>	
<i>Providencia</i>	
<i>Pseudomonas</i>	
<i>Psychrobacter</i>	
<i>Salmonella</i>	
<i>Serratia</i>	
<i>Shewanella</i>	
<i>Vibrio</i>	
<i>Yersinia</i>	

20.1.1.15. Bakterije koje izazivaju kvarenje hrane

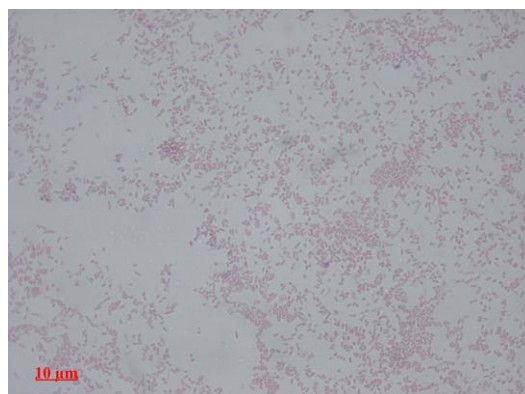
Rod *Flavobacterium*

Flavobacterium je rod gram-negativnih, nepokretnih ili pokretnih, štapićastih bakterija kojem pripada oko 130 vrsta. Ova rod je pripada familiji *Flavobacteriaceae*, redu *Flavobacteriales*, klasi *Flavobacteria*, razdjelu *Bacteroidota*, carstvu *Bacteria*. Ne formiraju spore, striktno su aerobne, kreću se klizeći, stvaraju pigmente. Široko su rasprostranjene u prirodi. Izolovane su iz različitih sredina, kao što su bolesne ribe, slatke vode, riječni sedimenti, morska voda i morski sedimenti, zemljište, glečeri i antarktička jezera. Bakterije roda *Flavobacterium* su fiziološki različite - mogu biti psihrofilne, psihrotolerantne, mezofilne, kao i halofilne, halotolerantne ili osjetljive na soli. Većina vrsta su halotolerantne. Flavobakterije su uglavnom bezopasne po zdravlje, ali neke mogu biti oportunistički (uslovni, fakultativni) ili pravi patogeni biljaka, riba i ljudi. Često se izoluju iz pokvarenih jaja, dovodeći do promjene konzistencije, pojave koagulacije, mirisa na fekalije i drugih neprijatnih mirisa. Izolovani su i iz pokvarenih jaja zelene boje, koja liče na pokvorena jaja u slučaju

kontaminacije sa bakterijama iz roda *Pseudomonas*. U žumancetu se razvija miris ribe, sumpora ili amonijaka.

Rod *Proteus*

Bakterije iz roda *Proteus* su svrstane u familiju *Enterobacteriaceae*, red *Enterobacteriales*, klasu *Gammaproteobacteria*, razdio *Pseudomonadota*. To su aerobni i fakultativno anaerobni gram negativni štapići koji su široko rasprostranjeni u životnoj sredini (slika 25.). Temperatura pasterizacije ih uništava. Pri razgradnji proteina u siru mogu da stvaraju biološki aktivne amine. Nalaze se kao normalni stanovnici digestivnog trakta, ali mogu biti oportunistički patogeni kod ljudi. Nalaze se u gastrointestinalnom traktu životinja i ljudi, koži i sluznici usta, u izmetu, zemljištu, vodi, biljkama, odakle dolazi do kontaminacije hrane. *Proteus* uzrokuje kvarenje hrane - sirovog mesa, mlijeka, morskih plodova, povrća, konzervirane hrane. Nalaz *Proteus spp.* u hrani ukazuje na lošu higijenu tokom pripreme hrane. Njihova veličina je 0,4–0,8 µm u prečniku i 1,0–3,0 µm u dužini. Ime su dobili na osnovu njihove sposobnosti da mijenjaju morfologiju kolonija. Ne stvaraju spore. Rastu na temperaturama od 10 do 43 °C, a optimalna temperatura za njihov rast je 25 °C. Posjeduju peritrihijalne flagele i imaju sposobnost kretanja u vidu rojenja – tj. prerastanja čvrste podloge, odnosno širenja kolonija od centra prema periferiji. Pojava rojenja nastaje usljed produžavanja bakterijskih ćelija 20 do 50 puta i povećanja broja flagela za više od 50 puta. Rojenje se javlja na temperaturi između 20 i 37 °C. *Proteus* vrste razgrađuju organske materije, dezaminišu aminokiseline, hidrolizuju ureju, razlažu proteine. Proizvode vodonik sulfit, vrše likvefakciju želatina. Stvaraju hemolizine. Ovaj rod obuhvata pet vrsta: *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Proteus penneri*, *Proteus myxofaciens* i *Proteus hauseri*. Vrste roda *Proteus* mogu izazvati infekcije rana, sepsu, zapaljenje pluća, najčešće kod bolničkih pacijenata. *Proteus mirabilis* je dominantna vrsta iz roda *Proteus* koja izaziva infekcije ljudi. Oko 25% ljudi ima *P. mirabilis* u crijevima. Široko je rasprostranjen u zemljištu i vodi. Fermentiše glukozu, ali ne fermentiše laktozu. Izaziva infekcije urinarnog trakta. Stvara enzim ureazu koji hidrolizuje ureju do amonijaka, što čini mokraću baznom. Alkalnost mokraće utiče na stvaranje kristala kalcijum karbonata i bubrežnog kamenca, što za posljedicu ima oštećenje bubrega. *Proteus vulgaris* takođe može da izazove infekcije urinarnog trakta, zatim zapaljenje uha, oka itd.



Slika 25. *Proteus mirabilis*, gramnegativni štapići, pod uveličanjem 1000x
https://www.wikilectures.eu/w/Proteus#/media/File:Proteus_mirabilis.jpg

Rod *Cedecea*

Bakterijski rod *Cedecea* je svrstan u familiju *Enterobacteriaceae*. Naziv ovog roda je izveden od skraćenice CDC (Centar za kontrolu bolesti, čiji su naučnici otkrili prve članove ovog roda). To su gram negativne bakterije, štapićaste, pokretne, nekapsulirane i ne stvaraju spore. Imaju sličnih osobina sa bakterijama roda *Serratia*, kao što su sposobnost da razlažu masti, otpornost na kolistin

i cefalotin. Proizvode gas iz glukoze. Neke vrste mogu da uzrokuju bakterijemiju i upalu pluća. Spada u koliformne bakterije. Koliformi se definišu kao aerobne ili fakultativno anaerobne, gram negativne asporogene štapićaste bakterije koje fermentišu laktozu do kiseline i gasa tokom 48h na 35 °C. Ranije su koliformima smatrale samo bakterije rodova *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter* i *Enterobacter*. Danas se preko 20 bakterijskih rodova klasifikuju u koliforme. Otkrivanje koliforma je veoma važno u prehrambenoj industriji, jer su pokazatelji higijene. Psihrotolerantne koliformne bakterije - rastu na temperaturama frižidera su poseban problem, jer njihovim rastom, lipolitičkim i proteolitičkim enzimima dovode do nepoželjnih senzornih karakteristika proizvoda. Neke od njih psihrotolerantnih koliformnih bakterija su rodovi *Enterobacter*, *Hafnia*, *Citrobacter*, *Serratia*, *Raoultella*, *Kluyvera*, *Pantoea*, *Cedecea*. Proteaze i lipaze koje proizvode psihrotrofne bakterije imaju sačuvanu aktivnost i nakon termičke obrade na 70, 80 ili 90 °C, pri čemu su proteaze još stabilnije od lipaza. Zbog toga su ovi enzimi veliki problem za prehrambenu industriju.

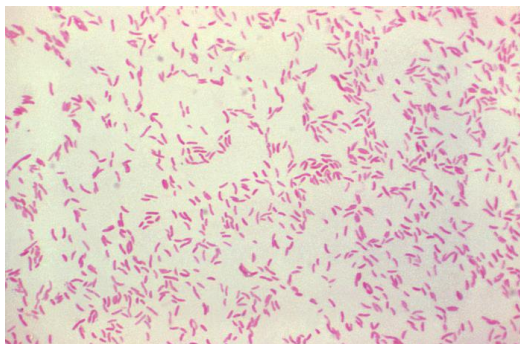
Rod *Kluyvera*

Bakterije roda *Kluyvera* su svrstane u familiju *Enterobacteriaceae*, red *Enterobacteriales*, klasu *Gammaproteobacteria*, razdio *Pseudomonadota*. To su gram negativni štapići koji imaju peritrihe flagele koje im omogućavaju kretanje. Katalaza su pozitivne, oksidaza negativne, rastu na McConkey agaru, fermentišu glukozu, pozitivne su na indol i metil crveno test, Vogues Proskauer negativne, citrat pozitivne, H₂S negativne, ureaza negativne, arginin dihidrolaza negativne, lizin pozitivne. Kolonije su slične *E. coli*, ali su suvlje i hrapavije. Neke vrste mogu uzrokovati bakteriemiju, infekcije mekih tkiva, intraabdominalne apscese kod osoba sa oslabljenim imunitetom. Izolovane su iz mlijeka, kanalizacije, zemlje, vode, hrane, voćne mušice. Svrstana je u psihrotolerantne koliformne bakterije. Mogu izazvati kvar hrane. Izolovana je iz pokvarene sardine. Svojim metabolizmom dovodi do stvaranja histamina.

Rod *Pseudomonas*

Bakterije ovog roda su svrstane u familiju *Pseudomonadaceae*, red *Pseudomonadales*, klasa *Gammaproteobacteria*, razdio *Pseudomonadota*. Široko su rasprostranjene u životnoj sredini, zemljištu, slatkim i slanim vodama. Mogu da koriste različite izvore ugljenika kao što su prosti i složeni ugljeni hidrati, alkoholi, aminokiseline, pa tako mogu da opstanu i razmnožavaju se u svakom vlažnom okruženju koje sadrži i najmanje količine organskih jedinjenja. To su gram negativne štapićaste bakterije, striktini su aerobi, oksidaza i katalaza pozitivni (slika 26.). Kreću se uz pomoć 1-3 polarne flagele. Ne fermentišu glukozu, ali je oksidišu. Rodu *Pseudomonas* pripada preko 260 vrsta, od kojih su većina saprofiti. Izraženi su proteoliti i lipoliti, zbog čega dovode do kvara hrane. Razlažu organske materije uz pojavu gasa neprijatnog mirisa, stvaranja toksičnih jedinjenja, što mnoge namirnice čini štetnim po zdravlje. Mogu da se razmnožavaju na površini mesa, pri čemu stvaraju sluzave naslage. Zbog uvođenja mašinske muže i produženog čuvanja ohlađenog sirovog mlijeka, ova bakterija dovodi do pojave mana mlijeka. Mane se manifestuju pojavom gorkog ukusa mlijeka, sivkaste boje, rjeđom konzistencijom mlijeka. Razmnožavaju se pri temperaturama 4-43 °C, a optimalna temperatura je 25 °C. Nalaz ovih bakterija u pasterizovanom mlijeku ukazuje na nepravilno izvedenu pasterizaciju ili rekontaminaciju pasterizovanog mlijeka. Neke vrste roda *Pseudomonas* mogu izazvati oportunističke infekcije ljudi koje se manifestuju pojavom endokarditisa, pneumonije, infekcija urinarnog trakta, centralnog nervnog sistema, rana, očiju, ušiju, kože i mišićno-koštanog sistema. *P. aeruginosa* je naročito značajan uzročnik infekcija kod ljudi. Ova bakterija je široko zastupljena u životnoj sredini, naročito u vlažnim sredinama. Rijetko uzrokuje bolest kod zdravih osoba, ali predstavlja veliku opasnost za pacijente oboljele od kancera. Visok mortalitet ovih pacijenata je posljedica oslabljene odbrane domaćina, velike otpornosti bakterija na antibiotike i proizvodnje ekstracelularnih enzima i toksina od strane ove bakterije. *P. aeruginosa* stvara nekoliko različitih hemolizina, leukocidin, enzim elastazu (koja razlaže elastin), toksin A,

egzopolisaharide, pigmente pirocjanin i fluorescein, ekstracelularne proteaze (neke od njih razlažu kazein). Način infekcije bolesnika je preko kontaminiranih ruku, pribora, kontaminirane hrane i vode. Veoma su otporni na dejstvo velikog broja dezinficijensa i antibiotika.



Slika 26. *Pseudomonas* spp.,
<https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=17372>

Rod *Serratia*

Bakterije roda *Serratia* su svrstane u familiju *Yersiniaceae*. Ranije su pripadale familiji *Enterobacteriaceae*. To su gram negativne, fakultativno anaerobne štapičaste bakterije. Kreću se peritrihim flagelama. Postoji oko 19 vrsta ovog roda. Neke od njih su: *S. aquatilis*, *S. entomophila*, *S. liquefaciens*, *S. marcescens*, *S. rubidaea*, *S. odoriferae*, *S. oryzae* i dr. Dužine su 1-5 μm , ne stvaraju spore. To su uglavnom saprofitske bakterije, izuzetno neke vrste mogu biti patogene. Mogu se naći u vodi, zemljištu, biljkama, životinjama, hrani. Optimalan rast *Serratia* je pri pH 9 i temperaturama u rasponu od 20 do 37 °C. Samo *S. marcescens* i *S. rubidaea* ne rastu na 4 °C. Katalaza su pozitivne. Laktozu sporo fermentišu. Neke vrste stvaraju karakterističan crveni pigment, prodigiozin. Razlikuju se od enterobakterija po sposobnosti da stvaraju tri enzima: DN-azu, lipazu i želatinazu. *S. marcescens* je oportunistički patogen ljudi i životinja. Može uzrokovati infekcije urinarnog trakta, pneumoniju, endokarditis najčešće kod osoba sa oslabljenim imunitetom. *S. marcescens* se često može naći na tuševima, WC šoljama, vlažnim pločicama u vidu ružičastog do crvenog biofilma. Osim *S. marcescens* i neke druge vrste kao što su *S. liquefaciens*, *S. rubidaea* i *S. odoriferae* uzrokuju infekcije ljudi kao što su osteomijelitis i endokarditis. U mlijeku se najčešće nalazi *Serratia marcescens*. Na mlijeku, pavlaci i kori sira stvara ružičaste i crvene kolonije. Za razliku od drugih gram negativnih bakterija, razlaže kazein. U anaerobnim uslovima redukuje nitrate. Razlaže citrat do piruvata. Hidrolizuje tirozin. Ima sposobnost da stvara mliječnu kiselinu. Zbog sposobnosti da stvaraju lipazu (na temperaturi od 6 °C nakon 12h čuvanja) izazivaju promjenu ukusa i mirisa ohlađenog mlijeka.

Rod *Hafnia*

Rod *Hafnia* pripada familiji *Enterobacteriaceae*. To su saprofitske bakterije. Nalaze se u fecesu, zemljištu, kanalizaciji, zagađenoj vodi ribnjaka, površinskoj vodi, mliječnim proizvodima, biljkama, silaži. To su gram negativni, fakultativno anaerobni, asporogeni štapići, posjeduju flagele kojima se kreću. Po svojim osobinama slične su bakterijama iz roda *Enterobacter*. Ovom rodu pripada samo jedna vrsta, *H. alvei*. *H. alvei* je prvo bila izolovana iz digestivnog trakta medonosne pčele. *H. alvei* može rasti u širokom rasponu temperatura. Psihrotrofna je. Minimalna temperatura za njen rast je 0,2 °C, maksimalna 43 °C. *H. alvei* se javlja u mnogim prirodnim sredinama kao što su površinske vode, tlo, kanalizacija i vegetacija. Zbog svoje široke rasprostranjenosti u prirodi čest je stanovnik crijevnog sadržaja i fekalija riba, insekata, ptica i sisara. Shodno tome, *H. alvei* je čest zagađivač mesa, mliječnih proizvoda i ribe. *H. alvei* je jedna od najbrojnijih vrsta enterobakterija u mlijevenom

mesu u maloprodaji. Oko dvije trećine uzoraka mljevenog mesa iz maloprodajnih objekata je sadržavalo *H. alvei*. Početni broj *H. alvei* u mesu je obično mali, ali pošto su temperature hlađenja mesa veće od minimalne temperature za njen rast, broj se brzo povećava tokom skladištenja. Vlažna anaerobna sredina u vakuum pakovanjima je pogodna za rast *H. alvei*. U mesu goveda zaklanih pod stresom (tamno, čvrsto, suvo meso) koje ima visok pH, *H. alvei* može dostići veći broj i izazvati kvarenje mesa. Inhibicija rasta *H. alvei* kao i drugih vrsta enterobakterija uzrokovana je konkurentskom mikroflorom, a to su najčešće laktobacili. Ovaj efekat laktobacili postižu stvaranjem niskog pH, bakteriocina i dr. Ova bakterija posjeduje enzim histidin dekarboksilazu, pa tako ima sposobnost stvaranja histamina iz histidina. U mlijeku su prisutne niske koncentracije slobodnog histidina, ali proteolizom tokom zrenja sira može se stvoriti velika količina histidina.

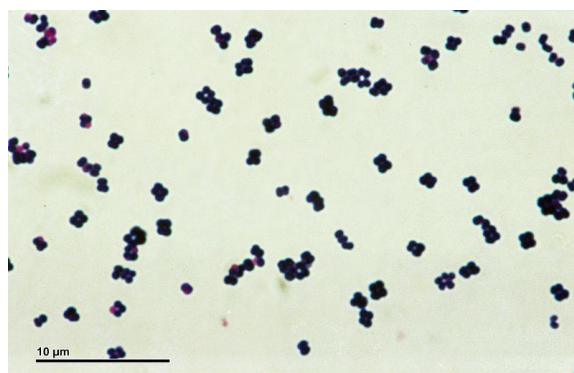
Rod *Alcaligenes*

Bakterije ovog roda su svrstane u familiju *Alcaligenaceae*, red *Burkholderiales*, klasu *Betaproteobacteria*, razdio *Pseudomonadota*. U rod *Alcaligenes* je do sada svrstano 14 vrsta. Neke od njih su *A. denitrificans*, *A. faecalis*, *A. pacificus*, *A. viscolactis* i dr. *Alcaligenes* je rod gram negativnih, aerobnih, kokoidnih štapićastih bakterija. Kreću se amfitrihim flagelama. Ne stvara spore. *Alcaligenes faecalis*, kao jedini izvor ugljenika i energije koristi acetat, propionat, butirat i druge organske kiseline, kao i asparaginsku kiselinu, asparagin, histidin, glutation i druga organska azotna jedinjenja. Ne koristi ugljene hidrate. Nemaju sposobnost fermentacije. Neke vrste su sposobne za anaerobno disanje, ali u prisustvu nitrata ili nitrita. U suprotnom, njihov metabolizam je respiratorni i nikada nije fermentativan. Oksidaza i katalaza su pozitivne. Neke vrste kao što je *A. faecalis* nalaze se uglavnom kao saprofiti u crijevima kičmenjaka, raspadajućoj organskoj materiji, mliječnim proizvodima, pokvarenim jajima i drugoj hrani, vodi i zemljištu. Nađeni su u flaširanoj vodi, podzemnoj izvorskoj vodi, morskoj svježoj ribi, sirovom povrću. Nađen je u digestivnom traktu zdravih ljudi i životinja u 5% – 19% slučajeva. Razlažu maslačnu kislelinu i tako izazivaju užeglost maslaca. Razgrađujući masti i proteine stvaraju neprijatan miris u mlijeku. Otporan je prema mnogim antibioticima. Mogu biti izolovani iz respiratornog i gastrointestinalnog trakta i rana kod bolničkih pacijenata sa oslabljenim imunološkim sistemom. Ponekad su uzročnici oportunističkih infekcija. *Alcaligenes faecalis* uzrokuje bolničku sepsu, a do infekcije dolazi preko kontaminiranog pribora za hemodijalizu i tečnosti za infuziju. Zabilježeni su slučajevi sepse, meningitisa, peritonitisa, zapaljenja crijeva, hroničnog gnojnog zapaljenja srednjeg uva, apscesa, artritisa, pneumonije, endokarditisa. Može doći do smrtnog ishoda, jer su otporni na najčešće korištene antibiotike. Sve vrste iz roda *Alcaligenes* razlažu proteine, što ima za posljedicu pojavu gorkog ukusa mlijeka. Dobile su ime po tome što stvaraju alkalnu sredinu. *A. viscolactis* razmnožavajući se u mlijeku stvara kapsule i čini mlijeko sluzavim. Razmnožava se na temperaturi 10-20 °C.

Rod *Micrococcus*

Bakterije roda *Micrococcus* su svrstane u familiju *Micrococaceae*, red *Micrococcales*, klasu *Actinomycetia*, razdio *Actinomycetota*. Vrlo su rasprostranjene u prirodi. To su krupnije gram pozitivne koke, prečnika 0,5 do 3 µm (slika 27.). Nepokretne su. Raspoređene su u parove, pojedinačno ili u veće grupe, nekad u obliku paketića. Striktni su aerobi. Ne stvaraju spore. Pozitivni su na katalaza i oksidaza test, a negativni na indol i citrat. Redukuju nitrate u nitrite. Mikrokoke imaju debeo ćelijski zid, koji može činiti čak do 50% ukupne mase ćelije. Optimalna temperatura za rast mikrokoka je oko 20 °C, ali se razmnožavaju i pri višim i nižim temperaturama. Većina vrsta su mezofili, ali neke vrste kao što je *Micrococcus antarcticus* (nalazi se na Antarktiku) su psihrofili. Visoko su tolerantne prema sredini u kojoj je koncentracija NaCl 4-10%. Normalna koncentracija NaCl za razmnožavanje bakterija je između 0,5-0,85%. Otporne su na djelovanje temperature. Mogu preživjeti duži vremenski period, kako na temperaturama hlađenja, tako i u sredini sa vrlo malo vode i hranljivih materija. Ukoliko se nalaze u sredini bogatoj mastima, ostaju vitalne i poslije držanja na

temperaturi od 70 °C. Normalni su stanovnici kože ljudi i životinja. Nalaze se i na sluzokoži ljudi i životinja, orofarinksu. Nalaze se u zemljištu, morskoj i slatkim vodama, biljkama, prašini, u namirnicama kao što su meso, mlijeko, pivo i dr. To su saprofitske bakterije, ali mogu biti i oportunistički patogeni kod osoba sa oslabljenim imunitetom, na primjer kod onih oboljelih od HIV-a. U tom slučaju mogu dovesti do pneumonije, artritisa, endokarditisa, meningitisa, septičkog šoka. Često se nalaze u proizvodima od mesa i mlijeka, kao i hrani za životinje. Većina vrsta mikrokoka su termorezistentne, pa se mogu naći u pasterizovanom mlijeku, na opremi i posudama koje se ne peru dovoljno vrućom vodom. Imaju značajnu ulogu u proizvodnji hrane, jer joj svojim djelovanjem daju specifičan miris, ukus i boju. Neke vrste mikrokoka stvaraju pigment kojim dovode do promjene boje sira. *M. luteus* stvara žuti, a *M. roseus* crveni pigment. Mikrokoke imaju proteolitičko, lipolitičko i esterazno djelovanje i imaju ulogu u zrenju različitih vrsta sireva, naročito onih sa površinskim zrenjem. S obzrom da su otporne na visoke koncentracije soli, dominantna su mikroflora na površini ovih sireva.



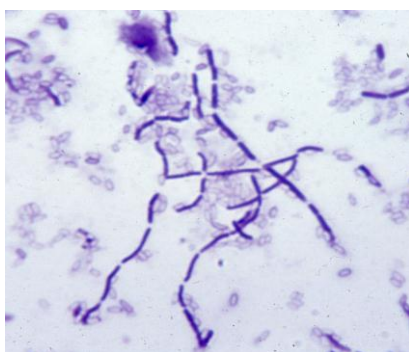
Slika 27. *Micrococcus luteus*, bojenje po Gramu

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Eubacteria_%28259_00F%29_Micrococcus_luteus_bacteria.jpg

Rod *Bacillus*

Rod *Bacillus* je svrstan u familiju *Bacillaceae*, red *Bacillales*, klasu *Bacilli*, razdio *Bacillota*. Obuhvata gram pozitivne, aerobne, fakultativno anaerobne štapiće koji stvaraju endospore (slika 28.). Spore stvaraju u prisustvu kiseonika. Spore su u odnosu na položaj koji imaju u bakterijskoj ćeliji postavljene centralno, subterminalno ili terminalno i ne mijenjaju oblik bakterijske ćelije. Po jednoj bakterijskoj ćeliji se stvara jedna spora. Spore su vrlo otporne na dejstvo toplote, hladnoću, jonizujuće zračenje, isušivanje i mnoge dezinficijense. Kreću se peritriho raspoređenim flagelama. Samo *B. anthracis* nema flagele i ne kreće se. Ovaj rod obuhvata termofilne, psihrofilne, mezofilne, acidofilne, alkalofilne, halotolerantne i halofilne vrste, koje mogu da rastu pri temperaturama, pH vrijednostima i koncentracijama soli na kojima mnogi drugi mikroorganizmi ne mogu. Optimalna temperatura za njihov rast je 25-37 °C za mezofilne i 45-65 °C za termofilne vrste. Imaju izražene proteolitičke osobine i dovode do procesa truljenja u prirodi. Proizvod intenzivnog razlaganja proteina je amonijak. Stvaraju vodonik sulfid. Hidrolizuju kazein i želatin. Razgrađuju ugljene hidrate, uz stvaranje kiseline, a neke vrste stvaraju i gas. Katalaza su pozitivni, oksidaza varijabilni. Redukuju nitrate do nitrita. Zavisno od vrste i uslova u kojima se nalaze, bacili, dakle, metabolišu organske supstrate - aminokiseline, organske kiseline, šećere u procesu aerobnog disanja, anaerobnog disanja ili fermentacijom. Nalaze se u zemljištu, prostirci, prašini, fecesu, vazduhu, biljkama, žitaricama, hrani. Utvrđeno je da zemljište može sadržati 10^5 – 10^6 spora/g. Patogena vrsta je *B. anthracis* koja izaziva antraks. Ostale vrste su uglavnom saprofiti, ali mogu izazvati oboljenja kod osoba sa oslabljenim imunitetom. Mogu uzrokovati endoftalmitis, meningitis, endokarditis, pneumonije, trovanje hranom (*B. subtilis*, *B. alvei*, *B. brevis*, *B. circulans*, *B. coagulans*, *B. infantis*, *B. idriensis*,

B. laterosporus, *B. licheniformis*, *B. macerans*, *B. pumilus*, *B. sphaericus*, *B. subtilis*, *thuringiensis*). Mogu se naći u ekstremnim uslovima, kao što su visoki pH (*B. alcalophilus*), visoka temperatura (*B. thermophilus*) i visoka koncentracija soli (*B. halodurans*). *B. thuringiensis* proizvodi toksin koji je smrtonosan za insekte, pa se koristi kao insekticid. Najznačajnije vrste za kvarenje hrane su *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *B. coagulans*. Pored toga što stvara specifične toksine, *Bacillus cereus* tokom razgradnje proteina stvara amine, koji izazivaju nespecifična trovanja ljudi. U mlijeku se ove bakterije takođe vrlo dobro razvijaju i mogu prouzrokovati tzv. "slatko zgrušavanje" mlijeka i hidrolizu bjelancevina, ukoliko stvaraju enzim sličan himozinu. Pošto su ovo sporogene bakterije, preživljavaju temperaturu pasterizacije hrane. Pasterizacija čak može aktivirati spore (aktivacija toplotom), što dovodi do klijanja spora i razmnožavanja vegetativnih ćelija. Mana poznata kao kremasti sloj koji se izdvaja na površini pasterizovanog mlijeka, uzrokovan je aktivnošću enzima lecitinaze *B. cereus*. Gotovo je nemoguće spriječiti kontaminaciju mlijeka sa *B. cereus*. Do kontaminacije sirovog mlijeka dolazi još na farmi. Smatra se da je glavni izvor zaprljanost vimena krava. Zato je neophodno temeljno čišćenje vimena i sisa. Transport i čuvanje mlijeka u mljekari mogu dovesti do dodatne kontaminacije sirovog mlijeka sporama *B. cereus*. Spore mogu biti prilijepljene za zid rezervoara ili cjevovoda. Za rješavanje problema kontaminacije mlijeka sa *B. cereus*, neophodna je kontrola prisustva i klijanja spora, od farmera do pakovanja gotovog proizvoda. Temperatura čuvanja je najvažnija u održavanju niskog broja *B. cereus*. Povećanje temperature mlijeka za samo 2 °C tokom čuvanja - sa 6 na 8 °C, značajno povećava brzinu rasta *B. cereus*. U mljekari se mlijeko čuva na 4 °C, čime se obezbjeđuje dobar kvalitet čuvanja. Međutim, tokom distribucije mlijeka, temperatura se može povećati i preko 8 °C. Osim toga, ukoliko potrošač čuva mlijeko na višim temperaturama duže vrijeme, takođe može doći do povećanja broja *B. cereus*. *Bacillus stearothermophilus* i *Bacillus macerans* takođe dobro preživljavaju u pasterizovanom mlijeku, što dovodi do njegovog kvarenja i slatkog grušanja. *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. pumilus* i *B. cereus* uzrokuju razmekšavanje i lepljivost hrane obrađene pečenjem, zato što stvaraju ekstracelularnu sluzavu materiju neprijatnog mirisa koja mijenja i boju hrane. Acidofilne vrste mogu da rastu pri niskom pH između 3,0 i 5,3 i tako dovode do kvara sokova, koji dobijaju neprijatnu aromu. *Bacillus mesentericus* uzrokuje kvarenje hleba. Njegove spore preživljavaju temperaturu pečenja hleba (oko 100 °C). Ova bakterija svojim enzimima transformiše skrob u hlebu u gumastu supstancu koja se rasteže u vidu niti. Ovakav hleb ima i nepoželjan miris na voće. Kvarenje hrane bakterijama iz roda *Bacillus* se može spriječiti adekvatnom termičkom obradom, sprečavanjem rekontaminacije – tj. naknadne kontaminacije termički obrađene hrane i njenim pravilnim čuvanjem, poštujući odgovarajuću temperaturu hlađenja.



Slika 28. Vegetativne ćelije (štapići) i spore (okruglastog oblika) *Bacillus subtilis*
<https://www.supplementsglobal.com/product/bacillus-subtilis/>

Rod *Clostridium*

Bakterijski rod *Clostridium* je svrstan u familiju *Lachnospiraceae*, red *Eubacteriales*, klasu *Clostridia*, razdio *Bacillota*. Bakterije iz roda *Clostridium* su gram pozitivni, anaerobni, sporogeni

štapčići. Veličina vegetativne ćelije je različita u zavisnosti od vrste, a najčešće su izražene veličine. Širina štapčića se kreće od 0,4-3 μm , a dužina 1,2 do 8 μm . Spore su šire od bakterijskog tijela, mogu biti postavljene terminalno, subterminalno ili terminalno u odnosu na bakterijsko tijelo. Tako postavljene spore daju izgled bakterijskoj ćeliji u vidu vretena ili maljice za doboš. Njihova sposobnost da formiraju spore obezbjeđuju im preživljavanje u nepovoljnim uslovima tokom dugog perioda. Spore mogu opstati i do 20 godina u spoljašnjoj sredini. Spore su otporne na dejstvo temperature, isušivanja i dezinficijensa. Vegetativni oblici su znatno osjetljiviji od spora. Posjeduju peritriho raspoređene flagele kojima se kreću. Jedino *C. perfringens* i *C. butyricum* nemaju flagele. Kapsulu stvara samo *C. perfringens*. Najveći broj ovih vrsta su saprofiti. Značajni su u kruženju ugljenika, azota, sumpora i fosfora. Samo neke vrste su patogene. Razlažu bjelancevine i fermentišu laktozu. Fermentacijom laktoze, preko glikolize i fermentacije pirogroždane kiseline stvaraju buternu i sirćetnu kiselinu, CO_2 , H_2 , CH_4 , alkohole i aceton. Većina vrsta stvara H_2S . Metabolišu alkohole, aminokiseline, ugljene hidrate, purine, steroide i druga organska jedinjenja. Neke vrste, kao što su *C. butyricum* i *C. pasteurianum* fiksiraju azot. Neke vrste stvaraju enzime lecitinazu, kolagenazu i hijaluronidazu. Nalaze se u zemljištu, pijesku, slatkim vodama, morskim sedimentima, mulju na obalama rijeka, jezerima, bazenima, sirovom povrću, bolnicama, organskoj materiji koja se raspada, stočnoj hrani. Nalaze se kao dio normalne flore digestivnog trakta ljudi i životinja. Izoluju se iz fecesa goveda, konja, magaraca, živine, pasa i mačaka. Iz pomenutih izvora dospijevaju u meso, mlijeko i druge namirnice. Zaštita mlijeka od kontaminacije ovim bakterijama je u higijeni proizvodnje hrane i hranjenju životinja higijenski ispravnom hranom. Broj spora u mlijeku je veći u zimskom periodu zbog ishrane krava silažom. Za higijenu mlijeka najznačajniji su *C. butyricum*, *C. tyrobutyricum*, *C. sporogenes*, koji izazivaju kasno nadimanje tvrdih sireva. *C. perfringens* je stanovnik digestivnog trakta životinja, pa njegov nalaz u mlijeku ukazuje na fekalnu kontaminaciju. Pošto su sporogene bakterije, preživljavaju temperaturu pasterizacije mlijeka. Klostridije, zavisno od vrste mogu da rastu u širokom rasponu temperature. Neke vrste su termofilne, psihrofilne, acidofilne i alkalofilne. Optimalan rast većine vrsta je pri pH 6,5-7 i na temperaturama između 30 i 37 °C. Optimalna temperatura za većinu vrsta koje se nalaze u mliječnim proizvodima je između 25 i 40 °C. Minimalna temperatura na kojoj mogu da rastu je 3 °C. Vegetativne ćelije klostridija su termolabilne i ubijaju se kratkokrajnim zagrijavanjem na temperaturama preko 72-75 °C. Termička destrukcija spora zahtijeva više temperature (iznad 121,1 °C u autoklavu) i duže vrijeme kuvanja (najmanje 50 minuta). Prilično su otporne na zračenje, za njihovo ubijanje potrebne su doze oko 30 kGy. Dodatak soli, lizozima, nitrata, nitrita i propionske kiseline inhibira razvoj klostridija u različitim namirnicama. Brojne vrste klostridija izazivaju kvarenje ohlađenog, vakuumski upakovanog svježeg mesa, kao što su *Clostridium algidicarnis* (svinjsko meso), *Clostridium estertheticum*, *Clostridium frigidicarnis* (goveđe meso), (*Clostridium gasigenes* (jagnjeće meso), *Clostridium putrefaciens* (svinjsko meso).

Rod *Erwinia*

Ovaj rod bakterija je svrstan u familiju *Erwiniaceae*, red *Enterobacteriales*, klasu *Gammaproteobacteria*, razdio *Pseudomonadota*. Do 2021. godine bile su svrstane u familiju *Enterobacteriaceae*. Pripadaju im bakterijske vrste koje su uglavnom patogeni biljaka. To su gram negativne štapićaste bakterije, fakultativni anaerobi, kreću se peritrihim flagelama kojih ima ukupno sedam. Sinteza flagela zavisi od temperature i pH sredine (optimalna temperatura je 18-25 °C i pH 6,9). Ne stvaraju spore. Razlažu glukozu, fruktozu, galaktozu, saharozu, sorbitol do kiseline. Otapaju želatin. Stvaraju acetoin. Ne redukuju nitrate. Katalaza su negativne, oksidaza pozitivne i ne proizvode indol i vodonik sulfid. Kao izvore ugljenika i energije mogu da koriste citrat, format i laktat, ali ne i tartarat, galakturonat i malonat. Neke vrste stvaraju kapsulu. Kapsule se sastoje od galaktoze, glukoze, manoze i uronske kiseline. Bakterije sa kapsulom bolje preživljavaju u suvoj sredini. Tokom razmnožavanja na biljkama i na određenim hranljivim podlogama stvaraju egzopolisaharide (levan i dr.), što daje sluzav izgled kolonijama, Oni imaju ulogu u kolonizaciji

ervinija na biljkama. Najznačajnija fitopatogena vrsta je *Erwinia amylovora*, koja izaziva plamenjaču na jabukama, kruškama i drugim biljkama. *E. tracheiphila* uzrokuje uvenuće tikvica. *E. amylofora* se smatra najvažnijim bakterijskim uzročnikom kvarenja svježeg povrća nakon berbe. Ovaj tip kvarenja se zove meka trulež. Kvarenje izaziva zahvaljujući lučenju pektinolitičkih enzima koji razgrađuju pektin. Pokvareno povrće dobija karakterističan kašast izgled i loš miris. Izaziva kvarenje velikog broja vrsta povrća, kao što su crni luk, bijeli luk, mahunarke, šargarepa (slika 29.), celer, zelena salata, kupus, krompir, spanać, karfiol, krastavci, paprike i dr. Neke vrste roda *Erwinia* po najnovijoj klasifikaciji pripadaju rodu *Pectobacterium* i takođe uzrokuju trulež krompira poznatu kao "crna noga", kao i trulež krušaka - bez obzira na nisku pH vrijednost ovog voća (3,8 do 4,6). Ove bakterije se dobro razmnožavaju na povrću jer su, za razliku od mnogih drugih bakterija, sposobne da fermentišu mnoge šećere i alkohole koji se nalaze u povrću. Prenose se vjetrom, insektima (npr. mravi) i dr. Razvoj simptoma plamenjače prati razvoj sezonskog rasta biljke domaćina. Počinje u proljeće stvaranjem primarnog inokuluma i zaražavanjem cvijeta, nastavlja se ljeti zarazom izdanaka i plodova, a završava u jesen razvojem rakova. Naziv bolesti opisuje njenu glavnu karakteristiku: smeđkasti izgled grančica, cvjetova i listova kao da su izgorjeli vatrom. Simptomi plamenjače mogu biti slični simptomima bolesti koje izazivaju druge bakterije i gljive, oštećenjima insekata i fiziološkim poremećajima, pa je zato uvijek neophodno uraditi laboratorijsku analizu. *E. amylovora* može da raste na temperaturama 3-36 °C. Optimalna temperatura za njen rast je 25–27 °C. Ubija je temperatura od 45 °C tokom 70 minuta ili 50 °C tokom 50 minuta, Optimalni pH za njen rast je 7,5.



Slika 29. Promjene na šargarepi uzrokovane sa *E. carotovora*
<https://www.greenlife.co.ke/bacterial-soft-rot-of-carrot/>

Rod *Acinetobacter*

Acinetobacter je rod gram negativnih štapićastih bakterija koje pripadaju porodici *Moraxellaceae*, redu *Pseudomonadales*, klasi *Gammaproteobacteria*, grani *Pseudomonadota*. Nepokretne su. Ne stvaraju spore. Katalaza su pozitivne. Negativne su na oksidazu. Indol su negativni, ne redukuju nitrate. Striktni su aerobi, nefermentativni, To su kratki, debeli štapići, obično širine 1,0–1,5 µm i dužine 1,5–2,5 µm u logaritamskoj fazi rasta, ali u stacionarnoj fazi često postaju kokoidni. Oni su gramnegativni, ali mogu biti i gram varijabilni, što većinom karakteriše i druge vrste porodice *Moraxellaceae*. Vrste roda *Acinetobacter* široko su rasprostranjene u prirodi, u zemljištu, vodi. Mogu da prežive i na vlažnim i na suvim površinama, kao i djelovanje velikog broja dezinficijensa. U zemljištu doprinose procesu mineralizacije, na primjer, aromatičnih jedinjenja. To su saprofitske bakterije, ali u određenim uslovima mogu postati patogene. Mogu dovesti do infekcije oslabljenih bolničkih pacijenata, gdje je posebno značajna vrsta *Acinetobacter baumannii*. Bolesti koje izazivaju su pneumonije, infekcije urinarnog trakta, rana, kože i mekih tkiva, osteomijelitis, meningitis. Sposobnost *Acinetobacteria* da formira biofilme na površinama je važan faktor za njihov opstanak u životnoj sredini. Vlažna mjesta kao što su odvođi i sudopere mogu da sadrže *acinetobacter* i tako biti izvor infekcije. Vještački nokti na rukama zdravstvenih radnika mogu biti izvor patogenih bakterija. Kontaminirane površine medicinske opreme i medicinskog materijala takođe su značajni u

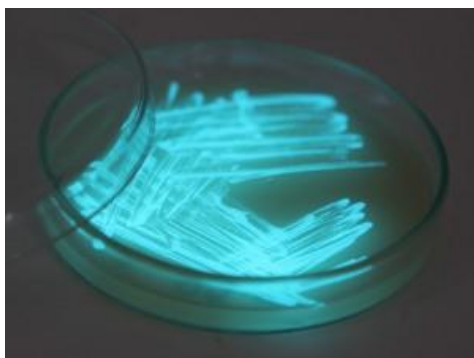
penošenju acinetobaktera. Nalaze se u mnogim namirnicama, naročito u rashlađenim svježim proizvodima. Primarni izvori kontaminacije hrane su zemljište i voda, biljke, digestivni trakt i koža životinja, koža ljudi, vazduh, prašina. Mogu se razmnožavati na temperaturama $< 5^{\circ}\text{C}$. Dobro rastu pri temperaturi između 20 i 30°C . Optimalna temperatura za većinu vrsta je od 33 do 35°C . Neke vrste ne mogu rasti na temperaturi od 37°C . Značajni su uzročnici kvarenja mljevenog goveđeg mesa, mesa živine, ribe, morskih plodova, jaja (bezbojna trulež), svježih sireva (ljigavost skute). Mogu preživjeti i u pakovanjima sa modifikovanom atmosferom. Dovode do kvarenja sušene šunke.

Rod *Psychrobacter*

Bakterije roda *Psychrobacter* su gram-negativne, osmotolerantne, psihofilne ili psihrotolerantne - psihrotrofne, aerobne bakterije koje pripadaju porodici *Moraxellaceae*, redu *Pseudomonadales*, klasi *Gammaproteobacteria*, grani *Pseudomonadota*. Oblika su kokobacila prečnika $0,9\text{--}1,3\ \mu\text{m}$ i dužine $1,5\text{--}3,8\ \mu\text{m}$. Nepokretni su. Pozitivni su na katalazu i oksidazu. Većina sojeva je psihrotrofna i raste na 5°C sa optimalnom temperaturom od oko 20°C . Optimalna temperatura rasta većine vrsta roda *Psychrobacter* je $20\text{--}30^{\circ}\text{C}$, s rasponom od -18 do 37°C . Većina vrsta je halotolerantna i može rasti u prisustvu $\geq 10\%$ (w/v) NaCl. Najbolje rastu pri pH vrijednostima između 6 i 8 , a ne rastu ispod pH $5,5$ ili iznad 9 . Nalaze se u vlažnim, hladnim, slanim, ali i u toplim i slabo slanim staništima. Izolovan je iz mora, zemljišta, hrane, vazduha i dr. Najčešće se izoluju iz hladnih sredina, kao što su antarktički morski led, morska voda, duboko more, zemljište, ali i iz drugih sredina kao što su fekalije golubova, riba, živine, mliječni proizvodi, fermentisani plodovi mora i dr. Značajno doprinose zrenju sira i njegovom senzornom kvalitetu, jer stvaraju aromatična jedinjenja. Osim temperature i drugi faktori okoline, kao što su pH blizu neutralne vrijednosti, visok salinitet i visoke koncentracije kalijuma i magnezijuma stimulišu njegov rast. Zato dobro raste u siru. Vrsta koja se najčešće nalazi u mlijeku je *Psychrobacter immobilis* koja je aerobna, ali neki sojevi mogu biti i anaerobni. *Psychrobacter celer* može biti prisutan na površini francuskog mekog sira tokom zrenja gdje može proizvesti nepoželjna aromatična jedinjenja. *Psychrobacter immobilis*, kao i *Acinetobacter spp.* su lipolitičke bakterije koje mogu uzrokovati štetne promjene ukusa, teksture i nutritivnog sadržaja mliječnih proizvoda. Mogu izazvati infekcije kod ljudi kao što su endokarditis i peritonitis. Iako su prisutni u svježoj proteinskoj hrani kao što su meso, meso živine i riba, *Psychrobacter* i *Acinetobacter* imaju nizak potencijal kvarenja jer im nedostaju važni biohemijski atributi kvarenja hrane kao što su proteoliza i proizvodnja H_2S . Oni pokazuju aktivnost lipaze i lecitinaze. Dokazano je prisustvo velikog broja *Psychrobacter* u slanom sušenom bakalaru. Hidrolizuju lipide, ali ne i proteine i mogu preživjeti u prisustvu do 25% soli.

Rod *Photobacterium*

Bakterije roda *Photobacterium* su gram negativne, fakultativno anaerobne vrste klasifikovane u familiju *Vibrionaceae*, red *Vibrionales*, klasu *Gammaproteobacteria*, razdio *Pseudomonadota*. Njihova staništa su prvenstveno mora. Žive slobodno u morskoj vodi i morskim sedimentima kao saprofiti ili u simbiozi s ribama. Jedna od vrsta, *Photobacterium phosphoreum* izaziva kvarenje ohlađene ribe i plodova mora. Tokom kvarenja proizvode biogene amine kao što je histamin, što može dovesti do trovanja skombroidnom ribom. *Photobacterium phosphoreum* je prilagođen visokom pritisku, raste optimalno na $15\text{--}20^{\circ}\text{C}$. Pokretni su, rastu u prisustvu $6,5\%$ NaCl, oksidaza i katalaza su pozitivne, indol pozitivne. Ne proizvode H_2S , redukuju nitrate, hidrolizuju želatin, razgrađuju glicerol do kiseline, galaktoza i glukoza su pozitivne. Imaju sposobnost bioluminiscencije, odnosno emitovanja svjetlosti (slika 30.). To postižu na taj način što stvaraju enzim luciferazu koji vrši oksidaciju luciferina, pri čemu se oslobađa energija u vidu svjetlosti. Ova svjetlost je talasne dužine slične talasnoj dužini svjetlosti slabe mjesečine.



Slika 30. Kolonije *Photobacterium phosphoreum*, pojava bioluminiscencije
https://biodisplay.tyrell.hu/2014/09/06/photobacterium-phosphoreum/img_2918/

Rod *Xanthomonas*

Rod *Xanthomonas* je svrstan u familiju *Xanthomonadaceae*, red *Xanthomonadales*, klasu *Gammaproteobacteria*, granu *Pseudomonadota*. Većina vrsta ovog roda su patogene za biljke. To su gramnegativni štapići, 0,4 – 1,0 µm širine i 1,2 – 3,0 µm dužine. Kreću se pomoću jedne polarne flagele. Proizvode velike količine ekstracelularnog polisaharida. Temperaturni raspon za rast je – 4 do 37 °C, a optimalna temperatura za rast je 25-30 °C. Striktno je aerob. Pozitivan je na katalazu, a negativan na oksidazu. Rak citrusa, uzrokovan sa *Xanthomonas citri* subsp. *citri* je ekonomski važna bolest mnogih vrsta citrusa (narandža, limun i dr.). *Xanthomonas* koristi površinske polisaharide, athezione proteine i fimbrije za pričvršćivanje na površinu i može formirati biofilmove da bi preživjela stresove (UV, suša, itd.). *Xanthomonas* proizvodi ksantomonadine - žute pigmente koji je štite od zračenja uzrokovanog prirodnim svjetlom. *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* uzrokuje bolest lista kukuruza. Nalazi se u zemljištu, biljnim ostacima, sjemenu, korovu, gdje preživljava zimu. *Xanthomonas* može uzrokovati kvarenje salata od povrća i voća.

Rod *Alicyclobacillus*

Rod bakterija *Alicyclobacillus* je svrstan u familiju *Alicyclobacillaceae*, red *Bacillales*, klasu *Bacilli*, granu *Bacillota*. To su gram pozitivni, većinom pokretni štapići koji stvaraju spore. *Alicyclobacillus* spp. su stanovnici toplih izvora i zemljišta. Mogu da rastu u kiselj sredini. Većina vrsta su striktno aerobi, acidofilni, mezofilni do termofilni mikroorganizmi. Mogu da rastu na temperaturama od 20-70 °C, s optimalnom temperaturom rasta između 35 i 60 °C. Najznačajnija vrsta za kvarenje kisele hrane, *A. acidoterrestris*, ima optimalnu temperaturu rasta između 35 i 53 °C, dok ne može rasti na temperaturama ispod 20 °C. Vrste koje mogu da rastu na temperaturama ispod 20 °C su *A. disulfidooxidans*, *Alicyclobacillus tolerans* i *Alicyclobacillus ferrooxydans*. Vrste *Alicyclobacillus* spp. mogu da rastu u širokom rasponu pH (0,5-7,5), dok im je optimalni pH kisela sredina (<4,5). *A. disulfidooxidans* je najotporniji na kiselu sredinu i može rasti pri pH 0,5. Značajni su u proizvodnji konzerviranih voćnih sokova, jer uobičajeni postupak pasterizacije od 92 °C u trajanju od 10 sekundi ne uništava njihove spore. Smatra se da prisustvo ω-alicikličnih masnih kiselina u ćelijskoj membrani povećava njihovu otpornost na toplotu i termoacidofilne osobine. Kod pokvarenih sokova se razvija neprijatan miris. Najčešće izazivaju kvarenje sokova od kruške, narandže, breskve, manga i bijelog grožđa, mješavina voćnih sokova i proizvoda od paradajza. Industrija konzervi se bazira na tome da bakterijske spore ne klijuju pri pH vrijednostima ispod 4,6, kao i na tome da mikroorganizmi koji su otporni na kiselinu nisu otporni na dejstvo visoke temperature. Zato se u konzervisanju voćnih sokova primjenjuje postupak pasterizacije. Međutim, vrste *Alicyclobacillus* rastu u veoma kiselj sredini, a njihove spore takođe mogu da klijuju u kiselj sredini. Zato bi on trebao da bude parametar za kontrolu postupka konzervisanja sokova - kao što je *C. botulinum* parametar za kontrolu procesa konzervacije postupkom sterilizacije hrane sa niskim sadržajem kiseline. Utvrđeno je da sterilizacija

vlažnom toplotom pod pritiskom uspješno inaktivira spore *A. acidoterrestris* u soku od pomorandže. Na preživljavanje *Alicyclobacillus spp.* utiču i mnogi drugi faktori, kao što su sadržaj suve materije u hrani, prisustvo fenolnih jedinjenja, etanola, sadržaj soli i konzervansi. Fenolna jedinjenja inhibiraju rast *Alicyclobacillus spp.*, kao i etanol u koncentraciji većoj od 5%. Prema tome, kisela pića sa sadržajem etanola nižim od 5% su podložna kvarenju. Količine soli iznad 5-7% inhibiraju njihov rast. Konzervansi, kao što su natrijum benzoat, kalijum sorbat i nizin inhibiraju rast *Alicyclobacillus*. Dezinficijensi na bazi hlora su najefikasniji, dok su dezinficijensi na bazi persirćetne kiseline manje efikasni. Osim zemljišta koje se smatra glavnim izvorom kontaminacije hrane sporama ovih mikroorganizama, prašina, insekti, ptice, kiša, poplave takođe imaju važnu ulogu u kontaminaciji hrane. Higijenski neispravna voda za piće takođe je važan izvor kontaminacije sirovina, opreme i kisele hrane. Dobra poljoprivredna praksa i dobra proizvođačka praksa su od velikog značaja u sprečavanju kontaminacije sirovina koje se koriste u preradi hrane.

Rod *Achromobacter*

Achromobacter je rod bakterija koji pripada familiji *Alcaligenaceae*, redu *Burkholderiales*, klasi *Betaproteobacteria*, grani *Pseudomonadota*. To su gram negativne štapićaste bakterije, kreću se peritrihim flagelama. Striktно su aerobni. Oksidaza i katalaza su pozitivni, indol negativni. Nalaze se u zemljištu, vodi. Imaju slabo izraženu sposobnost fermentacije. Redukuju nitrate u nitrit. Negativni su na ureazu, lizin i ornitin. Samo neke vrste fermentuju glukozu. Zajedno sa drugim psihrotrofnim bakterijama rodova *Pseudomonas*, *Flavobacterium* i *Alcaligenes* učestvuju u kvarenju hrane. Kao psihrotrofi uspješno rastu na niskim temperaturama (ispod 15 °C). U mlijeku se mogu razmnožavati čak i na temperaturama do 4 °C. Ovi mikroorganizmi proizvode proteaze i lipaze koje hidrolizuju mliječne bjelancevine i mliječne masti, izazivajući pojavu truležnog i užeglog mirisa. Pri tome ne dolazi do snižavanja pH vrijednosti mlijeka. Pored toga, ovi enzimi su vrlo otporni na toplotu, tako da mogu izazvati neprijatan miris i ukus i promijeniti fizičko-hemijska svojstva uskladištenog mlijeka prerađenog na ultra visokoj temperaturi (UHT). Oni su kao i bakterije roda *Alcaligenes* oportunistički patogeni ljudi i mogu uzrokovati zapaljenje pluća, septikemiju, peritonitis, infekcije urinarnog trakta i dr. kod osoba sa oslabljenim imunitetom.

Rod *Aeromonas*

Rod *Aeromonas* je svrstan u familiju *Aeromonadaceae*, red *Aeromonadales*, klasu *Gammaproteobacteria*, granu *Pseudomonadota*. Bakterije koje pripadaju rodu *Aeromonas* su široko prisutne u morskim sredinama. To su gram negativne štapićaste bakterije, kreću se peritrihim flagelama, fakultativno su anaerobne. Katalaza i oksidaza su pozitivne. To su patogene bakterije koje se prenose hranom, a uz to su i uzročnici kvarenja hrane. Neke vrste mogu nesmetano da rastu u hrani tokom hlađenja, u širokom rasponu pH i koncentracija NaCl, kao i u različitim atmosferama pakovanja. Sojevi *Aeromonas* izolovani iz hrane pokazali su sposobnost rasta pri pH 4-5. Optimalna temperatura rasta za većinu aeromonasa je u mezofilnom opsegu (28 do 30 °C). Mnogi sojevi, posebno klinički izolati, uspješno rastu na temperaturama do 42 °C. Većina sojeva može da preživi i da se razmnožava na nižim temperaturama, od 2 do 10 °C, što naglašava potrebu praćenja *Aeromonas spp.* u hladnom lancu. Rashlađeni morski plodovi u modifikovanoj atmosferi, kao i vakumska pakovanja, su odlična sredina za razmnožavanje aeromonasa. Na primjer, *A. hydrophila* raste u filetima orade demonstriran na 4 °C u 60/40% i 70/30% O₂/N₂, kao i na 0 °C u prisustvu vazduha. Svojim metabolizmom stvaraju amine, sulfide, alkohole, aldehide, ketone, organske kiseline koji uzrokuju nepoželjnu aromu hrane. S obzirom da su široko rasprostranjene u vodenoj sredini, često su uzročnici kvarenja morskih plodova - riba i rakova iz tropskih ili toplijih voda. *A. salmonicida*, osim toga što izaziva bolest pastrmki – furunkulozu, jedna je od najznačajnijih vrsta *Aeromonas* i za kvarenje morskih plodova. Izolati *Aeromonas* koji dovode do kvarenja ribe i mesa proizvode sluz,

lipaze i proteaze. *Aeromonas spp.* ulaze u lanac ishrane tokom obrade preko unakrsne kontaminacije sa biofilma na površinama koje su u kontaktu s hranom.

Rod *Shewanella*

Bakterijski rod *Shewanella* je jedini rod familije *Shewanellaceae* koja je svrstana u red *Alteromonadales*, klasu *Gammaproteobacteria*, razdio *Pseudomonadota*. To su fakultativno anaerobne gram negativne štapićaste bakterije koje žive u ekstremnim vodenim staništima gdje je temperatura vrlo niska, a pritisak vrlo visok. Još se zovu i morske bakterije, jer se nalaze u morskim ekosistemima. Normalna su površinska mikroflora ribe i dovode do kvarenja ribe. Pokretne su. Rastu u prisustvu 6,5% NaCl. Oksidaza i katalaza su negativne. Proizvode H₂S. Redukuju nitrate. Stvaraju enzim beta β -galaktozidazu i ureazu. Hidrolizuju želatin i eskulin. Razlažu kazein. Stvaraju kiselinu razgradnjom glukoze, fruktoze, manoze, manitola, glikogena. Indol, VP i metil crveno testovi su negativni. To su heterotrofni mikroorganizmi. U nedostatku kiseonika, za disanje mogu da koriste niz drugih akceptora elektrona, kao što su tiosulfat, sulfit ili elementarni sumpor, fumarat, arsen, mangan, hrom, uranijum i gvožđe. Oni, dakle, imaju i sposobnost redukcije teških metala, koji u redukovanom obliku postaju manje toksični. Zato su ove bakterije značajne za bioremedijaciju životne sredine. U morskoj ribi redukju trimetilamin oksid u trimetilamin koji ribi daje miris na trulež. Po tome je i vrsta *Shewanella putrefaciens* dobila ime (*putrefaciens* – trulež). *Shewanella putrefaciens* je, zbog svoje sposobnosti da raste na niskim temperaturama i proizvodi amine i isparljive sulfide, značajna u kvarenju nekih proteinskih namirnica, posebno morske ribe. Može se naći i u mesu živine, mesu goveda, mliječnim proizvodima, zemljištu, naftnim emulzijama, prirodnom gasu i naftnim poljima.

Rod *Halobacterium*

To su gram negativne štapićaste bakterije, aerobne, pokretne. Pripadaju familiji *Halobacteriaceae*, redu *Halobacteriales* (carstvo arheja). To su mikroorganizmi koji zahtijevaju visoku koncentraciju soli da bi preživjeli i prirodno borave u slanim jezerima i slanim močvarama. To postižu zahvaljujući velikim količinama soli, jona i aminokiselina unutar ćelije kojima održavaju osmotsku ravnotežu sa uslovima visokog sadržaja soli izvan ćelije, kao i membranskim kanalima koji omogućavaju razmjenu jona putem aktivnog transporta. Kreće se uz pomoć gaznih vakuola i flagella. Katalaza i oksidaza su pozitivne, redukju nitrate u nitrite. Ne proizvode kiselinu iz glukoze, ne hidrolizuju skrob. Hidrolizuju želatin i kazein. Stvaraju crveni pigment. Dovode do kvarenja sira koje se manifestuje pojavom crvene boje i neprijatnog ukusa u salamuri koncentracije 16 do 29% NaCl i pH od 4,2 do 6,3. Optimalna temperatura za rast je 37-42 °C i koncentracija NaCl od 4,3 M. Zavisno od optimalne koncentracije soli koja je potrebna za rast sojeva, halofilni mikroorganizmi se klasifikuju kao halotolerantni (~0,3 M), halofilni (0,2~2,0 M) i visoko halofilni (3,0~5,0 M). Do sada su halofilne arheje uglavnom proučavane u oblasti životne sredine i ekologije, ali je nedavno utvrđeno da imaju bliske veze sa svakodnevnim ljudskim životom. Iako se znalo da halofilne arheje ne mogu rasti u koncentracijama soli ispod 10% (w/v) dolazi do lize ćelija osmotskim pritiskom, postoje rezultati o halofilnim arhejama koje mogu da prežive u sredinama sa niskim koncentracijama soli. Zbog toga postoji velika mogućnost prilagođavanja halofilnih sojeva arheja u hrani ili u crijevima životinja. *Halobacterium salinarum* može da proizvodi energiju koristeći tri različita procesa - fotosintezu, oksidativnu fosforilaciju i fermentaciju arginina. Nalazi se u slanoj ribi, koži, svinjskom mesu, kobasicama hiperslanim jezerima i solanama. Dvoslojna fosfolipidna membrane je obavijena S slojem građenim od glikoproteina. Aminokiseline su glavni izvor hemijske energije za *H. salinarum*, posebno arginin i aspartat. Ne može da razlaže glukozu. *H. salinarum* se može razmnožiti u slanim ribnjacima do tolikog broja da mogu da potroše sav kiseonik. Da bi dobio više kiseonika, *H. salinarum* proizvodi gasne vakuole, koje im omogućavaju da plutaju na površinu gde su nivoi kiseonika veći i gde je dostupno više svjetlosti. Njegova crvena boja je prvenstveno zbog prisustva

bakterioruberina, karotenoida. Primarna uloga bakterioruberina u ćeliji je zaštita od oštećenja DNK uzrokovanih UV svjetlom. Ova zaštita, međutim, nije zbog sposobnosti bakterioruberina da apsorbira UV svjetlo. Bakterioruberin štiti DNK djelujući kao antioksidans.

Rod *Edwardsiella*

Bakterije roda *Edwardsiella* gram negativne, fakultativno anaerobne, fermentativne bakterije koje pripadaju porodici *Hafniaceae*, redu *Enterobacterales*, klasi *Gammaproteobacteria*, grani *Pseudomonadota*. Oportunistički su patogeni ljudi. Najznačajnija vrsta je *Edwardsiella tarda*, koja je pokretna, proizvodi indol i biokemijski je slična sa *Escherichia coli*. Obično se nalazi u vodenoj sredini, ribnjacima, mulju, crijevnom traktu zmija, riba, tuljana i drugih morskih životinja. Najčešće se nalazi u slatkim vodama i kod zdravih vodozemaca, gmizavaca i riba. Može da izazove masovna uginuća soma, slično kao kod infekcije koju izaziva *Aeromonas hydrophila*. *Edwardsiella tarda* se takođe nalazi u brancinu i slatkovodnim vrstama kao što je kalifornijska pastrmka. Može da živi i u drugim domaćinima kao što su ptice i sisari i da izazove infekcije i kod njih. Utvrđena je povremeno kao uzročnik infekcija raznih životinja u zoološkim vrtovima. Prenosi se izmetom životinja. Uzrokuje zoonozu. Povremeno se izoluje iz urina, krvi i fekalija ljudi. Može da uzrokuje gastroenteritis, infekcije rana, meningitis i osteomijelitis kod ljudi. Fakultativni su anaerobi i optimalno rastu na 37 °C. U poređenju sa enterobakterijama je biokemijski neaktivna, ali može da razlaže glukozu. Stvara hemolizin. Stvara indol iz triptofana, proizvodi H₂S. Infekcije riba izazvane sa *Edwardsiella tarda* obično se javljaju kada je voda lošeg kvaliteta i sa prisustvom velike količine organske materije i kada je temperatura vode visoka. *E. tarda* ima afinitet prema bočatim vodenim sredinama, pa može biti potencijalni problem za kavezni uzgoj riba. Kod mišićima kontaminiranog soma dovodi do stvaranja džepova ispunjenih gasom, iz kojih se prilikom presjeka oslobađa truležni miris. Vrste roda *Edwardsiella* biokemijski su slične *E. coli*; međutim, *Edwardsiella tarda* se odlikuje proizvodnjom sumporovodika.

Rod *Plesiomonas*

Plesiomonas shigelloides

Rod *Plesiomonas* je svrstan u familiju *Enterobacteriaceae*, red *Enterobacterales*, klasu *Gammaproteobacteria*, granu *Pseudomonadota*. Jedina vrsta ovog roda je *Plesiomonas shigelloides*. To je gram-negativna štapičasta bakterija izolovana iz slatkovodnih riba, školjki, goveda, koza, svinja, mačaka, pasa, majmuna, lešinara, zmija, žaba, ljudi. Zdrave mačke i psi su česti domaćini ove bakterije. Za slatkovodne ribe često je smrtonosan. Fekalni je koliform. Nađena je kod zdravih ljudi, ali može izazvati dijareju. Do infekcije dolazi preko vode kontaminirane fekalnim materijama ili putem kontaminiranih morskih plodova (ostrige, škampi), pilećeg mesa. Faktori virulencije su β-hemolizini, citotoksini, egzoenzimi i faktori adhezije. Ne može da preživi u sredini u kojoj je koncentracija soli veća od 4%. Tolerira pH sredinu između 4,5 i 9. Optimalna temperatura za njen rast je između 35 °C i 39 °C, a može da preživi na temperaturi od 8 °C do 45 °C. Pozitivan je na oksidaza test. Ima širok raspon domaćina: vodozemci, ptice, ribe i životinje.

Rod *Raoultella*

Bakterije roda *Raoultella* pripadaju porodici *Enterobacteriaceae*, redu *Enterobacterales*, klasi *Gammaproteobacteria* i razdjelu *Pseudomonadota*. To su gram negativne, nepokretne, anaerobne bakterije koje su ranije bile svrstane u rod *Klebsiella*. Katalaza su pozitivne, oksidaza negativne, redukuju nitrata u nitrite, fermentišu glukozu i druge šećere. H₂S- i indol su negativni. Dokazan je kao uzročnik pankreatitisa, mokraćnih infekcija kod ljudi sa oslabljenim imunitetom i dr. Nalazi se veoma raširena u prirodi - u vodi, zemljištu, vlažnim sredinama, površinskim i pitkim vodama,

zemljištu, biljkama, kanalizaciji i industrijskom otpadu, sluznicama ljudi, drugih sisara, ptica i gmizavaca. *R. ornithinolytica* i *R. planticola* proizvode histidin dekarboksilazu i mogu dovesti do trovanja skombroidnom ribom.

Rod *Moraxella*

Rod *Moraxella* pripada porodici *Moraxellaceae*, redu *Pseudomonadales*, klasi *Gammaproteobacteria*, razdjelu *Pseudomonadota*. To su gram negativne, aerobne, štapičaste bakterije, kratki štapići – kokobacili, oksidaza i katalaza pozitivni. Klinički najznačajnija vrsta je *Moraxella catarrhalis*, koja se najčešće nalazi u vidu diplokokala. One su komensali mukoznih površina i mogu dovesti do oportunističke infekcije. *M. catarrhalis* se obično nalazi u respiratornom traktu, a kod osoba sa slabim imunitetom može dovesti do traheobronhitis i zapaljenja pluća. Može dovesti i do zapaljenja srednjeg uva i sinusitisa. *Moraxella lacunata* je jedan od uzroka blefarokonjunktivitisa kod ljudi. *Moraxella bovis* je uzročnik infektivnog keratokonjunktivitisa kod goveda. Kao strogi aerob, *M. bovis* je ograničen na rožnjaču i konjunktivu dovodeći do keratitisa, ulceracije i rupture rožnjače. Zajedno sa bakterijama roda *Pseudomonas* i *Acinetobacter* ove bakterije dovode do kvarenja proizvoda od mesa čuvanim u aerobnim uslovima na različitim temperaturama od -1 do 25 °C. Pri tome dovode do pojave sluzi i nepoželjnog slatkastog, voćnog mirisa.

Rod *Brochothrix*

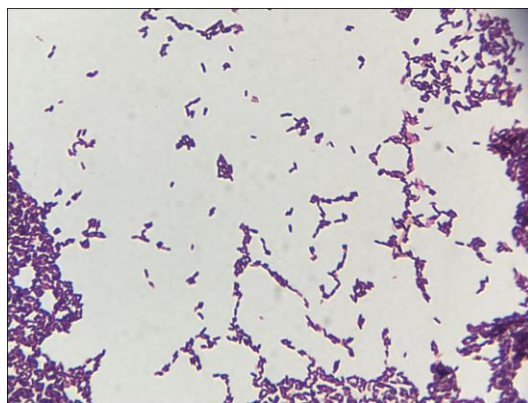
Rod *Brochothrix* pripada porodici *Listeriaceae*, redu *Caryophanales*, klasi *Bacilli*, razdjelu *Firmicutes*. To su gram-pozitivni, štapičasti, nepokretni, fakultativno anaerobni i psihrotrofni mikroorganizmi. Raste optimalno na temperaturi 20-22 °C, ali raste i na 0-1 °C nakon sedam dana, dok ne raste na 37 °C. Katalaza su pozitivni. Ne stvaraju H₂S, ne redukuju nitrate, ne hidrolizuju želatin i ureju, ne koriste citrat. Sa stvaranjem kiseline bez proizvodnje gasa razgrađuju arabinozu, glukozu, ksilozu, laktozu, saharozu, maltozu, celobiozu, manitol, dulcitol i skrob. Tokom fermentativne razgradnje ovih ugljenih hidrata nastaje L-(+)-mliječna kiselina kao dominantni proizvod. Najznačajnija vrsta u proizvodnji hrane je *Brochothrix thermosphacta*. Ova bakterijska vrsta nije naročito otporna na toplotu. Na temperaturi od 55 °C za 10 minuta dolazi do njenog uništavanja, a na 63 °C većina sojeva se uništava nakon 3 minute, otporniji sojevi nakon 5 minuta. *Brochothrix thermosphacta* je nađena u svježoj svinjskoj kobasici. Zbog sposobnosti da raste na 4 °C bez prisustva kiseonika i pri većim koncentracijama ugljendioksida, *Brochothrix thermosphacta* često kvari vakumirano meso i proizvode od mesa. Pri tome stvara isparljive supstance kao što su acetoin, diacetil – u aerobnim uslovima ili, u anaerobnim uslovima mliječnu kiselinu i etanol. Trenutno, rod *Brochothrix* sadrži dvije vrste, *Brochothrix thermosphacta* i *Brochothrix campestris*, koje su biohemijski slične. Nalaze se na farmama, zemljištu, travi, ali je samo *B. thermosphacta* povezana sa životinjskom i prehrambenom mikroflorom. *Brochothrix thermosphacta* je često izolovan iz svinjskih trupova, govedine, jagnjetine, živine, ribe i drugih namirnica (smrznuto povrće, salata od paradajza i mliječni proizvodi). Organizam je takođe izolovan iz fecesa životinja. Često uzrokuje rano, neproteolitičko kvarenje svježeg i sušenog mesa. Ovo kvarenje je dijelom posljedica tolerancije visokih koncentracija soli i sposobnosti da raste i pri niskoj aktivnosti vode (aw) i niskoj temperaturi u prisustvu malo kiseonika (>0,2%). Ovaj organizam se često povezuje s kvarenjem svježeg i suhomesnatog mesa gdje proizvodi diacetil i niz masnih kiselina tokom aerobnog metabolizma glukoze, što koje dovodi do pojave kiselog mirisa. Ovi senzorni defekti se mogu uočiti kada ovaj organizam u hrani dostigne broj 10⁵ cfu/g. Osim svježe i morske ribe, određene školjke sadrže *Brochothrix*.

Rod *Microbacterium*

Rod bakterija *Microbacterium* pripada porodici *Microbacteriaceae*, redu *Micrococcales*, klasi *Actinomycetia* i razdjelu *Actinomycetota*. To su gram-pozitivne, štapičaste, pokretne bakterije koje ne stvaraju spore. Mikrobakterije se nalaze široko rasprostranjene u prirodi – u zemljištu, otpadnim vodama, otpadnom mulju, kompostu, morskoj vodi, biljkama, insektima, kliničkim uzorcima, mliječnim proizvodima itd. Nalaze se na površini različitih sireva. Izolovane su iz čurećih iznutrica, svježeg goveđeg mesa, tradicionalno proizvedene slanine. Katalaza su pozitivne. Dovode do redukcije nitrata u nitrite. Kod osoba sa oslabljenim imunitetom mogu da izazovu bakterijemiju i endoftalmitis. Najčešći uzročnici su vrste *M. oxydans*, *M. paraoxydans* i *M. foliorum*.

Rod *Brevibacterium*

Ovaj rod bakterija pripada porodici *Brevibacteriaceae*, redu *Micrococcales*, klasi *Actinomycetia*, razdjelu *Actinomycetota*. To su gram pozitivne štapičaste bakterije. Štapići se nalaze pojedinačno, u parovima ili kratkim lancima. Tokom vremena od dva dana štapići se transformišu u koke - štapići se javljaju u eksponencijalnoj fazi rasta i prelaze u koke u stacionarnoj fazi. Promjena građe ćelije iz štapića u koke je vezana sa koncentracijom metionina, pH sredine za rast, temperaturom rasta i aeracijom. Brevibakterije su nepokretne, nesporogene, obligatni su aerobi sa rasponom temperature rasta 4-42 °C i optimalnom temperaturom od 21-28 °C. Sojevi izolovani sa ljudske kože i živine imaju optimalnu temperaturu rasta višu od 37 °C. Nalaze se u mliječnim proizvodima, slatkoj i slanoj vodi, morskim organizmima, insektima i organskoj materiji koja se raspada. Redukuju nitrate u nitrite, stvaraju lipazu i katalazu. Ne stvaraju ureazu. Proizvode pigment karotenoid koji kolonijama daje različitu boju - od svijetlo krem do tamnocrvene, zavisno od uslova rasta. Neotporne su na visoke temperature - uništava ih temperatura pasterezacije od 70 °C u trajanju od dva minuta. Rastu u širokom rasponu pH, od 5,5 do 9,5, sa optimalnim pH za rast oko 7. Osjetljive su na kisele uslove. Rast brevibakterija pospješuju kvasci i plijesni koji metabolišu mliječnu kiselinu do CO₂ i H₂O i tako smanjuju kiselost na površini sira. Osim toga, Do povećanja pH 7,0 dovode i velike količine amonijaka kojeg stvaraju brevibakterije, što im dodatno omogućava rast. Tolerancija na soli značajno varira između sojeva, od 0 do 20% soli sa prosjekom od oko 5%. Otporne su na sušenje. Mogu da metabolišu različite izvore ugljenika i azota, pri čemu najbolje koriste acetat i laktat. Brevibakterije metabolišu aminokiseline tek nakon potpune potrošnje laktata. Kao izvor azota brevibakterije više koriste amonijak u odnosu na aminokiseline. Zahvaljujući enzimima koje stvara, *Brevibacterium linens* se koristi u proizvodnji sireva sa mažom. Brevibakterije su značajne za formiranje ukusa sira tokom zrenja sira. Uz pomoć ekstracelularnih proteaza i lipaza mogu da razlažu masti i proteine (kazein). Imaju sposobnost da transformišu aminokiseline koje sadrže sumpor u isparljiva jedinjenja koja su značajna za formiranje ukusa. Neki sojevi mogu da metabolišu histamin. Ovo je vrlo značajno, ako se ima u vidu da su sirevi sa dugim zrenjem, poslije ribe, najčešći izvori biogenih amina. Neke bakterije obično stvaraju histamin u cilju preživljavanja u kiselj sredini. Brevibakterije su našle primjenu i u proizvodnji mononatrijum glutamata (pojačivača ukusa), zato što imaju sposobnost da proizvode glutaminsku kiselinu. Brevibakterije su opisane i kao oportunistički patogeni. Najčešće izolovana vrsta iz kliničkih uzoraka je *Brevibacterium casei* (slika 31.). Kod pacijenata sa oslabljenim imunitetom opisani su slučajevi apscesa mozga, peritonitisa i dr.



Slika 31. *Brevibacterium casei*, gram pozitivni štapići grupisani u palisade

Rod *Arthrobacter*

Bakterijski rod *Arthrobacter* (od grčkog, "zglobni mali štapić") je svrstan u familiju *Micrococcaceae*, red *Micrococcales*, klasu *Actinomycetia*, granu *Actinomycetota*. Bakterije ovog roda su pozitivne na katalaza test sa ciklusom rasta štapić-koka kao kod *Brevibacterium*, *Microbacterium* i *Corynebacterium*. Često se izoluje iz svježeg goveđeg mesa i sadržaja jaja – jer kontaminira ljusku jaja i materijal za pakovanje jaja. Često se nalazi u zemljištu, prašini, fecesu. To su gram-pozitive, obligatno aerobne bakterije štapićastog oblika tokom eksponencijalne faze rasta i oblika koka u stacionarnoj fazi. *Arthrobacter*, kao i bakterijski rodovi *Brevibacterium*, *Microbacterium* i *Corynebacterium* se koriste za industrijsku proizvodnju L-glutamata. Neke vrste *Arthrobacter* smanjuju količinu heksavalentnog hroma i 4-hlorfenola u kontaminiranom zemljištu, pa su koriste za bioremedijaciju. Psihrotrofni je mikroorganizam. Može dovesti do kvara rashlađene hrane bogate proteinima, kao i hrane čuvane u ambijentalnim uslovima.

Red *Lactobacillales* - bakterije mliječne kiseline (LAB)

Bakterije mliječne kiseline svrstane su u red *Lactobacillales*, klasu *Bacilli* i granu *Bacillota*. U red *Lactobacillales* su svrstane familije: *Aerococcaceae*, *Carnobacteriaceae*, *Enterococcaceae*, *Lactobacillaceae*, *Leuconostocaceae*, *Streptococcaceae*. Rodovi iz ovih familija koji su najznačajniji za proizvodnju hrane biće niže opisani. Iako su LAB uglavnom korisne i koriste se za fermentaciju raznih namirnica i sirovina, gdje doprinose njihovom boljem ukusu, teksturi i roku trajanja, neke vrste mogu imati značajnu ulogu u kvarenju i kvarenju hrane. Nepoželjne promjene uzrokovane LAB-om su zelena prebojenost mesa, stvaranje gasa u sirevima, kiselim krastavcima, konzerviranom ili pakovanom mesu i povrću. U vinu, mesu, mlijeku ili sokovima pokvarenim od strane ovih bakterija mogu da se javljaju neprijatni mirisi. Neke stvaraju velike količine egzopolisaharida koji uzrokuju pojavu sluzi na mesu i kvarenje nekih pića. Rodovi bakterija mliječne kiseline koji su najčešći uzročnici kvarenja hrane su *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Weissella*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*.

Rod *Carnobacterium*

Bakterije roda *Carnobacterium* su rod gram-pozitivne štapićaste, fakultativno anaerobne bakterije svrstane u familiju *Carnobacteriaceae*, red *Lactobacillales*, klasu *Bacilli*, granu *Bacillota*. Ne stvaraju spore. Žive u različitim hladnim ekosistemima, vodi, sedimentu i dr. Takođe su nađeni u crijevnom traktu atlantskog lososa i drugih riba, anoksičnim vodama Antarktika. Fermentacijom glukoze proizvode mliječnu kiselinu. Sojevi su izolovani iz rashlađenih prehrambenih proizvoda kao što su meso, jaja, kobasice, morski plodovi, mlijeko, sirevi, fermentisani slani proizvodi. Često se nalaze u proizvodima od mesa koji se skladište aerobno, u vakuum ambalaži ili pakovanju u

modifikovanoj atmosferi. Dominiraju vrste *Carnobacterium divergens* i *Carnobacterium maltaromaticum*. Mogu dovesti do kvarenja hrane zbog njihove tolerancije na temperature smrzavanja i odmrzavanja. Jedinjenja koja se najčešće stvaraju kao proizvod njihovog razmnožavanja u mesu su acetoin, okten-3-ol, 3-metil-1-butanol i butanoična kiselina. Okten-3-ol, 3-metil-1-butanol i butanoična kiselina stvaraju neprijatan miris. Takođe stvaraju i acetat, CO₂, etanol, format, laktat i mnoge alkohole iz glukoze. Neke vrste iz roda *Carnobacterium* su patogene za ribe. S druge strane, imaju dobra probiotička svojstva i mogu se koristiti kao probiotici i biokonzervansi u prehrambenoj industriji, jer proizvode bakteriocine i vodonik peroksid.

Rod *Lactobacillus*

Bakterijski rod *Lactobacillus* je svrstan u familiju *Lactobacillaceae*, red *Lactobacillales* i klasu *Bacilli*. Laktobacili su gram-pozitivne, katalaza negativne, štapićaste bakterije koje ne stvaraju spore (slika 32.). Proizvode mliječnu kiselinu kao glavni krajnji proizvod fermentacije. Nalaze se široko rasprostranjene u prirodi. Dominantna su normalna mikroflora porođajnog kanala kod ljudi i životinja. Stvarajući mliječnu kiselinu i pH sredine vagine < 4,5, sprečavaju rast patogenih bakterija. Svrstane su u bakterije sa GRAS statusom – što znači da su generalno priznate kao bezbjedne. Laktobacili su važni ili kao namjerni ili slučajni sastojci u mnogim prehrambenim proizvodima. Koriste se u proizvodnji fermentisanih proizvoda od mesa i mlijeka, kiselog tijesta, povrća i kao probiotici. U mliječnim proizvodima kao što su fermentisano mlijeko i sirevi, laktobacili imaju višestruku ulogu. Najznačajniji su kao starter kulture (proizvode mliječnu kiselinu) i kao probiotičke kulture. Sintetišu bakteriocine i egzopolisaharide i utiču na ukus mliječnih proizvoda. U određenim uslovima mogu uzrokovati mane ukusa i teksture mliječnih i drugih proizvoda. Laktobacili se ne nalaze u aseptično pomuženom mlijeku krava. Međutim, tokom uobičajene muže, mlijeko se kontaminira laktobacilima iz zemljišta, stajnjaka, trave, silaže i druge stočne hrane, opreme za mužu i skladištenje mlijeka. Prema karakteristikama fermentacije ugljenih hidrata, klasifikovani su u tri grupe: obavezno homofermentativni (Grupa I) koja obuhvata: *L. acidophilus* (slika 32), *L. delbrueckii*, *L. helveticus*, *L. salivarius*, fakultativno heterofermentativni (Grupa II) kojoj pripadaju: *L. casei*, *L. curvatus*, *L. plantarum*, *L. sakei* i obavezno heterofermentativni (Grupa III): *L. brevis*, *L. buchneri*, *L. fermentum*, *L. reuteri*. Na osnovu sekvenci 16S rRNA, laktobacili su filogenetski raspoređeni u sedam grupa: *Lb. buchneri* (bu), *Lb. casei* (ca), *Lb. delbrueckii* (de), *Lb. plantarum* (pl), *Lb. reuteri* (re), *Lb. sakei* (sa) i *Lb. salivarius* (sl). Laktobacili su jedna od rijetkih bakterija koje mogu da rastu u siru tokom njegovog zrenja bilo kao starter kulture (koje se namjerno dodaju) ili kao nestarter bakterije mliječne kiseline (koje prirodno kontaminiraju mlijeko). Metabolišu laktozu, laktat, citrat, vrše proteolizu i lipolizu - koji su glavni procesi tokom zrenja sira. Laktobacili koji se koriste u proizvodnji sira su mezofilni ili termofilni. Neke vrste nisu značajne kao starter kulture za zakiseljavanje, već se koriste u nekim mliječnim proizvodima za postizanje željene arome, probiotskih, antimikrobnih ili teksturnih osobina. Kao probiotici se koriste vrste kao što su *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. gasseri*, *L. reuteri* i dr. One utiču na jačanje imuniteta ljudi i životinja, sprečavaju pojavu crijevnih poremećaja i virusne dijareje. Imaju sposobnost kolonizacije crijevnog trakta sprečavajući na taj način kolonizaciju patogenih bakterija. Nestarterski laktobacili potiču ili iz mlijeka ili iz okruženja za proizvodnju sira. Njihov uticaj na kvalitet sira može biti pozitivan, negativan ili neutralan. Negativan uticaj se ispoljava neprijatnim ukusom i neželjenom teksturom sira. Najčešće su to obavezni heterofermentativni laktobacili (na primjer *L. buchneri*) koji osim mliječne kiseline proizvode sirćetnu kiselinu, etanol i ugljendioksid. Pošto dovode do porasta pH, omogućavaju metaboličku aktivnost mikroorganizama osjetljivih na kiseline, što dovodi do kvarenja proizvoda. *L. buchneri* je izolovan iz različitih sredina, kao što su pokvareni fermentisani krastavac, silaža, crijevni trakt, usna šupljina ljudi, sir, pivska sladovina. Određeni laktobacili mogu da izazovu mane kao što je stvaranje bijelih kristala kalcijum laktata na površini sira ili biološki aktivnih amina koji ponekad mogu uzrokovati bolest kod potrošača. Konzumacijom sira koji sadrži velike količine amina može doći do intoksikacije. Utvrđeno je da je *L. brevis* značajan za kvarenje delikatesnih

salata. Toksični amini tiramin, histamin i triptamin se nalaze u mnogim vrstama sireva koji zriju. Tiramin izaziva pojavu migrene. Laktobacili prisutni u vinu dovode do njegovog kvarenja, jer stvaraju sirćetnu kiselinu i druga nepoželjna jedinjenja. Vrste koje su izolovane iz grožđa i vina su: *L. brevis*, *L. buchneri*, *L. casei*, *L. fermentum*, *L. curvatus*, *L. delbrueckii*, *L. fructivorans*, *L. plantarum* i dr. *L. alimentarius* dovodi do kvarenja konzervisane haringe. Kvarenje se manifestuje stvaranjem gasa i nadimanjem poklopaca konzervi.

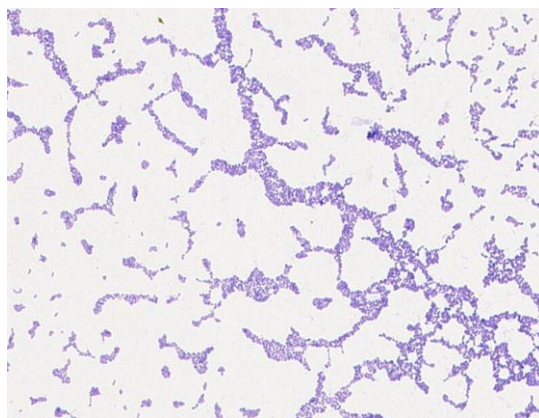


Slika 32. *Lactobacillus acidophilus*, gram pozitivne štapićaste bakterije

<https://www.carolina.com/prokaryote-slides/lactobacillus-acidophilus-wm-microscope-slide/294570.pr#mz-expanded-view-25788856842>

Rod *Lactococcus*

Bakterije roda *Lactococcus* su svrstane u familiju *Streptococcaceae*, red *Lactobacillales*, klasu *Bacilli* i razdio *Bacillota*. To su aerobne, fakultativno anaerobne, gram-pozitivne, katalaza negativne, nepokretne koke koje se nalaze pojedinačno, u parovima ili u lancima (slika 33.). Ne formiraju spore. Redovno su prisutne u mlijeku i korisne su u proizvodnji mliječnih proizvoda kao primarni proizvođači mliječne kiseline. To su homofermentativne bakterije – fermentacijom proizvode samo mliječnu kiselinu, kao jedini proizvod fermentacije glukoze. Njihov homofermentativni karakter može se promijeniti prilagođavanjem uslova okoline kao što su pH, koncentracija glukoze i ograničenje nutrijenata. Koriste se u mliječnoj industriji u proizvodnji fermentisanih mliječnih proizvoda kao što su sirevi. Mogu se koristiti u starter kulturama same ili u kombinaciji sa drugim bakterijama mliječne kiseline kao što su *Lactobacillus* i *Streptococcus*. Kao starter kulture posebno je značajna vrsta *Lactococcus lactis* (slika 33.) i njene dvije podvrste, *L. lactis subsp. lactis* i *L. lactis subsp. cremoris*. Ova vrsta se vjekovima koristi u fermentaciji hrane, posebno sira, jogurta, kiselog kupusa i dr. i opšte je priznata kao sigurna (GRAS). Njihova uloga u proizvodnji mliječnih proizvoda je brzo zakiseljavanje mlijeka - što uzrokuje pad pH vrijednosti fermentisanog proizvoda i sprečava rast bakterija kvarenja. Neki sojevi dodatno poboljšavaju konzervaciju hrane proizvodnjom bakteriocina. Ove bakterije su takođe značajne za formiranje ukusa proizvoda. *L. lactis* je prvo izolovan sa biljaka, sa kojih je putem hrane naselila gastrointestinalni trakt preživara, a zatim mlijeko. Laktokoke su našle primjenu i u proizvodnji proteina koji se primjenjuju u prehrambenoj industriji. S druge strane, neke vrste laktokoka mogu uzrokovati nepoželjnu kiselost, neugodne arome i zgrušavanje sirovog mlijeka u nedovoljno hladnim uslovima. *L. lactis subsp. lactis var. maltigenes* proizvodi 3-metilbutanal, što dovodi do nepoželjnog slatkastog ukusa mlijeka. Pored toga, laktokoke su sposobne za proteolizu, transformišući tako aminokiseline u jedinjenja koja daju ukus mliječnim proizvodima (kiselo mlijeko, pavlaka, maslac, sirevi i dr.). Stvaraju 10-12 peptidaza. Neke vrste laktokoka, kao što je *L. garvieae* su patogene za ribe. *L. garvieae* uzrokuje lezije u vaskularnom endotelu ribe, što dovodi do krvarenja na površini unutrašnjih organa. Laktokoke rastu na temperaturama od 10 °C do 42 °C. Neke vrste laktokoka mogu da rastu na temperaturi ispod 7 °C.



Slika 33. *Lactococcus lactis*, gram pozitivne koke
<https://www.gmbank.org/product-page/gmb0759>

Rod *Leuconostoc*

Bakterije roda *Leuconostoc* su svrstane u familiju *Lactobacillaceae*, red *Lactobacillales*, klasu *Bacilli*, razdio *Bacillota*. To su gram pozitivne, nepokretne, asporogene koke. To su fakultativno anaerobni, heterofermentativni mikroorganizmi. Ne stvaraju enzim katalazu. Za opstanak im je potreban pH iznad 4,8. Formiraju parove i lance okruglih ili izduženih ćelija ($0,5-0,7 \times 0,7-1,2 \mu\text{m}$). *Leuconostoc spp.* su široko rasprostranjeni u životnoj sredini i izolovani su iz biljnog materijala, kliničkih uzoraka ljudi, hrane kao što su rashlađeno i fermentisano meso, fermentisano povrće (npr. kiseli kupus) i fermentisani mlečni proizvodi (npr. sir, kefir, jogurt). Njihova prirodna staništa su uglavnom zelene biljke gdje naseljavaju lišće, zrna, grožđe i cvjetove. Stvaraju jedinjenja kao što su diacetil i acetoin koja daju ukus prehrambenim proizvodima. *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris* se koristi u proizvodnji svježeg i krem sira i kiselog mlijeka. Neke vrste proizvode egzopolisaharide koje daju određenu konzistenciju proizvodima. *Leuconostoc mesenteroides subsp. mesenteroides* i *subsp. dextranicum* često proizvode sluz (glukan) iz saharoze. *Leuconostoc paramesenteroides* ne proizvodi glukan i koristi se u izradi slanog sira. *Leuconostoc lactis* se takođe nalazi u mlijeku i mlječnim proizvodima. To su mezofilne i psihotolerantne/psihotrofne bakterije. Njihova optimalna temperatura rasta je $25-30^\circ\text{C}$. Vrlo slab rast se javlja na temperaturama višim od 40°C . Određene vrste, posebno *Leuconostoc gelidum* i *Leuconostoc inhae*, mogu da rastu na temperaturama nižim od 4°C i mogu se naći kao mikroorganizmi kvarenja hladno uskladištenih proizvoda od mesa i ribe. Osjetljivi su na kiselu sredinu i dobro rastu pri pH između 6 i 7. Njihov rast je značajno inhibiran pri pH manjim od 5. Tolerantne su na prisustvo kiseonika. *Leuconostoc spp.* su obligatno heterofermentativne bakterije mliječne kiseline i metabolišu glukozu putem fosfoketolaznog puta. Kao krajnje produkte metabolizma glukoze stvaraju mliječnu kiselinu, etanol i CO_2 . Glavni proizvod je mliječna kiselina D-izomer. Dobro fermentišu monosaharide, disaharide, oligosaharide, šećerne alkohole i glukonat. To može biti zbog njihovog prisustva u različitim sredinama i dostupnosti različitih ugljenih hidrata. Za razliku od obligatno homofermentativnih bakterija mliječne kiseline, *Leuconostoc spp.* imaju sposobnost da metabolišu arabinozu, ribozu i ksilozu do laktata i acetata. Razgradnjom citrata proizvode CO_2 i diacetil. Diacetil je glavno jedinjenje koje daje ukus mliječnom maslacu, pavlaci, svježem siru i drugim sirevima kao što su gauda i edam. CO_2 je važan za formiranje okaca u ovim sirevima. Neki sojevi se primjenjuju kao starter kulture u mliječnim proizvodima, a fermentacija kupusa u kiseli kupus u mnogome zavisi od ovih bakterija. Neke vrste, kao što je *L. carnosum* proizvodi visoko efikasan bakteriocin, koji inhibira rast patogena kao što je *L. monocytogenes*. Međutim, one se ne koriste kao starter kulture za proizvode od mesa. U proizvodima od mesa, *Leuconostoc spp.* fermentacijom ugljenih hidrata do mliječne i sirćetne kiseline povećavaju kiselost, stvaraju sluz i mijenjaju boju proizvoda u zelenu (na primjer kod salame). *L. carnosum* se često nalazi u pokvarenom mesu zapakovanom u vakuumu. To

je zbog toga što može da raste u anaerobnim uslovima i na temperaturama 1-4 °C, često dominirajući nad drugim bakterijama. Zabilježene su i infekcije sa *Leuconostoc spp.* kod ljudi sa oslabljenim imunitetom (gastrointestinalne tegobe, groznica). Međutim, one su opšte prepoznate kao sigurni mikroorganizmi (GRAS). Klinički izolati leukonostoka često su bili pogrešno identifikovani kao viridans streptokoke. Dvije vrste, *Ln. oenos* i *Ln. paramesenteroides* su reklasifikovane kao *Oenococcus oeni* i *Weissella paramesenteroides*. *Oenococcus oeni* vrši malolaktičnu fermentaciju vina, a *Weissella paramesenteroides* je značajna u fermentaciji kobasica.

Rod *Weissella*

Rod bakterija *Weissella* pripada familiji *Lactobacillaceae*, redu *Lactobacillales*, klasi *Bacilli*, razdjelu *Bacillota*. Mnogi članovi ovog roda su prvobitno bili klasifikovani u rodove *Leuconostoc* ili *Lactobacillus*. Međutim, sa razvojem molekularnih metoda, formirao se novi rod *Weissella*. Neke vrste ovog roda imaju osobine probiotika i antibakterijsko i antiinflamatorno dejstvo. Neke su oportunistički patogeni. To su gram pozitivne, katalaza negativne bakterije koje ne formiraju endospore. Kokoidnog su do štapićastog oblika. Heterofermentativne su, kao proizvod metabolizma stvaraju etanol, CO₂, mliječnu i sirćetnu kiselinu. Široko su rasprostranjene u prirodi. Mogu se naći u na koži, u mlijeku, fecesu životinja, pljuvački, vagini, biljkama, povrću, raznim fermentisanim namirnicama. Neke vrste stvaraju nesvarljive ekstracelularne polisaharide, kao što je dekstran, koji se mogu koristiti kao prebiotici. Rastu na temperaturi od 5 °C, a neke i na 42-45 °C. Zbog toga su značajne za kvarenje hrane koja se čuva na niskim temperaturama. Zbog svog heterofermentativnog metabolizma, *Weissella spp.* može izazvati kvar hrane, posebno proizvoda od mesa. Formiranje sluzi i pojavu zelene boje na proizvodima od mesa najčešće izaziva vrsta *Weissella viridescens* (raniji naziv *Lactobacillus viridescens*). Ove bakterije su vrlo otporne na dejstvo i visokih i niskih temperatura. *W. viridescens* je izolovan iz proizvoda nakon zagrijavanja na 65 °C u trajanju od 30 minuta, ili nakon zagrijavanja na 50 °C 175 min. Njihova termička otpornost se dodatno povećava nakon višekratnog izlaganja toplotnom šoku. *W. viridescens* je izolovan iz slanog rastvora koncentracije 10-14%. Može da preživi u jetrenoj pašteti 10 min na 95 °C. Proizvodi koji imaju aw 0,985–0,975 su povoljna sredina za preživljavanje ovih bakterija na višim temperaturama. Može da raste i na temperaturama hlađenja od 8 °C, 6 °C i 4 °C.

Rod *Enterococcus*

Rod *Enterococcus* pripada familiji *Enterococcaceae*, redu *Lactobacillales*, klasi *Bacilli*, grani *Bacillota*. Do 1984. godine su bile svrstane kao *Streptococcus* grupe D. To su gram-pozitivne koke koje se često javljaju u parovima (diplokoke) ili kratkim lancima i teško ih je razlikovati od streptokoka samo po fizičkim karakteristikama. Enterokoke su svuda prisutne u životnoj sredini, kao i kod ljudi i životinja. Nalaze se u vodi, zemljištu, pticama i insektima. Glavno stanište enterokoka je gastrointestinalni trakt ljudi i životinja. *Enterococcus faecalis* i *E. faecium* su dominantne gram-pozitivne koke u ljudskom fecesu. Kod farmских životinja kao što su živina, goveda i svinje dominira *E. faecium*, ali su prisutne i druge vrste kao što su *E. faecalis*, *E. cecorum*, *E. gallinarum* i *E. durans*. Iako se enterokoke smatraju samo privremenom mikroflorom biljaka, u dobrim uslovima one se mogu razmnožavati na njihovoj površini. *Enterococcus casseliflavus* i *E. mundtii* su tipično izolovani iz biljnih izvora. Dvije vrste su uobičajeni stanovnici u crijevima ljudi: *E. faecalis* (90–95%) i *E. faecium* (5–10%). Fakultativno su anaerobni mikroorganizmi. Nisu sporogene, ali su otporne na različite uslove sredine: ekstremne temperature (10–45 °C), pH (4,6–9,9) i visoke koncentracije natrijum hlorida. Pokazuju gama-hemolizu na ovčjem krvnom agaru. Oportunistički su patogeni, mogu izazvati infekcije urinarnog trakta (*Enterococcus faecalis*), bakterijemiju, bakterijski endokarditis, meningitis, peritonitis, prostatitis. Sposobne su da formiraju biofilm u prostati, što otežava liječenje. Vrlo su otporne na antibiotike – antibiotike na bazi β-laktama (peniciline, cefalosporine, karbapeneme), kao i na mnoge aminoglikozide. U posljednje dvije decenije, posebno

virulentni sojevi enterokoka koji su otporni na vankomicin su uzročnici infekcija kod bolničkih pacijenata. Enterokoke se koriste kao jedan od indikatora fekalnog zagađenja vode. Pošto su enterokoke stalni stanovnici crijevnog trakta ljudi i životinja, korisne su kao pokazatelji higijene vode i hrane. Međutim, upotreba enterokoka kao indikatora higijene zahtijeva dobro poznavanje njihove ekologije. Treba imati u vidu da je *E. faecium* zastupljen u crijevima ljudi i životinja, a *E. faecalis* uglavnom kod ljudi i da su obje vrste široko rasprostranjene u okolini i na biljkama. Zbog njihove široke rasprostranjenosti, nalaze se u različitim namirnicama, posebno životinjskog porijekla. Ipak, njihova upotreba kao indikatora fekalnog zagađenja je ograničena, pošto preživljavaju nepovoljne uslove okoline - ekstremni pH, temperature i salinitet. To znači da ove bakterije mogu izdržati normalne uslove proizvodnje hrane. Stoga, iako enterokoki ostaju dobri pokazatelji fekalnog zagađenja u vodi za piće i nekim mliječnim proizvodima, kao što su jogurt, puter i mlijeko u prahu, u drugim namirnicama mogu se smatrati indikatorima fekalnog zagađenja samo u širem smislu jer pojava i značaj njihovog prisustva može da varira zavisno od vrste, staništa i tehnologije proizvodnje hrane. U termički dobro obrađenim mliječnim proizvodima (jogurt, pasterizovana pavlaka, mlijeko u prahu, maslac), enterokoke su pokazatelji rekontaminacije. Broj enterokoka je pouzdaniji od broja koliforma kao indikator higijenskog kvaliteta maslaca. To je zato što enterokoke bolje preživljavaju od koliforma u slanom maslacu. Enterokoke su i pouzdaniji pokazatelj higijenskog kvaliteta jogurta od broja koliforma - jer se koliformi, za razliku od enterokoka, inaktiviraju u sredini sa niskim pH. Značenje prisustva enterokoka u sirevima zavisi od tehnologije sira. Enterokoke se nalaze u mekim i polutvrđim sirevima od sirovog i pasterizovanog mlijeka. U sirevima od pasterizovanog mlijeka prisustvo enterokoka je nepoželjno jer mogu uzrokovati probleme kvarenja. *E. faecium* i *E. faecalis* proizvode antibakterijske proteine - bakteriocine koji inhibiraju kvarenje hrane i rast patogenih bakterija kao što su *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholerae*, *Clostridium spp.* i *Bacillus spp.* Enterokokni bakteriocini koji se stvaraju tokom proizvodnje sira ili kobasica, pružaju korisnu zaštitu od neželjenih bakterija. Rast određenih vrsta enterokoka u nekim sirevima smatra se vrlo poželjnim, jer imaju važnu ulogu u zrenju i razvoju arome. Enterokoke pokazuju veću proteolitičku aktivnost od drugih bakterija mliječne kiseline, što je važno za zrenje sira. Povoljno dejstvo enterokoka u proizvodnji sira takođe se pripisuje hidrolizi mlečne masti esterazama. Osim toga, enterokoke proizvode tipične komponente ukusa kao što su acetaldehid, acetoin i diacetil. Korisna uloga enterokoka u razvoju arome sira dovela je do primjene enterokoka kao starter kultura. Potencijalna patogenost ovih bakterija je postala predmet interesovanja mnogih naučnika. Ne postoji jedinstven stav o tome da li se enterokoke mogu u potpunosti smatrati GRAS mikroorganizmima. Enterokoke su normalno relativno niske virulencije, ali pojava sojeva *E. faecium* i *E. faecalis* otpornih na veliki broj antibiotika predstavlja ozbiljni problem u terapiji. Enterokoke mogu da budu i uzročnici kvarenja hrane, naročito proizvoda od mesa (suhimesnati proizvodi, konzervirana šunka, vakumirane dimljene kobasice i dr.). Izazivaju stvaranje kisele arome, gasa, sluzi, promjenu boje mesa. Higijena klanja, neadekvatno hlađenje mesa tokom transporta, rezanja ili skladištenja; loša higijena radnog osoblja, higijena opreme, neadekvatna termička obrada i neadekvatno hlađenje proizvoda nakon kupovine su neki od faktora koji dovode do kvarenja hrane enterokokama. Preživljavaju temperaturu obrade suhomesnatih proizvoda, pa prekomjeran broj termorezistentnih enterokoka u ovim proizvodima ukazuje na neadekvatnu higijenu obrade. Kao oportunistički patogeni mogu da izazovu urinarne infekcije, endokarditis, meningitis kod novorođenčadi i dr. Ove infekcije su najčešće bolničke i čine čak 10% svih bolničkih infekcija. Intravaskularni kateteri su jedan od glavnih uzroka enterokokne bakterijemije.

Rod *Pediococcus*

Rod *Pediococcus* je svrstan u familiju *Lactobacillaceae*, red *Lactobacillales*, klasu *Bacilli* i razdio *Bacillota*. To su gram pozitivne bakterije. Svrstane su u bakterije mliječne kiseline (red *Lactobacillales*). Obično se javljaju u parovima ili tetradama. Pediokoke su fakultativno anaerobne. Optimalna temperatura za njihov rast je od 25 °C do 40 °C, ali neke vrste mogu da rastu i na

temperaturama do 50 °C. Neke pediokoke podnose vrlo kiselu sredinu (rastu pri pH 4,2) i sredinu sa visokom koncentracijom soli (rastu pri 6,5% NaCl). Pediokoke se mogu naći u različitim staništima, kao što su biljni materijal, mlijeko, slane vode, životinjski urin i pivo. Često se izoluju sa biljaka. Zbog toga se često nalaze u hrani i učestvuju u procesima fermentacije biljaka od kojih se proizvodi pivo, vino, jabukovača, silaža, kiseli kupus i drugo fermentisano povrće. Zajedno sa bakterijama roda *Leuconostoc* i *Lactobacillus* značajne su za fermentaciju kupusa. Nalaze se i u drugim fermentisanim namirnicama kao što su sir, suhomesnati proizvodi, sirove kobasice, svježa i marinirana riba. Mogu biti značajni u zrenju sira. Značajne su kao uzročnici kvara fermentisane hrane, posebno piva, vina i jabukovače. Homofermentativne su. Česti su kontaminanti piva, dovodeći do njihovog kvara. *Pediococcus damnosus* predstavlja poseban problem za pivo - proizvodi diacetil, što pivu daje nepoželjan miris na puter. Često se koriste u inokulantima za proizvodnju silaže. Mogu da se koriste kao probiotici, a dodaju se i kao korisni mikroorganizmi u proizvodnji kobasica, sireva i jogurta.

Rod *Oenococcus*

Rod bakterija *Oenococcus* je svrstan u familiju *Lactobacillaceae*, red *Lactobacillales*, klasu *Bacilli*. To su gram pozitivne bakterije. Vrsta *Oenococcus oeni* ima veliki značaj u proizvodnji vina, jer vrši malolaktičnu fermentaciju. Malolaktička fermentacija (konverzija) je proces u proizvodnji vina u kojem se jabučna kiselina (malična kiselina, lat. *malum* – jabuka), koja je kiselkastog ukusa i prirodno prisutna u moštu grožđa, pretvara u mliječnu kiselinu koja je manje kiselog ukusa (mekšeg ukusa). Malolaktička fermentacija predstavlja proces dekarboksilacije jabučne kiseline, pri čemu nastaje mliječna kiselina i oslobađa se ugljendioksid. Malolaktička fermentacija dovodi do stvaranja punijeg ukusa vina. Soli jabučne kiseline se zovu malati. Osim *Oenococcus oeni* ovu fermentaciju vrše i druge vrste bakterija mliječne kiseline, kao što su *Lactobacillus* i *Pediococcus*

Rod *Aerococcus*

Ovaj bakterijski rod je svrstan u familiju *Aeroococcaceae*, red *Lactobacillales*, klasu *Bacilli*, razdio *Bacillota*. To su gram pozitivne koke, nepokretne, nesporogene, fakultativno anaerobne, koje se obično nalaze u malim grupama. Izolovan je iz vazduha, prašine, bolničke sredine, učionica, dvorišta, farmi, stajnjaka, stelje, salamure za meso, pekare, ribe, ljudi. Zabilježene su i infekcije ljudi. *Aerococcus viridans* može da izazove mastitis krava. Mogu da prežive tri sata pri pH 9 i na temperaturi od 50 °C. Pored bakterija *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Serratia* i *Staphylococcus*, aerokoke su izolovane u klanicama nakon dezinfekcije. Mogu da izazovu kvar tokom procesa fermentacije kaše crvene ljute paprike, pri čemu dolazi do promjene boje, teksture i arome. Izaziva kvar salamurenog sušenog mesa pri čemu se javlja zelena boja.

Rod *Streptococcus*

Streptococcus thermophilus

Streptococcus thermophilus (raniji naziv *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* je svrstan u rod *Streptococcus*, familiju *Streptococcaceae*, red *Lactobacillales*, klasu *Bacilli* i razdio *Bacillota*. To je gram pozitivna koka (0,7–0,9 µm u prečniku), fakultativni anaerob iz grupe viridans streptokoka. Pojavljuje se u parovima i lancima, od kojih neki mogu biti veoma dugi. Oksidaza i katalaza je negativan. Nepokretan je i ne stvara spore. Posjeduje fimbrije. Pripada bakterijama mliječne kiseline. Optimalna temperatura za rast je 40–45 °C, minimalna 20–25 °C, a maksimalna 47–50 °C. Fermentiše šećere kao što su laktoza, fruktoza, saharoza i glukoza. Ne fermentiše galaktozu. Ima slabu proteolitičku aktivnost. Ne raste u prisustvu 4% soli, a neki sojevi ne rastu ni u 2% soli. Jedna je od najčešće korišćenih bakterija u mliječnoj industriji. Zajedno sa *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* se koristi u proizvodnji jogurta. Ove dvije vrste bakterija imaju

međusobno sinergističko dejstvo. *S. thermophilus* transformiše mliječni šećer laktozu u mliječnu kiselinu. Zato jogurt i sir proizvedeni sa *S. thermophilus* djeluju povoljno na zdravlje ljudi, prije svega naročito onih koji ne podnose laktozu. Ove bakterije proizvode egzopolisaharide (EPS) koji fermentisanim mliječnim proizvodima daju i tipičnu poželjnu rastegljivu viskoznu teksturu. Siru sa smanjenim sadržajem masti daju teksturu i ukus punomasnog sira. Sir proizveden sa *S. thermophilus* ima niži sadržaj vode i manje je gorkog ukusa. Rod *Streptococcus* obuhvata i neke patogene vrste, kao što su *S. pneumoniae* i *S. pyogenes*.

Bakterije sirćetne kiseline (familija *Acetobacteraceae*)

Familija *Acetobacteraceae* je svrstana u red *Rhodospirillales*, klasu *Alphaproteobacteria* i razdio *Pseudomonadota*. Ovoj familiji pripada veliki broj rodova bakterija, neki od njih su: ***Acetobacter***, ***Gluconobacter***, *Acidomonas*, *Gluconacetobacter*, ***Kozakia***, *Saccharibacter*, *Swaminathania*, ***Neoasaia***, *Granulibacter*, *Tanticharoenia*, *Ameyamaea*, *Neokomagataea*, ***Komagataeibacter***, *Endobacter*, *Asaia*, *Granulibacter* i dr. Bakterije sirćetne kiseline su gram negativne, štapičaste, striktno aerobne, acidofilne bakterije koje oksiduju etanol u sirćetnu kiselinu. Široko su rasprostranjene u prirodi. Korisne su u proizvodnji fermentisane hrane, kao što su kafa, proizvodi od čokolade, sirće, specijalne vrste piva. Sirće se proizvodi kada bakterije sirćetne kiseline djeluju na alkoholna pića kao što je vino. U biotehnologiji se koriste za proizvodnju niza jedinjenja kao što su sirćetna kiselina, L-askorbinska kiselina, dihidroksiacetone, glukonska kiselina, celuloza. *Acetobacter* i *Gluconobacter* su dva glavna roda bakterija sirćetne kiseline. Bakterije roda *Acetobacter* mogu u Krepsovom ciklusu da oksiduju etanol do ugljendioksida i vode. Drugi rodovi, kao što je *Gluconobacter* nemaju sve enzime Krebsovog ciklusa i ne mogu da oksiduju etanol do ugljendioksida i vode. Optimalni pH za rast je 5,4-6,3, a mogu da rastu i znatno ispod pH 5,0. Pored korisne uloge u biotehnološkim procesima, bakterije sirćetne kiseline mogu imati i negativno dejstvo. Kao kontaminanti hrane mogu dovesti najčešće do kvarenja alkoholnih pića kao što su vino i pivo, voćnih napitaka, bezalkoholnih pića, jabukovače i dr. Pri tome izazivaju pojavu nepoželjnog kiselog mirisa i ukusa ovih proizvoda, kao i stvaranje celulozne skrame. Neke vrste kao što su *Asaia bogorensis* i *Granulibacter bethesdensis* mogu biti oportunistički patogeni ljudi.

Rod *Acetobacter*

Rod *Acetobacter* je svrstan u familiju *Acetobacteraceae*, rod *Rhodospirillales*, klasu *Alphaproteobacteria*, razdio *Pseudomonadota*. *Acetobacter aceti* je gram negativna bakterija koja se kreće peritrihim flagelama. Transformiše etanol u sirćetnu kiselinu. Široko je rasprostranjen u okolini, cvijeću, voću, pčelama, vodi, zemljištu. Živi u svim sredinama gdje se odvija proces fermentacije šećera. Optimalna temperatura za njegov rast je 25-30 °C i pH vrijednost 5,4- 6,3. Koristi se u proizvodnji sirćetne kiseline iz alkohola. Striktni je aerob. Acidofilan je, može da preživi u kiseloj sredini. Nije utvrđeno da je patogen za ljude. Može biti štetan za biljke, na primjer za plod ananasa kod kojeg izaziva truljenje.

Rod *Gluconobacter*

Rod *Gluconobacter* su bakterije sirćetne kiseline kojima odgovara sredina bogata šećerom. Prisutne su na jabukama nakon berbe i mogu dovesti do njihovog truljenja. Mogu se naći i u voćnim sokovima i takođe dovesti do njihovog kvarenja. Alkoholna pića su takođe dobra sredina za rast *Gluconobacter*. *Gluconobacter oxydans* se često nalazi u pivima i može dovesti do njihovog kvarenja. Nije utvrđeno da su patogeni. Prisustvo *G. oxydans* na grožđu i u moštu može uticati na kvalitet vina. *Gluconobacter* može opstati tokom prvih dana fermentacije vina, a onda se zamjenjuje vrstama *Acetobacter*. Minimalna pH vrijednost koju toleriše *Gluconobacter* zavisi od koncentracije etanola u vinu; pri koncentraciji etanola 8,2% toleriše pH 3, a pri koncentraciji etanola od 12,5%, toleriše pH 3,4. Više koncentracije etanola djeluju inhibirajuće. *Gluconobacter* se koriste za proizvodnju sirćetne kiseline iz etanola.

Rod *Komagataeibacter*

Rod *Komagataeibacter* je svrstan u familiju *Acetobacteraceae*, rod *Rhodospirillales*, klasu *Alphaproteobacteria*, razdio *Pseudomonadota*. *Komagataeibacter xylinus* je gram negativna, aerobna, štapićasta, katalaza pozitivna bakterija. Osim što kao i druge bakterije sirćetne kiseline proizvodi sirćetnu kiselinu, naročito je značajna zbog sposobnosti da proizvodi celulozu. Nalazi se u sirćetu, voću i povrću. Glavni je mikroorganizam u proizvodnji kombuhe. Koristi se na Filipinima za proizvodnju želatinoznih dezerata.

Rod *Kozakia*

Rod *Kozakia* je svrstan u familiju *Acetobacteraceae*, red *Rhodospirillales*, klasu *Alphaproteobacteria*, razdio *Pseudomonadota*. Bakterije sirćetne kiseline su značajni proizvođači egzopolisaharida, kao što su celuloza i levan. Oni stvaraju egzopolisaharide kako bi se zaštitili od štetnih abiotičkih i biotičkih uticaja okoline. *Kozakia baliensis* proizvodi levan velike molekulske mase iz saharoze, zbog čega je našao primjenu u industriji.

Rod *Neoasaia*

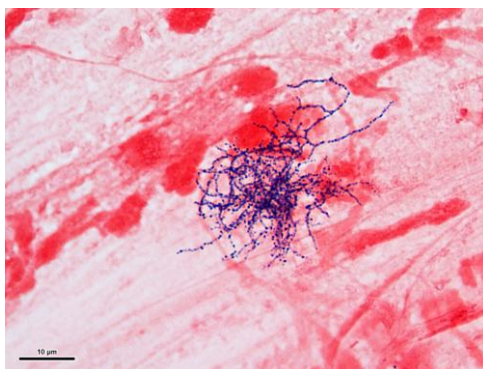
Rod *Neoasaia* je svrstan u familiju *Acetobacteraceae*, red *Rhodospirillales*, klasu *Alphaproteobacteria*, razdio *Alphaproteobacteria*, superrazdio *Proteobacteria*. *Neoasaia chiangmaiensis* oksiduje etanol u sirćetnu kiselinu, raste u prisustvu 0,35% sirćetne kiseline i 30% glukoze. Osmotolerantna je.

Rod *Zymomonas* (familija *Zymomonadaceae*)

Rod bakterija *Zymomonas* je svrstan u familiju *Zymomonadaceae*, red *Sphingomonadales*, klasu *Alphaproteobacteria*, razdio *Pseudomonadota*. *Zymomonas mobilis* je gram negativna, fakultativno anaerobna, nesporogena štapićasta bakterija sa polarnom flagelom. Ima bolju sposobnost proizvodnje bioetanola od kvasaca – tj. tolerantniji su od kvasaca na prisustvo etanola i daju veći prinos etanola. *Zymomonas mobilis* prvobitno je bio izolovan iz alkoholnih pića, jabukovače i piva. Izaziva kvarenje piva. Nije nađen u pivarama u kojima se proizvodi lager pivo zbog niskih temperatura (8-12 °C) i određenih zahtjeva za ugljenim hidratima (mogu da fermentišu samo saharoze, glukozu i fruktozu). Optimalna temperatura za njihov rast je 25 do 30 °C. Može da metaboliše glukozu samo preko Entner-Doudoroff puta.

Rod *Nocardia*

Bakterije roda *Nocardia* su svrstane u familiju *Nocardiaceae*, red *Mycobacteriales*, klasu *Actinomycetia*, razdio *Actinomycetota*, carstvo *Bacteria*. To su štapićaste, gram pozitivne, katalaza pozitivne bakterije. Striktni su aerobi i rastu u širokom opsegu temperature (10-50 °C). Polimorfnog su oblika, javljaju se u vidu kokoidnih štapića i filamenata (slika 34.). Stvaraju filamente po čemu liče na plijesni. Široko su rasprostranjene u zemljištu koje je bogato organskom materijom. Mogu se naći u zdravoj gingivi i parodontalnim promjenama kod ljudi. Neke vrste su patogene i izazivaju nokardiozu. Obično obole osobe sa oslabljenim imunim sistemom. Infekcije se prenose udisanjem, ingestijom i inokulacijom – preko rana, a najčešće inhalacijom. Najčešći oblik ljudske nokardioze je progresivno zapaljenje pluća. Svaki organ može biti zahvaćen ako dođe do sistemskog širenja. Izazivaju mastitis krava, pa se tako mogu naći u mlijeku.



Slika 34. *Nocardia* spp.

http://hit-microscopeweb.hc.msu.edu/Microbiology/Images/10IIC14_sputum_100X_3_sc.jpg

Rod *Arcobacter*

Bakterije roda *Arcobacter* pripadaju porodici *Arcobacteriaceae*, redu *Campylobacterales*, klasi *Campylobacter*, razdjelu *Campylobacterota*, carstvu *Bacteria*. To su gram negativne, spiralne bakterije nalik kampilobakterijama. Oni su aerotolerantni mikroorganizmi, koji su do 1992. godine bili svrstani u rod *Campylobacter*. Imaju oblik zakrivljenog štapa, po čemu su dobile ime (*arcus* – lat. luk i *bacter* – grč. štap). Široko su rasprostranjene u prirodi. Neke od njih mogu biti patogene za ljude i životinje. Prvi put su izolovane 1977. godine iz pobačenih goveđih fetusa. *Arcobacter butzleri* izaziva uporni, vodenasti proliv. Rastu na nižim temperaturama u odnosu na bakterije iz roda *Campylobacter*. Smatra se da su farmske životinje značajan rezervoar ovih bakterija. Pošto su izolovane u sirovom mesu, kao i u površinskim i podzemnim vodama, dobijaju sve veći značaj.

Rod *Carnimonas*

Rod *Carnimonas* je svrstan u porodicu *Halomonadaceae*, red *Oceanospirillales*, klasu *Gammaproteobacteria*, razdio *Pseudomonadota*. Ovom rodu pripada samo jedna vrsta, *Carnimonas nigrificans*. Ova bakterija dovodi do pojave crnih mrlja na površini suhomesnatih proizvoda. To su gramnegativni, katalaza pozitivni i striktno aerobni štapići. Umjereno su halofilni. Maksimalna koncentracija natrijum hlorida koju podnose je 8-10%. Ne rastu pri temperaturi 37 °C.

Rod *Caseobacter*

Rod *Caseobacter* je svrstan u porodicu *Corynebacteriaceae*, red *Actinomycetales*, klasu *Actinomycetes*, razdio *Actinomycetota*. Vrsta *Caseobacter polymorphus* je dominantna na siru *Limburger* i smatra se da je uključena u procesima njegovog zrenja tako što razlaže kazein.

Rod *Macrococcus*

Rod *Macrococcus* je svrstan u porodicu *Staphylococcaceae*, red *Bacillales*, klasu *Bacilli*, razdio *Bacillota*. To su gram pozitivne, nepokretne, nesporogene koke, koagulaza negativne i katalaza pozitivne. Njihov prečnik je 2,5 – 4,0 puta veći u odnosu na *Staphylococcus aureus*. *Macrococcus caseolyticus* je oportunistički patogen koji je izolovan iz proizvoda od mlijeka i mesa. Može da izazove krvarenja i multifokalnu nekrozu.

Rod *Erysipelothrix*

Rod *Erysipelothrix* je svrstan u porodicu *Erysipelotrichaceae*, red *Erysipelotrichales*, klasu *Erysipelotrichia*, razdio *Bacillota*. *Erysipelothrix rhusiopathiae* je gram pozitivna, nepokretna,

katalaza negativna, štapičasta bakterija koja ne stvara spore, osjetljiva na dejstvo kiselina. Može se naći u zemljištu, kontaminiranoj hrani i vodi. U zemljištu može da preživi nekoliko nedelja, a u fecesu svinja 1 do 5 mjeseci. Prvenstveno je patogen za životinje kao što su svinje, ćurke i koke nosilje, ali i za druge sisare, ptice, ribe i gmizavce. Ostale životinje koje mogu prenijeti infekciju su ovce, zečevi, kokoši, ćurke, patke, jastozi i dr. Najkarakterističniji simptomi erizipela – crvenog vjetra kod svinja su pojava urtikarija na koži, artritis, endocarditis, sepsa. Izaziva i infekciju ljudi, najčešće stočara, veterinara, radnika u klanicama, krznara, mesara, ribara, domaćica, kuvara, trgovaca. Kod ljudi infekcije se obično ispoljavaju u blagom kožnom obliku poznatom kao erizipeloid. Rjeđe može dovesti do sepse i endokarditisa.

Rod *Helicobacter*

Helicobacter pylori

Bakterija *Helicobacter pylori* je svrstana u rod *Helicobacter*, familiju *Helicobacteriaceae*, red *Campylobacteriales*, klasu *Campylobacteriia*, razdio *Campylobacterota*. Raniji naziv ove bakterije je bio *Campylobacter pylori*. To je gram negativna, spiralna bakterija koja se kreće pomoću četiri do šest flagela koje se nalaze na jednom polu ćelije. Mikroaerofilna je. Uz pomoć enzima hidrogenaze vrši oksidaciju molekularnog vodonika (H₂) kojeg stvaraju crijevne bakterije i na taj način dobija energiju. Stvara i enzime oksidazu, katalazu, ureazu. Izolovan je iz vode za piće, morske vode, povrća, hrane životinjskog porijekla. Preživljava u vodi, namirnicama kao što su mlijeko, povrće, gotova hrana, pasterizovanim sokovima od jabuke i narandže, mljevenoj govedini, suvim fermentisanim kobasicama. Raste u temperaturnom opsegu 30 °C-37 °C, sa optimalnim rastom na 37 °C, ali ne raste na 25 °C. Slično kao *Campylobacter jejuni*, *Helicobacter pylori* preživljava duže na 4 °C nego na sobnoj temperaturi i raste u rasponu pH od 4,5 do 7,3, s optimalnim pH 5,5. Dobro raste u prisustvu 0,5% i 1% NaCl, ali ne i u 2% rastvoru NaCl. Minimalna aktivnost vode (aw) za rast je između 0,96 i 0,98. Kolonizacijom sluzokože želuca dovodi do brojnih poremećaja kao što su gastritis, čir i rak. Smatra se da do infekcije dolazi fekalno-oralnim putem i da kontaminirana voda i hrana imaju važnu ulogu u prenosu ovog mikroorganizma na ljude. S obzirom da je doza za infekciju mala, i mali broj ćelija *H. pylori* koji prežive u hrani predstavlja potencijalnu opasnost za zdravlje potrošača.

Rod *Kocuria*

Rod *Kocuria* je svrstan u familiju *Micrococcaceae*, red *Micrococcales*, klasu *Actinomycetia*, razdio *Actinomycetota*. Ove bakterije su ranije pripadale rodu *Micrococcus*. To su gram pozitivne koke (0,7-1,5 µm u prečniku, u zavisnosti od vrste), nalik bakterijama rodova *Staphylococcus* i *Micrococcus* i mogu se naći u parovima, lancima, tetradama, nepravilnim grupama. Aerobne su ili fakultativno anaerobne, asporogene, nekapsularne. Pozitivne su na katalazu. To su mezofilni mikroorganizmi. Mogu se naći u različitim sredinama kao što su koža sisara, ptica, mlijeko, mliječni proizvodi, plodovi mora, fermentisani i nefermentisani proizvodi od mesa različitog porijekla, uzorci životne sredine, crijevu pčela. Mlijeko i sir se najviše povezuju sa prisustvom *Kocuria spp.* Mogu se naći na ljudskoj koži, usnoj šupljini, zemljištu, morskom sedimentu, vodi, plažnom pijesku. Generalno su nepatogene, ali kod osoba sa oslabljenim imunitetom mogu izazvati infekcije urinarnog trakta, bakterijemije povezane s kateterom, infekcije oka, endokarditis, peritonitis, meningitis. *Kocuria rhizophila* uzrokuje infekcije kod riba. Najbolje rastu u neutralnim pH sredinama. Zavisno od vrste i pigmenta koji stvaraju, kolonije mogu biti narandžaste, ružičaste, crvene, žute, krem boje. *K. varians* (raniji naziv *Micrococcus varians*) se najčešće nalazi u proizvodima od mesa i često se koristi kao starter kultura za poboljšanje njihovih senzornih osobina i smanjenje sadržaja biogenih amina. Imaju važnu ulogu u proizvodnji fermentisanih kobasica jer doprinose razvoju njihovih senzornih karakteristika. *Kocuria kristinae* može da raste u pivu i da izazove pojavu voćne arome i netipičnog ukusa piva. Kocurije stvaraju biofilmove, što može dovesti do tehnoloških problema u proizvodnji hrane. Zajedno sa bakterijama rodova *Bacillus*, *Acinetobacter* i *Pseudomonas* stvaraju biofilmove i u cjevovodima mašina za mužu. Njihovo prisustvo ukazuje na neophodnost poboljšanja sanitarnih

postupaka za održavanje ovih mašina. Kocurije su otporne na antimikrobne lijekove, zbog čega postoji rizik od prenosa ove osobine na patogene bakterije u hrani. Mogu da se koriste za biorazgradnju sirove nafte. Stvaraju bakteriocine, antimikrobne supstance kojima djeluju na patogene bakterije. Ove bakterije doprinose nastanku crvene boje fermentisanih kobasica, jer redukuju nitrate u nitrite aktivnošću nitrata reduktaze i stvaranjem nitrozomioglobina. Njihove proteaze i lipaze mogu dovesti do nepoželjnih promjena u hrani. *K. varians* i *K. kristinae* u sirovom mlijeku pokazuju proteolitičko i lipolitičko djelovanje. Utvrđeno je da prisustvo *K. varians* pomaže kolonizaciju površina sa *L. monocytogenes*. Otporne su na djelovanje natrijum hipohlorita (NaClO) i vodonik peroksida (H₂O₂), osjetljivije na benzalkonijum hlorid, limunsku i mliječnu kiselinu.

Rod *Bifidobacterium*

Rod *Bifidobacterium* je rod gram-pozitivnih, nepokretnih, često razgranatih anaerobnih bakterija. Svrstane su u familiju *Bifidobacteriaceae*, red *Bifidobacteriales*, klasu *Actinomycetia*, granu *Actinomycetota*. Ove bakterije su stalni stanovnici gastrointestinalnog trakta sisara. Nađeni su i u vagini i usnoj duplji sisara (*B. dentium*). Do sada nisu nađene kod reptila i ptica. Neke bifidobakterije se koriste kao probiotici, jer imaju niz korisnih učinaka na zdravlje, kao što su regulacija crijevne mikroflore, inhibicija patogenih bakterija, modulaciju lokalnog i sistemskog imunološkog odgovora, proizvodnju vitamina, jačanje mukozne barijere crijeva itd. Proizvode tiamin, riboflavin, vitamin B6, vitamin K, folnu kiselinu, niacin i piridoksin. U proizvodnji fermentisanog mlijeka najčešće se koristi *Bifidobacterium bifidum*, zatim *Bifidobacterium longum* i *Bifidobacterium breve*. Optimalna temperatura za rast bifidobakterija ljudskog porijekla je između 36 i 38 °C, dok je za one životinjskog porijekla između 41 i 43 °C. Optimalni pH za rast *Bifidobacterium* je 6,5-7,0. Ne dolazi do rasta ispod pH 4,5-5,0 ili iznad 8,0-8,5.

Rod *Pantoea*

Rod *Pantoea* su gram-negativne štapičaste bakterije svrstane u familiju *Erwiniaceae*, red *Enterobacterales*, klasu *Gammaproteobacteria*, razdio *Pseudomonadota*. Ovaj rod obuhvata oko 20 vrsta. Kolonije su sluzave i žuto pigmentisane. Fermentišu laktozu, pokretne su. Fakultativno su anaerobni. Ne stvaraju spore i kapsule. Neke vrste su korisne, a neke su patogene za biljke i dovode njihovog truljenja. Mogu biti uslovno patogene. Izolovane su iz fecesa, zemljišta, vode, biljaka, sjemenki, plodova voća (npr. ananas, mandarina), gastrointestinalnog trakta ljudi i životinja, mliječnih proizvoda, krvi, urina. Često kolonizuju kožu i respiratorni, urinarni i gastrointestinalni trakt bolničkih pacijenata. Katalaza su pozitivne, hidrolizuju želatin i škrob, ne koriste citrate. Mogu da rastu u širokom rasponu temperatura od 4 do 41 °C, pH 2 - 8, a optimalna temperatura rasta je 28-30 °C i pH 7. Široko su rasprostranjene na pirinču, pri čemu neke djeluju pozitivno na njegov rast, a neke su patogene.

Rod *Deinococcus*

Rod bakterija *Deinococcus* su dobile ime od grčkih riječi *deinos* - strašan, čudan i *kókkos* – granula. Svrstan je u familiju *Deinococcaceae*, red *Deinococcales*, klasu *Deinococci*, razdio *Deinococcota*. To su dosta velike, okrugle bakterije, prečnika 1,5-3,5 µm, najčešće grupisane po četiri ćelije – u vidu tetrada. Rastu u vidu kolonija koje su glatke, ispupčene i ružičaste do crvene boje. Boje se gram pozitivno i ako je njihov ćelijski zid specifičan i ima osobine i ćelijskog zida gramnegativnih bakterija. Imaju debeli sloj peptidoglikana u ćelijskom zidu - slično kao gram pozitivne bakterije, ali imaju i drugi sloj, pa su po tome slične gram-negativnim bakterijama. *Deinococcus radiodurans* ne stvara endospore i nije pokretan. Aeroban je, heterotrofan. Često se može naći u staništima koja su bogata organskim materijama, kao što su kanalizacija, meso, izmet, zemljište, a takođe je izolovan sa površine medicinskih instrumenata, iz sobne prašine, tekstila, sušene hrane. Vrlo su otporne na

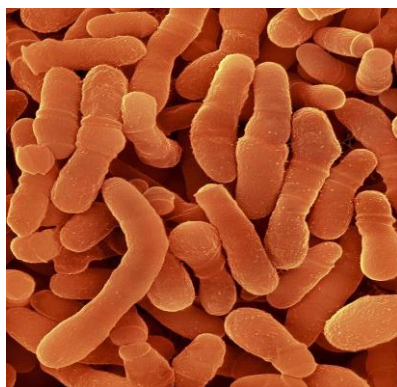
faktore spoljašnje sredine. Izuzetno je otporan na jonizujuće i UV zračenje, isušivanje, oksidujuća sredstva i dr. Deinokoke preživljavaju i u uslovima kada je njihova DNK izložena visokim dozama gama i UV zračenja. Dok druge bakterije u prisustvu zračenja mijenjaju svoju strukturu, neke stvaraju endospore, deinokoke se tome prilagođavaju bez promjene ćelijskog oblika. Posjeduju karotenoidni pigment deinoksantin koji im daje ružičastu boju. *Deinococcus radiodurans* je bakterija koja opstaje u ekstremnim uslovima i jedan je od najotpornijih mikroorganizama na zračenje. Može preživjeti niske temperature, dehidraciju, vakuum, kiselu sredinu. Ova vrsta je ranije pripadala rodu *Micrococcus* i imala je naziv *Micrococcus radiodurans*. Izolovan je iz pokvarenog mesa koje je prije skladištenja i kvara bilo tretirano dozom radijacije za koju se smatralo da ubija sve poznate oblike života. Ovaj mikroorganizam ima jedinstvenu sposobnost da popravi DNK oštećenu zračenjem. *Deinococcus radiodurans* se može primijeniti u bioremedijaciji. Bioremedijacija je postupak u kojem se koriste mikroorganizmi, gljive, biljke ili njihovi enzimi za prečišćavanje kontaminirane okoline i njeno vraćanje u prirodno stanje. *D. radiodurans* se može koristiti za tretman nuklearnog otpada.

Rod *Kurthia*

Kurthia je rod bakterija koji pripada familiji *Planococcaceae*, redu *Bacillales*, klasi *Bacilli*, razdjelu *Bacillota*. To su gram pozitivne štapičaste bakterije koje ne stvaraju spore. Izolovan je iz fecesa ljudi koji su bolovali od dijareje, u raznim vrstama mesa, mlijeka i zemljišta. *Kurthia zopfii* se često izoluje iz mesa, posebno iz usitnjenog mesa. Može dovesti do kvarenja mesa koje nije proizvedeno, čuvano i transportovano na adekvatnoj temperaturi.

Rod *Corynebacterium*

Rod bakterija *Corynebacterium* pripada familiji *Corynebacteriaceae*, redu *Mycobacteriales*, klasi *Actinomycetia* i razdjelu *Actinomycetota*. To su gram pozitivne bakterije. Štapičastog su oblika, a u nekim fazama životnog ciklusa imaju izgled batine po čemu su i dobile ime (*coryneform* - "u obliku štapa"). Ne formiraju spore. Neke vrste mogu biti blago zakrivljene ili imati izgled batine (slika 35.). Dimenzije ćelije mogu biti od 0,3 do 0,8 µm u prečniku i 1,5 do 8,0 µm u dužini. Korinebakterije su fakultativno anaerobne i pozitivne na katalazu. Široko su rasprostranjene u prirodi, mogu se izolovati iz zemljišta, vode, biljnog materijala, životinja. Dio su normalne mikroflore životinja, čovjeka i većina vrsta nisu patogene. Neke vrste kao što je *C. glutamicum* su korisne u industriji, jer proizvode L-glutaminsku kiselinu i lizin. Neke vrste mogu uzrokovati bolesti ljudi i životinja, kao što je difterija, koju uzrokuje *C. diphtheriae*. Korinebakterije su izolovane iz sirove rendane cvekle, iz klanica, unakrsno kontaminirane opreme, hladnjača (zajedno sa mikrokokama i stafilokokama). Učestvuju u procesima zrenja i kvara sireva i mesa. Proizvode ekstracelularne enzime koji su važni za razvoj karakterističnog ukusa, boje, arome i teksture ovih sireva. Na površini sireva sa mažom dominira *Corynebacterium casei*. Ova vrsta raste pri pH ispod pH 4,9 i u prisustvu 8% NaCl. Izolovane su kao uzročnici kvara povrća i voća u polju i u uskladištenom povrću i voću. *Corynebacterium michiganense* je identifikovan kao uzročnik vaskularnog uvenuća, raka, pjegavosti listova i plodova paradajza. *Corynebacterium nebraskense* može uzrokovati pjegavost listova i plamenjaču i uvenuće kukuruza. Korinebakterije su izolovane iz pokvarenog smrznutog graška, pasulja i kukuruza. Mogu da rastu na 5 °C. Mogu se koristiti kao indikatori higijene procesa proizvodnje. Psihrofilne *Corynebacterium* vrste su izolovane iz rashlađene hrane. Izolovane su na farmama živine, iz živinskog mesa i jaja. Neke izazivaju mastitis (*C. bovis*). Dobra proizvođačka i higijenska praksa smanjuju rizik od od kontaminacije hrane ovim bakterijama.



Slika 35. *Corynebacterium tuberculostearicum*, SEM

<https://www.science-photo.de/bilder/12299519-Corynebacterium-tuberculostearicum-SEM>

Rod *Chromobacterium*

Bakterije roda *Chromobacterium* su svrstane u familiju *Neisseriaceae*, red *Neisseriales*, klasu *Betaproteobacteria*, razdio *Pseudomonadota*. To su gram negativni kokobacili, fakultativno anaerobni, nesporogeni. Kreću se pomoću jedne ili više flagela. Stvaraju ljubičasti pigment violacein. Imaju proteolitičke enzyme, razlažu glukozu oksidativnim putem i fermentacijom, koriste citrat. Katalaza i oksidaza su pozitivne. Nalaze se kao saprofiti u zemljištu, vodi, naročito u tropskim i suptropskim regijama i generalno se smatraju nepatogenim za ljude. Međutim, mogu biti oportunistički patogeni za ljude i životinje, pri čemu dovode do lezija kože, apscesa na jetri, sepse. Psihrofilne vrste rastu na 4 °C, a ne rastu na 37 °C, a mezofilne vrste ne rastu na 4 °C, a rastu na 37 °C. *Chromobacterium violaceum* ne raste na 4 °C, a raste na 37 °C. *Chromobacterium lividum* raste na 4 °C, ali ne raste na 37 °C. *Chromobacterium lividum* izaziva pojavu ljubičaste boje rashlađenog pasterizovanog mlijeka i pavlake. Uništava ga temperatura 56 °C u trajanju od 5 minuta, tako da njegov nalaz u pasterizovanom mlijeku ukazuje na njegovu kontaminaciju nakon pasterizacije.

Rod *Bacteroides*

Rod *Bacteroides* je svrstan u familiju *Bacteroidaceae*, red *Bacteroidales*, klasu *Bacteroidia*, razdjelu *Bacteroidota*, carstvu *Bacteria*. To su anaerobne, gram negativne, pleomorfne do štapičaste bakterije, ne posjeduju flagele – nepokretne su. Vrsta *Bacteroides fragilis* je dio normalne mikrobflor debelog crijeva ljudi, gdje živi kao komensal, ali može uzrokovati infekciju ako se pređe u krvotok ili okolno tkivo nakon operacije crijeva, bolesti ili trauma crijeva. Kao komensal poboljšava imunitet i varenje hrane domaćina. Posjeduje fimbrije koje joj služe za atheziju – pričvršćivanje. *Bacteroides fragilis* posjeduje veliki broj površinskih proteina i lipopolisaharidnih molekula koji im omogućavaju preživljavanje u crijevima. Nalazi se u gastrointestinalnom traktu kao normalni stanovnik. Dijametar ćelije ove bakterije je 0,5-1,5 x 1,0-6,0 µm. Ne stvaraju spore. Ne posjeduju endotoksin u svom ćelijskom zidu, što ograničava njihovu patogenost. *B. fragilis* je aerotolerantan, anaerobni hemoorganotrof koji fermentiše širok spektar šećera koji su mu dostupni u sadržaju debelog crijeva ljudi, kao što su glukoza, saharoza, fruktoza. *B. fragilis* može da razlaže razne biopolimere, polisaharide i glikoproteine u manje molekule koje zatim mogu koristiti drugi mikroorganizmi. Stvara bakteriocine. Proteini kao što su katalaza, superoksid dismutaza i alkil hidroperoksid reduktaza ih štite od štetnih radikala kiseonika. Posjeduje više mehanizama rezistencije na antibiotike. *Bacteroides fragilis* je otporan na penicilin, uglavnom zbog toga što proizvode enzim β-laktamaz. Njihova patogenost jednim dijelom potiče od sposobnosti da stvaraju kapsularni polisaharid, koji ih štiti od fagocitoze i stimuliše stvaranje apscesa. *Bacteroides fragilis* je uzročnik 90% anaerobnih peritonealnih infekcija. Oko 50% materije fecesa se sastoji od ćelija *Bacteroides fragilis*. Infekcija ovim mikroorganizmima se može javiti nakon teške povrede crijeva, što rezultira

stvaranjem apscesa i pojavom temperature. *B. fragilis*, međutim nije patogen koji se prenosi na klasičan način fekalno-oralnim putem, jer je normalni stanovnik crijeva. Enterotoksogeni sojevi *B. fragilis* mogu uzrokovati dijareju, zato što izazivaju zapaljenje crijeva, odnedavno se povezuje sa pojavom karcinoma debelog crijeva.

Rod *Prevotella*

Rod *Prevotella* je svrstan u familiju *Prevotellaceae*, red *Bacteroidales*, klasu *Bacteroidia*, razdjelu *Bacteroidota*. Ovo su takođe gram negativne, anaerobne bakterije. Zajedno sa bakterijama roda *Bacteroides*, bakterije roda *Prevotella spp.* su bakterije koje se nalaze u debelom crijevu ljudi i debelom crijevu i buragu domaćih životinja. Ove vrste su strogi anaerobi čije aktivnosti igraju važnu ulogu u razgradnji i konverziji komponenti hrane i hrane za životinje. Oba roda igraju važnu ulogu u metabolizmu proteina. Vrste roda *Prevotella* su dio normalne oralne, vaginalne i crijevne mikroflore. Izolovani su iz apscesa i opekotina u okolini usta, kod infekcije urinarnog trakta, apscesa mozga, osteomijelitisa i bakterijemije povezane sa infekcijama gornjih disajnih puteva. *Prevotella spp.* dominiraju kod parodontalnih bolesti i parodontalnih apscesa. *Prevotella* vrste mogu biti povezane sa nastankom zapaljenja crijeva. Oko 70% vrsta roda *Prevotella* su otporne na penicilin.

20.1.1.16. Značaj histamina za zdravstvenu bezbjednost hrane

Histamin je toksičan biogeni amin koji se obično nalazi u morskim plodovima i njihovim proizvodima. Proizvode ga vrste bakterija iz rodova *Proteus*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter*, *Morganella*, *Hafnia*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Clostridium*, *Raoultella planticola*, *R. ornithinolytica*, *Vibrio*, *Acinetobacter*, *Plesiomonas*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Photobacterium*. Biogeni amini su organska jedinjenja male molekularne mase. Njihovo stvaranje u proizvodima od morskih plodova je katalizovano bakterijskim enzimom histidin dekarboksilazom. Ovaj enzim koristi slobodnu aminokiselinu histidin kao svoj supstrat. Biogeni amini su veoma značajni za zdravstvenu bezbjednost hrane, zbog njihovog toksičnog dejstva. U hrani se mogu naći biogeni amini kao što su: histamin, tiramin, feniletilamin, putrescin, agmatin, kadaverin, spermin, spermidin i triptamin. Oni imaju i alergeno dejstvo. Histamin se najčešće nalazi u ribi i proizvodima od ribe, fermentisanom mesu, povrću, mliječnim proizvodima, alkoholnim pićima. Visoka koncentracija histamina često se otkriva u vrstama riba koje pripadaju porodici *Scombridae* (skuša, tuna). Međutim i u nekim drugim vrstama riba kao što su inćun, plava riba, haringa, plava skuša, klijen, sardine takođe se može naći histamin u velikoj količini. Obično se dejstvo histamina javlja nekoliko minuta do nekoliko sati nakon unosa hrane koja sadrži histamin. Simptomi su: pojava osipa, urtikarija, mučnina, povraćanje, dijareja, crvenilo i glavobolja, peckanje i svrab kože. Ako je sadržaj histamina visok, resorbuje se u krvotok i djeluje na druge organske sisteme - što se manifestuje neurološkim, gastrointestinalnim i respiratornim simptomima. Riba i drugi morski plodovi obično su kontaminirani gram negativnim bakterijama koje imaju sposobnost da proizvode histamine. Ove bakterije su porijeklom iz crijeva i morske vode. Enzimi dekarboksilaze enterobakterija koje razlažu histidin, lizin i ornitin imaju visoku aktivnost pretvaranja ovih slobodnih aminokiselina u različite biogene amine. Gram pozitivne bakterije koje proizvode histamine se obično nalaze u fermentisanoj hrani kao što je sir, vino i pivo. U siru se mogu naći *Lactobacillus parabuchneri*, *Lactobacillus paracasei* i *Pediococcus pentosaceus* koji proizvode histamin. Akumulacija histamina često se javlja kada se smrznuti proizvodi odmrzavaju i ostave na sobnoj temperaturi neko vrijeme. Histamin je toksin otporan na djelovanje temperature, zato zadržava toksičnost i u konzerviranim i kuvanim proizvodima. Pored ribe, rakovi su takođe osjetljivi na kontaminaciju histaminom, jer sadrže visok nivo slobodnih aminokiselina i visok sadržaj vlage. Treba imati u vidu da je histamin bez boje i mirisa i ne primijeti se od strane potrošača prije samog trovanja.

Razdio Zygomycota

Najvažniji predstavnici plijesni iz razdjela *Zygomycota* koje izazivaju kvarenje hrane su rodovi *Rhizopus*, *Mucor* i *Absidia*. Ove plijesni su široko rasprostranjene u zemljištu, biljnim ostacima i goveđem fecesu. Nalaze se u uskladištenom žitu, voću, povrću, mesu, slanoj ili neslanoj ribi, mliječnim proizvodima, proizvodima od tjestenine. *Mucor* i *Absidia* formiraju sporangiospore koje su obavijene sluzavom materijom, dok *Rhizopus* formira suve sporangiospore. Zbog toga se spore *Rhizopusa* lakše kreću kroz vazduh i izazivaju veću kontaminaciju. Četiri najvažnija faktora koji utiču na rast plijesni u hrani su: dostupne hranljive materije, pH, temperatura i aktivnost vode (aw). Važno je prepoznati interakcije između ovih fizičko-hemijskih faktora koji utiču na rast. Na primjer, ako posmatramo minimalnu aktivnost vode pri kojoj može doći do rasta, podrazumijeva se da su svi ostali faktori optimalni. Na primjer, optimalna temperatura za rast *Aspergillus flavus* (značajan proizvođač aflatoksina) je oko 30 °C, na kojoj može rasti pri aw vrijednosti čak 0,81.

Rod *Rhizopus*

Rod *Rhizopus* je svrstan u familiju *Mucoraceae*, red *Mucorales*, klasu *Zygomycetes*, podrazdio *Mucoromycota*, razdio *Zygomycota*, carstvo *Mycota (Fungi)*. *Rhizopus* je rod saprofitnih gljiva često prisutnih na biljkama. Neke vrste *Rhizopus* su oportunistički patogeni ljudi - izazivaju infekciju kod osoba sa oslabljenim imunitetom.

Rhizopus stolonifer

Rhizopus stolonifer je veoma je značajan izazivač kvarenja hrane. Uzročnik je truljenja voća i povrća nakon branja. Rasprostranjena je širom svijeta. Njene spore dominiraju u vazduhu i češće se javlja u toplijim zonama. Meka trulež koju izaziva ova vrsta se javlja nakon žetve, tokom skladištenja, transporta i dr. Izaziva meku trulež avokada, koštičavog voća, jagoda, grožđa, mahunarki, slatkog krompira, patlidžana, karfiola, luka, šargarepe, bibera, paradajza. Oštećenje ploda je važan preduslov za uspješnu kolonizaciju ovom plijesni. Oštećenja mogu biti posljedica napada insekata. Utvrđeno je smanjenje rasta *R. stolonifer* 56% u atmosferi u kojoj je koncentracija CO₂ 20% i koncentracija kiseonika 20% pri temperaturi od 20 °C. Neka jedinjenja koja proizvode biljke često imaju antifungalne aktivnosti. Tako na primjer, cinamaldehyd, jedinjenje koje se nalazi u cimetu ima negativne efekte na *R. stolonifer*. Pare ulja timijana, origana, timol i karvakrol takođe inhibiraju rast *R. stolonifer*. *Rhizopus microsporus* uzgajan na kukuruzu i smeđoj riži, proizvodi jedinjenje rizonin (A i B) koje izaziva oštećenja bubrega i jetre kod pacova. *Rhizopus stolonifer* je opšte poznat kao plijesan bijelog hleba. Jedna je od najčešće prisutnih plijesni na svijetu, a najčešće se nalazi u tropskim i suptropskim regijama. To je čest uzročnik razgradnje uskladištene hrane. Kao i ostale vrste roda *Rhizopus*, *R. stolonifer* brzo raste, uglavnom u zatvorenim prostorima. Može postojati u zemljištu kao i u vazduhu. Ima neseptirane hife. Sporangiospore se nalaze u okruglastom tijelu – sporangiji (slika 36.). Sporangiospore *R. stolonifer* su u obliku dragulja sa karakterističnim prugama. Optimalna temperatura za rast ove vrste je između 25 i 30 °C. Tačka termalne smrti (najniža temperatura koja uništava sve ćelije za deset minuta) je 60 °C. *Rhizopus stolonifer* može da raste u kiselim sredinama s pH od čak 2,2. Opseg pH može varirati od 2,2 do 9,6. Može se razmnožavati aseksualno i polno. Seksualna reprodukcija se odvija kada se spoje kompatibilni sojevi, što na kraju dovodi do stvaranja zigospora. Mejoza se odlaže do početka klijanja zigospora. Bolest koju uzrokuje ova gljiva javlja se uglavnom na zrelim plodovima, kao što su jagode, dinja i breskva, koji su podložniji oštećenjima i imaju veći sadržaj šećera. Nakon nekoliko dana, zaraženi plodovi postaju mekani i puštaju sokove kiselog mirisa. Kada su vlažnost i temperatura povoljne, dolazi do brzog rasta micelijuma na površini zaraženog ploda i razvoja dugih stolona sa crnim sporangijama i

sporama. Kada plijesan proklija, proizvodi različite vrste esteraza, uključujući kutinazu, koja joj omogućava da proдре u zid biljke. Spore se vjetrom ili insektima šire sa bolesnih na zdrave plodove. *Rhizopus* trulež se može potpuno zaustaviti ako se voće čuva na temperaturi ispod 4 °C.



Slika 36. *Rhizopus* spp., nativni preparat (Bojanić Rašović i studenti Biotehničkog fakulteta)

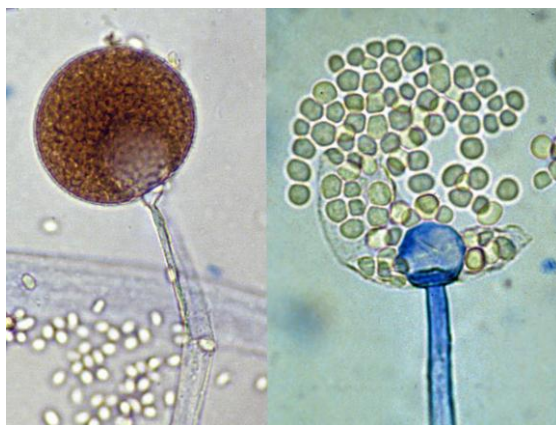
Rod *Mucor*

Rod *Mucor* je svrstan u familiju *Mucoraceae*, red *Mucorales*, klasu *Mucoromycetes*, podrazdio *Mucoromycota*, razdio *Zygomycota*, carstvo *Mycota*. Ovaj rod ima oko 40 vrsta plijesni. Nalaze se u zemljištu, digestivnim sistemima, površinama biljaka, nekim sirevima, trulom biljnom materijalu i dr. Kolonije mukora su obično bijele do bež ili sive boje i brzo rastu (slika 37.).



Slika 37. Kolonija *Mucor ramosissimus* na krompir dekstroznom agaru, nakon 6 dana rasta na 25 °C http://www.pf.chiba-u.ac.jp/gallery/fungi/m/Mucor_ramosissimus_colony_PDA.htm

Kolonije mogu narasti do nekoliko centimetara u visinu. Starije kolonije postaju sive do smeđe boje zbog stvaranja spora. *Mucor* vrste se razlikuju od plijesni rodova *Absidia*, *Rhizomucor* i *Rhizopus* po obliku i umetnuću kolumele, kao i po nedostatku stolona i rizoida. Neke vrste roda *Mucor* stvaraju hlamidospore. Sporangiofore sadrže haploidne sporangiospore. Produžetak sporangiofore - kolumela ulazi u sporangiju. Zidovi sporangijuma lako pucaju, pri čemu se oslobađaju spore koje lako kličaju i formiraju novi micelijum na odgovarajućim supstratima (slika 38.).



Slika 38. Sporangija sa kolumelom (slika lijevo) i sporangiospore (slika desno)
<https://www.adelaide.edu.au/mycology/fungal-descriptions-and-antifungal-susceptibility/zygomycota-pin-moulds/mucor>

Vrste roda *Mucor* uglavnom nisu patogene, zato što ne rastu na temperaturama oko 37 °C. Termotolerantne vrste kao što je *Mucor indicus* ponekad uzrokuju oportunističke infekcije. Posljednjih godina značaj mukormikoze je naročito izražen kod osoba sa oslabljenim imunitetom. *Mucor* izaziva kvarenje sireva, jabuka, soka od jabuke, jogurta i druge vrste hrane.

Rod *Absidia*

Rod *Absidia* pripada familiji *Cunninghamellaceae*, redu *Mucorales*, klasi *Zygomycetes*, podrazdjelu *Mucoromycota*, razdjelu *Zygomycota*, carstvu *Fungi*. Ove plijesni su široko zastupljene u zemljištu, izmetu životinja, insektima, biljnim ostacima, vazduhu. Često izazivaju kvarenje hrane, truljenje povrća u čuvanog na nižim temperaturama pljesnivost hleba. Njihova ekološka staništa još uvijek nisu dovoljno istražena. Optimalna temperatura rasta ovih plijesni se kreće od 25 do 34 °C. Građena je od širokih neseptiranih (nepregrađenih) hifa. Raste u vidu sivo bijelih kolonija prečnika 3–9 cm. Imaju stolone — hife micelijuma koje povezuju sporangiofore. Sporangiofore imaju kolumelu karakterističnog, ljevkastog oblika. Sporangije su relativno male i kruškolikog oblika (slika 39.). Oportunistički su patogeni. Uzrokuju bolest koja se zove zigomikoza.



Slika 39. Sporangiofore i stolon plijesni roda *Absidia*
<https://archive.org/details/20160127145802>

Rod *Thamnidium*

Plijesni roda *Thamnidium* pripadaju porodici *Mucoraceae*, redu *Mucorales* i podrazdjelu *Mucoromycota* i razdjelu *Zygomycota*. Zajedno sa drugim rodovima plijesni (*Mucor* i *Rhizopus*) mogu da dovedu do kvarenja svježeg mesa u hladnjači. S druge strane, ove plijesni pozitivno utiču na suvo zrenje goveđeg mesa, jer stvaraju enzime proteaze i kolagenaze koji omekšavaju meso. Pri tome formiraju blijedosive mrlje na mesu. Rukovanje mesom, dužina zrenja, temperatura, relativna vlažnost i strujanje vazduha utiču na njihov razvoj.

Razdio *Ascomycota*

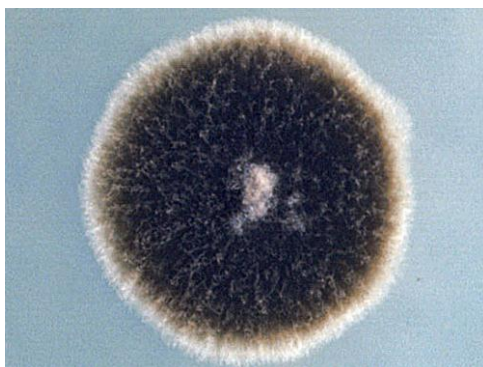
Rod *Alternaria*

Rod plijesni *Alternaria* je svrstan u porodicu *Pleosporaceae*, red *Pleosporales*, klasu *Dothideomycetes*, razdio *Ascomycota*, carstvo *Fungi*. Njihove hife su septirane. Stvara spore - konidije oblika batine, koje se nalaze pojedinačno ili u dugim lancima. Pojedinačne lance čine 5-15 konidija, a kompleks od više lanaca može sadržati 50-60 konidija. Konidije su krupne, višćelijske, sa uzdužnim i poprečnim pregradama – septama (feodiktiospore), kljunasto zašiljenim apikalnim ćelijama. Konidije su u osnovi šire i postepeno se sužavaju prema izduženom kljunu, tako da izgledaju kao kupa ili buzdovan. Konidije su tamno maslinaste boje, sa 3-7 poprečnih i 1-5 uzdužnih pregrada (slika 40.). Konidije se mogu naći u zemljištu, vodi, zatvorenom prostoru i prenose se vazduhom. Ovaj rod plijesni je jedan od najrasprostranjenijih u svijetu. Široko su prisutne u spoljašnjoj sredini. Imaju izuzetnu sposobnost da se prilagode različitim uslovima spoljašnje sredine. Optimalna pH vrijednost za razvoj micelijuma je 4- 6,6, a toleriše vrijednosti od 2,7 do 8. Ne raste u anaerobnim uslovima. Optimalna temperatura za rast micelijuma je 20-25 °C, a minimalne i maksimalne temperature za rast su 4 °C i 35 °C. Značajni su patogeni biljaka. Prevažodno napadaju biljke koje su oslabljene uticajem raznih faktora. Velike količine padavina, zadržavanje rose, prekomerno navodnjavanje povoljno utiču na razvoj ove gljive. Pri povoljnoj temperaturi i visokoj vlažnosti sredine ($aw \geq 84$) zrele spore klijaju. U tkivo biljke prodiru kroz stome, kutikulu ili oštećena mjesta. Izazivaju karakteristično oboljenje na velikom broju biljnih vrsta poznato kao crna pjegavost, pri čemu napada listove, stabljike, cvijet, plodove. Vrlo često kontaminiraju pšenicu, ječam, raž, ovas. Izazivaju oboljenja na šargarepi, crnom luku, krompiru, paradajzu i dr. Mogu da se razmnožavaju u hrani, odjeći, različitim materijalima, papiru. Rastu u vidu kolonija koje su zelene, crne ili sive boje (slika 41.). Uzrokuju truljenje organske materije. Saprofitnim vrstama odgovara gotova svaka vrsta supstrata, brašno, koža, flaširana voda, tekstil. Značajni su uzročnici kvarenja hrane. Pored toga što izaziva infekcije žitarica, voća i povrća na otvorenom polju, *Alternaria spp.* mogu izazvati štete i nakon žetve - tokom skladištenja, transporta i dr. *A. alternata* je najčešće nađena vrsta na svježe požnjevenom žitu. Zbog sposobnosti da rastu na niskim temperaturama mogu se naći i u hladnjačama. *Alternaria spp.* imaju izuzetnu sposobnost da prežive duži vremenski period i sačuvaju vitalnost i do nekoliko godina. Uzrokuje smanjenje kvaliteta žitarica zbog pojave sive boje i proizvodnje mikotoksina kao što su alternariol, alternariol monoetil etar, tenuazonska kiselina i dr. Stvaraju mikotoksine i smatraju se jednim od najproduktivnijih proizvođača mikotoksina. Izazivaju oportunističke infekcije kod ljudi sa oslabljenim imunitetom, kao što su pacijenti sa AIDS-om. Izrazi alternarioza i alternarijatozikoza se koriste za poremećaje kod ljudi i životinja uzrokovane plijesnima iz ovog roda. Neke vrste izazivaju alergije i astmu kod ljudi. Neke vrste su korisne kao sredstva za biokontrolu protiv invazivnih biljnih vrsta, a neke kao endofitni mikroorganizmi kao proizvođači bioaktivnih metabolita.



Slika 40. Višećelijske konidije *Alternaria alternata* s kratkim konusnim kljunovima

<https://www.adelaide.edu.au/mycology/fungal-descriptions-and-antifungal-susceptibility/hyphomycetes-conidial-moulds/alternaria>



Slika 41. Crne do maslinasto-crne ili sivkaste kolonije *Alternaria alternata*
<https://www.adelaide.edu.au/mycology/fungal-descriptions-and-antifungal-susceptibility/hyphomycetes-conidial-moulds/alternaria>

Rod *Aspergillus*

Rod *Aspergillus* pripada familiji *Trichocomaceae*, redu *Eurotiales*, klasi *Eurotiomycetes*, razdjelu *Ascomycota*. Ove plijesni se nalaze široko rasprostranjene u prirodi, u različitim klimatskim uslovima. Mogu da rastu i u uslovima visokog osmotskog pritiska – gdje je visoka koncentracija šećera i soli. Aerobni su mikroorganizmi, pa tako rastu na površini supstrata. Najbolje rastu na supstratima bogatim ugljenikom – monosaharidi (kao što je glukoza) i polisaharidi (kao što je amiloza). Veoma često kontaminiraju hranu bogatu skrobom (kao što su hljeb i krompir). Rastu i na mnogim biljkama i drveću. Takođe mogu da rastu i u sredinama siromašnim hranljivim materijama, ili čak sa potpunim nedostatkom hranljivih materija. Tako *Aspergillus niger* može da raste na vlažnim zidovima. *A. niger* i *A. fumigatus* uspješno kolonizuje topla i vlažna mjesta kao što su kupatila i prozorski okviri. Kod ljudi se nalaze kod bolesti kao što su infekcije uva, lezije kože i čirevi. Najveća primjena *Aspergillus niger* je u proizvodnji limunske kiseline. Preko 99% globalne proizvodnje limunske kiseline se proizvede uz pomoć ove plijesni. *A. niger* se takođe koristi za proizvodnju enzima kao što su glukoza oksidaza, lizozim i laktaza, amilaze, pektinaze i proteaze. Rod *Aspergillus* ima vrlo veliki značaj u proizvodnji hrane, jer dovodi do njenog kvarenja i čini je toksičnom zbog izlučivanja mikotoksina. Neke vrste su našle primjenu u proizvodnji fermentisane hrane (npr. *Aspergillus oryzae* se koristi u proizvodnji sosa od soje), Veoma se često nalaze u uskladištenim žitaricama, orasima i začинима, češće u tropskim i suptropskim predjelima nego u umjerenoj klimi. Vrste *Aspergillus* konkurišu vrstama *Penicillium* i *Fusarium* za stanište u hrani. *Aspergillus* vrste uglavnom rastu na višim temperaturama i pri nižoj aktivnosti vode od vrsta *Penicillium*. Rastu brže od roda *Penicillium*, ali im treba duže vremena da sporulišu. Njihove spore su obično otpornije na

svjetlost i hemijska sredstva nego spore vrsta *Penicillium*. *Aspergillus* vrste su češći uzročnici kvarenja hrane u tropskim predjelima, dok su vrste *Penicillium* češće uzročnici kvarenja u umjerenim područjima. Plodne strukture su građene iz konidiofora koja nosi veliku tešku ćeliju koja se zove "vezikula" i koja je obično okruglog oblika. Iz njih nastaju ćelije koje se zovu fialide, kod nekih nastaju metule i fialide, a iz fialida nastaju spore. Brojne vrste *Aspergillus* stvaraju mikotoksine. Od najvećeg značaja u hrani i stočnoj hrani su aflatoksini (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*), ohratoksin A (*Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus niger*), sterigmatocistin (*Aspergillus versicolor*), ciklopiazonska kiselina (*A. flavus*, *Aspergillus tamarisii*). Neke vrste proizvode i citrinin, patulin i penicilinsku kiselinu. Tremorgene toksine proizvode *Aspergillus terreus* (teritremiti), *Aspergillus fumigatus* (fumitremorgen) i *Aspergillus clavatus* (triptokivalin). Toksini vrste *Aspergillus* pokazuju širok spektar toksičnosti, sa najznačajniji efekti su dugoročni. Aflatoksin B1 je najsnažniji karcinogen jetre kod mnogih vrsta životinja i čovjeka. Ohratoksin A i citrinin utiču na funkciju bubrega, a tremogeni toksini kao npr teritremiti utiču na centralni nervni sistem. Za razliku od vrsta *Penicillium*, kod vrsta *Aspergillus* boja konidija je vrlo korisna za identifikaciju. Pored toga, uočavanje pod mikroskopom samo fialida, ili metula i fialida, oblik i veličina vezikula, su važni za identifikaciju (slika 42.). Tačna identifikacija vrsta *Aspergillus* je neophodan uslov za procjenu njihovog potencijala za kvarenje i kontaminaciju hrane i hrane za životinje mikotoksinima. ***Aspergillus aculeatus*** proizvodi tamno smeđe do crne konidije. Izaziva suhu trulež paradajza nakon berbe i trulež svježeg i suvog grožđa. Raste između 10 i 42 °C, a optimalna temperatura je blizu 30 °C. Ima visoku aktivnost pektinolitičkih enzima. Od mikotoksina proizvodi sekalonsku kiselinu D. Ima samo fialide, za razliku od *A. niger* koji ima i metule i fialide. Konidije su okrugle, prečnika 2,5–3,5 µm, sa glatkim zidovima. *Aspergillus candidus* se obično javlja u uskladištenim žitaricama, posebno pšenici i proizvodima od žitarica, kao što su brašno i hleb. Takođe je izolovan iz mljevenog pirinča (posebno u Indoneziji i Filipinima), različitim orašastim plodovima kao što su kikiriki, lješnici, orasi, salami i drugim prerađevinama od mesa, sušenoj ribi. Minimalna temperatura za njegov rast je 3-4, maksimalna 20-24 °C i optimalna 40-42 °C. ***Aspergillus candidus*** je kserofilni mikroorganizam, sa minimalnom aw za rast 0,75 i optimalnom aw većom od 0,98. *A. candidus* je tolerantiji na nizak nivo O₂ od većine vrsta *Aspergillus*, jer može da raste i u prisustvu 0,45% O₂. Takođe je tolerantan na propionsku kiselinu koja se koristi kao konzervans za žitarice. Proizvodi niz sekundarnih metabolita, od kojih najveći značaj ima kojična kiselina. ***Aspergillus carbonarius*** proizvodi ohratoksin A u grožđu i zrnju kafe. Izaziva trulež grožđa. Razlikuje se od *A. niger* po većim, tamnijim konidijama i veće vezikule. ***Aspergillus clavatus*** stvara plavosive kolonije. Ima veliku dugu klinastu vezikulu koja nosi samo fialide. Naročito često se nalazi u ječmu tokom sladovanja, gdje se može razmnožiti u vrlo velikom broju ako su temperature povišene. U nekim situacijama se mogu se formirati plavozelene navlake od *A. clavatus* na zrnju slada. U ovim uslovima mogu se stvoriti mikotoksini koji su alergeni. *Aspergillus clavatus* raste optimalno na temperaturi oko 25 °C, minimalnoj od 5-6 °C i maksimalnoj blizu 42 °C. Minimalni aw za rast je 0,88–0,87. Od mikotoksina stvara patulin, triptokivalon, citohalazin. *Aspergillus flavus* i *A. parasiticus* se razlikuju po jarko žuto zelenoj boji (ili rjeđe žuta) boji konidija. Brzo rastu na 25 i 37 °C. ***A. flavus*** stvara konidije koje su dosta promjenljive u obliku i veličini. *A. flavus* proizvodi aflatoksine B1, B2 i ciklopiazonsku kiselinu, a *A. parasiticus* proizvodi aflatoksine B1, B2, G1 i G2, ali ne proizvodi ciklopiazonsku kiselinu. *Aspergillus flavus* i *A. parasiticus* su blisko srodni sa *A. oryzae* i *Aspergillus sojae*, vrste koje se koriste u proizvodnji fermentisanih hrane i ne proizvode toksine. *A. flavus*, *A. parasiticus* i *A. nomius* stvaraju svijetlu narandžasto-žute kolonije. ***Aspergillus flavus*** je kosmopolitski, ali je *A. parasiticus* manje rasprostranjen. *A. flavus* i *A. parasiticus* imaju jak afinitet prema orašastim plodovima i sjemenkama uljarica. Kikiriki može biti napadnut dok je još u zemljištu ako usjev pretrpi stres od suše i drugih faktora. Oštećenje zrna kukuruza u razvoju od strane insekata omogućava ulazak plijesni. Žitarice i začini su uobičajeni supstrati za *A. flavus*, ali proizvodnja aflatoksina u ovim proizvodima je gotovo uvijek rezultat lošeg sušenja, rukovanja ili skladištenja. Značajne količine aflatoksina mogu se pojaviti u kikirikiju, kukuruza i drugim orašastim plodovima i uljaricama, posebno u nekim tropskim zemljama. *Aspergillus flavus* ima minimalnu temperaturu za

rast blizu 10–12 °C, maksimum blizu 43–48 °C, a optimalnu blizu 33 °C, a aflatoksini se proizvode na temperauri 12–40 °C. Rast *A. flavus* je u rasponu pH od 2,1 do 11,2 na 25, 30 i 37 °C. , uz optimalan rast u širokom rasponu od pH 3,4–10. Ubija ga temperatura od 60 °C u trajanju od 1 minuta pH pri visokoj aw vrijednosti. Aflatoksini su i akutno i hronično toksični za životinje i čovjeka. Ovi toksini proizvode četiri različita efekta: akutna oštećenja jetre, cirozu jetre; indukciju tumora i teratogene efekte. Zbog njihove visoke toksičnosti, na nivou države su postavljene granične vrijednosti za aflatoksine u hrani i stočnoj hrani. ***Aspergillus fumigatus*** formira baršunaste, plavkaste kolonije. Rastu izuzetno brzo na 37 °C. Vezikule su izdužene i fialide koje se savijaju tako da su gotovo paralelne sa osom konidiofore. Treba biti oprezan u rukovanju kulturama ove vrste jer je to dokazani ljudski patogen. Glavno stanište za *A. fumigatus* su biljke koje trule i kod kojih dolazi do spontanog zagrijavanja. Nalaze se u uskladištenim žitaricama, uljaricama, začинима, jajima, zrnju kakaoa, suvom i prerađenom mesu. On je termofilan mikroorganizam, minimalna temperatura rasta je blizu 12 °C, optimalna 40–42 °C, a maksimalna blizu 55 °C. Kserofilan je, minimalna aw za rast je 0,82 aw na blizu 40 °C. Proizvodi fumitremorgene, verrukulogene i gliotoksine. ***Aspergillus niger*** formira lako prepoznatljive crne ili tamnosmeđe kolonije. Češće se nalazi u toplijim klimama u uskladištenim namirnicama. Crno obojene spore pružaju zaštitu od sunčeve svjetlosti i UV zračenja, čineći je tako konkurentnom u tim staništima. *A. niger* se vrlo često izoluje iz proizvoda sušenih na suncu kao što su plodovi vinove loze gdje može da stvori ohratoksin A. Ovo je naznačajnija vrsta koja izaziva truljenje svježeg voća nakon berbe - jabuka, krušaka, bresaka, citrusa, smokava, jagoda, lubenice, uključujući i grožđe. Takođe izaziva i crnu trulež luka. ***Aspergillus niger*** je među najčešće izolovanim plijesnima iz orašastih plodova (kikiriki, pistači, lješnici, orasi, kokos). Žitarice i uljarice su takođe česti izvori, naročito kukuruz, ali *A. niger* se može izolovati iz skoro svake vrste uskladištene hrane. Osušeni, dimljeni proizvodi od mesa, sušena riba se takođe kontaminiraju ovom plijesni. Temperature rasta ***Aspergillus niger*** su minimalne, 6–8 °C, maksimalne, 45–47 °C i optimalne 35–37 °C. *A. niger* je kserofil: spore klijaju na aw 0,77 i pri temperaturi od 35 °C. *A. niger* može da raste na pH 2,0 pri visokom aw. Neki izolati *A. niger* mogu proizvesti ohratoksin A. ***Aspergillus ochraceus*** proizvodi žuto smeđe (oker) kolonije. Vezikule su sferične, nose gusto zbijene metule i fialide sa malim, glatkim, blijedosmeđim konidijama. Ova vrsta rijetko raste na 37 °C. ***Aspergillus ochraceus*** je široko rasprostranjen, posebno u sušenoj hrani, kao što je sušena riba, sušene mahunarke, orašasti plodovi i sjemenke uljarica. Rjeđe se javlja kod žitarica (pirinač, ječam, pšenica, kukuruz). Razvijajući se u zrnju zelene kafe može da proizvede ohratoksin A. Može da uzrokuje trulež bijelog luka. ***Aspergillus ochraceus*** raste između 8 i 37 °C, s optimalnom temperaturom 24–31 °C. Minimalni aw za rast je 0,77 na 25 °C, sa optimalnim 0,95–0,99. Toleriše koncentracije NaCl do 30% (w/v), što je ekvivalentno 0,77 aw. *A. ochraceus* dobro raste između pH 3 i 10 i sporo na pH 2,2. Proizvodi ohratoksin A. *A. ochraceus* može biti značajan izvor ohratoksina A u kafi. ***Aspergillus ochraceus*** takođe proizvodi i penicilinsku kiselinu i dr. ***Aspergillus versicolor*** raste sporo, proizvodi i metule i fialide iz male vezikule. Konidije su zelene boje. Na 37 °C rastu slabo ili ne rastu. Široko je rasprostranjen u različitim namirnicama. Glavni izvori su žitarice, uljarice, orašasti plodovi i mahunarke iz tropskih i umjerenih regija, ali je takođe nađen u suhomesnatim proizvodima i tvrdim sirevima. Izaziva truljenje svježeg hleba, izaziva neprijatan ukusa kafe zbog stvaranja trihloranizola. ***Aspergillus versicolor*** je mezofil, sa minimalnom temperaturom za rast od 9 °C, maksimalnom 39 °C i optimalnom od 27 °C. Kserofilan je. Njegov minimalni aw za rast je 0,78–0,80. *A. versicolor* ima minimalni pH iznad pH 3,1, a maksimum pH za rast iznad 10,2. Glavni je proizvođač sterigmatocistina, kancerogenog mikotoksina koji je prekursor aflatoksina, ali ga ova plijesan ne proizvodi. Može se zaključiti da su ***Aspergillus*** vrste značajni uzročnici kvarenja hrane. Široko su rasprostranjene, a njihova sposobnost da rastu pri smanjenoj aw i u toplijoj klimi, u različitim supstratima im obezbjeđuje da se nalaze u gotovo svim skladištima hrane. Zaključak: Kontrola kvarenja uskladištene robe uglavnom se oslanja na kontrolu aktivnosti vode. Održavanje suvog okruženja (ispod 0,6 aw) će spriječiti razvoj plijesni. Redovno čišćenje skladišta od ostataka žitarica i sprečavanje ulaska insekata će dovesti na minimum količinu inokuluma ovih plijesni.

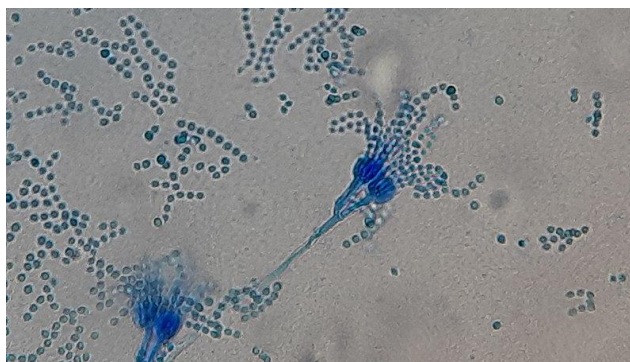


Slika 42. *Aspergillus spp.*, nativni preparat
<https://medicinalgenomics.com/aspergillus-dangerous-cannabis-pathogen/>

Rod *Penicillium*

Gljive koje pripadaju rodu *Penicillium* su veoma raširene u prirodi (zemljište, uginule biljke) u različitim klimatskim uslovima. Ovaj rod plijesni je svrstan u familiju *Trichocomaceae*, red *Eurotiales*, klasu *Eurotiomycetes*, razdio *Ascomycota*. Značajni su uzročnici kvarenja hrane i prilično su specifične za supstrat na kojem rastu. Klasifikacija unutar roda *Penicillium* je prvenstveno zasnovana na mikroskopskoj morfologiji. Rod je podijeljen na podrodove na osnovu broja i rasporeda fialida (elemenata koji proizvode konidije) i metula i grana (elementi koji nose fialide) na glavnoj ćeliji konidiofori. Većina važnih vrsta koje kvare hranu (i toksigene) su svrstane u podrod *Penicillium*. Pored mikroskopske morfologije, karakteristike kao što su prečnik kolonija, boje konidije i pigmenti kolonije koriste se za razlikovanje vrsta. *Penicillium* vrste koje uzrokuju kvarenje hrane mogu se podijeliti u tri glavne grupe: one koje kontaminiraju svježnu hranu, posebno voće; oni koji kontaminiraju žitarice uglavnom nakon žetve i tokom sušenja i oni koji će se vjerovatno naći u prerađenoj hrani. *Penicillium* vrste koje kvare svježe voće i povrće: glavni su uzročnici kvarenja citrusa i sjemenki voća. Ove vrste uzrokuju vidljivu trulež na plodovima i odgovorne su za ogromne gubitke širom svijeta. Jabuke i kruške obično kvare *Penicillium expansum*, koji uzrokuje karakterističnu smeđu trulež koja se širi. U kulturi, nakon 7 dana inkubacije na 25 °C, *P. expansum* stvara relativno brzo rastuće, duboke kolonije sa širokim bijelim rubom. *Penicillium expansum* raste između -2 °C ili čak niže, do 35 °C i do 0,83 aktivnosti vode (aw). Izolovan je i iz drugog voća, kao što je paradajz, jagode, avokado, mango, grožđe. Kontrola zaraze voća počinje u voćnjaku, uz upotrebu fungicida za sprečavanje kontaminacije sa *P. expansum*. Prevencija oštećenja ploda i brza prerada su takođe važni. Osim što kvare voće, *P. expansum* je značajan glavni izvor mikotoksina patulina, koji se javlja u soku od jabuke i kruške - kao rezultat truljenja plodova izazvanog *P. expansum*. Nivo patulina u sokovima može se efikasno kontrolisati uklanjanjem trulog voća prije drobljenja. Još su značajne vrste *Penicillium solitum*, *Penicillium funiculosum* koji raste na temperaturi 8-42 °C, s optimalnom temperaturom blizu 30 °C. Raste samo do 0,9 aw, ali je otporan na kiseline, raste do pH 2 ili niže. Citrusno voće: *Penicillium digitatum* proizvodi destruktivnu smeđu trulež na narandžama i rjeđe druge vrste od citrusa. proizvedeno na glatkim drškama. Klasifikovan je u podrod *Penicillium*, ali nije tipično za vrste u tom podrodu. Početna kontrola uključuje smanjenje nakupljanja spora u voćnjaku uklanjanjem otpalog voća. *Penicillium italicum* takođe uzrokuje trulež u citrusima, uglavnom u limunu. Konidije su velike i elipsoidne, duge 3,5–5,0 µm, glatkih zidova (slika 43.). Vrste *Penicillium* koje uzrokuju kvarenje žitarica: Žitarice su glavno stanište za vrste *Penicillium*. Ne postoje pravi dokazi da vrste *Penicillium* invadiraju žitarice prije žetve, pa se ne smatraju ni patogenima niti komensalima, već kontaminentima nakon žetve. U evropskim žitaricama najvažnija vrsta je *Penicillium verrucosum*. Ovo je sporo rastuća vrsta koja stvara svijetlozelene kolonije, prečnika 15–25 i 12–15 mm. *Penicillium verrucosum* stvara ohratoksin. *P. verrucosum* je kserofil, sposoban za rast pri aw do 0.8. Ne raste na temperaturi preko 31 °C, tako da je ograničen na predjela sa hladnom umjerenom klimom. Kao posljedica toga, ohratoksin A se javlja samo u

žitaricama u Evropi i severne Sjevernoj Americi. Međutim, *P. roqueforti* ima najmanje potrebe za kiseonikom od svih *Penicillium* vrsta. Takođe je neuobičajeno otporan na slabe kiseline koje se koriste kao konzervansi. To znači da je *P. roqueforti* značajan za kvarenje proizvoda i napada široki spektar namirnica, kao i sireva. To je izaziva poseban problem sa upakovanim raženim hlebom u Evropi, zbog njegove otpornosti na konzervanse. Druge vrste koje najčešće dovode do kvarenja sira su *P. chrysogenum*, *P. expansum*, *P. solitum*, *P. verrucosum*, *P. viridicatum* i *P. brevicompactum*, *P. glabrum*. *Penicillium* vrste izazivaju kvarenje i margarina i džema. Prerađena hrana: Hrana koja se čuva u frižideru: Mnoge vrste *Penicillium* imaju sposobnost rasta čak i na niskim temperaturama ispod 0 °C, pa su glavni uzrok kvarenja rashlađenih namirnica. Nekoliko vrsta takođe ima sposobnost rasta pod smanjenom napetosti kiseonika, i tako su glavni uzrok kvarenja upakovane, rashlađene robe. *Penicillium* vrste se mogu vidjeti na hrani u svakom frižideru. Možda i najviše osjetljiva hrana od svih namirnica je sir, zbog generalno visoke aktivnosti vode. Faktori koji omogućavaju plijesnima da izazovu kvarenje sira su: sposobnost da rastu na temperaturi hlađenja, da rastu pri niskom parcijalnom pritisku kiseonika, lipolitička aktivnost i otpornost na slabe kisele konzervanse. Brojne različite vrste *Penicillium* posjeduju ova svojstva, zato su i glavni uzročnici kvarenja sira. *P. commune* je najčešći uzročnik kvarenja u evropskim sirevima. U Australiji je često kvarenje sira od strane *P. roqueforti*. Ova vrsta se koristi u proizvodnji sira, ali je i značajni uzročnik njegovog kvarenja. *P. roqueforti* stvara brzo rastuće, tamnozeleno, ravne kolonije. Kontrolu kvarenja u margarinu najbolje se postiže povećanjem koncentracijom soli i dodatkom dozvoljenih konzervansa. Ako se džemovi pune topli, prije nego se ohlade se okreću. Kvarenje se rijetko javlja. Pasterizacija ubija konidije (aseksualne spore) većine vrsta gljiva, Pa tako i konidije *Penicillium* vrsta. Međutim, askospore (seksualne spore) nekih vrsta *Penicillium* imaju mnogo veću otpornost na toplotu. Neke askospore mogu opstati značajno vrijeme na 90 °C ili više. Bilo koja vrsta koja proizvodi askospore je potencijalna gljiva kvarenja u pasterizovanim proizvodima. Međutim, većina pasterizovanih proizvoda se pakuje u uslovima koji ograničavaju kiseonik, tako da kvarenje mogu izazvati samo one vrste sa niskim potrebama za kiseonikom. Glavni rod koji uzrokuje kvarenje pasterizovanih sokova je *Byssoschlamys*. Nekoliko vrsta *Penicillium* se vrlo često nalaze u hrani i zato su i najčešći uzročnici njenog kvarenja. Najčešće se nalazi *P. citrinum*. *Penicillium citrinum* raste od 5 do 38 °C i aw 0,80 aw. Javlja se u gotovo svim vrstama hrane: žitarice sitnog zrna, kukuruzno i pšenično brašno; orasi, kikiriki, pistači, lješnici, fermentisano i sušeno meso (šunka), kakao i zrna kafe, soja I dr. Zato se mogu očekivati da niske koncentracije citrinina budu uvijek prisutne u hrani. *P. citrinum* često ne uzrokuje vidljivo kvarenje, pa se citrinin ne sagleda uvijek kao opasnost. Mnogo je toksičniji za ptice nego za sisare. Druga vrsta koja je široko prisutna je *P. chrysogenum*. Raste na temperature od 4 do 37 °C, sa optimalnom temperaturom 23 °C. Kserofil je, klija do 0,78 aw. Mikotoksine generalno ne proizvodi. *P. crustosum* izaziva kvarenje kukuruza, prerađenog mesa, sira, keksa, kolača, voćnih sokova. Takođe je slab patogen na citrusima i dinjama. Pojava *P. crustosum* u prerađenoj hrani može biti uzrokovana raznim faktorima, kao što je neadekvatna prerada, naknadna obrada rekontaminacija, neispravno pakovanje, viša aktivnost vode, ili oslanjanje na hlađenje radi stabilnosti. *Penicillium crustosum* raste u vidu zagasito zelene, ravne kolonije. Važno je da se *P. crustosum* prepozna kada se pojavi, jer je glavni izvor penitrema A, snažnog neurotoksičnog mikotoksina. Penitrem kod životinja izaziva trajnu drhtavicu u malim dozama, a u većim dozama izaziva smrt. Povremeno dovodi do bolesti kod ljudi.



Slika 43. *Penicillium* spp.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Penicillium_in_LPCB_Tease_Mount_Microscopy.jpg

Rod *Fusarium*

Rod *Fusarium* je svrstan u familiju *Nectriaceae*, red *Hypocreales*, klasu *Sordariomycete*, razdio *Ascomycota*. Vrste roda *Fusarium* su široko rasprostranjene u zemljištu i biljkama. Većina vrsta su saprofiti, ali neke u usjevima žitarica proizvode mikotoksine. Kada se putem hrane mikotoksini unesu u organizam, djeluju negativno na zdravlje ljudi i životinja. Glavni toksini koje proizvode ove vrste su fumonizini, trihoteceni, deoksinivalenol, zearalenon. *Fusarium* vrste su značajni uzročnici bolesti velikog broja biljnih vrsta. Rastu u vidu pigmentiranih kolonija čija boja varira od blijede, ružičaste, tamnocrvene do plavkasto ljubičaste, zavisno od vrste i uslova rasta. Konidije se često proizvode u sporodohijama koje se u kulturi pojavljuju kao sluzave tačke. U nekim kulturama sporodohije mogu biti toliko plodne da se spajaju u veći ljigav sloj. Tipična makrokonidija je višćelijske građe, sa poprečnim septama, sa karakterističnom bazalnom ćelijom u obliku stopala i šiljatom apikalnom ćelijom. Osim toga, neke vrste stvaraju i manje konidije (mikrokonidije). Mikrokonidije su uglavnom jednoćelijske, u nekim slučajevima troćelijske i petoćelijske i mogu biti oblika koji varira od kuglastih, ovalnih, bubrežnih do vretenastih. Neke vrste stvaraju mikrokonidije u lancima, a druge u sluzavim glavama ili su same (slika 44.) *Fusarium* vrste preferiraju vlažne uslove, tj. aktivnost vode veću od 0,86, i dobro rastu na temperaturama od 0-37 °C. Nijedna vrsta *Fusarium* nije termofilna. Neke vrste mogu rasti anaerobno. *Fusarium oxysporum* je široko zastupljen patogen koji se prenosi preko zemljišta i koji izaziva vaskularno uvenuće velikog broja biljaka i jedna je od najčešćih vrsta. Prema naučnom i ekonomskom značaju, nalazi se na petom mjestu biljnih patogena. U odsustvu domaćina, može preživjeti duži period u zemljištu u obliku hlamidospora. U prisustvu domaćina, započinje infekcija i klijanje spora. Nakon uginuća biljke, gljiva započinje obilnu sporulaciju na površini biljke, raspršujući mikro- i makrokonidije po zemljištu za sljedeći ciklus infekcije.

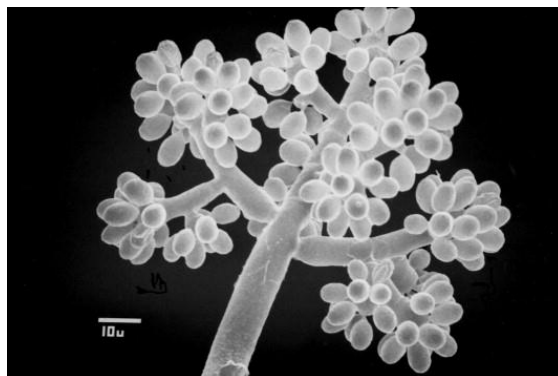


Slika 44. *Fusarium verticillioides*

https://en.wikipedia.org/wiki/Fusarium#/media/File:Fusarium_verticillioides_01.jpg

Rod *Botrytis*

Rod plijesni *Botrytis* je svrstan u familiju *Sclerotiniaceae*, red *Helotiales*, klasu *Leotiomyces* i razdio *Ascomycota*. Na vrhovima konidiofora se nalaze krupne ovalne konidije grupisane u vidu grozda. Otuda potiče i ime roda *Botrytis*, od grčke riječi *bótrys* ("grožđe") i latinskog sufiksa *-itis* ("slično"). Konidije su svaka pojedinačno pričvršćene za sterigme (slika 45.). Zbog sive boje konidija, bolest se još zove i siva plijesan (slika 46.).



Slika 45. Konidiofore i konidije *B. cinerea* (Lorenz)



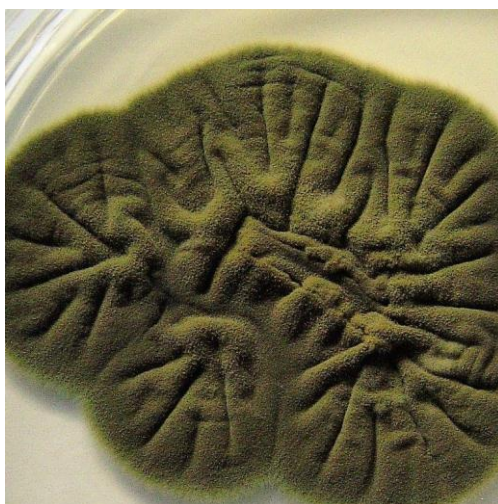
Slika 46. Kolonije sive plijesni na plodu citrusa

https://en.wiktionary.org/wiki/Botrytis#/media/File:Citrus_sinensis_cubierta_con_moho_2013_000.JPG

Bolesti uzrokovane plijesnima roda *Botrytis*, a naročito vrstom *B. cinerea*, su najčešće i najrasprostranjenije bolesti ukrasnog bilja, voća i povrća. Smatra se najčešćom bolesti biljaka u rasadnicima. Manifestuje se u vidu pjegavosti na cvjetovima, listovima, truljenjem listova, stabljike, lukovica i dr. Ova gljiva je nekrotrof, odnosno patogen koji najviše koristi hranjive materije iz mrtvih biljnih ćelija. To je slab patogen i efikasan saprofit, koji opstaje na velikom broju biljaka, kao i na njihovim ostacima u zemljištu. U zdravo biljno tkivo može prodrijeti kroz povrede koje naprave insekti, tako što prvo stvara micelijum u mrtvim laticama cvijeća, lišću ili ostarjelim ljuskama lukovice. Mrtvo biljno tkivo ili tkivo u fazi izumiranja služi ovoj gljivi kao izvor hrane i daje joj energiju da proдре u susjedno zdravo tkivo. Njen razvoj stimulira visoka vlažnost (93-100%). Optimalni temperaturni raspon za sporulaciju, oslobađanje spora, klijanje i infekciju je 18-23 °C. Bolest se značajno manje javlja na temperaturi iznad 25 °C i ispod 15 °C. Sivu plijesan je gotovo nemoguće suzbiti samo upotrebom fungicida, već treba primjenjivati integrisani program kontrole. Uspješno suzbijanje bolesti u rasadnicima se postiže smanjenjem vlažnosti, povećanjem strujanja vazduha, upotrebom podnavodnjavanja umjesto zalivanja iznad biljke ili zamagljivanja, pravilnom higijenom rasadnika, upotrebom zdravog sadnog materijala, uravnoteženom ishranom usjeva.

Rod *Cladosporium*

Ovaj rod plijesni je svrstan u familiju *Davidiellaceae*, red *Capnodiales*, klasu *Dothideomycetes*, razdio *Ascomycota*. Vrste ovog roda stvaraju maslinastozelene do smeđe ili crne kolonije (slika 47.) i imaju tamno pigmentirane konidije koje formiraju jednostavne ili razgranate lance (slika 48.). Kolonije su najčešće jednoćelijske konidije, ali mogu biti građene od dvije ili tri ćelije. Dvije najčešće vrste su *C. cladosporioides* i *C. herbarum*. Lanci spora su vrlo krhki, što otežava mikroskopsko posmatranje pri kojem lanci konidija (konidiospora) treba da su očuvani. Mogu se naći na živom i mrtvom biljnom materijalu. Spore su sitne i lako se raspršuju vjetrom, tako da su prisutne u velikom broju u vazduhu. U zatvorenom prostoru vrste *Cladosporium* rastu na površinama na kojima je prisutna vlaga. *Cladosporium* vrste su uglavnom osmotolerantne, dobro rastu na podlogama koje sadrže 10% glukoze ili 12-17% NaCl. Rijetko rastu na podlozi koja sadrži 24% NaCl ili 50% glukoze, a ne rastu u podlogama sa 32% NaCl ili više. Vrste plijesni roda *Cladosporium* su široko rasprostranjene u svijetu i obično se izoluju iz zemljišta i organske materije. Predstavljaju gljive najčešće izolovane iz vazduha. Izolovane su iz žitarica, kikirikija, voća, ohlađenog mesa, naročito govedine. Mogu da rastu i na niskim temperaturama i tako stvaraju crne mrlje na hrani, odnosno izazivaju kvarenje hrane. Mnoge vrste su biljni patogeni, a druge se nalaze kao faktori kvarenja ili zagađivači u hrani ili industrijskim proizvodima, a smatra se da utiču i na pojavu astme kod ljudi.



Kolonije 47. *Cladosporium* spp. na Sabouroud agaru

https://pgodoy.com/22549042_10214297856060220_115456426126108162_o/#



Slika 48. Konidije plijesni roda *Cladosporium*

<https://alchetron.com/Cladosporium#cladosporium-8dd958c4-64bc-4054-81c2-28fd23eaeb2-resize-750.jpeg>

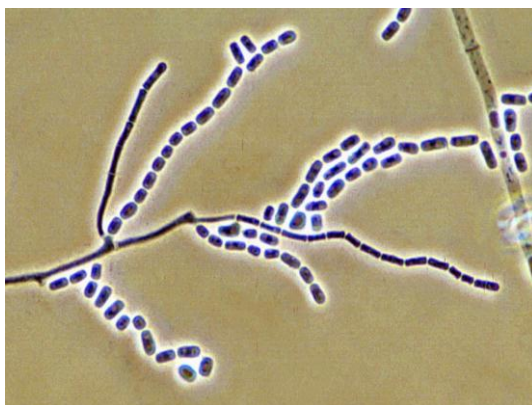
Rod *Geotrichum*

Rod *Geotrichum* je svrstan u familiju *Dipodascaceae*, red *Saccharomycetales*, klasu *Saccharomycetes*, razdio *Ascomycota*. *Geotrichum* je rod gljiva koje se nalazi široko rasprostranjen u zemljištu, vodi, vazduhu, biljkama, žitaricama, mliječnim proizvodima. Takođe se često nalaze u normalnoj ljudskoj flori i izolovani su iz sputuma i fecesa. Rod *Geotrichum* obuhvata preko 100 vrsta. Neki su korisni, na primjer na površini nekih sireva utiču na formiranje ukusa. Zahvaćenost pluća je najčešći oblik bolesti kod ljudi i životinja, ali su utvrđene i bronhijalne, oralne, vaginalne, kožne i alimentarne infekcije. Kolonije rastu brzo, ravne su, bijele do kremaste boje, suve (slika 49.). Hife su septirane, razgranate i raspadaju se u lance jednoćelijskih, okruglastih do cilindričnih artrospora (slika 50.) kojima se razmnožavaju. Najznačajnija vrsta u hrani je *G. candidum*. Drugi nazivi za ovaj mikoorganizam je *Oidium lactis*. *G. candidum* je plijesan koja liči na kvasac jer pokazuje dimorfni oblik i lako se fragmentiše u artrospore, koje izgledaju kao ćelije kvasca. Takođe i kolonije ovog mikoorganizma su bijele, mekane, kremaste i nalik na kvasac.



Slika 49. Kolonije *Geotrichum candidum* na krvnom agaru

https://assets.cureus.com/uploads/figure/file/105828/lightbox_407de4306ffe11ea91038925946af25d-FIG3.png



Slika 50. Formiranje artrospora *Geotrichum candidum*. Djelovi hifa se razdvajaju fragmentacijom
<https://www.adelaide.edu.au/mycology/fungal-descriptions-and-antifungal-susceptibility/hyphomycetes-conidial-moulds/geotrichum-candidum>

Prisustvo *Geotrichuma* u hrani generalno je pokazatelj nehigijenskih uslova tokom pripreme i skladištenja hrane, ili upotrebe lošijih sirovina. *G. candidum* predstavlja problem na opremi za preradu hrane, posebno u postrojenjima za preradu povrća i zato se naziva i „mašinska plijesan“.

Nečista oprema pruža povoljno okruženje za brzi rast ovog organizma. Napada agrume, kao i drugo voće. U stanju je da zarazi plodove uglavnom preko povreda na pokožici, kao i rastom na prezrelom voću. *G. candidum* se takođe izoluje iz sira, mesa, smrznute hrane, posebno povrća.

Rod *Colletotrichum*

Rod *Colletotrichum* je svrstan u familiju *Glomerellaceae*, red *Glomerellales*, klasu *Sordariomycetes*, razdio *Ascomycota*. Rastu u vidu vodenastih ružičastih kolonija. Plodonosno aseksualno tijelo je acervulus. Acervulus je plodna struktura u obliku ravne ili tanjiraste mase koju čine hife koje nose kompaktni sloj kratkih konidiofora, kao i sete (setae). Sete su konidiofore u vidu čekinja (*seta* (lat)-čekinja). Sete su dugačke, šiljaste i tamne boje (slika 51.). U prirodi se acervuli stvaraju na biljnim tkivima subepidermalno ili subkutikularno, a izbijaju nakon sazrijevanja spora (konidija). Spore izlaze kroz stvoreni otvor na epidermisu biljke.



Slika 51. Acervulus *Colletotrichum truncatum*: sete (tamne strukture) i konidije (spore polumjesečastog oblika, svijetle)

https://www.gene.affrc.go.jp/databases-micro_images_detail_en.php?id=285

Rod *Colletotrichum* obuhvata vrlo značajne biljne patogene koji uzrokuju bolesti velikog broja drvenastih i zeljastih biljaka. Ove plijesni najviše su rasprostranjene u tropskom i suptropskom području, ali neke vrste zahvataju i usjeve umjerenog područja. Posebno ugrožavaju voće, kao što su jagode, mango, citrusi i avokado, banana (slika 52.), zatim kafu, kukuruz, šećernu trsku, sirak. Ovaj rod je osmi po redu po značaju kao biljni patogen u svijetu. Simptomi bolesti se manifestuju kao ograničene, često utonule nekrotične lezije na lišću, stabljikama, cvjetovima i plodovima itd. Mogu se prenositi putem sjemena i dobro preživljavaju u zemljištu, jer žive na mrtvim dijelovima biljaka. Mogu se širiti raspršivanjem konidija putem vode i vazduha.



Slika 52. Promjene na banani izazvane sa vrstom plijesni *Colletotrichum musae*
<https://www.gardeningknowhow.com/edible/fruits/banana/black-spots-on-banana-fruit.htm>

Rod *Claviceps*

Rod plijesni *Claviceps* je svrstan u familiju *Clavicipitaceae*, red *Hypocreales*, klasa *Sordariomycetes*, razdio *Ascomycota*, carstvo *Fungi*. *Claviceps purpurea* je vrsta iz ovog roda koja raste na raži i drugim biljkama i proizvodi alkaloide koji mogu uzrokovati ergotizam kod ljudi i drugih sisara. Tokom rasta na zrnu raži ova gljiva stvara strukturu koja se zove sklerotijum ili ergot - koja sadrži veliku količinu alkaloida, kao što je dietilamid lizerginska kiselina, koji ima halucinogeno dejstvo. Konzumacija hljeba napravljenog od raženog brašna kontaminiranog sklerotijom ove plijesni izaziva razne simptome, kao što su groznica, halucinacije, pa čak i smrt, u zavisnosti od količine unesenog alkaloida. Alkaloidi ove plijesni izazivaju vazokonstrikciju koja dovodi do gangrene ekstremiteta goveda i konja, hipertermiju, prestanak lučenja mlijeka i pobačaj kod svinja, prestanak lučenja mlijeka i reproduktivne smetnje kod kobil. Pored raži, *Claviceps purpurea* može zaraziti pšenicu, ječam, tritikale i više od 600 vrsta trava, posebno u hladnim i kišnim vremenskim uslovima.

Rod *Trichothecium*

Rod plijesni *Trichothecium* je svrstan u red *Hypocreales*, klasu *Sordariomycetes*, razdio *Ascomycota*, carstvo *Fungi*. *Trichothecium roseum* je vrsta koja se nalazi u raznim u staništima, od lišća do voćnih kultura. Proizvodi mikotoksine i izaziva kvarenje i bolesti voća (ružičasta trulež). Optimalna temperatura za rast ove plijesni je 25 °C, minimalna 15 °C i maksimalna 35 °C. Toleriše širok raspon pH vrijednosti, dok je optimalni pH za njihov rast 6,0.

Rod *Trichophyton*

Rod plijesni *Trichophyton* je svrstan u familiju *Arthrodermataceae*, red *Onygenales*, klasu *Eurotiomycetes*, razdio *Ascomycota*. *Trichophyton* su parazitske plijesni koje uzrokuju infekcije noktiju, brade, kože i vlasišta. Formiraju makro i mikrokonidije.

Rod *Monilinia*

Rod plijesni *Monilinia* je svrstan u familiju *Sclerotiniaceae*, red *Helotiales*, klasu *Leotiomycetes*, razdio *Ascomycota*. *Monilinia laxa* (sinonim *Monilia cinerea*) izaziva bolest plamenjaču - smeđu trulež koštičavih voćaka - kajsije, trešnje, breskve, jabuke, kruške.

Rod *Eurotium*

Rod plijesni *Eurotium* je svrstan u familiju *Aspergillaceae*, red *Eurotiales*, klasu *Eurotiomycetes*, razdio *Ascomycota*, carstvo *Fungi*. Rodu *Eurotium* pripadaju vrste koje veoma dobro rastu pri niskoj aktivnosti vode. Zato se redovno nalaze u hrani koja se konzervira visokim koncentracijama NaCl ili šećera. Neke vrste su izolovane iz Mrtvog mora. Proizvode mikotoksine.

Rod *Microsporum*

Rod plijesni *Microsporum* je svrstan u familiju *Arthrodermataceae*, red *Onygenales*, klasu *Eurotiomycetes*, razdio *Ascomycota*, carstvo *Fungi*. Rod plijesni *Microsporum* uzrokuje infekcije kože. Ove plijesni formiraju makrokonidije i mikrokonidije na kratkim konidioforama. Za razliku od *Trichophytona* čije su makrokonidije glatkih zidova, makrokonidije *Microsporum* imaju hrapav ćelijski zid. *Microsporum canis* je dermatofitna gljiva čiji su prirodni domaćini mačke i psi. Sa njih se direktnim ili indirektnim kontaktom lako prenose na ljude - kod kojih izazivaju infekcije vlasišta, tijela, noktiju. Kod infekcije dlake, gljiva obavija površinu dlake, usljed čega dlaka ostaje bez omotača. *Microsporum cookie* (sinonim *Paraphyton cookie*) se zbog keratinolitičkih svojstava može koristiti za recikliranje industrijskog keratiničnog otpada.

Rod *Aureobasidium*

Rod plijesni *Aureobasidium*, familija *Dothioraceae*, red *Dothideales*, klasa *Dothideomycetes*, razdio *Ascomycota*, carstvo *Fungi*. *Aureobasidium pullulans* je prilagodljiv na različite stresne uslove: veoma slane, kisele, alkalne, hladne i oligotrofne sredine (sa malo hranljivih materija). *Aureobasidium pullulans* je široko rasprostranjen i obično je saprofit. Može da izazove keratitis i peritonitis.

Rod *Neurospora*

Rod plijesni *Neurospora* je svrstan u familiju *Sordariaceae*, red *Sordariales*, klasu *Sordariomycetes*, razdio *Ascomycota*, carstvo *Fungi*. Ime roda koje u prevodu znači "nervna spora", potiče od karakterističnih pruga na sporama koje liče na aksone. Široko su rasprostranjene u prirodi. *Neurospora intermedia* var. *oncomensis* se koristi u proizvodnji hrane (za pravljenje oncoma, indonežanske fermentisane hrane dobijene od poljoprivrednih ostataka bogatih proteinima).

Rod *Helminthosporium*

Rod plijesni *Helminthosporium* je svrstan u familiju *Massarinaceae*, red *Pleosporales*, klasu *Dothideomycetes*, razdio *Ascomycota*. *Helminthosporium solanum* izaziva bolest krompira, koja se manifestuje na krtoli pojavom svijetlosmeđih mrlja. Konidije *H. solani* se nalaze na površini krtole, dok hife ulaze u krtolu i izazivaju bolest. Uslovi koji pogoduju širenju ove bolesti su visoke temperature i visoka vlažnost.

Rod *Scopulariopsis*

Rod plijesni *Scopulariopsis* je svrstan u familiju *Microascaceae*, red *Microascales*, klasu *Sordariomycetes*, razdio *Ascomycota*. To su saprofitne plijesni, a neke mogu biti i patogene za životinje i ljude. Izazivaju oboljenje pluća i onihomikozu - gljivičnu infekciju noktiju. Široko su rasprostranjene u prirodi. Nalaze se u zemljištu, drvetu koje truli, biljnim i životinjskim proizvodima. U zatvorenom prostoru mogu se naći na suvim zidovima, celuloznim pločama, tapetama, drvetu, bolničkim podovima, bazenima, drvenoj ambalaži za hranu, obući, laboratorijama. Mogu da rastu na uskladištenom mesu.

Rod *Acremonium* (sinonim *Cephalosporium*)

Rod plijesni *Acremonium* je svrstan u familiju *Hypocreaceae*, red *Hypocreales*, razdio *Ascomycota*. To su uglavnom saprofitne vrste koje se izoluju iz mrtvog biljnog materijala i zemljišta. Neke su oportunistički patogeni ljudi i životinja i mogu da izazovu infekciju noktiju, stopala, artritis, osteomijelitis, peritonitis, endokarditis, pneumoniju i dr. Proizvode mikotoksine trihotecene. Takođe proizvode cefalosporine - klasu β -laktamskih antibiotika.

Rod *Oidium*

Plijesni roda *Oidium* su svrstane u familiju *Erysiphaceae*, red *Erysiphales*, klasu *Leotiomycetes*, razdio *Ascomycota*, carstvo *Fungi*. Mogu da uzrokuju pepelnicu - bolest pasulja, žitarica, tikvica, grožđa, manga, ruža, raznog drveća, korova. Bolest se ispoljava pojavom bijelog praha na površini listova. Ove plijesni rastu na površini biljaka i stvaraju milione spora koje se raznose vjetrom. Za klijanje spora potrebna je vlaga. Nakon klijanja spore prodiru u tkivo lista uzrokujući infekciju. Nakon infekcije listovi se suše i otpadaju.

Rod *Chrysosporium*

Rod plijesni *Chrysosporium* je svrstan u familiju *Onygenaceae*, red *Onygenales*, klasu *Eurotiomycetes*, razdio *Ascomycota*. Ponekad se izoluju iz sastrugane kože i noktiju, posebno sa stopala. Utvrđeno je da mogu da izazovu infekciju kod reptila. Neke vrste su izolovane iz čokoladica u kojima je aktivnost vode (aw) 0,28, iz mliječnih mrvica, kakaa kod kojih uzrokuje kvarenje.

Rod *Diplodia*

Rod plijesni *Diplodia* je svrstan u familiju *Botryosphaeriaceae*, red *Botryosphaeriales*, klasu *Dothideomycetes*, razdio *Ascomycota*, carstvo *Fungi*. Izazivaju crne lezije na stabljikama biljaka kao što je rogač i dr. Proizvode mikotoksine.

Rod *Stachybotrys*

Rod plijesni *Stachybotrys* je svrstan u familiju *Stachybotryaceae*, red *Hypocreales*, klasu *Sordariomycetes*, razdio *Ascomycota*, carstvo *Fungi*. Plijesni ovog roda žive u zemljištu i supstratima bogatim celulozom (sijeno, slama, žito, konoplja, biljni ostaci, mrtvo korijenje, drvo, pamuk, tkanine, papir). Izolovan je iz kontaminiranih žitarica, duvana, ambijentalnog vazduha. Podnose temperature do 60 °C i mogu da prežive na niskim zimskim temperaturama. Spore preživljavaju godinama. Konidije preživljavaju uslove u gastrointestinalnom traktu. Ubija ih postupak kompostiranja. *Stachybotrys chartarum* stvara trihotecene i stahilizin (hemolizin). Kod ljudi i životinja izaziva bolest usljed ingestije mikotoksina putem kontaminirane hrane ili udisanjem spora.

Rod *Verticillium*

Rod plijesni *Verticillium* je svrstan u familiju *Plectosphaerellaceae*, red *Glomerallales*, klasu *Sordariomycetes*, razdio *Ascomycota*, carstvo *Fungi*. Izazivaju uvenuće biljaka i trulež plodova. Razmnožavanjem blokiraju transport vode u biljci, a mikotoksini uzrokuju uvenuće i nekrozu listova. U obliku mikrosklerocija dugo preživljavaju u zemljištu - i do 15 godina. Inficiraju mnoge poljoprivredne usjeve, kao što su paradajz, patlidžan, zelena salata, brokula, karfiol, jagode, uljana repica, hmelj, pamuk i dr.

Rod *Trichoderma*

Rod plijesni *Trichoderma* je svrstan u familiju *Hypocreaceae*, red *Hypocreales*, klasu *Sordariomycetes*, razdio *Ascomycota*, carstvo *Fungi*. Široko su zastupljene u zemljištu i kao simbioziti biljaka - formiraju mutualističke endofitske odnose sa nekoliko biljnih vrsta. Koriste se u industrijskoj proizvodnji velikog broja enzima kao što su celulaze, hemicelulaze, ksilanaze, hitinaze. Takođe se koriste u biokontroli nekih patogenih plijesni. Proizvode trihotecene, najviše trihodermin i harzianum.

Rod *Phomopsis*

Rod plijesni *Phomopsis* je svrstan u familiju *Valsaceae*, red *Diaporthales*, klasu *Sordariomycetes*, razdio *Ascomycota*, carstvo *Fungi*. *Phomopsis viticola* izaziva bolest grožđa koja se zove mrtva ruka. *P. juniperovora* inficira kleku i sadnice mladih biljaka u rasadničarstvu. Proizvode mikotoksine.

Rod *Cylindricarpon*

Rod plijesni *Cylindricarpon* je svrstan u familiju *Nectriaceae*, red *Hypocreales*, klasu *Sordariomycetes*, razdio *Ascomycota*. Mnoge vrste iz ovog roda su biljni patogeni. Proizvode trihotecene.

Rod *Myrothecium*

Rod plijesni *Myrothecium* je svrstan u familiju *Stachybotryaceae*, red *Hypocreales*, potklasu *Hypocreomycetidae*, klasu *Sordariomycetes*, razdio *Ascomycota*. Proizvode trihotecene. *Myrothecium verrucaria* je biljni patogen široko rasprostranjen u prirodi. Često se nalazi na materijalima kao što su papir, tekstil, platno, pamuk. Intenzivno razlaže celulozu. Koristi se kao biopesticid za kontrolu nematoda i korova. Pesticid se priprema od mješavine umrtrljene gljive *M. verrucaria* i tečnosti u kojoj je gljiva uzgajana.

Rod *Venturia*

Rod plijesni *Venturia* je svrstan u familiju *Venturiaceae*, red *Pleosporales*, klasu *Dothideomycetes*, razdio *Ascomycota*. Vrsta *Venturia inaequalis* uzrokuje krastavost jabuke - najznačajniju bolest

jabuke. Infekcija ovom plijesni počinje u proljeće, kada pogodne temperature i vlaga pospješuju klijanje askospora, koje su prezimile u ostacima odumrlih biljaka. Simptomi bolesti se javljaju na listovima, plodovima, cvjetovima, mladim zelenim izdancima. Stvorene kraste krive list i dovode do defolijacije – opadanja lišća. Takođe dolazi do pojave smeđih mrlja i opadanja nezrelih plodova.

Razdio *Basidiomycota*

Rod *Ustilago*

Rod plijesni *Ustilago* je svrstan u familiju *Ustilaginaceae*, red *Ustilaginales*, klasu *Ustilaginomycetes*, razdio *Basidiomycota*, carstvo *Fungi*. *Ustilago tritici* je biljni patogen koji inficira ječam, raž i pšenicu. *Ustilago maydis* izaziva bolest kukuruza koja se manifestuje pojavom tumora i crnih mrlja.

Rod *Puccinia*

Rod *Puccinia* je svrstan u familiju *Puccinaceae*, red *Puccinales*, klasu *Pucciniomycetes*, razdio *Basidiomycota*, carstvo *Fungi*. Ove plijesni su biljni patogeni koji izazovaju rđavost pšenice i dr. Ovaj rod sadrži oko 4000 vrsta. Rđavost lišća, uzrokovana sa *Puccinia triticina*, najčešća je bolest rđavosti pšenice. Spore se mogu širiti vjetrom i zaraziti biljke stotinama kilometara daleko od izvorne biljke. *Puccinia triticina* je značajan patogen u proizvodnji pšenice širom svijeta, koji uzrokuje značajne gubitke prinosa.

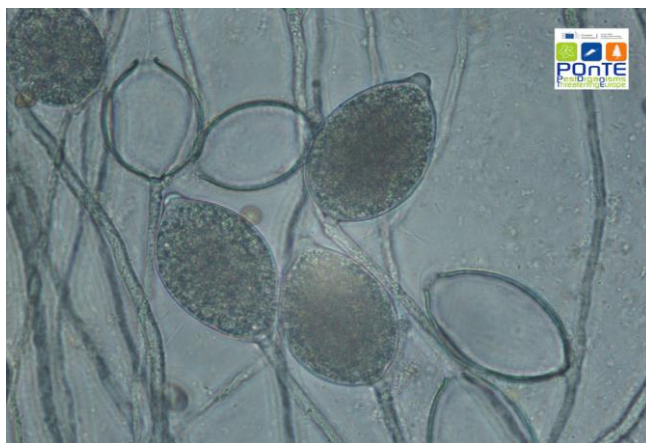
Rod *Sporotrichum*

Rod plijesni *Sporotrichum* je svrstan u familiju *Corticaceae*, red *Stereales*, klasu *Hymenomycetes*, razdio *Basidiomycota*. Široko su rasprostranjene u drvetu koje se raspada i u zemljištu. Mogu da izazovu infekcije kod osoba sa oslabljenim imunitetom i HIV infekcijom. Mogu da kolonizuju bronhije i pluća, a takođe i da izazovu infekcije kože.

Carstvo *Chromista*

Rod *Phytophthora*

Rod *Phytophthora* je svrstan u familiju *Peronosporaceae*, red *Peronosporales*, klasu *Oomycota* i carstvo *Chromista*. Dobio je naziv od grčkih riječi (*phytón* – biljka) i (*phthorá* – uništenje), jer oštećuju biljke. Izazivaju ogromne ekonomske gubitke na usjevima širom svijeta. Čelijski zid *Phytophthora* sastoji se od celuloze. Do sada postoji oko 210 vrsta ovog roda. Biljne bolesti uzrokovane ovim rodom teško je kontrolisati hemijskim sredstvima, pa se radi na stvaranju otpornih sorti. Uzrokuju značajna oboljenja povrtarskih kultura, voćaka i orašastih plodova, šumskog drveća, kao i biljaka u rasadnicima. Najznačajniji su izazivači bolesti biljaka u rasadnicima. Izazivaju oboljenja hrasta, mahovina, paprati, četinara, trava, ljiljana, paradajza, krastavaca, tikve, citrusa, kakaa, luka, kokosa, soje, trulež korijena rododendrona, plamenjaču krompira (*Phytophthora infestans*) itd. Vrste *Phytophthora* svojom građom liče na gljive, ali to nisu. Razlikuju se od gljiva po tome što u čelijskom zidu umjesto hitina imaju celulozu. U vegetativnom stadijumu imaju diploidna jedra, za razliku od većine gljiva koje imaju haploidna jedra. Hife su neseptirane. U najbližem su srodstvu s vodenim organizmima, kao što su smeđe alge i dijatomeje, ali za razliku od njih, mogu da žive i na kopnu. Često se nazivaju vodenim plijesnima, jer im je potrebna voda da završe svoj životni ciklus. Stvaraju oospore i zoospore (slika 53.).



Slika 53. Sporangije *Phytophthora cactorum* ispunjene zoosporama
<https://www.ponteproject.eu/symptoms-forestry/phytophthora-diseases-a-photo-gallery-by-i-milenkovic-ub-ff/>

Rod *Pythium*

Rod *Pythium* je svrstan u familiju *Peronosporaceae*, red *Peronosporales*, klasu *Oomycota* i carstvo *Chromista*. *Pythium* je rod oomiceta koji su paraziti biljaka. Ranije su bile klasifikovane kao gljive. Uzročnici su truleži korijena, stabljike i plodova usjeva. *Pythium* ubija tek iznikle ili iznikle sadnice, što predstavlja značajan problem u poljima i staklenicima. Zaražene biljke zakržljaju, donji listovi žute, uvijaju se i otpadaju (slika 54.). Kod teških infekcija biljka na kraju strada. Ovi mikroorganizmi su i dobri saprotrofi i dugo preživljavaju u raspadnutom biljnom materijalu. Oštećenja uzrokovana sa *Pythium spp.* su obično ograničena na određeno područje, jer pokretne zoospore zahtijevaju dovoljno vode da bi bile transportovane na veće udaljenosti. Međutim, u hidroponskim sistemima, gdje se biljke održavaju u hranljivom rastvoru (koji sadrži azot, kalijum, fosfat i mikronutrijente), *Pythium spp.* izazivaju raširenu i razornu trulež korijena koju je teško kontrolisati. Sterilizacija medijuma za uzgoj je korisna u kontroli *Pythium*-a.



Slika 54. Salata zaražena sa *Pythium wilt*
<https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=43736>

Rod *Plasmopara*

Rod *Plasmopara* je svrstan u familiju *Peronosporaceae*, red *Peronosporales*, klasu *Oomycota* i carstvo *Chromista*. Vrste *Plasmopara* su biljni patogeni, koji uzrokuju bolest šargarepe, peršuna,

vinove loze itd. *Plasmopara viticola* je uzročnik plamenjače vinove loze, jedne od najrazornijih bolesti vinove loze u podnebljima sa relativno toplom i vlažnom klimom. Simptomi su nekroza stabljike ili izdanka, smeđe mrlje na lišću. Na naličju lišća se u okviru smeđih mrlja stvara bjeličasta navlaka (slika 55.). Oboljeli listovi nekrotiziraju i izgledaju kao vatrom sprženi. Zaražene bobice postaju smeđe i venu. Cvast biva napadnuta i prije nego se otvori, što dovodi do njenog sušenja i opadanja. Bobice bivaju napadnute prije šarka. Zaražene mlade bobice tamne i nekrotiziraju. Plamenjača obično zahvata grupu bobica, rijetko cijeli grozd. Lastari također mogu da obole, ali rjeđe. Oospore mogu preživjeti u zemljištu 3-5 godina, pa i do 10 godina. U proljeće oospore klijaju i stvaraju sporangije, koje zatim stvaraju zoospore - spore koje plivaju. Zoospore i sporangije se kišom i vjetrom raznose do tkiva vinove loze. U cilju sprečavanja bolesti, važno je pravilno zalivati biljku, kao i odabrati dobru lokaciju na kojoj će biljka biti stalno izložena sunčevoj svjetlosti.



Slika 55. Promjene na listu vinove loze izazvane sa *Plasmopara viticola*
<https://www.ipmimages.org/browse/subinfo.cfm?sub=9492>

Rod *Peronospora*

Rod *Peronospora* je svrstan u familiju *Peronosporaceae*, red *Peronosporales*, klasu *Oomycota* i carstvo *Chromista*. Oni su obligatni biljni patogeni mnogih biljaka. Izazivaju bolest plamenjače, koja dovodi do ozbiljnih gubitaka u različitim usjevima, divljim i ukrasnim biljkama. Mnoge vrste se prenose zaraženim sjemenom. Strujama vjetera se spore šire na velike udaljenosti (slika 56.). Odgovara im vlažan vazduh i niske temperature.



Slika 56. Svjetlosmeđe, elipsoidne konidije *Peronospora belbahrii*
<https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.5197/j.2044-0588.2015.031.014>

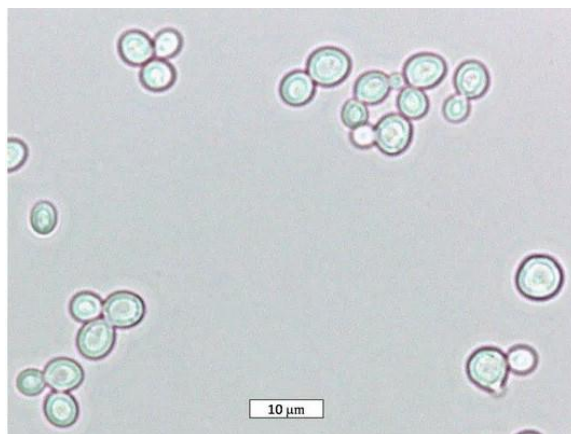
20.1.1.18. Kvasci koji izazivaju kvarenje hrane

Kvasci koji kvare hranu i piće pokazuju specifičnost prema vrsti hrane. To su najčešće kvasci iz roda *Zygosaccharomyces* i njemu srodni rodovi: *Lachancea*, *Torulaspora* i *Zygorulaspora*. *Zygosaccharomyces* je rod kvasaca iz porodice *Saccharomycetaceae*. Do 1983. godine ove vrste su pripadale rodu *Saccharomyces*, ali je 1983. izvršena reklasifikacija u rod *Zygosaccharomyces*. Oni mogu da kolonizuju i kvare proizvode s visokim sadržajem šećera i soli kao što su voćni sokovi i njihovi koncentрати, sušeno voće, med, džemovi i konzerve, meki slatkiši, salata, prelive, soja sos i šećerni sirupi kao i vino. Njihov rast može biti spor, kada se znaci kvarenja uočavaju tek poslije nekoliko sedmica ili mjeseci. Najočigledniji problem koji se javlja kod pokvarenih proizvoda je nakupljanje gasa u pakovanju (tegla i sl.). Gas je ugljendioksid, nastao sporom fermentacijom šećera (npr. glukoze, fruktoze) u proizvodima. Nakupljanje ugljendioksida može biti toliko da izazove izobličenje ili čak eksploziju bilo kojeg proizvoda. Staklene posude mogu pući, što može dovesti do ozbiljnih povreda, posebno očiju. Drugi znaci kvarenja su stvaranje mrlja, neprijatnih mirisa, pojava zamućenja usljed značajnog rasta kvasaca. Promjene u sastavu proizvoda mogu dovesti do rasta patogenih i mikroorganizama koji proizvode toksine. To su osmofilni kvasci, koji mogu da rastu u prisustvu visokih koncentracija šećera, a termin osmorezistentni se koristi za vrste koje mogu da prežive, ali ne rastu u visokim koncentracijama šećera. *Zygosaccharomyces rouxii* je najosmofilnija poznata vrsta kvasca, rastu u proizvodima sa aw čak 0,62. Tolerišu koncentraciju šećera (50-60%), etanol (do 18%), sirćetne kiseline (2,0-2,5%), sorbinske i benzojeve kiselinu (800-1000 mg/L), koncentraciju SO₂ (veća od 3 mg/L) i visoka kserotolerancija.

Rod *Zygosaccharomyces*

Rod *Zygosaccharomyces* je svrstan u familiju *Saccharomycetaceae*, red *Saccharomycetales*, klasu *Saccharomycetes*, razdio *Ascomycota*. Do 1983. godine kvasci ovog roda su bili svrstani u rod *Saccharomyces*. Vrlo je značajan uzročnik kvarenja hrane, jer su neke vrste ovog roda vrlo otporne na mnoge metode konzervisanja hrane. Na primjer, *Zygosaccharomyces bailii* je tolerantan na visoke koncentracije šećera (50-60%), etanola (do 18%), sirćetne kiseline (2,0-2,5%), sorbinske i benzojeve kiseline (1000 mg/L), SO₂ (iznad od 3 mg/L), NaCl (12,5%). Kserotolerantan je. Opseg pH za rast je širok (2,0 - 7,0), kao i opseg za aktivnost vode (0,80 - 0,99). Namirnice koje su posebno izložene riziku od kvarenja ovim kvascem imaju nizak pH (2,5 do 5,0), nisku aktivnost vode i dovoljno fermentabilnih šećera. Veliki broj kiselih proizvoda i proizvoda s visokim sadržajem šećera, kao što su voćni koncentрати, vino, bezalkoholna pića, sirupi, kečap, majonez, kiseli krastavci, prelive za salatu i dr. su podložni kvarenju od strane *Zygosaccharomyces bailii*. *Z. bailii* može brzo da raste i da fermentiše šećer i u strogo anaerobnim uslovima. Za razliku od većine drugih kvasaca, *Z. bailii* metaboliše fruktozu brže od glukoze i raste mnogo brže u hrani koja sadrži $\geq 1\%$ fruktoze. Glavni mehanizam kvarenja hrane jeste fermentacija šećera, koji je uobičajeni sastojak hrane i pića. Tokom alkoholne fermentacije stvara se etanol i CO₂, zbog čega proizvodi gube slatkoću i dobijaju alkoholnu aromu uz stvaranje gasa. Osim toga, nastaju i mnogi sekundarni proizvodi, kao što su organske kiseline, estri, aldehidi itd. *Z. bailii* stvara sekundarne metabolite kao što su sirćetna kiselina, etil acetat i acetaldehid. Kada su prisutne u većim koncentracijama, ove supstance dominantno utiču na senzorne osobine proizvoda. Veća otpornost *Z. bailii* na slabe organske kiseline u odnosu na *S. cerevisiae* se može objasniti njegovom sposobnošću da ih metaboliše. Jedan je od glavnih uzročnika kvarenja vina zbog svoje visoke otpornosti na etanol i organske kiseline. *Z. bailii* često je uzročnik kvarenja hrane konzervisane sirćetom, solima, šećerom i koja se čuva van frižidera. Pokvarena hrana pokazuje promjene kao što su curenje proizvoda iz posuda, promjenu boje, oslobađanje neprijatnih mirisa, izdvajanje emulzije u majonezima, zamućenje, stvaranje sedimenta (u vinima, pićima) i vidljive kolonije u vidu smeđeg filma na površinama proizvoda. Neprijatna aroma koju izaziva *Z. bailii* je posljedica stvaranja vodonik sulfita (H₂S). Pritisak koji stvara proizvedeni gas u staklenim bocama može biti toliko da može doći do eksplozije. Za pojavu kvarenja potreban je veliki broj ćelija kvasaca, oko 5 - 6 log CFU/ml. *Z. bailii* može promijeniti teksturu i sastav proizvoda tako da to olakša razmnožavanje drugih mikroorganizama kvarenja. Na primjer, razlaganjem sirćetne kiseline

povećava se pH kiselih krastavaca, što omogućava rast bakterija koje ne tolerišu ovu kiselinu. Koncentracija fermentabilnog šećera u proizvodu utiče na brzinu kvarenja ovim kvascem. *Z. bailii* brže raste u hrani sa 10% nego sa 1% glukoze. Ovaj kvasac može da raste i izazove kvarenje sa početnim veoma malim brojem – samo jednom živom ćelijom u ≥ 10 litara pića. Prema tome, mali početni broj ćelija kvasca u proizvodu ne znači da će proizvod biti stabilan. Osim što izaziva kvarenje, ovaj kvasac zajedno sa drugim kvascima kao što su *Zygosaccharomyces rouxii* (slika 57.), *Z. bailii*, *Z. pseudorouxii*, *Z. mellis* i dr., učestvuje u poželjnoj fermentaciji kojom se dobija tradicionalno italijansko balzamično sirće.



Slika 57. *Zygosaccharomyces rouxii*, nativni preparat

<https://www.mdpi.com/2311-5637/4/3/69>

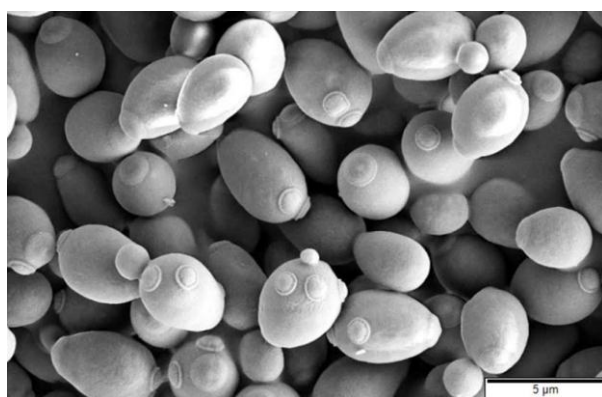
Rod *Schizosaccharomyces*

Rod *Schizosaccharomyces* je svrstan u familiju *Schizosaccharomycetaceae*, red *Schizosaccharomycetales*, klasu *Schizosaccharomycetes*, razdio *Ascomycota*. Termin *schizo* znači "fisija", jer se razmnožavaju fisijom – deobom. Razdio *Ascomycota* predstavlja najveću i najraznovrsniju grupu gljiva. *Schizosaccharomyces pombe* se koristi u tradicionalnom pivarstvu. Prisutan je na jabukama i grožđu, raznim alkoholnim pićima, fermentisanom čaju kombuhi. *S. pombe* može da razlaže L-jabučnu kiselinu, jednu od dominantnih organskih kiselina u vinu, što ih čini različitim u odnosu na vrste roda *Saccharomyces*. Ima sposobnost da metaboliše gotovo svu jabučnu kiselinu u etanol. Vrste *Schizosaccharomyces* su osmotolerantne i često se nalaze u hrani s visokim sadržajem šećera. Tolerantne su na konzervanse kao što su sorbinska, benzojeva i sirćetna kiselina, sumpor dioksid. Izazivaju kvarenje hrane zato što proizvode metabolite kao što su isparljive kiseline, H_2S , acetaldehid koji negativno utiču na senzorne osobine hrane. Ovi kvasci su se koristili i za fermentaciju šećera iz šećerne trske prilikom proizvodnje ruma, palminog vina i fermentacije kakaa.

Rod *Saccharomyces*

Rod kvasaca *Saccharomyces* (šećerni kvasac, pivski, pekarski kvasac) je svrstan u familiju *Saccharomycetaceae*, red *Saccharomycetales*, klasu *Saccharomycetes*, razdio *Ascomycota*. To su saprofitski kvasci. Prečnika su 2-8 μm i dužine 3-25 μm (slika 58.). *Saccharomyces* kvasci stvaraju askospore koje su okrugle i nalaze se u askusima. Svaki askus sadrži 1-4 askospore. U prirodi se nalaze najviše na zrelom voću kao što je grožđe. Jedna od najznačajnijih vrsta je *Saccharomyces cerevisiae*. Optimalna temperatura za rast *S. cerevisiae* je 30–35 °C. Može da se razmnožava u aerobnoj i anaerobnoj sredini bogatoj šećerom. U aerobnim uslovima metaboliše šećere do ugljendioksida i vode, a u anaerobnim proizvodi etanol i ugljendioksid - kao rezultat alkoholne fermentacije. Zbog ove osobine, kao i sposobnosti brzog razmnožavanja i apatogenosti, predstavlja jedan od najviše korišćenih mikroorganizama u biotehnološkoj industriji. Mnoge vrste ovog roda su

veoma značajne u proizvodnji hrane. *Saccharomyces cerevisiae* se koristi za proizvodnju hleba, vina i piva, kao dodaci hrani i kao probiotici. Ugljendioksid koji nastaje alkoholnom fermentacijom dovodi do narastanja hleba i drugih pekarskih proizvoda. *Saccharomyces bayanus* se koristi u proizvodnji vina, a *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* se koristi u medicini kao probiotik. Njegovom primjenom se smanjuje rizik od dijareje izazvane terapijom antibioticima. *Saccharomyces* kvasci mogu da formiraju simbiotske zajednice sa bakterijama, koje se koriste za proizvodnju kombuhe, kefira i dr. *Saccharomyces cerevisiae* se kao nutritivni kvasac dodaje hrani kao izvor vitamina - naročito vitamina B kompleksa, minerala i aminokiselina. Zbog sposobnosti da proizvodi alkohol, našao je mjesto u industrijskoj proizvodnji alkohola. Jedan je od najviše korišćenih mikroorganizama u industriji bioetanola, zbog svoje visoke produktivnosti, sposobnosti da fermentiše jeftine supstrate i tolerancije na visoke koncentracije etanola. Mogu da uzrokuju kvarenje hrane bogate šećerom, kao što su koncentrisani sokovi i začini. *Saccharomyces cerevisiae* je nađen na koži, usnoj duplji, probavnom i genitalnom traktu zdravih ljudi. Duže izlaganje *S. cerevisiae* može dovesti do preosjetljivosti ljudi i pojave pneumonije.



Slika 58. *Saccharomyces cerevisiae*, SEM

https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces_cerevisiae#/media/File:Saccharomyces_cerevisiae_SEM.jpg

Rod *Debaryomyces*

Rod kvasaca *Debaryomyces* je svrstan u familiju *Saccharomycetaceae*, red *Saccharomycetales*, klasu *Saccharomycetes*, razdio *Ascomycota*. Često se nalaze u slanoj, zašećerenoj i fermentisanoj hrani visoke osmolarnosti. Nalazi se u veoma slanim vodama. Mogu da rastu u podlozi sa 25% NaCl ili 18% glicerola i u rasponu pH 3- 10. *Debaryomyces hansenii* (sinonim *Saccharomyces hansenii*) je kvasac poznat i pod imenom *Candida famata*. To je osmo-, halo- i kserotolerantni kvasac koji proizvodi toksine kojima uništava konkurentne vrste kvasaca. Nalazi se redovno u raznim vrstama sireva, kao što su meki sirevi, takođe u salamuri polutvrdih i tvrdih sireva, kobasicama, mljevenom junećem mesu. Učestvuje u fermentaciji nekih piva. Haploidni kvasci se razmnožavaju vegetativno multilateralim pupljenjem. Sposobnost ove vrste da raste u prisustvu 10% NaCl ili 5% glukoze se koristi za njegovo razlikovanje od drugih askomicetnih kvasaca. Uzročnik je do 2% slučajeva invazivne kandidijaze. Pronađen je u ulceracijama kod Crohnove bolesti kod ljudi. Neki sojevi se ispituju u cilju potencijalne primjene kao probiotici. *D. hansenii* sintetiše nekoliko egzo-enzima kao što su β -glukozidaze, esteraze, inulinaze, pa ima i industrijsku primjenu.

Rod *Pichia*

Rod kvasaca *Pichia* je svrstan u familiju *Pichiaceae*, red *Saccharomycetales*, klasu *Saccharomycetes*, razdio *Ascomycota*. Vrste ovog roda ne koriste laktozu. Određeni broj vrsta *Pichia* prebačen je u druge rodove kao što su rod *Wickerhamomyces* i dr. Neke vrste *Pichia* mogu uzrokovati mane vina. Mogu se naći u biljkama koje propadaju, kao simbionti sa insektima koji žive na odumrlim biljkama,

u sirovom mlijeku i siru. Neke vrste djeluju negativno na štetnu plijesan *Aspergillus flavus*. Neke su oportunistički (uslovni) patogeni.

Rod *Hansenula*

Rod kvasaca *Hansenula* je svrstan u subfamiliju *Saccharomycetoideae*, familiju *Saccharomycetaceae*, red *Endomycetales*, klasu *Hemiascomycetes*, podrazdio *Ascomycotina*, razdio *Eumyceta*. *Hansenula polymorpha* je široko rasprostranjen kvasac koji se normalno može naći u zemljištu, crijevima raznih vrsta insekata, pokvarenom soku od narandže, kukuruznom brašnu. Može se kultivisati na velikom broju jedinjenja ugljenika (glukoza, saharoza, trehaloza, maltoza, glicerol, eritritol, ksilitol, manitol, metanol, etanol). Može da raste na temperaturi 20–45 °C i pri pH 2,5–6,0. Termotolerantan je. Nije potvrđeno njegovo patogeno djelovanje na ljude i životinje. Značajan je za industrijsku proizvodnju različitih proteina. Za to ga preporučuju njegove osobine kao što su sposobnost da izlučuje proteine i da vrši njihovu modifikaciju (glikozilaciju). Rekombinantni sojevi *H. polymorpha* se široko koriste u industrijskoj proizvodnji lijekova, penicilina, citokina (interleukina IL-6, IL-8 i IL-10), interferona, hirudina (inhibitor zgrašavanja krvi), vakcina, gama-linolenske kiseline, humanog paratiroidnog hormona, humanog serumskog albumina, lipaza i dr.

Rod *Torulaspora*

Rod kvasaca *Torulaspora* je svrstan u familiju *Saccharomycetaceae*, red *Saccharomycetales*, klasu *Saccharomycetes*, razdio *Ascomycota*, carstvo *Fungi*. Vrsta *Torulaspora delbrueckii* je široko rasprostranjena u različitim staništima (zemljište, biljke, insekti). Našla je primjenu u proizvodnji hleba, fermentaciji silaže, kaka, masline, krastavca, jabukovače, sokova od jagode i šećerne trske, kefira, fermentaciji tradicionalnih sireva i mlijeka. Može izazvati kvarenje mliječnih proizvoda i voćnih sokova. Ponekad se nađe kao klinički izolat - oportunistički je patogen. Izolovana je iz grožđa, mošta i vina. Može se koristiti kao dio starter kulture za proizvodnju vina zajedno sa *S. cerevisiae*.

Rod *Issatchenkia*

Rod kvasaca *Issatchenkia* je svrstan u familiju *Pichiaceae*. Široko je rasprostranjen u prirodi. Može se naći na površini voća i povrća. *Issatchenkia orientalis* je vrsta koja jako fermentiše glukozu. Ne fermentiše galaktozu, maltozu, saharozu, laktozu, rafinozu, trehalozu. Raste na 37 i 40 °C, a varijabilno na 42 i 45 °C: varijabilan. Neki sojevi su otporni na koncentraciju od 10% NaCl, visoku koncentraciju glukoze, 1% acetat i nizak pH. Zbog ovih osobina ima značaj u biotehnologiji.

Rod *Lachancea*

Rod kvasaca *Lachancea* je svrstan u familiju *Saccharomycetaceae*, red *Saccharomycetales*, podrazdio *Saccharomycotina*, razdio *Ascomycota*. Vrsta *Lachancea thermotolerans* je široko rasprostranjena u različitim sredinama. Često se nalazi na voću, insektima kao što su voćne mušice - koje se hrane voćem, kao i u prirodno fermentisanoj hrani. Za ovu vrstu je karakteristično da fermentacijom proizvodi mliječnu kiselinu. Utiče na formiranje ukusa vina. Koristi se kao starter kultura u miješanim kulturama za proizvodnju kiselog piva. Može da vrši fermentaciju na niskim (17 °C) kao i na visokim temperaturama (27 °C) i u prisustvu 25 mg/L - 75 mg/L SO₂, sa proizvodnjom etanola u količini 7- 11% vol.

Rod *Saccharomyces*

Rod *Saccharomyces* je svrstan u familiju *Saccharomycodaceae*, red *Saccharomycetales*, klasu *Saccharomycetes*, razdio *Ascomycota*. Vrsta *Saccharomyces ludwigii* izaziva kvarenje vina. Tolerantan je na visoke koncentracije sumpor dioksida, šećera, ugljendioksida i teško ga je odstraniti iz kontaminirane sredine. U ovim uslovima, *S. ludwigii* može da nadvlada poželjne pivske kvasce i postane dominantna vrsta. Proizvodi visoke koncentracije sekundarnih metabolita kao što su izobutanol, amil alkohol i izoamil alkohol. Pogodan je za proizvodnju piva sa niskim procentom alkohola - zato što ne može da fermentiše maltozu, pa tako stvara manje alkohola u odnosu na druge kvasce koji se tradicionalno koriste.

Rod *Metschnikowia*

Rod kvasaca *Metschnikowia* je svrstan u familiju *Metschnikowiaceae*, red *Saccharomycetales*, klasu *Saccharomycetes*, podrazdio *Saccharomycotina*, razdio *Ascomycota*. *Metschnikowia pulcherrima* se koristi u proizvodnji vina. Široko je prisutna u prirodi, na grožđu, trešnjama, cvijeću, pokvarenom voću, a prenose je voćne mušice. Pokazuje snažnu sposobnost biokontrole protiv različitih mikroorganizama. Značaj ovog kvasca u proizvodnji vina je u tome što ispoljava antagonističko dejstvo prema drugim, nepoželjnim vrstama kvasca koji se nalaze u vinu. Antimikrobno djelovanje ostvaruju zahvaljujući pigmentu pulheriminu koji veže gvožđe i tako ga čini nedostupnim drugim kvascima za koje je od vitalnog značaja. Upotrebom *M. pulcherrima* zajedno sa *Saccharomyces uvarum* tokom fermentacije može se proizvesti vino Chardonnay sa smanjenim sadržajem alkohola.

Rod *Wickerhamomyces*

Rod kvasaca *Wickerhamomyces* je svrstan u familiju *Phaffomycetaceae*, red *Saccharomycetales*, klasu *Saccharomycetes*, razdio *Ascomycota*. *Wickerhamomyces anomalus* je vrsta koja se koristi za sprečavanje rasta tj. biokontrolu nepoželjnih kvasaca i plijesni, ali ako se razmnože u velikom broju može dovesti i do kvarenja hrane. Koristi se u proizvodnji vina, kod skladištenja žita (sprečava razmnožavanje *Aspergillus flavus*). Osmotolerantan je. Proizvodi etanol, acetat, glicerol i dr.

Rod *Brettanomyces*

Rod *Brettanomyces* je svrstan u familiju *Pichiaceae*, red *Saccharomycetales*, klasu *Saccharomycetes*, razdio *Ascomycota*. Ime roda *Dekkera* se koristi naizmjenično sa *Brettanomyces* i opisuje teleomorfni oblik koji formira polne spore. To su acidogeni kvasci, koji u sredini bogatoj glukozom i u aerobnim uslovima, proizvode velike količine sirćetne kiseline. Nalaze se na površini voća. Mogu dovesti do kvarenja vina, pa je njegovo prisustvo u vinu nepoželjno. Izolovani su i iz pjenušavih vina. Spadaju među kvasce koji najčešće kvare bezalkoholna pića i voćne sokove. Neke pivare koriste *Brettanomyces* u proizvodnji određenih vrsta piva.

Rod *Torulopsis*

Rod kvasaca *Torulopsis* je stara klasifikacija grupe asporogenih kvasaca koje su danas uglavnom uključene u rod *Candida*. Ove vrste kolonizuju biljke, insekte, prisutne su u zemljištu, vodi, vazduhu, mliječnim proizvodima, kiselom tijestu. Koriste se u proizvodnji fermentisane hrane (vina, autohtonih proizvoda i dr.). Širok temperaturni raspon, njihova visoka osmotolerancija i jake biohemijske aktivnosti mu omogućavaju da kvare hranu. Neki sojevi proizvode površinski aktivne ekstracelularne lipide. *Candida (Torulopsis) glabrata* je obično nepatogena gljiva koja živi saprofitski kao dio normalne mikroflore. Međutim, u posebnim uslovima može postati invazivna. Može uzrokovati fungemiju uglavnom kod osoba sa oslabljenim imunitetom.

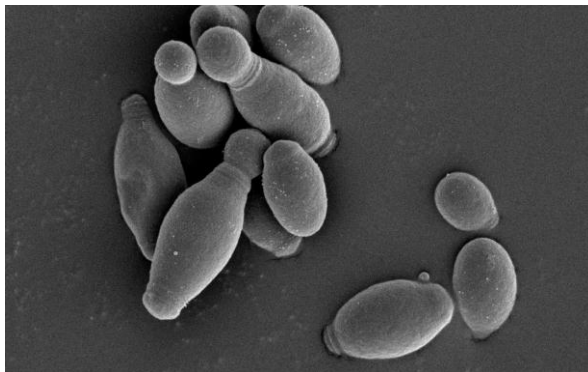
Rod *Kazachstania*

Rod kvasaca *Kazachstania* pripada familiji *Saccharomycetaceae*, redu *Saccharomycetales*, klasi *Saccharomycetes*, podrazdjelu *Saccharomycotina*, razdjelu *Ascomycota*. *Kazachstania exigua* se može naći u salamuri maslina i u nekim kulturama kefir. Koristi se u proizvodnji kiselog tijesta. *Kazachstania psychrophila* je dominantni mikroorganizam kvarenja vakuumski upakovanih proizvoda od goveđeg mesa čuvanih na niskim temperaturama (psihrotolerantan).

Rod *Hanseniaspora*

Rod kvasaca *Hanseniaspora* je svrstan u familiju *Saccharomycodaceae*, red *Saccharomycetales*, klasu *Saccharomycetes*, podrazdio *Saccharomycotina*, razdio *Ascomycota*. Ime *Kloeckera* se koristi za njegov anamorfni oblik (Anamorfni oblik je bespolni reproduktivni stadijum gljive, kojim se gljive razmnožavaju mitotičkom diobom. Teleomorfni oblik je polni reproduktivni stadijum gljive - koji je nastao mejotičkom diobom). Kvasci roda *Hanseniaspora* (slika 59.) su prisutni na zrelom grožđu i igraju značajnu ulogu na početku fermentacije, jer proizvode aromatična jedinjenja koja povećavaju raznolikost boje i ukusa vina. Ovi kvasci se mogu dodavati u obliku mješovitih kultura, u cilju

dobijanja vina sa boljim senzornim osobinama. Vrste roda *Hanseniaspora* značajne su i u fermentaciji drugih namirnica, kao što su čokolada i jabukovača. Takođe se mogu koristiti u biokontroli, jer sprečavaju razvoj fitopatogenih plijesni, kao što su *Penicillium* i *Aspergillus*. Kvasci roda *Hanseniaspora* mogu da dovedu do kvarenja voćnih sokova, pirinča i dr. Stvaraju litičke enzime (lipaze, proteaze i celulaze), proizvode gas, razlažu organske kiseline i tako mijenjaju boju i dovode do neprijatnog ukusa hrane.



Slika 59. *Hanseniaspora valbyensis*, SEM

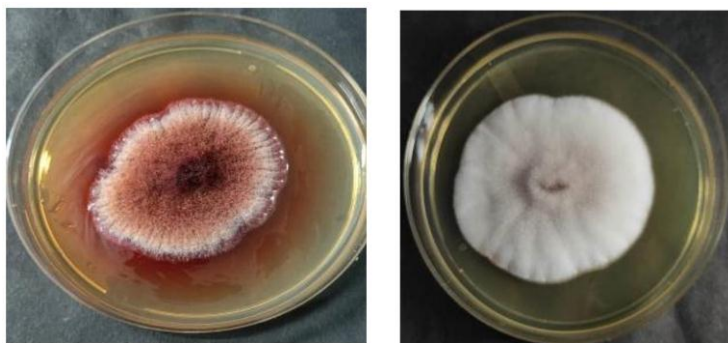
<https://www.ncyc.co.uk/catalogue/hanseniaspora-valbyensis-17>

Rod *Kluyveromyces*

Rod kvasaca *Kluyveromyces* je svrstan u familiju *Saccharomycetaceae*, red *Saccharomycetales*, klasu *Saccharomycetes* i razdio *Ascomycota*. *Kluyveromyces marxianus* je teleomorfni oblik anamorfnog oblika *Candida kefir*. *Kluyveromyces marxianus* je aerobni kvasac sposoban za respiratorni fermentativni metabolizam, koji dovodi do istovremenog stvaranja energije putem aerobnog disanja i alkoholne fermentacije. Ova vrsta takođe fermentiše inulin, glukozu, rafinozu, saharozu i laktozu u etanol. Široko se koristi u industriji zbog svoje sposobnosti da koristi laktozu. Može da preživi na temperaturi od 45 °C. Može da koristi istovremeno više ugljenohidratnih supstrata, što ga čini vrlo pogodnim za industrijsku upotrebu. Izolovan je iz mliječnih proizvoda, kao i otpadnih voda iz fabrika šećera. Prirodni je stanovnik biljaka, kao što je kukuruz i dr. Može izazvati infekcije kod osoba sa oslabljenim imunitetom. Kod ljudi dovodi do infekcija genitalnog trakta, gornih disajnih puteva i dr. Industrijska upotreba *K. marxianus* je uglavnom bazirana na razgradnji laktoze u etanol koji se može koristiti kao biogorivo. On takođe razlaže laktozu iz surutke, pa je značajan za transformaciju industrijskog otpada od surutke. Takođe se koristi za proizvodnju industrijskih enzima: inulinaze, β -galaktozidaze i pektinaze. Najsrodnija vrsta *Kluyveromyces marxianus* je *Kluyveromyces lactis*, koji se često koristi u industriji mlijeka, zbog svoje sposobnosti da razlaže laktozu do mliječne kiseline.

Rod *Monascus*

Rod kvasaca *Monascus* je svrstan u familiju *Monascaceae*, red *Eurotiales*, klasu *Eurotiomycetidae*, razdio *Ascomycota*. *M. purpureus* (crveni kvasac, slika 60.) poznat je kao plijesan riže, dovodeći do promjene njene boje. Stvara kleistotecijum koji ima dvoslojni zid i u kojem se nalaze askusi sa po osam spora. Askospore su prilično otporne na toplotu. Proizvodi statine, jedinjenja koja snižavaju holesterol. Zbog toga je moguća njegova primjena u medicini. Stvara mikotoksin citrinin, pa se oprezno primjenjuje u proizvodnji fermentisane hrane (pirinčano vino i dr.). *Monascus ruber* izaziva kvarenje hrane, proizvodi smeđi pigment (slika 60.).

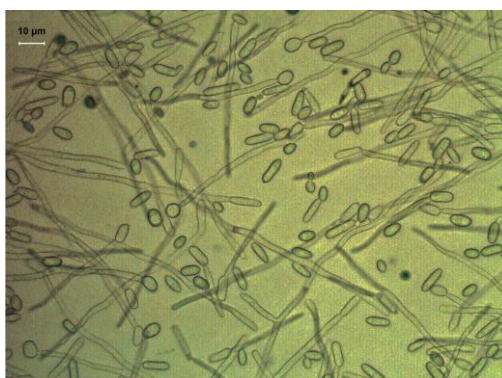


Slika 60. Kolonije *Monascus purpureus* (slika lijevo) i *Monascus ruber* (slika desno)

<https://microbiologyjournal.org/enhancement-of-monacolin-k-production-by-intergeneric-hybridization-between-monascus-purpureus-arg-and-monascus-ruber-thi-met-auxotrophs/>

Rod *Yarrowia*

Rod kvasaca *Yarrowia* je svrstan u familiju *Dipodascaceae*, red *Saccharomycetales*, klasu *Saccharomycetes*, razdio *Ascomycota*. Ove kvasce karakteriše dimorfni rast, što znači da mogu da rastu u dva različita fenotipa. U stresnim uslovima, kao što su promjena temperature, pH, mehanički ili osmotski stres, okrugle ćelije se transformišu u septirane hife. Ovi kvasci takođe imaju sposobnost da stvaraju pseudohife (slika 61.). *Yarrowia lipolytica* se obično nalazi u raznim proizvodima od mesa i mlijeka, posebno u kobasicama i sirevima. Toleriše nizak pH, želudačni sok i žučne soli. Izolovana je iz usne duplje, pluća, crijevnog trakta, zemljišta, morske vode, veoma slanih jezera. Ovi kvasci mogu da stvaraju biofilm u nekoliko različitih staništa, posebno u prisustvu glukoze, glicerola, eritritola, laktata, biljnih ulja. Striktno su aerobni. Nisu sposobni da anaerobno fermentišu šećere kao što može *S. cerevisiae*. Može da metaboliše veliki broj sastojaka hrane, kao što su proteini, masti, ugljeni hidrati putem ciklusa trikarbonske kiseline. Mnogi sojevi su psihrotrofni i mogu da rastu u hrani čuvanoj na temperaturi 5 °C, ali dobro rastu i na sobnoj temperaturi. Samo neki sojevi mogu da rastu na 37 °C. *Yarrowia lipolytica* može da raste u hrani s visokom koncentracijom (do 7,5% NaCl, a neki sojevi i pri 15% NaCl). Raste u soku od šargarepe, u ostacima celera, klicama rotkvice, moštu i ribizli. Kulture *Y. lipolytica* mogu da adsorbiraju metale, pa se koriste u bioremedijaciji otpada koji sadrži teške metale, kao što su hrom, gvožđe, nikal, bakar, cink, kadmijum. *Y. lipolytica* može ponekad da bude patogen. Infekciji su naročito podložne osobe sa oslabljenim imunim sistemom i koje nose kateter. Može da dovede do infekcije usne duplje, oka, krvotoka.

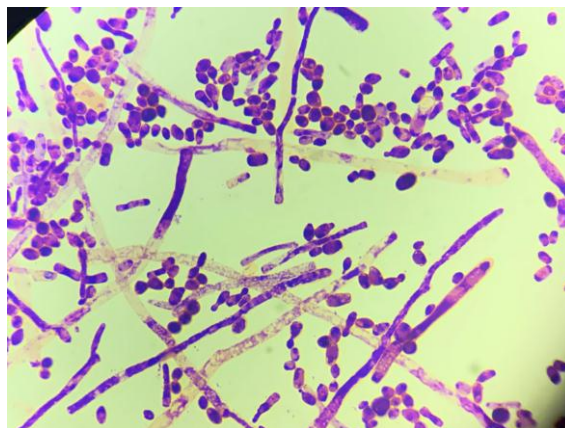


Slika 61. *Yarrowia lipolytica*, nativni preparat

<https://microbialcellfactories.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-2859-12-70/figures/4>

Rod *Trichosporon*

Rod kvasaca *Trichosporon* je svrstan u familiju *Trichosporonaceae*, red *Trichosporonales*, klasu *Tremellomycetes*, razdio *Basidiomycota*, carstvo *Fungi*. Anamorfne su – tj. netipičnog oblika za kvasce (liče na plijesni), samo u posebnim uslovima dobijaju karakterističan oblik kvasaca. Za njihove hife je karakteristično da se prekidaju na mjestu septa – pregrada; ti odvojeni djelovi hifa liče na artrospore (slika 62.). Vrste roda *Trichosporon* su široko rasprostranjene u različitim sredinama, kao što su zemljište, otpadne vode, mulj, izmet papagaja, morska voda, ljudska kosa (*Trichosporon ovoides*), sir (*T. caseorum*), klinički uzorci. Nekoliko vrsta su normalni stanovnici kože ljudi. U uslovima visoke vlažnosti, *Trichosporon* se može razmnožiti u većem broju, pri čemu dovodi do stvaranja mekih blijedih čvorića. Kod osoba sa oslabljenim imunitetom dovode do ozbiljnih infekcija, koje se zajedničkom imenom zovu trihosporoze. Mogu da izazovu promjene na jetri, slezini, plućima, gastrointestinalnom traktu, endoftalmitis - nakon hirurške operacije katarakte, endocarditis - nakon umetanja vještačkih srčanih zalistaka itd. Mogu se naći na suhomesnatim proizvodima i izazvati njihovo kvarenje. Može da koristi različite supstrate, posebno aromatična jedinjenja, alifatske lipide, amine i dr. i zato se koristi za transformaciju zagađivača i ksenobiotika u procesima bioremedijacije.



Slika 62. *Trichosporon asahii*

<https://twitter.com/odie0222/status/1310352470942584837/photo/4>

Rod *Rhodotorula*

Kvasci roda *Rhodotorula* su svrstani u familiju *Sporidiobolaceae*, red *Sporidiobolales*, klasu *Microbotryomycetes*, razdio *Basidiomycota*, carstvo *Fungi*. Proizvode narandžaste i crvene pigmente kojima zaustavljaju prolazak kroz ćeliju svjetlosnih zraka talasne dužine 620-750 nm koji na nju štetno djeluju. Široko su rasprostranjeni u okolini, u vazduhu, vodi, zemljištu i dr. Nađeni su u svježem voću, tropskom voću, kikirikiju, voćnom soku, siru, kobasicama, jabukovači, trešnjama, jestivim mekušcima, rakovima, šećernoj trsci, rukama bolesnika, bolničkom okruženju. Neke vrste kao što su *Rhodotorula mucilaginosa* (slika 63.) i *Rhodotorula glutinis* su patogene za ljude, naročito za osobe sa oslabljenim imunitetom. Najčešće zahvataju organe kao što su pluća, slezina, jetra. Mogu izazvati infekciju kože, oka, moždanih ovojnica, trbušne maramice. Mogu izazvati i infekcije kod životinja, kao što su infekcije kože kod pilića i morskih životinja, pluća i uha kod ovaca i goveda. Ovi kvasci su značajni za bioremedijaciju, naročito kod zagađenja policikličnim aromatičnim ugljovodonicima i naftom. *Rhodotorula taiwanensis* raste i formira biofilmove u prisustvu gama zračenja od 66 Gy/h, pH 2,3 i visokih koncentracija žive i jedinjenja hroma, što ga čini efikasnim za bioremedijaciju lokacija zagađenih kiselim radioaktivnim otpadom.



Slika 63. Kolonije *Rhodotorula mucilaginosa* na YGC agaru (Yeast Extract Glucose Chloramphenicol Agar - glukozni hloramfenikol agar sa ekstraktom kvasca, hranjivi medijum za izolaciju i selektivnu kultivaciju kvasca i plijesni.

https://de.wikipedia.org/wiki/Rhodotorula_mucilaginosa

20.1.1.19. Faktori koji utiču na rast i razmnožavanje bakterija u hrani

Da bi se bakterije uspješno razmnožavale sredini u kojoj se nalaze, potrebno je da imaju dostupne određene hranljive materije, vodu, određeni pH sredine, adekvatne atmosferske uslove. Bakterije se razlikuju prema potrebama za pomenutim uslovima. Bakterije u sredini zahtijevaju izvor ugljenika, vodonika, kiseonika, azota, fosfora, mikroelemenata, kako bi sintetisale sopstvene ugljene hidrate, masti, proteine, nukleinske kiseline. Sintezom sopstvenih makromolekula bakterije rastu i razmnožavaju se. Koncentracija jona, a naročito koncentracija vodonikovih jona u sredini ima važnu ulogu za rast bakterija. Za većinu bakterija **optimalan pH** za rast je oko 7.0. Veliki broj vrsta patogenih bakterija podnosi promjenu pH i do 4 jedinice u odnosu na neutralni pH.

Raspon pH u kojem mogu da rastu bakterije, plijesni i kvasci je prikazan u tabeli 39.

Tabela 39. Raspon pH u kojem mogu da rastu bakterije, plijesni i kvasci (Marinculić i sar. 2009.)

Vrsta mikroorganizma	pH optimalan	najviši pH	najniži pH
Bakterije	6.5 - 7.5	9.0	4.5
Plijesni	4.0 - 6.8	8.0 - 11.0	1.5 - 3.5
Kvasci	4.5 - 6.5	8.0 - 8.5	1.5 - 3.5

Aktivitet vode (aw) je veličina koja ukazuje na količinu slobodne vode koja je dostupna bakterijama za metabolizam. Različite vrste bakterija različito su osjetljive prema sušenju. Neke u suvoj sredini izdrže vrlo kratko, kao na primjer *Vibrio cholerae*, dok druge mogu ostati godinama žive, kao na primjer *Staphylococcus aureus*. **Prisustvo kiseonika** ima značajan uticaj na rast bakterija. Prema tome da li rastu uz prisustvo atmosferskog kiseonika, ili bez njega, bakterije se dijele na aerobne - koje rastu samo u prisustvu kiseonika, (na primjer rod *Bacillus*), fakultativno anaerobne koje rastu u prisustvu atmosferskog kiseonika, ali rastu i bez njega (na primjer bakterije iz familije *Enterobacteriaceae*), anaerobne koje rastu bez prisustva kiseonika (na primjer bakterije roda *Clostridium*) i aerotolerantno anaerobne koje rastu u anaerobnim uslovima, ali mogu rasti i u prisustvu atmosferskog kiseonika (na primjer bakterije roda *Lactobacillus*), mikroaerofilne bakterije koje za rast zahtijevaju povećanu koncentraciju ugljendioksida (na primjer bakterije roda *Campylobacter*). Bakterije koje se mogu naći u hrani uglavnom se dobro razmnožavaju pri temperaturi oko 30 °C. U odnosu na **optimalnu temperaturu** rasta, bakterije se dijele na: psihrofilne bakterije, čija je optimalna temperatura za rast 15 -20 °C, minimalna 0-5 °C, maksimalna 30 °C,

mezofilne bakterije, čija je optimalna temperatura za rast 30-40 °C, minimalna 10-25 °C, maksimalna 35-50 °C, termofilne bakterije, čija je optimalna temperatura za rast 50-55 °C, minimalna 25-45 °C, a maksimalna 70-90 °C. U grupu mezofilnih bakterija spadaju bakterije koje se mogu naći u organizmu čovjeka, životinja, hrani životinjskog podrijetla, zemljištu, biljkama. Temperaturnama od 56 °C u trajanju 1h, 60 °C u trajanju od 10 minuta, 70 °C u trajanju od 5 minuta, 80 °C u trajanju 1 minut uništava se veliki broj patogenih bakterija koje ne stvaraju spore. U tabeli je dat prikaz minimalnih i maksimalnih temperatura, stepena kiselosti, aktiviteta vode potrebnih za rast i razmnožavanje bakterija značajnih za izazivanje infekcije ili intoksikacije putem hrane. Takođe je prikazano i generacijsko vrijeme (vrijeme koje je potrebno za diobu jedne generacije bakterija), kao i temperatura i vrijeme koji su potrebni da se smanji broj bakterija za 90 %.

Vrijednosti faktora koji djeluju na bakterije koje izazivaju infekcije prikazane su u tabeli 40.

Tabela 40. Vrijednosti faktora koji djeluju na bakterije koje izazivaju infekcije

Bakterije izazivači infekcije	Min. i maks. temperatura	Min i maks. pH	Minimalni aktivitet vode	Generacijsko vrijeme	90% redukcije
<i>Yersinia enterocolitica</i>	0 – 44 °C	4.6 -9.0	0.96		10 do 60 s na 62.8 °C
<i>Listeria monocytogenes</i>	0 – 44 °C	4.5 - 9.5	0.90	7.5 dana na 0 °C 41 minut na 35 °C	4 min i 45 s na 57.8 °C i 2 min i 45 s na 60 °C
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	5 – 43 °C	4.8 - 11.0	0.937		48 min i 10 s na 47 °C i 1 min i 45 s na 60 °C
<i>Salmonella</i> spp.	2 - 45.6 °C	4.1 - 9.0	0.92		48 min i 20 s na 57 °C
<i>Campylobacter jejuni</i>	32 – 45 °C	4.9 - 8.0		50 min/42 °C	21 s na 58.3 °C

Vrijednosti faktora koji djeluju na bakterije koje stvaraju toksine i koje izazivaju intoksikacije:

Tabela 41. Vrijednosti faktora koji djeluju na bakterije koje stvaraju toksine i koje izazivaju intoksikacije:

Bakterije izazivači infekcije	Min. i maks. temperatura	Min i maks. pH	Minimalni aktivitet vode	Generacijsko vrijeme	90% redukcije
<i>Clostridium botulinum</i> , tip E i drugi neproteolitički sojevi	3.3 – 45 °C	5.0 - 9.0	0.97		
Spore					30 - 45 s/ 82.2 °C
Toksin					5 min / 85 °C
<i>Staphylococcus aureus</i>	6.5 – 50 °C	4.5 - 9.3	0,83		
Vegetativni oblik:					5min 15 s do 7min 50 s /

					60 °C
Stvaranje toksina:	10 – 46 °C	5.15 - 9.0	0.86		134 min i 10 s / 98.9 °C
Toksin:					
<i>Bacillus cereus</i>	4 – 50 °C	4.35 - 9.3	0.912	29 min na 23 °C	
Vegetativni oblik:					1 min / 60 °C
Spore					
Dijaroični toksin:					5 min na 56.1 °C
Emetički toksin:					stabilan 90 min na 126 °C
<i>Clostridium botulinum</i> , tip A i proteolitički sojevi tipa B	10 - 47.8 °C	4.6 - 9.0	0.94	72 min / 20 °C	
Spore:					8 do 15 s / 121.1 °C
Toksin:					5 min / 85 °C
<i>Clostridium perfringens</i>	15 do 52.3 °C	5.0 do 8.3	0.95	7 min i 12 s / 41 °C	
					7.2 min / 59 °C
					26-31.4 min / 98.9 °C

Spore bakterija

Spore stvaraju sporogene bakterije, od kojih su najznačajnije bakterije iz rodova *Bacillus* i *Clostridium*. Ove bakterije stvaraju spore kada se nađu u nepovoljnim uslovima. Spore imaju debeo zaštitni omotač građen iz nekoliko slojeva. Kada spora dospije u povoljne uslove, iz nje će isključiti vegetativna ćelija. Ovaj proces isključivanja spore se naziva germinacija spora.

20.1.1.20. Mikrobiološki indikatori fekalnog zagađenja hrane

Indikatorski organizmi imaju veliki značaj u procesu kontrole hrane. Oni su mikroorganizmi koji odražavaju higijensko stanje hrane ili sredine u kojoj se hrana prerađuje ili čuva. Iako uglavnom nisu patogeni, indikatorski organizmi se koriste za utvrđivanje vjerovatnoće prisutnosti patogenih organizama i organizama kvarenja. Na ovaj način, sanitarne i procesne kontrole mogu se pratiti i poboljšavati, čime se postiže zdravstvena bezbjednost hrane. Ispitivanje prisustva indikatorskih mikroorganizama u hrani može se koristiti za procjenu adekvatnosti termičkih i drugih tretmana hrane, higijene proizvodnog okruženja i uslova proizvodnje, rizika od kontaminacije hrane nakon obrade, kao i ocjenu ukupnog kvaliteta prehrambenog proizvoda. Najčešći indikator mikroorganizmi koji se koriste za kontrolu hrane su ukupan broj koliformnih bakterija, broj *E. coli*, enterokoka, kvasci i plijesni. Na primjer, *E. coli* je mikroorganizam koji se nalazi u crijevnom traktu svih toplokrvnih životinja. Njeno prisustvo ukazuje da je uzorak hrane kontaminiran fekalijama, koje bi mogla sadržati i još opasnije patogene organizme. Druge koliformne bakterije se takođe koriste kao indikatori sanitarnog stanja hrane i njene okoline. Najčešće bakterije iz familije *Enterobacteriaceae* koje kontaminiraju hranu su: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Escherichia*, *Hafnia*, *Klebsiella*,

Proteus, *Providencia*, *Salmonella*, *Serratia*, *Shigella* i *Yersinia*. Psihrotrofni sojevi rodova *Enterobacter*, *Hafnia* i *Serratia* mogu rasti na temperaturama do 0 °C. Indikatorski mikroorganizmi se mogu koristiti i kao pokazatelji kvaliteta hrane. U tom cilju se može određivati broj bakterija iz roda *Pseudomonas* koje dovode do kvarenja hrane. Mikroorganizmi kvarenja smanjuju kvalitet hrane i skraćuju njen rok upotrebe. Bakterije roda *Pseudomonas* preživljavaju i dobro se razmnožavaju na temperaturama frižidera, pri čemu dovode do kvarenja hrane. Stvaraju neprijatan miris hrane.

Escherichia coli

Bakterije iz familije *Enterobacteriaceae* ili samo *Escherichia coli* se koriste za ispitivanje crijevne – fekalne kontaminacije. Većina sojeva *E. coli* je bezopasna, ali neki, kao što je serotip O157:H7, mogu izazvati ozbiljno trovanje hranom kod ljudi. Bezopasni sojevi su dio normalne crijevne flore i mogu koristiti svojim domaćinima tako što proizvode vitamin K i sprečavaju razmnožavanje patogenih bakterija u crijevima. *E. coli* se lako uništava toplotom, a broj ćelija može da se smanji tokom zamrzavanja i čuvanja zamrznutih namirnica. Kada treba utvrditi da li je došlo do fekalne kontaminacije, *E. coli* je najčešće korišteni indikator. Njeno prisustvo ukazuje da u hrani mogu biti prisutni i drugi crijevni patogeni. *E. coli* ne živi samo u crijevima, već imaju sposobnost da prežive u objektima i opremi za preradu hrane i tako ponovo kontaminiraju već prerađenu hranu. *E. coli* je dobar indikator prisustva agenasa crijevnih zoonoza u mesu goveda, svinja i živine kao što je salmonela i u mesu živine - kao što je *Campylobacter*. Nalaz *E. coli* u brisevima okoline je dobar pokazatelj fekalne kontaminacije. Prisustvo *E. coli* u termički obrađenoj hrani ne ukazuje samo na fekalnu kontaminaciju, već i na greške u proizvodnji i kontaminaciju nakon obrade hrane putem opreme ili zaposlenih koji su bili u kontaktu sa kontaminiranom sirovom hranom. *Escherichia coli* je jedan od indikator mikroorganizama i za kontrolu higijenskih uslova proizvodnje mlijeka. Prisustvo *E. coli* u pasterizovanom mlijeku može ukazivati na neadekvatnu pasterizaciju, loše higijenske uslove u postrojenju za preradu i/ili kontaminaciju nakon obrade, jer pravilna pasterizacija inaktivira ćelije *E. coli* prisutne u sirovom mlijeku. Izvor koliforma u mliječnim proizvodima nakon termičke obrade obično je okruženje obrade, što je rezultat neadekvatnih sanitarnih procedura i/ili kontrole temperature. Prisustvo *E. coli* je, dakle, povezano sa nehigijenskim radnim površinama, fekalnom kontaminacijom i mogućom kontaminacijom patogenim bakterijama.

Enterokoke

Enterokoke su korisni indikatorski organizmi za neke namirnice, jer su u poređenju sa *E. coli* otpornije na smrzavanje, nizak pH i umjerenu termičku obradu. Stoga se enterokoke često mogu naći u smrznutoj hrani, voćnim sokovima ili hrani koja je prošla neadekvatnu toplotnu obradu, čak i kada je ubijena *E. coli*.

Ukupan broj aerobnih mezofilnih mikroorganizama

Ukupan broj aerobnih mezofilnih mikroorganizama se koristi kao indikator za praćenje higijene cijelog procesa proizvodnje mesa.

Pseudomonas

Pseudomonas je psihrotrofna bakterija odgovorna za kvarenje mesa i koristi se kao indikator kvaliteta mesa.

Broj aerobnih psihrotrofnih mikroorganizama

Broj aerobnih psihrotrofnih mikroorganizama ukazuje na kvarenje ribe i neadekvatno rukovanje tokom obrade.

Listeria spp.

Pored pomenutih mikroorganizama, kao indikator neadekvatne sanitacije se koristi i *Listeria spp.* Bakterije roda *Listeria* su široko rasprostranjene u prirodi. To su grampozitivne bakterije, nesporigene, fakultativno anaerobne. Mogu da rastu na temperaturi frižidera ($<5^{\circ}\text{C}$), otporne su na visoke koncentracije soli ($>10\%$) i preživljavaju pri niskom pH (<5). Izolovana je iz objekata za preradu mesa, živine i morskih plodova. Mogu da se zalijepe za radne površine i da formiraju biofilme, što povećava rizik od kontaminacije u gotovih proizvodima. Tako mogu opstati godinama i nakon čišćenja i dezinfekcije okoline. Biofilmovi su stabilniji i otporniji na sredstva za dezinfekciju. Mikrobiološki indikatori pomažu da se identifikuju tačke u lancu proizvodnje hrane koje su osjetljive na mikrobiološku kontaminaciju, u cilju sprovođenja efikasnog čišćenja i sanitacije.

20.1.1.21. Izvori kontaminacije hrane animalnog porijekla patogenim mikroorganizmima

Mlijeko može biti kontaminirano patogenim mikroorganizmima, ukoliko je dobijeno od bolesnih životinja ili je došlo u kontakt sa patogenim mikroorganizmima iz spoljašnje sredine. Patogeni mikroorganizmi koji se mogu naći u mlijeku oboljelih životinja su: *Mycobacterium tuberculosis*, *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Brucella*, *Coxiella burnetti*, *Listeria monocytogenes* i dr. Patogeni mikroorganizmi koji se mogu naći u mlijeku usljed kontaminacije od strane oboljelih ljudi su: *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Streptococcus pyogenes*, *Mycobacterium tuberculosis* i virusi (virus slinavke i šapa, virus kravljih boginja i dr.). Pored mikroorganizama - uzročnika zaraznih bolesti, mlijekom se mogu prenositi i specifični i nespecifični trovači hrane. Zato se strogo moraju sprovesti mjere koje obezbjeđuju očuvanje zdravlja muznih životinja i higijenske mjere u procesu dobijanja, obrade i transporta mlijeka do potrošača. Patogeni mikroorganizmi se mogu naći **u mesu** u slučaju klanja bolesnih životinja ili ako se meso kontaminira nakon klanja stoke iz spoljašnje sredine. Glavni izvori kontaminacije mesa mikroorganizmima su: same životinje, alat i pribor za klanje i obradu mesa, voda za šurenje i pranje, krpe za brisanje, radnici, vazduh, namještaj klanica i hladnjača i dr. Kod živih životinja mikroorganizmi se nalaze na koži, dlakama i u otvorima koji neposredno komuniciraju sa spoljnom sredinom (organi za varenje, nos, grlo, pluća, spoljni djelovi mokraćnih i polnih organa). Svi ostali djelovi, ako je životinja zdrava, su sterilni, tj. slobodni od mikroorganizama. Na koži se nalaze sporogene bakterije (iz roda *Clostridium*: *Clostridium sporogenes*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium putrefaciens* i dr.), koje imaju ulogu u kvarenju mesa. Ove bakterije stvaraju i toksine u mesu i tako dovode do trovanja ljudi i životinja. Nepažljivo i nestručno vađenje organa, naročito oštećenje crijeva i želuca, dovodi do izliva crijevnog sadržaja i masovnog zagađenja mesa vrlo štetnim truležnim bakterijama. Poznavanje mikroorganizama u mesu i proizvodima od mesa značajno je zbog njihovog uticaja na fizička i hemijska svojstva mesa, što se manifestuje promjenom njegovog izgleda, konzistencije, ukusa i mirisa. Razmnožavanje mikroorganizama u sirovom mesu zavisi od niza činilaca: vrste bakterija i enzima sa kojima raspolažu, temperature mesa, sadržaja vlage na površini mesa i okolnoj atmosferi, pH mesa, vrste mesa i dr. Uništavanje ili sprečavanje razmnožavanja mikroorganizama u mesu mogu se postići podvrgavanjem mesa dejstvu različitih činilaca, kao što su: niske temperature (hlađenje, smrzavanje), visoke temperature (izrada polukonzervi i konzervi od mesa), sušenje, soljenje, salamurenje, dimljenje. Za sprečavanje kontaminacije mesa i proizvoda od mesa je veoma važno sprovesti neophodne higijenske mjere u proizvodnji i preradi. Važno je istaći da patogene bakterije i trovači hrane preživljavaju u mesu čuvanom na niskim temperaturama, pa čak i u smrznutom mesu. Efikasnost dejstva temperature na

mikroorganizme zavisi od visine temperature i vremena njenog trajanja, vrste mikroorganizama na koje djeluje, hemijskog sastava mesa ili proizvoda od mesa, ukupnog broja mikroorganizama u mesu i dr. Na sušenim proizvodima mikroorganizmi ostaju u životu, ali je zaustavljena njihova biohemijska aktivnost usljed nedostatka vode (vlažnost ispod 18-20%). Kuhinjska so i nitriti inhibiraju rast mnogih aerobnih i anaerobnih bakterija, uključujući i *Clostridium botulinum* i vrste koje izazivaju kvar mesa. Međutim, u rastvoru za soljenje se može naći veliki broj bakterija otpornih na visoke koncentracije soli. Najviše ima okruglih bakterija iz roda *Micrococcus*, ali se mogu naći i neke bakterije mliječne kiseline (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Leuconostoc* i dr.), kao i *E. coli*, *Pseudomonas spp.*, *Proteus spp.*, *Bacillus spp.*, *Sarcina spp.* i dr. Za vrijeme dimljenja, dejstvom više temperature suši se površina mesa, proteini djelimično koagulišu, a talože se smole, uz kondenzovanje formaldehida i fenola. Na ovaj način se stvara fizičko-hemijska barijera protiv razvića i prodiranja mikroorganizama. Dim je vrlo složenog hemijskog sastava. On sadrži: kiseline (mravlju, kapronsku, a naročito sirćetnu), alkohole, ketone, aldehide (formaldehid, acetaldehid i dr.), fenole, amonijak, metan, CO₂, estre, voskove, smole i dr. Mikrobistatično i mikrobicidno dejstvo se najviše pripisuje formaldehidu. Ako **jaja** potiču od zdrave živine, ona su nakon nošenja sterilna. Ukoliko potiču od bolesne živine, mogu, dok su još u jajovodu, biti kontaminirana raznim patogenim mikroorganizmima i trovačima hrane, kao što su *Salmonella* vrste (*S. pullorum*, *S. typhimurium*, *S. enteritidis*), *Mycobacterium tuberculosis* tip *avium*, *Campylobacter jejuni* i dr. Na taj način, mogu biti izvor zaraznih bolesti za životinje i ljude. U ljusci jajeta postoje brojne pore i pukotine, tako da ona ne predstavlja veliku barijeru za prodor mikroorganizama. Tanka opna – pelikula koja zatvara pore i pukotine odmah nakon nošenja jajeta, veoma se brzo razara usljed trenja. Na taj način omogućen je ulazak mikroorganizama u unutrašnjost jajeta.

20.1.1.22. Najznačajniji izvori kontaminacije biljaka patogenim bakterijama

Glavni izvori mikrobiološke kontaminacije biljaka prije žetve su: zemljište, feces, voda za navodnjavanje, insekti, neadekvatno pripremljeno organsko đubrivo, divlje i domaće životinje kao i nepravilne aktivnosti radnika. Dva najvažnija izvora kontaminacije su voda za navodnjavanje i organska đubriva. Izvori kontaminacije povrća nakon žetve mogu biti: feces, ne higijenske aktivnosti radnika, oprema za žetvu, transport, preradu, divlje i domaće životinje, insekti, voda za pranje i dr. Kontaminacija tokom procesa proizvodnje, žetve i transporta svježeg povrća i voća može se spriječiti primjenom postupaka dobre proizvođačke prakse. Kontaminirana voda za navodnjavanje je vrlo značajan izvor kontaminacije biljaka patogenim bakterijama. U kontaminiranim vodama za navodnjavanje se mogu naći bakterije kao što su: *Escherichia coli*, *E. coli* O157:H7, *Citrobacter freundii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Aeromonas hydrophila*, *Enterobacter aerogenes*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Vibrio fluvialis*, *Yersinia enterocolitica*, *Proteus spp.* i dr. Prisustvo koliformnih bakterija na biljkama ukazuje na njihovu fekalnu kontaminaciju. Nivo kontaminacije svježeg povrća patogenim bakterijama zavisi i od sposobnosti ovih bakterija da izvrše kolonizaciju biljke. Bakterije iz kontaminirane vode za navodnjavanje površinski i endofitno kolonizuju korijen biljke i preko vaskularnog sistema dospijevaju i do listova biljaka. Endofitne patogene bakterije su nađene u citoplazmi biljne ćelije. Bakterije koje kolonizuju biljku je nemoguće potpuno ukloniti u toku pranja vodom. Sve patogene bakterije površinski i endofitno kolonizuju korijen, stablo i list biljaka. Najveći rizik za zdravlje je kontaminirano povrće i voće koje se konzumira svježe, tj. bez prethodne termičke obrade. Na svježem povrću su nađene bakterije: *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Escherichia coli*, *Escherichia coli* O157:H7, *Campylobacter spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*. Površinske i podzemne vode su veoma zagađene mikrobiološkim kontaminantima porijeklom iz stočarske proizvodnje i urbanih naselja. Nekonrolisana upotreba takvih voda u poljoprivredi može dovesti do ozbiljnih ekoloških i zdravstvenih problema. Poznato je da se oko 10% enteropatogena ne uklanja pranjem. Iako je pranje svježih proizvoda vodom neophodno, danas postoje i brojne tehnologije za poboljšanje kvaliteta i mikrobiološke dekontaminacije proizvoda kao što su: tretman hlorom (najefikasniji je HOCl), UV radijacija, H₂O₂, ozon, organske kiseline i dr.

Ovim postupcima je moguće samo smanjiti broj bakterija na proizvodu, ali ne i potpuno ih ukloniti. Intestinalni trakt ptica može biti domaćin *Campylobacter spp.*, *Salmonella spp.*, *V. cholerae*, *Listeria spp.*, *E. coli O157:H7* i na taj način ptice doprinose fekalnoj kontaminaciji površinskih voda. *Salmonella spp.* i *Shigella spp.* obično preživljavaju do 30 dana u vodi i do 10 dana u zemljištu. *E. coli O157:H7* živi još duže u rječnim vodama i goveđem fecesu. Preživljavanje enterobakterija u zemljištu zavisi od tipa zemljišta, sadržaja organske materije, pH, temperature, vlage, oksido-redukcionog potencijala, mikrobne interakcije, a u vodi od stepena eutrofikacije. Vremenski interval između navodnjavanja i žetve takođe utiče na opstanak patogena na biljci. Preko 50% proizvođača lisnatog povrća isporučuju povrće ne sačekavši ni 24h od poslednjeg navodnjavanja. *S. enteritidis* je izolovana iz zelene salate gajene u polju, a koja je đubrena stajnjakom. Utvrđen je veoma visok stepen kontaminacije povrća bakterijama indikatorima fekalnog zagađenja. Bakterije, uključujući fekalne koliforme, *Salmonella spp.* i *Shigella spp.* obično preživljavaju manje od 15 dana na površini biljaka, ciste *E. histolytica* manje od 2 dana, enterovirusi manje od 15 dana i jaja *A. lumbricoides* manje od 30 dana. Kraće vrijeme preživljavanja patogenih mikroorganizama na biljkama u odnosu na vodu i zemljište je zbog izloženosti patogena sunčevom zračenju na površini biljke. Povrće i voće kolonizuje velika grupa raznovrsnih mikroorganizama, kao što su bakterije, kvasci i gljive koji najčešće uzrokuju njihovo kvarenje.

20.1.1.23. Mikrobiološke opasnosti u proizvodnji voća i povrća

U poslednje vrijeme raste broj epidemija izazvanih **mikrobiološki kontaminiranim** svježim voćem i povrćem. U periodu 1998 – 2006. godine, od ukupno svih epidemija u Americi, njih 76% su bile izazvane mikrobiološki kontaminiranim povrćem i voćem (30% lisnato povrće, 17% paradajz, 13% dinja i lubenica, 11% peršun i druge začinske biljke, 5% mladi luk). Samo 24% epidemija su bile izazvane ostalim prerađevinama od mesa i mlijeka. Mikrobiološki rizici u proizvodnji voća i povrća su: patogeni mikroorganizmi kao što su: *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Campylobacter spp.*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, virusi (norovirusi, enterovirusi, adenovirusi); mikroorganizmi kvarenja: *Lactobacillus spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Flavobacterium*, enterobakterije, kvasci i plijesni; paraziti: protozoe, nematode itd. Povrće i voće može da se kontaminira patogenim bakterijama u bilo kojoj fazi proizvodnog lanca. Na svježem povrću je moguće prisustvo: *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *E. coli O157:H7*, *L. monocytogenes*. Salmoneloze se dešavaju nakon konzumacije kontaminiranog paradajza, klica raznih biljaka, dinje. Infekcije uzrokovane *E. coli* i *E. coli O157:H7* su povezane sa konzumacijom zelene salate, klica raznih biljaka, šargarepom i dr. Hemijske opasnosti u proizvodnji voća i povrća su: hemikalije koje se koriste tokom gajenja voća: rezidue pesticida (insekticidi, herbicidi, fungicidi, rodenticidi itd.), hemijska đubriva; plastične komponente ambalaže, visoke koncentracije SO₂ nakon sumporisanja itd. Fizičke opasnosti su: staklo, drvo, djelovi metala, kamenje, plastika.

20.1.1.24. Mogućnosti kontaminacije stočne hrane patogenim mikroorganizmima

Stočna hrana se kontaminira mikroorganizmima tokom proizvodnje, prerade, skladištenja, transporta ili upotrebe. Na biljkama se nalaze uglavnom bakterije i gljive koje se normalno nalaze u zemljištu. Odatle dospijevaju na biljke na različite načine (vjetrom, kišom, insektima i dr.). Toksikogene bakterije koje kontaminiraju stočnu hranu uzrokuju oboljenja domaćih životinja i ljudi. Neke vrste stočne hrane, kao što su nepravilno pripremljena silaža, nedovoljno osušeno sijeno, hrana životinjskog porijekla (koštano i riblje brašno), pružaju dobre uslove za razvoj bakterija. Ako toksikogene bakterije sa hranom dospiju u organe za varenje životinja i ljudi, može doći do opasnih oboljenja. U stočnoj hrani se mogu naći razni **patogeni i uslovno patogeni mikroorganizmi**, kao što su: *Escherichia coli*, bakterije iz rodova: *Salmonella*, *Shigella*, *Clostridium* (*Clostridium botulinum* i *Clostridium perfringens*), *Proteus*, *Staphylococcus*, *Rickettsia*, *Brucella*, *Bordetella*, *Neisseria*, *Mycoplasma*, *Mycobacterium*, *Campylobacter*, *Listeria*. Takođe se mogu naći spore *Bacillus anthracis*, virusi (slinavke i šapa, atipične kuge peradi), plijesni (iz rodova: *Aspergillus*,

Fusarium, *Penicillium*, *Mucor*, *Claviceps*, *Ustilago*, *Puccinia*, *Trichophyton*, *Microsporum*), kvasci (*Candida albicans*) i dr. Mikroorganizmi koji najčešće dovode **do kvarenja stočne hrane** su bakterije iz rodova: *Micrococcus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Achromobacter*, *Flavobacter*, *Escherichia*, *Proteus*, aktinomicete; plijesni iz rodova: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Helmintosporium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Absidia*, *Trichotecium*, *Oidium* i kvasci. Razmnožavanje mikroorganizama u stočnoj hrani zavisi od više faktora: vlage, temperature, aerobnih i anaerobnih uslova, vrste i hemijskog sastava hrane, vremena skladištenja, primjesa u hranivima, pH itd. Uspješno se mogu čuvati samo ona hraniva, čiji sadržaj vlage nije veći od 18 do 20%. Suva koncentrovana hraniva su više higroskopna i, ukoliko nisu hermetički zatvorena, ne smiju se čuvati duže pri visokoj relativnoj vlažnosti vazduha. Mikroorganizmi počinju da se razmnožavaju već kod 75% relativne vlažnosti (osmofilni kvasci i plijesni), a kod vlažnosti od 80 do 90% na površini se razvijaju i štetne bakterije i plijesni. Prilikom sušenja sijena, treba strogo voditi računa da se sušenje pravilno izvrši. Ukoliko se u plastove ili presovane bale sijena unesu manje ili veće količine nedovoljno osušene trave, ili dođe kasnije do vlaženja, može doći do mikrobioloških procesa i kvarenja sijena. Tom prilikom se razvijaju mezofilni i termofilni mikroorganizmi, jer se temperatura ovlaženog sijena postepeno povećava s napredovanjem mikrobioloških procesa. Ovaj način kvarenja (obično u središnjim djelovima plastova i kamara) naziva se „upaljenjem” sijena zbog povećanja temperature biljne mase. Tom prilikom dolazi do energičnog razlaganja celuloze, hemiceluloze i drugih ugljenih hidrata, zatim bjelancevina i drugih sastojaka, usljed čega se mijenja boja, sijeno postaje u početku mrke boje, a kasnije sasvim crno, tako da nastupa neka vrsta humifikacije. Ovakvo sijeno se može upotrijebiti jedino kao organsko đubrivo. Silaža može da se pokvari ako silos stoji duže vremena otvoren na vazduhu. Već poslije nekoliko dana, na površinskim djelovima silaže dolazi do razvića kvasaca i plijesni *Oidium*, a nešto kasnije i drugih plijesni i aktinomiceta, što dovodi do buđanja - pljesnivosti i osluznjavanja silaže. Plijesni i kvasci se brzo razvijaju zahvaljujući kiseloj sredini i sadržaju organskih kiselina, pošto su tipični acidofili. Obrazovanje pigmenata i pojava pljesnivog mirisa najbolji su znaci kvarenja silaže razvićem aerobnih mikroorganizama. Zato svakodnevno, ili bar svaki drugi dan treba potrošiti gornji sloj silaže debljine 20-30 cm. Na ovaj način se plijesnima ne ostavlja vremena za razmnožavanje. Životinje hranjene pokvarenom silažom izlučuju putem mlijeka veliki broj bakterija i gljiva koji štetno utiču na preradu mlijeka. Naročito su značajne bakterije buterne kiseline. Vrijednost silaže za ishranu mliječnih krava se procjenjuje i po sadržaju spora bakterija buterne kiseline.

20.1.2. Biološki toksini

Toksini - otrovne supstance su one supstance koje u malim količinama djeluju štetno na organizam ljudi i životinja. Biološki toksini – biotoksini toksini su otrovi koje proizvode živi organizmi - biljke, životinje, bakterije, gljive. Ovi toksini ne djeluju štetno na organizme koji ih stvaraju, ali mogu biti toksični za druge organizme, uključujući i ljude, najčešće kada ih unesu hranom. Biološki toksini mogu uzrokovati razne štetne posljedice na zdravlje ljudi i životinja. To su hemijska jedinjenja koja mogu biti različite strukture i razlikuju se po biološkoj funkciji i toksičnosti. Štetna dejstva mogu biti akutna trovanja koja se manifestuju alergijskim reakcijama, jakim bolovima u trbuhu i dijarejama, kao i smrću. Posljedice po zdravlje koje se javljaju poslije dužeg izlaganja suletalnim dozama toksina se manifestuju bolestima imunološkog, reproduktivnog, nervnog sistema, pojave kancera i dr. Neke toksine proizvode biljke kao prirodni odbrambeni mehanizam protiv predatora, insekata ili mikroorganizama, usljed zaraze mikroorganizmima, kao odgovor na klimatski stres (kao što je suša ili ekstremna vlažnost).

20.1.2.1. Otrovi biljaka

Otrovne biljke su one koje u malim količinama mogu izazvati trovanje ljudi ili životinja. Neke od njih mogu biti ljekovite ako se koriste u terapijskim dozama. U malim količinama, dakle, njihove aktivne supstance imaju ljekovito dejstvo, a u većim količinama predstavljaju otrov. Biljke stvaraju otrovne supstance kao odgovor na stresne faktore okoline (oštećenja tkiva, niske temperature, zaštita od patogena i dr.). Toksičnost biljaka potiče od sadržaja aktivnih organskih materija - alkaloida, glikozida, saponina, fenola, jakih organskih kiselina, etarskih ulja i dr. Sve otrovne biljke nemaju jednak stepen toksičnosti, što zavisi od vrste toksina, njegove jačine i unesene količine u organizam. (doza čini otrov). Sadržaj aktivnih supstanci nije jednak u cijeloj biljci, one su obično koncentrisane u pojedinim organima biljke (list, plod, korijen), pri čemu ih u ostalim djelovima biljke ne mora biti. Tako na primjer, biljka tisa je cijela otrovna, a kod bagrema nije otrovan cvijet, dok je ostatak biljke otrovan. Biljke koje izazivaju teška trovanja sadrže alkaloidne (hinozolidinski, piridinski), glikozide (kardiotonični, cijanogeni), toksalbumine. Kada se ove biljke progutaju, mogu dovesti do teških posljedica i smrtnog ishoda. Do trovanja obično dolazi zbog neopreznosti ili neznanja - zamjenom neotrovnih biljaka toksičnim. Najčešće smetnje koje se javljaju su mučnina, povraćanje, bol u želucu, teško disanje, vrtoglavica i dr. Da bi se izbjegla pojava ovih trovanja, potrebno je poznavati izgled i osobine ovih biljaka.

Glikozidi

Glikozidi su složena organska jedinjenja sastavljena iz dvije komponente, šećera i aglikona. Široko su rasprostranjeni u prirodi u različitim biljkama. Dosta se koriste u medicinske svrhe, naročito kardiotonični (srčani) glikozidi koji imaju specifično dejstvo na srce. Cijanogeni glikozidi, kao što su amigdalini, linamarin, prunasin, durin i dr. imaju svojstvo da oslobađaju cijanovodonik. Biljke svrstane u familiju *Amygdalaceae* sadrže cijanogene glikozide. Razlaganjem ovih glikozida oslobađa se cijanidna kiselina (HCN) koja je toksična. Ova kiselina djeluje na centralni nervni sistem, izaziva paralizu centra za disanje, vrtoglavicu, lupanje srca, smrtni ishod. Biljne namirnice u kojima se nalaze su pasulj, sirak, gorki bademi, sjemenke voća (marelica, breskva, jabuka), sjemenke lana itd. Razgradnjom cijanida u organizmu nastaje tiocijanat, koji je izaziva gušavost. Kuvanjem i fermentacijom se značajno smanjuje rizik od trovanja. Kod ljudi klinički znaci akutne intoksikacije mogu biti: ubrzano disanje, pad krvnog pritiska, vrtoglavica, glavobolja, stomaci bolovi, povraćanje, proliv, mentalna konfuzija, cijanoza, grčevi, koma. Smrt zbog trovanja cijanidom može nastupiti kada nivo cijanida pređe granicu koju organizam može detoksikovati. Hortenzija (rod *Hydrangea*) spada u veoma otrovne biljke koja takođe stvara cijanogene glikozide. *Hrizontema* (rod *Chrysanthemum*) je veoma otrovna biljka. Izaziva svrab i oteku. Stvara takođe cijanogene (cijanidne) glikozide. *Naprstak* (pustikara, *Digitalis purpurea*) se koristi u medicini za proizvodnju lijekova za srce. Sadrži kardiotonične glikozide, kao što je digoksin. U blažim slučajevima trovanja javlja se mučnina, nesvjestica, dijareja, grčevi, a kod težih slučajeva dolazi do poremećaja srčanog rada. *Đurđevak* (*Convallaria majalis*) spada u otrovne biljke. Svi dijelovi biljke su trovni, uključujući i crvene bobice koje mogu biti privlačne djeci. Sadrži više kardiotoničnih glikozida neki slični onima koje stvara biljka *Digitalis purpurea*. *Đurđevak* sadrži oko 40 glikozida, od kojih su najznačajniji konvalatoksin, konvalozid i lokunjozid. Simptomi trovanja su bolovi u trbuhu, mučnina, povraćanje, nepravilni otkucaji srca.. *Oleander* je veoma otrovna biljka koja takođe sadrži kardiotonične glikozide. Najotrovniji su njegovi listovi. Znaci trovanja su mučnina, glavobolja, povraćanje, poremećaj srčanog rada, dolazi i do smrtnog ishoda.

Alkaloidi

Alkaloidi su organska azotna jedinjenja koja imaju jako fiziološko dejstvo. Neki od njih su emetin, brucin, strihnin, kokain, piperin i dr. Neke od biljaka koje sadrže alkaloidne su *Atropa*

belladonna (velebilje), *Datura stramonium* (tatula) i *Hyosciamus niger* (bunika). Alkaloidi su antiholinergici (utiču na smanjenje medijatora acetilholina) i dovode do pojave antiholinergičkog sindroma (suva usta, proširene zenice, zacrvenjena koža, ubrzan srčani rad, halucinacije). Mrazovac (biljni arsenik, *Colchicum autumnale*) sadrži alkaloid kolhicin, koji sprečava sintezu DNK i diobu ćelija. Veoma brzo nakon gutanja javlja se osip i svrab kože, mučnina, pojačano znojenje. Kod teških trovanja može dovesti do kome i kardiovaskularnih poremećaja. Mrazovac (slika 64.) se često prema izgledu zamijeni biljkom sremuš (*Allium ursinum*, slika 65.).



Slika 64. Mrazovac (*Colchicum autumnale*)

https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Colchicum_autumnale_050505.jpg



Slika 65. Sremuš (*Allium ursinum*)

<https://www.agroklub.rs/povrtarstvo/sremus-visoka-cena-na-evropskom-trzistu/49377/>

Narcis (rod *Narcissus*) sadrži više alkaloida. Ukoliko se proguta njegova lukovica, izaziva grčeve, dijareju, povraćanje, glavobolju, poremećaj rada srca. Većina otrovnih biljaka koje pripadaju porodici *Solanaceae* su takođe otrovne. Ovoj familiji pripadaju krompir, paradajz, patlidžan i dr. Ove biljke proizvode alkaloide (solanin i dr.) kao odgovor na stresne faktore kao što su nagnječenja, djelovanje ultravioletnih zraka, mikroorganizama, napadi insekata i biljojeda. Alkaloidi se nalaze u svim djelovima biljke. Umjerena konzumacija od strane ljudi i životinja većine ovih jedinjenja uglavnom ne dovodi do trovanja. Njihovo štetno djelovanje je najčešće posljedica dugotrajne i prekomjerne konzumacije hrane biljnog porijekla koja sadrži veliku količinu ovih supstanci. Trovanje solaninom prvenstveno se manifestuje gastrointestinalnim i neurološkim poremećajima. Simptomi su: mučnina, povraćanje, dijareja, grčevi u želucu, srčane aritmije, glavobolja, vrtoglavica, svrab, ekcem, problemi sa štitnom žlijezdom, zapaljenje i bolovi u zglobovima. U težim slučajevima se javljaju halucinacije, gubitak osjećaja, paraliza, groznica, proširenje zenica, hipotermija i smrt. Da bi se smanjila proizvodnja solanina krompir treba čuvati na tamnom, hladnom i suvom mjestu i ne jesti zelene djelove i djelove koji klijaju. *Rhododendron* (*Rhododendron spp.*) stvara toksin koji se zove grajanotoksin koji je po strukturi polihidroksilovani ciklični diterpenski alkaloid. Ovaj toksin ima halucinogeno (izaziva promjenu misli, emocija, svijesti) i laksativno djelovanje (stimulišu

pražnjenje crijeva). Simptomi trovanja su glavobolja, povraćanje, osip na koži, zamagljenost vida, slabost mišića.

Lektini

Lektini su proteini i glikoproteini koji su vrlo otporni na razgradnju u digestivnom traktu, što im povećava štetno dejstvo. Oni se vežu za epitelne ćelije crijeva, dovode do njihovog propadanja, što se manifestuje digestivnim smetnjama, kao što su mučnina, povraćanje, proliv, zaostajanje u životinja u rastu i dr. Lektini se naročito nalaze u mahunarkama (pasulj, grašak, soja, sočivo), krompiru, paradajzu, žitaricama (pšenica i dr.), orasima. Lektini se uništavaju kada se sušeni pasulj drži u vodi najmanje 12h, a zatim se kuva najmanje 10 minuta u vodi. Ricin je lektin (glikoprotein) koji je veoma jak toksin koga stvara biljka *Ricinus communis* i nalazi se u njenom sjemenu iz koga se dobija ricinusovo ulje. Ricin je toksalbumin. I ricin djeluje toksično tako što ulaze u ćelije i sprečavaju ih da proizvode proteine koji su im potrebni. Bez proteina, ćelije umiru. Ricin je vrlo toksičan ako se udiše, ubrizgava ili proguta. Za dva do pet dana od izlaganja ricinu, promjene postaju vidljive na centralnom nervnom sistemu, nadbubrežnim žlijezdama, bubrezima, jetri. Trovanje se manifestuje mučninom, dijarejom, ubrzanim radom srca, niskim krvnim pritiskom. Sjeme *Ricinus communis* se drobi kako bi se ekstrahovalo ricinusovo ulje. Pošto ricin nije rastvorljiv u ulju, prisutan je u maloj količini u ekstrahovanom ricinusovom ulju. Ekstrahovano ulje se zagrijava na temperaturi većoj od 80 °C (176 °F) kako bi se denaturirao eventualno prisutan ricin. Abrin je veoma toksičan toksalbumin koji se nalazi u sjemenkama biljke *Abrus precatorius* (Rakovo oko). Kao i ricin, ovaj toksin inhibira ribosome da sintetišu proteine.

Oksalati

Oksalati su soli oksalne kiseline koji se u nekim biljkama nalaze u većoj količini, najčešće u obliku rastvorljivih natrijumovih ili kalijumovih soli nerastvorljivih kalcijumovih soli. Ima ga u spanaću, blitvi, kakau, zelenom čaju itd. Nerastvorljive soli kalcijuma se ne apsorbuju u digestivnom traktu, što može umanjiti raspoloživost kalcijuma za organizam. Kuvanjem se smanjuje količina rastvorljivih oksalata za 90%. Neke probiotske bakterije mogu da razgrade oksalate u digestivnom traktu i tako spriječe njegovu apsorpciju. Kod česte konzumacije hrane bogate oksalatima, preporučeno je povećanje unosa hrane bogate kalcijumom, kao što su mlijeko, mliječni proizvodi, morski plodovi.

Fitinska kiselina

Fitinska kiselina se nalazi u žitaricama, mahunarkama, sjemenkama, i koštičavom voću. Sadrži čvrsto vezan fosfor koji ljudi i životinje sa jednokomornim želucem ne mogu iskoristiti. Fitinska kiselina vrlo lako gradi soli – fitate, u kojima se vezuju vrlo značajni minerali (kalcijum, magnezijum, gvožđe, cink) i koji tako postaju nedostupni i neiskoritivi za organizam. Fitinska kiselina utiče i na neke enzime koji su nam potrebni za varenje hrane, kao što su pepsin, tripsin i amilaza. Fitinska kiselina i fitati, dakle, dovode do smanjene apsorpcije minerala iz hrane i inhibicije digestivnih enzima. Fitati su termostabilni i rastvorljivi u vodi, pa se za njihovo uklanjanje iz hrane najčešće koristi proces fermentacije.

Tanini

Tanini su grupa polifenola, tj. polimernih flavonoida, koji su prisutni u biljkama. Mogu se naći u kafi, kakau, vinu, voću (posebno u nezrelom), povrću, nekim žitaricama, kao što je sirak, tamnim vrstama piva. Obojeno voće, povrće i žitarice mogu imati 2-8% tanina. Tanini mogu da vežu jone

metala i bjelančevine u nesvarljive komplekse. Kod konzumacije većih količina, primijećen je poremećaj u rastu životinja i oštećenje digestivnog trakta. Kuvanjem se jedan dio tanina odstranjuje.

Vazoaktivni amini

Vazoaktivni amini tiramin, adrenalin, noradrenalin, feniletilamin, dopamin, dihidroksifenilalanin (DOPA), serotonin itd. nastaju razgradnjom aminokiselina. Prezrelo (fermentisano) voće i povrće, naročito banana, avokado, ananas, paradajz, su jedan od najvećih izvora vazoaktivnih amina.

Ksantini

Ksantini dovode do pojačanog oslobađanja dopamina, adrenalina i serotoninina u mozgu, što dovodi do budnosti i povećanog kapaciteta mentalnog i fizičkog kapaciteta, tahikardije i poboljšanja raspoloženja. Najviše ksantina sadrže kafa, zeleni čaj, energetska pića, kakao, čokolada. Akutna intoksikacija kafom ili energetskim napicima može dovesti do razdražljivosti, srčane aritmije i dr. Hronično izlaganje visokim dozama dovodi do malformacije ploda oglednih životinja, pobačaja, poremećaja ponašanja.

Fitoestrogeni

Fitoestrogeni su jedinjenja biljnog porijekla koji pokazuju dejstvo slično hormone estrogenu. Najviše ih ima u soji, sjemenkama lana i žitaricama. Usljed prekomjernog unošenja mogu da se jave reproduktivni i razvojni poremećaji, feminizacija mužjaka, neplodnost i dr. Umjerene količine djeluju pozitivno na kardiovaskularni sistem. Fetusi, dojenčad, žene oboljele od raka dojke su naročito osjetljivi na djelovanje fitoestrogena. Termička obrada, kuvanje, pH, filtracija smanjuju sadržaj fitoestrogena u sojinim proizvodima.

Furokumarini

Ovi toksini su prisutni u biljkama kao što su korijen celera, citrusno voće (limun, grejp i dr.), neke ljekovite biljke. Furokumarini su toksini koje biljke oslobađaju kao odgovor na stres, kao što je fizičko oštećenje biljke. Neki od ovih toksina mogu izazvati gastrointestinalne smetnje kod osjetljivih ljudi. Furokumarini su fototoksični i mogu izazvati teške kožne reakcije pod uticajem sunčeve svjetlosti (izloženost ultravioletnim zracima). Iako se uglavnom smetnje javljaju nakon izlaganje kože, reakcije se mogu javiti i nakon konzumiranja velikih količina povrća koje sadrži visoki nivo furokumarina.

Pirolizidinski alkaloidi

Pirolizidinski alkaloidi su toksini koje proizvodi oko 600 vrsta biljaka, kao što su biljke iz familija *Boraginaceae*, *Asteraceae* i *Fabaceae*. Mnoge od njih su korovske biljke koje mogu rasti na poljima i kontaminirati prehrambene usjeve. Mogu da oštete DNK, što potencijalno može dovesti do raka. Ovi toksini su stabilni na tretmane obrade hrane, a otkriveni su u biljnim čajevima, medu, začinskom bilju i drugim prehrambenim proizvodima, kao što su žitarice i proizvodi od žitarica..

Toksini algi – fikotoksini

Fikotoksini su toksini koje proizvode alge. To su molekuli koji pripadaju različitim grupama hemijskih jedinjenja – od jednostavnog amonijaka do složenih polipeptida i polisaharida. Većinu fikotoksina proizvode dinoflagelate i dijatomeje. Dinoflagelate stvaraju neproteinske toksine, kao što

su saksitoksin i tetrodotoksin. Trovanje kod ljudi nastaje zbog uzimanja morske hrane kontaminirane ovim toksinima. Mogu dovesti do paralitičkih, neurotoksičnih, amnezijskih i dijareičnih simptoma. Cijanobakterije i mikroalge koje žive u okeanima i jezerima proizvode toksine. Toksini algi nastaju tokom cvjetanja mora. Ciguatoksin je jak toksin koga proizvode alge dinoflagelate, kao što je *Gambierdiscus toxicus*. Ovaj toksin dovodi do tzv. ciguatera trovanja kod ljudi. Do ovog trovanja dolazi prilikom ishrane ljudi ribom i školjkama koje su kontaminirane ciguatoksinom. Ovaj toksin je jak neurotoksin. Ciguatera trovanje se najčešće javlja u tropskoj i suptropskoj regiji, uglavnom u južnom Pacifiku i Karibima. Međutim, može se javiti svuda gdje se konzumira riba. Školjke - dagnje i ostrige češće sadrže ciguatoksin nego ribe. U malim koncentracijama imaju mutageno i toksično dejstvo na organizam. Toksini algi mogu izazvati dijareju, povraćanje, trnjenje prstiju na rukama i nogama, neurološke simptome, paralizu i druge posljedice kod ljudi i drugih sisara. Ovi toksini nemaju ukus i miris i ne mogu se uništiti kuvanjem ili zamrzavanjem. Neke vrste morskih i slatkovodnih algi, kao i cijanobakterije proizvode saksitoksin i neosaksitoksin, koji se mogu se naći u školjkama. Saksitoksin je jak neurotoksin i najpoznatiji paralitički toksin koji izaziva trovanje putem ishrane školjkama. Saksitoksin je dobio ime prema rodu jestivih školjki *Saxidomus* iz kojih je prvi put izolovan. Neosaksitoksin je toksin sličan saksitoksinu i pripada grupi bioloških neurotoksičnih alkaloida, poznatih kao paralitički toksini školjki. Paralitičko trovanje školjkama koje su kontaminirane ovim toksinima je težak oblik trovanja koji može dovesti do paralze i smrti.

20.1.2.2. Toksini životinja

Kao i biljke, neke životinjske vrste koje se koriste u ishrani ljudi takođe proizvode toksine. Otrovi životinjskog porijekla su po prirodi najčešće bjelančevine. Veliki broj ovih otrova u svom sastavu ima enzim hijaluronidazu koja omogućava širenje otrova kroz tkivo. Otrovi životinja mogu da djeluju citotoksično, neurotoksično i hemotoksično. To su na primjer morski mekušci, rakovi, ribe i dr. Mrena (*Barbus fluviatilis*) samo za vrijeme mriješćenja ima otrovnu ikru (u periodu mart-jun). Ovaj otrov se ne uništava temperaturom kuvanja. Kod morske i rječne paklare otrovna je sluz kože koja sadrži termostabilan toksin. Otrovi se može odstraniti ako se koža natrlja solju ili, još je sigurnije ako se koža skine. Murina ima otrovne žlijezde koje su povezane sa zubima. Pritiskom na zube za vrijeme ujeda se istiskuje otrov iz ovih žlijezda. Rječna i morska jegulja imaju otrov u krvi koji se zove ihtiotoksin. Ihtiotoksin se uništava kuvanjem, mariniranjem i vrućim dimljenjem. Ima hemolitičko dejstvo. Škarpina, crni i bijeli pauk i morska lastavica su ribe koje imaju otrovne bodlje na prednjem peraju i škržnim poklopcima. Njihov ubod može da dovede do smrti. Histamin nastaje reakcijama dekarboksilacije histidina tokom bakterijske razgradnje bjelančevina. Nalazi se u uskladištenoj ribi i morskim plodovima: skuša, tuna, sardina, haringa, inćun. Trovanje se naziva i skombroidnim, a histamin skombrotoksinom po porodici riba (*Scombridae*) koja je najčešći izvor histamina. Simptomi se javljaju zavisno od doze i mogu biti probavne smetnje, promjene na koži i/ili neurološki poremećaji. Riba s toksičnim sadržajem histamina se ne može otkriti na osnovu mirisa ili izgleda, jer visoki nivo ne mora da parte nikakvi znaci kvara. Najbolja prevencija je brzo hlađenje uhvaćene ribe i skladištenje i obrada u higijenskim uslovima. Prema načelima HACCP-a, specifični vremenski rokovi i temperature na kritičnim kontrolnim tačkama tokom rukovanja ribom, kao i metode brze analize, pokazali su se djelotvornim u prevenciji kvarenja. Avidin je bjelančevina koja se nalazi u bjelancetu jajeta. Ovaj antivitamin veže biotin (vitamin H ili B7) u ireverzibilni kompleks koji je neiskoristiv u digestivnom traktu. Termička obrada jaja denaturiše avidin, on prelazi u oblik prevođenja u oblik koji ne može vezati biotin.

20.1.2.3. Toksini otrovnih viših gljiva

Toksini otrovnih viših gljiva su po hemijskoj građi uglavnom ciklični peptidi. Najvažnije otrovne gljive koje ih stvaraju su zelena pupavka i muhara. Ove gljive su svrstane u rod *Amanita*. Zelena pupavka, *Amanita phalloides* (slika 66.), izaziva 90 - 95% fatalnih slučajeva trovanja gljivama u

Evropi. Stvara toksin amanitin. Muhara, *Amanita muscaria* (slika 67.) stvara toksin muscimol. Otrovnne gljive iz rodova *Inocybe* i *Clitocybe* stvaraju toksin muskarin. Toksini gljiva uzrokuju povraćanje, dijareju, zbunjenost, smetnje vida, lučenje pljuvačke, halucinacije, smrt. Početak simptoma javlja se 6-24h ili duže nakon uzimanja gljiva. Toksini gljiva djeluju toksično na jetru, bubrege i nervni sistem. Kuvanjem ne dolazi do inaktivacije toksina. Treba biti oprezan prilikom branja gljiva u prirodi, zbog malih morfoloških razlika između otrovnih i jestivih gljiva. Trovanje gljivama najčešće nastaje zbog zamjene jestive vrste gljive otrovnom.



Slika 66. Zelena pupavka, *Amanita phalloides*
<https://picryl.com/media/amanita-phalloides-102399778-29ed65>



Slika 67. Muhara, *Amanita muscaria*,
<https://www.wildfooduk.com/mushroom-guide/fly-agaric/>

20.1.2.4. Toksini plijesni - mikotoksini

Toksikogene plijesni izazivaju alimentarne mikotoksikoze. **Mikotoksini** (*mykes* - grč. *gljiva*, *toxikon* - grč. *otrov*) su sekundarni metaboliti plijesni koji imaju toksično djelovanje na ljude, životinje, kao i na korisne mikroorganizme. Veće količine mikotoksina se mogu naći u silaži i zrnavlju raznih vrsta žitarica. Alimentarnim unošenjem (preko hrane) toksina plijesni u organizam životinja i ljudi nastaju intoksikacije, tzv. mikotoksikoze. Bolesti najčešće izazivaju sljedeći mikotoksini: aflatoksini, ohratoksini, zearalenon, trihoteceni, fumonizini, patulin. Najveći broj ovih mikotoksina stvaraju plijesni iz rodova *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium*. Ove plijesni podjednako kontaminiraju žitarice (kukuruz, pšenica, ječam itd.) i voluminozna krmiva (sijeno, silaža, sjenaža). Mikotoksikoze mogu da dovedu do teških posljedica, u vidu direktnih gubitaka - usljed uginuća životinja i indirektnih šteta - usljed smanjenja proizvodnih i reproduktivnih sposobnosti domaćih životinja. Mikotoksini smanjuju mogućnost konzumiranja hrane, povećavaju konverziju, smanjuju prirast, drastično smanjuju količinu mlijeka, oštećuju imuni sistem, a samim tim povećavaju osjetljivost prema bolestima. Unosom kontaminirane hrane u digestivni trakt životinje, mikotoksini se izlučuju putem mlijeka, deponuju u mesu i jajima i tako postaju opasni u ishrani ljudi. Akutne mikotoksikoze ljudi i životinja se mogu završiti letalno (smrtni ishod), a u hroničnim trovanjima, zavisno od vrste mikotoksina i njihovih ciljnih tkiva i organa, osnovna dejstva su: hepatotoksično (aflatoksini, fumonizini), nefrotoksično (citrinin, ohratoksin), kardiotoksično (penicilinska kiselina),

neurotoksično (patulin), citotoksično (trihoteceni), estrogeno (zearalenon). Kombinacije mikotoksina imaju jači biološki efekat nego pojedinačni mikotoksini.

Aflatoksini

Aflatoksini su mikotoksini koje stvaraju plijesni *Aspergillus flavus* (slika 68.) i *Aspergillus parasiticus*. Ove plijesni kontaminiraju stočnu hranu, u njoj se razmnožavaju i kao proizvod svog metabolizma stvaraju aflatoksine. Grupa aflatoksina sastoji se od aflatoksina B₁, B₂, G₁ i G₂. Dodatno, putem mlijeka krava koje su konzumirale hranu kontaminiranu aflatoksinom B₁, izlučuje se aflatoksin M₁, hidroksimetabolit aflatoksina B₁. Aflatoksin M₁ se može dokazati u mlijeku krava 12-24h od konzumiranja hrane koja sadrži visok nivo aflatoksina B₁. Plijesni se naročito razmnožavaju u stočnoj hrani u oblastima sa toplom i vlažnom klimom. Toksini se mogu naročito naći u zrnavlju žita, kikirikijevoj i sojinoj sačmi, pirinču, suvom voću, zrnu kakaoa i dr. Do kontaminacije kukuruza plijesnima može doći prije berbe i za vrijeme skladištenja u silosima. Optimalni uslovi za razmnožavanje plijesni koje stvaraju aflatoksine su vlažnost hrane 14-30% i temperatura od 25 °C. Ove plijesni se slabo razmnožavaju pri temperaturama nižim od 12 °C i višim od 41 °C. Aflatoksini mogu da se nađu i u mlijeku i drugim proizvodima od mlijeka. Maksimalno dozvoljena količina aflatoksina u mlijeku i proizvodima od mlijeka prema našim propisima je 0,05 µg/kg. Iako tokom procesa fermentacije dolazi do gubitka aflatoksina M₁, njegove značajne količine su prisutne u siru i jogurtu. Aflatoksin se vezuje za kazein (protein mlijeka), pa je zbog toga koncentracija aflatoksina veća u siru nego u mlijeku od kojeg su proizvedeni. Približno 60% aflatoksina M₁ iz mlijeka prelazi u sirni gruš. Aflatoksin B₁ se najčešće može naći u hrani i ima najjače toksično dejstvo. Nakon resorpcije u digestivnom traktu, putem krvi dospijeva u jetru, gdje se i zadržava. U akutnim slučajevima dovodi do pojave nekroze jetre, krvavljenja na unutrašnjim organima i smrti. Smrtonosna (letalna) doza za životinje je 0,5 - 10 µg/kg tjelesne mase. Hronične intoksikacije se češće javljaju i uzrokuju kancer jetre. Pored kancerogenog, aflatoksin B₁ ima i jako mutageno (promjene na genima) i teratogeno dejstvo (nenormalan razvoj embriona) kod mnogih životinja, a potencijalno i kod ljudi. Osim što oštećuju jetru, aflatoksini mogu da uzrokuju i druge hronične poremećaje, kao što su slabljenje imuniteta i povećana osjetljivost na infekcije. Aflatoksini su termostabilni, tako da ih temperatura pasterizacije ne uništava. Utvrđeno je neznatno smanjenje aflatoksina M₁ u sterilizovanom mlijeku nakon dužeg skladištenja. Najbolji način sprečavanja pojave trovanja aflatoksinima je stroga kontrola proizvodnje stočne hrane, od usjeva (primjenom opštih pravila dobre poljoprivredne prakse), preko skladišta (kontrola vlage) do prodavnica.



Slika 68. Kolonija *Aspergillus flavus*
www.milksci.unizar.es

Do sada je otkriveno 18 aflatoksina, ali po toksičnosti i zastupljenosti, najznačajniji je aflatoksin B₁ (AFTB₁). Kukuruz i druge žitarice, kikiriki, začini su glavni izvor aflatoksina u ishrani ljudi i životinja. Ljudi su izloženi aflatoksinima i preko hrane animalnog porijekla (meso, mlijeko, jaja)

dobijenih od životinja koje su hranjene kontaminiranom hranom. Aflatoksin se može naći u proizvodima od mesa i usljed upotrebe kontaminiranih začina. Posebnu opasnost, posebno za djecu predstavlja AFTB1 koji se izlučuje putem mlijeka životinja i žena obliku hidroksilisanog metabolita AFTM1 koji ima kancerogen i citotoksičan efekat. Mehanizam dejstva AFTB1 zasniva se na oštećenju DNK, mutacijama i tumoroznim promjenama. Citotoksični efekat je posljedica lipidne peroksidacije i oksidativnog stresa u hepatocitima. Za ova jedinjenja ne postoji tolerantni dnevni unos.

Ohratoksin A

Ohratoksin A kontaminira mnoge biljne proizvode kao što su: žitarice, brašno, kafa, čajevi, sušeno voće, mahunarke, začini, usljed loše poljoprivredne i proizvođačke prakse. Može da kontaminira i vino, pivo, voćne sokove, usljed upotrebe kontaminiranih sirovina. Ohratoksin A sintetišu plijesni *Penicillium verrucosum*, *Penicillium viridicatum*, *Aspergillus niger* i *Aspergillus carbonarus*. Rezidue ohratoksina su nađene u bubrezima, jetri, mesu i mlijeku životinja koje su konzumirale kontaminiranu hranu. Smatra se da su ljudi oko 3–10% od ukupne izloženosti ovom toksinu izloženi preko svinjskog mesa i mesa živine. Mehanizam toksičnog dejstva ohratoksina zasniva se na inhibiciji mitohondrijalnih enzima (ATP-aza, sukcinat dehidrogenaza i citohrom C oksidaza), stvaranju hidroksil radikala i lipidnoj peroksidaciji. Svrstan je u moguće kancerogene. Osim nefrotoksičnog, ima i teratogeno, genotoksično i imunotoksično i dejstvo. Takođe se smatra da uzrokuje neurodegenerativa oboljenja kao što su Parkinsonova i Alzheimerova bolest.

Patulin

Patulin je proizvod sekundarnog metabolizma plijesni *Aspergillus clavatus*, *Penicillium patulum*, *Penicillium equinum*, *Penicillium expansum*, *Penicillium claviforme*. Ove plijesni izolovane su sa žitarica i njihovih proizvoda, voća, kobasica, sireva. Najčešće se nalazi u jabukama i proizvodima od jabuka. Temperatura pasterizacije vrlo malo redukuje sadržaj patulina. U eksperimentima je dokazano njegovo neurotoksično, imunotoksično, genotoksično, teratogeno i kancerogeno dejstvo.

Trihoteceni

U trihotecene (TCT) je svrstano 200–300 različitih mikotoksina koji su proizvod sekundarnog metabolizma plijesni iz roda *Fusarium*, *Stachybotrys*, *Myrothecium*, *Trichothecium*, *Trichoderma*, *Cylindrocarpon*, *Verticimonosporium*, *Cephalosporium* i *Phomopsis*. Podijeljeni su na nemakrociklične i makrociklične trihotecene, prema tome da li imaju makrociklični prsten između C-4 i C-15 atoma. Nemakrociklični trihoteceni su podijeljeni na grupu A i B. Najznačajniji i najtoksičniji trihotecen iz grupe A je T-2, a najznačajniji predstavnik iz grupe B je deoxinivalenol (DON), koji je i najviše prisutan trihotecen. Citotoksično dejstvo trihotecena bazira se na inhibiciji sinteze proteina, DNK, RNK, inhibiciji mitohondrijalne funkcije, oštećenjima ćelijske membrane i imunosupresiji. Žitarice su najveći izvor trihotecena. Hladna i vlažna klima sa čestim variranjima temperature je povoljna za sintezu deoksinivalenola. U stočarskoj proizvodnji DON je poznat kao vomitoksin, jer dovodi do odbijanja hrane, najčešće kod svinja. Simptomi akutnog trovanja trihotecenima su nervni poremećaji, krvarenja, iritacije kože, povraćanje, proliv, ranice u ustima. Dovode do smanjene otpornosti na gram negativne bakterije i herpes simpleks virus. U makrociklične trihotecene su svrstani verukarini, satratoksini, roridini i bašarini. Mnogo su toksičniji u odnosu na nemakrociklične, ali su još uvijek nedovoljno izučeni.

Zearalenon

Zearalenon (ZEA) (F-2 toksin) je nesteroidni metabolit plijesni roda *Fusarium* - *F. culmorum*, *F. graminearum* i *F. heterosporum*. Pripada fitoestrogenima. Najčešće se nalazi u kukuruzu i drugim žitaricama, nalazi se i u soji. Najznačajniji biološki efekat ZEA je hiperestrogeno dejstvo. Prisustvo ZEA u hrani utiče na pojavu prevremenog puberteta kod djece. Od životinja, na dejstvo ovog hormona najosjetljivije su svinje.

Fumonizini (FBs)

Fumonizini su toksini koje stvaraju plijesni roda *Fusarium*, kao što su: *Fusarium moniliforme*, *F. proliferatum*, *F. nygamai*, *F. anthophilum*, *F. dlamini* i *F. napiforme*. Po građi su slični sfingolipidu sfingozinu, koji je u velikom procentu prisutan u nervnom tkivu. Toksičnost fumonizina se bazira na sprečavanju sinteze sfingolipida. Najtoksičniji je fumonizin B1 (FB1) koji se najviše nalazi u kukuruzu i proizvodima od kukuruza. Dokazano je citotoksično i kancerogeno dejstvo FB1. Ergotalk aloidi (EAs) su proizvod sekundarnog metabolizma plijesni roda *Claviceps* (*C. purpurea* i *C. sclerotia*). Glavni alkaloidi *C. purpurea* su **ergokornin**, **ergokristin**, **ergokriptin** i **ergotamin**. Ergotalk aloidi su vrlo slični biogenim aminima i djeluju na neurotransmiterske receptore. Usljed toga dovode do ishemije, naročito u ekstremitetima. Takođe utiču na hormonalni status. **Sterigmatocistin** (STC) je proizvod sekundarnog metabolizma plijesni *Aspergillus nidulans* i *A. versicolor*. Po građi i toksičnom efektu je sličan aflatoksinima. **Alternaria toksini** su sekundarni metaboliti plijesni roda *Alternaria*, prvenstveno *A. alternata*. Najznačajniji alternaria toksini su **alternariol**, **arternariol metil etar**, **altenuen**, **altertoksin** i **tenuazonska kiselina**. Najčešće se nalaze u voću i povrću. Njihova zastupljenost u žitaricama je nedovoljno ispitana. Ispoljavaju citotoksični, fetotoksični i/ili teratogeni efekat. Pojava ezofagealnog kancera kod ljudi dovodi se u vezu sa toksičnošću ovih toksina. **Tremorogeni mikotoksini** djeluju na centralni nervni sistem i dovode do tremora, grčeva i smrti. Njihovo dejstvo se zasniva na interferenciji sa neurotransmiterima na sinapsama. Tremorogeni mikotoksini su utvrđeni u hrani za životinje, kao i u hrani za ljude, a naročito u tradicionalnim fermentisanim proizvodima od mesa. Od tehnika koje se koriste u analitici mikotoksina najzastupljenije su hromatografske i imunoenzimske (ELISA). Zbog dokazane toksičnosti i kancerogenih svojstava pojedinih mikotoksina sadržaj mikotoksina u hrani je zakonski propisan.

20.1.2.4.1. Dobra poljoprivredna praksa i dobra proizvođačka praksa u sprečavanju kontaminacije hrane mikotoksinima

Mikotoksini spadaju u relativno termostabilna jedinjenja koje konvencionalni načini pripreme hrane ne uništavaju. Longitudinalni i integrisani pristup bezbjednosti hrane („od farme do trpeze“) uključuje zdravlje i dobrobit životinja. U tom integrisanom pristupu, hrana za životinje predstavlja prvu kariku u lancu bezbjednosti hrane. Postoje mjere koje se sprovode u cilju sprečavanja kontaminacije hrane plijesnima i mikotoksinima, kao i tretmani koji se sprovode kako bi se smanjili toksični efekti mikotoksina u kontaminiranoj hrani. Sama produkcija toksina značajno zavisi od uslova sredine koji utiču na rast plijesni, kao što su: vrsta supstrata, temperature, vlažnost, aktivnost vode (aw), stepen oštećenja zrna, koncentracija O₂ i CO₂, pH sredine, ukupan broj plijesni, prisustvo kompetitivne mikroflore, i dr. Prevencija kontaminacije hrane mikotoksinima počinje još prije žetve. Sastoji se u primjeni dobre poljoprivredne prakse, koja obuhvata selekciju usjeva otpornih na stres i infestaciju parazitima, pravilnu irigaciju, pravilno prihranjivanje biljaka, kontrolu štetočina, pravilnu primjenu pesticida i dr. U skladištu, preventivne mjere se sprovode u cilju smanjenja razmnožavanja plijesni i sinteze mikotoksina, a obuhvataju fizičke i hemijske metode. Fizičke metode obuhvataju održavanje niske temperature u skladištu i kontrolu vlažnosti. Kada nije moguće sprovesti fizičke, primenjuju se hemijske metode, odnosno fungicidi. Neki od njih su natrijum-sorbat i kalcijum-

propionat. Izučavaju se mogućnosti primjene antioksidanata kao što su vanilinska kiselina, 4-hidroksi benzoeva kiselina, esencijalna ulja biljaka (*Thymus vulgaris* i dr.). Dobra proizvođačka praksa, dobra higijenska praksa i dobra skladišna praksa predstavljaju značajne metode u prevenciji kontaminacije mikotoksina i njihove sinteze. Ukoliko kontaminaciju mikotoksinima nije moguće spriječiti, vrši se detoksikacija primjenom fizičkih, hemijskih ili mikrobioloških postupaka. Od fizičkih metoda primjenjuje se tretiranje toplotom i zračenjem (gama, X zraci, UV svjetlost), tostiranje, ekstrudiranje, fizička separacija. Tostiranje je proces termičke obrade hrane visokim temperaturama (127-135 °C) koje se vrši uduvavanjem toplog vazduha. Ekstrudiranje je proces kojim se oblikuje omekšana hrana potiskivanjem kroz otvore, pri čemu je izložena visokom pritisku, temperaturi i mehaničkom naprezanju. Pomoću uređaja koji se zovu ekstruderi može da se vrši miješanje, kuvanje, gnječenje, oblikovanje, teksturiranje. Različiti uslovi koji mogu biti uspostavljeni u ekstruderu omogućavaju obavljanje brojnih funkcija i time njegovu široku upotrebu u proizvodnji hrane za životinje. Međutim, većina mikotoksina je termostabilna i temperature koje se obično koriste u prehrambenoj industriji samo ih djelimično razaraju. Iako se primjenom hemijskih sredstava (kiselina, baze i dr.) mikotoksini gotovo potpuno razaraju, dovode do značajnih nutritivnih gubitaka hrane, kao i gubitka ukusa i mirisa. Biološki metodi dekontaminacije zasnivaju se na primjeni mikroorganizama koji imaju sposobnost da razgrade mikotoksine. Najčešće se koriste bakterije iz rodova *Streptococcus*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Acinetobacter*, kvasci roda *Saccharomyces* i dr. Najbolji način za smanjenje toksičnosti mikotoksina je sprečavanje apsorpcije mikotoksina od strane organizma primjenom adsorbenata. Najčešći adsorbenti su zeolitski minerali, aluminosilikati i gline. Adsorbenti imaju veliku površinu koja je naelektrisana i kojom se čvrsto vezuju sa mikotoksinima. U posljednje vrijeme se koriste organski adsorbenti - modifikovani manan oligosaharidi, koji su složeni ugljeni hidrati izolovani iz ćelijskog zida kvasaca.

20.1.2.5. Bakterijski toksini

Bakterijske toksine proizvode toksikogene bakterije. Ove bakterije u toku svog metabolizma sintetišu jedinjenja toksična za druge mikroorganizme, biljke, životinje i ljude. Toksini se mogu izlučivati iz žive bakterijske ćelije, to su tzv. egzotoksini, ili ostaju u ćeliji do njene lize – to su tzv. endotoksini. **Egzotoksini** su po hemijskom sastavu proteini enzimske prirode. Ovi toksini djeluju na digestivne organe, krvotok i nervne ćelije životinja i ljudi, a neki su fitopatogeni – djeluju toksično na biljke. Egzotoksine, dakle, proizvode neke bakterije unutar svoje ćelije, a zatim ih izlučuju u okolinu. Neki egzotoksini su dobili ime prema ćelijama na koje djeluju (na primjer: neurotoksini, hepatotoksini, enterotoksini, hemetotoksini, citotoksini), neki prema nazivu bolesti koju uzrokuju (na primjer: difterični toksin, tetanusni toksin), a neki prema nazivu bakterije koja ih stvara (na primjer: botulinum toksin – koga stvara bakterija *Clostridium botulinum*). Neurotoksini djeluju na želje nervnog tkiva, hepatotoksini djeluju na ćelije jetre, hematotoksini djeluju na ćelije krvi, citotoksini djeluju na više tipova ćelija. Većina egzotoksina su enzimi. Egzotoksine uglavnom stvaraju gram pozitivne bakterije, a manje gram negativne bakterije (*Pseudomonas aeruginosa*, *E.coli*, *Vibrio cholerae*, *Shigella spp.*). **Endotoksini** su po hemijskom sastavu lipopolisaharidi i predstavljaju dio ćelijskog zida gram negativnih bakterija. Ovi toksini se oslobađaju tek nakon lize bakterijske ćelije. Bakterije ne izlučuju endotoksine u svoju okolinu, već se oni oslobađaju nakon smrti i oštećenja bakterijske ćelije. Endotoksini su otporni na djelovanje visokih temperatura, kiselina, baza i drugih agenasa koji vrše denaturaciju proteina. Endotoksini izazivaju opštu intoksikaciju organizma. Oni nemaju specifično djelovanje na pojedina tkiva, već djeluju sistematski i izazivaju pojavu opštih simptoma bolesti kao što su: povećana tjelesna temperatura, leukocitoza, trombocitopenija, šok, ponekad i smrt. U odnosu na egzotoksine mnogo su slabiji antigeni, tako da indukuju veoma slab ili uopšte ne indukuju specifični imuni odgovor. Od njih se ne mogu dobiti toksoidi (anatoksini) od kojih se prave vakcine. Toksoidi se mogu proizvoditi denaturisanjem egzotoksina dejstvom visoke temperature ili formaldehida. Tako dobijeni denaturirani toksoidi su imunogeni, a nisu toksigeni. Bakterijska sepsa je glavni uzrok smrtnosti širom svijeta. Sepsa je proces izazvan nekontrolisanim

upalnim odgovorom ćelija domaćina, koji može dovesti do otkazivanja više organa i smrti. Uzrokuju je i gram pozitivne i gram negativne bakterije. Ove bakterije proizvode niz faktora virulencije koji im omogućavaju da izbjegnu imunološku odbranu organizma i da se šire u udaljene organe, kao i toksine koji stupaju u interakciju sa ćelijama domaćina preko specifičnih receptora na površini ćelije i pokreću nekontrolisani imunološki odgovor.

20.1.2.5.1. Mehanizam dejstva bakterijskih endotoksina

Lipopolisaharidi (LPS) ćelijskog zida gramnegativnih bakterija se sastoje od tri kovalentno povezana dijela - lipida A, jezgra građenog od oligosaharida i specifičnog O polisaharida. Struktura i sastav O-polisaharida se veoma razlikuje među gramnegativnim bakterijama i on određuje serološke specifičnosti bakterijskih sojeva. Oligosaharid jezgra je manje varijabilan, dok je lipid A strukturno najmanje varijabilan dio LPS molekula i slične je structure među gram negativnim bakterijama. Sva tri dijela LPS molekula su imunogeni i izazivaju stvaranje specifičnih antitijela. Biološka aktivnost LPS-a je vezana samo za lipid A, što znači da polisaharidni dio LPS molekula nema toksično dejstvo. Lipid A je jedina regija LPS-a koju prepoznaje urođeni imuni sistem. Biološke aktivnosti LPS-a se ne ispoljavaju direktnim dejstvom na ćelije, nego preko interakcije sa makrofagima koji zatim stvaraju endogene medijatore – citokine. Pod uticajem LPS molekula makrofagi, dakle, sintetišu citokin *tumor necrosis factor* (TNF) koji podstiče razvoj opšte zapaljenske reakcije u organizmu. Dovoljne su vrlo male koncentracije lipida A da pokrenu makrofag da proizvodi proinflamatorne citokine poput TNF- α i IL1 β . LPS u kombinaciji sa TNF α indukuje oštećenje - apoptozu endotelne ćelije. Endotoksini takođe aktiviraju komplement, kininski sistem, druge leukocite, trombocite i endotelne ćelije. Na pojačanu ili smanjenu aktivnost endotoksina utiču proteini krvne plazme domaćina koji su sposobni da se vežu sa LPS. Step en osjetljivosti na endotoksin je genetski određen - tako su zečevi, svinje i ljudi veoma osjetljivi, dok su miševi, pacovi ili zamorci mnogo manje osjetljivi. Stanja organizma koja povećavaju osjetljivost na endotoksine su: infekcije gram negativnim bakterijama (*Salmonella*, *E. coli*, *Klebsiella*, *Coxiella burnetii*), gram pozitivnim bakterijama *Propionibacterium acnes*, parazitske infekcije, rastući tumori, nedostatak kortizona, hipofizektomija. Endotoksini su prisutni u našem okruženju, kao i u digestivnom sistemu. Njihovo prisustvo u krvotoku može izazvati septičke reakcije sa različitim simptomima kao što su groznica, hipotenzija, mučnina, drhtavica i šok.

20.1.2.5.2. Mehanizam djelovanja bakterijskih egzotoksina

Na osnovu načina djelovanja bakterijski egzotoksini se dijele u tri tipa. Toksini tipa I oštećuju ćelije domaćina bez potrebe da uđu u ćelije. To su superantigeni koje proizvode *S. aureus* i *S. pyogenes*. Toksini tipa II, kao što su hemolizini, fosfolipaze, listeriolizin uništavaju ćelijske membrane domaćina kako bi napali i prekinuli odbrambene procese unutar ćelije. Toksini tipa III, zbog dvojne strukture poznati su kao AB toksini. Neki od njih ometaju sintezu proteina u ćeliji domaćina. B komponenta ovih toksina se veže za površinu ćelije domaćina, dok komponenta A posjeduje enzimsku aktivnost da uništi ćeliju. Toksini kao što su Shiga toksin, toksin kolere i toksin antraksa pripadaju tipu III egzotoksina (AB).

Egzotoksini tipa I

Superantigeni se svrstavaju u egzotoksine tipa I. Oni su jedni od najjačih toksina koje proizvode bakterije. Izlučuju ih *Staphylococcus aureus* i *Streptococcus pyogenes*. To su neglikozilirani proteini koji imaju relativno nisku molekulsku masu. Superantigeni koje proizvodi *S. aureus* su stafilokokni enterotoksini (SE) označeni sa A do E i toksin sindroma toksičnog šoka, dok su superantigeni koje proizvodi *S. pyogenes* pirogeni egzotoksini A i C i streptokokni mitogeni egzotoksin Z. Ovi toksini djeluju kao superantigeni i mogu izazvati nekontrolisani imuni odgovor domaćina koji se manifestuje

sistemsom aktivacijom T-limfocita i nekontrolisanom sintezom citokina. Oni izazivaju masovni ćelijski imuni odgovor koji može dovesti do fatalnog toksičnog šoka – opasnog po život. Superantigeni, dakle, zaobilaze fagocitozu i obradu unutar fagocita i pričvršćuju se direktno za membranu fagocita, što dovodi do aktivacije T4 limfocita. Za razliku od konvencionalnih antigena koji bivaju obrađeni od strane ćelija domaćina, a zatim izloženi T ćelijama, superantigeni se direktno vezuju za membranu ćelija koje obrađuju antigene. Tako zaobilaze proces obrade od strane ovih ćelija koje izlažu antigen i stimulišu veliki broj T ćelija što dovodi do indukcije tzv. citokinske oluje. Za razliku od konvencionalnih antigena koji normalno aktiviraju ispod 0,01% T ćelija, superantigeni aktiviraju više od 20% T ćelija. Ovo dovodi do masovne indukcije prozapaljenskih citokina kao što su faktor tumorske nekroze (TNF), interferon γ (IFN γ) i interleukin-2 (IL-2). Ovi toksini izazivaju masovni ćelijski imuni odgovor koji može dovesti do fatalnog toksičnog šoka.

Egzotoksini tipa 2

Egzotoksini tipa 2 su medijatori koji oštećuju membrane ćelija domaćina. Ovi egzotoksini su najčešće citotoksini koji stvaraju pore u ćelijskoj membrani ili su to enzimi s litičkom aktivnošću na intracelularne strukture. Ovdje se svrstavaju drugi toksini koje stvara *Streptococcus pyogenes* – to su citotoksični enzimi streptokinaza i DNaze. Ovom tipu egzotoksina pripada i leukocidin koga izlučuje *S. aureus*, koji stvara pore u membranama leukocita i tako ih uništava. Toksine tipa II stvaraju koje stvaraju klostridije su perfringolizin (citolizin), ϵ -toksin *Clostridium perfringens*, α -toksin *Clostridium septicum*, fosfolipaza C, kolagenaza. Alfa toksin klostridija (fosfolipaza, lecitinaza) lizira ćelije i uzrokuje lokalnu nekrozu tkiva, sa pojavom agregacije trombocita i trombozom. Nakon što se sistemski apsorbuje, alfa toksin izaziva hemolizu, supresiju rada srca i toksični šok. Lecitinaza je vrsta fosfolipaze koja djeluje na lecitin. Ovaj enzim stvaraju *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria monocytogenes*. Lecitinaza *C. perfringens* (alfa toksin) uzrokuje mionekrozu i hemolizu. Lecitinaza *S. aureus* se koristi u detekciji sojeva koji su koagulaza pozitivni, jer postoji visoka pozitivna korelacija između aktivnosti lecitinaze i koagulaze (lecitini su mješavine glicerofosfolipida kao što su fosfatidilholin, fosfatidiletanolamin, fosfatidilinozitol, fosfatidilserin, fosfatidna kiselina. Prvo je bio izolovan iz žumanceta jajeta, ali je izolovan i iz venske krvi, pluća, žuči, mozga ljudi, ovaca, kokošaka. Takođe je izolovan iz morskih plodova, zrna soje, mlijeka, sjemenki repice, pamuka, iz suncokretovog ulja. Netoksičnost lecitina ga preporučuje kao dodatak hrani kao emulgator dr.). Listeriolizin koga stvara *Listeria monocytogenes* buši pore u ćelijskoj membrani. Ovom tipu egzotoksina pripadaju i hemolizin - *E.coli*, pneumolizin *Streptococcus pneumonia*, streptolizin O - *Streptococcus pyogenes*, leukotoksin *Pasteurella haemolytica*.

Egzotoksini tipa 3

Egzotoksini tipa 3 (zovu se i egzotoksini AB) se sastoje od dvije podjedinice, A i B. Podjedinica A je dio kojim se toksin vezuje za površinu ćelije domaćina, a podjedinica B je aktivni dio toksina koji ispoljava toksično dejstvo. Ovi toksini se uključuju u ćelijske mehanizme i tako oštećuju ćelije. Neki od njih sprečavaju sintezu proteina u ćeliji. U egzotoksine tipa 3 su svrstani difterija toksin koga stvara *Corynebacterium diphtheriae* (izaziva difteriju), kolera toksin koga stvara *Vibrio cholerae* (izaziva koleru), tetanus toksin koga stvara *Clostridium tetanus* (izaziva tetanus). Toksin tetanusa pripada grupi AB toksina. Sastoji se iz dvije podjedinice, A i B koje su povezane disulfidnim mostom. Veća podjedinica B (engl. *binding* - vezujuća) se vezuje za receptore na nervnim ćelijama. Manja podjedinica A je aktivna komponenta i to je enzim iz grupe cink-metaloproteinaza. Komponenta A razlaže proteine koji učestvuju u procesu sekrecije inhibitornih neurotransmitera u prednjim rogovima kičmene moždine. On sprečava prenošenje inhibitornih signala iz malog mozga na mišićne motorne neurone. Kao posljedica njegovog dejstva se javlja pojačana mišićna aktivnost koja se manifestuje pojavom grčeva. Od svih bakterija klostridije proizvode najveći broj egzotoksina

i uzrokuju teške bolesti ljudi i životinja. Bakterijski toksini se mogu *dokazivati* enzimskim imunim testovima (ELISA test), ubrizgavanjem laboratorijskim životinjama (npr. biotest na mišu za dokazivanje botulizma) i dr.

20.1.2.5.2.3. Tabela prikaz bakterijskih endotoksina i egzotoksina

Najvažnije osobine bakterijskih endotoksina i egzotoksina su prikazane u tabeli 42.

Tabela 42. Prikaz najvažnijih osobina bakterijskih endotoksina i egzotoksina

Karakteristike toksina	Endotoksini	Egzotoksini		
		Tip 1 (superantigeni)	Tip 2 (membranski toksini)	Tip 3 (A/B toksini)
Bakterije koje ih stvaraju	Gram-negativne bakterije koje izazivaju sepsu	Gram-pozitivne koke Koje izazivaju toksični šok sindrom	<i>Clostridium perfringens</i> koji izaziva nekrozu mišića, <i>Clostridium difficile</i> koji izaziva colitis, <i>Listeria monocytogenes</i>	klostridije koje izazivaju tetanus i botulizam, <i>Vibrio cholere</i> ,
Naziv toksina	Endotoksini gram negativnih bakterija koje izazivaju sepsu	toksin sindroma toksičnog šoka <i>S. aureus</i> , enterotoksini <i>S. aureus</i> , toksin sindroma toksičnog šoka <i>Streptococcus pyogenes</i>	alfa toksin klostridija (<i>Clostridium perfringens</i> , <i>Clostridium difficile</i>) listeriolizin <i>Listeria monocytogenes</i>	Toksin tetanusa <i>Clostridium tetani</i> (enzim metaloproteaza - razlaže proteine koji pomažu oslobađanju inhibičkih neurotransmitera, toksin kolere <i>Vibrio cholerae</i> (ADP-fosforibozil transferaza - izaziva sekreciju elektrolita i vode u lumen crijeva), toksin difterije <i>Corynebacterium diphtheriae</i> (ADP-fosforibozil transferaza – sprečava sintezu proteina u ćeliji domaćina)
Hemijska struktura	lipopolisaharidi	polipeptidi	polipeptidi	polipeptidi
Stimulacija specifičnog imunog odgovora	Ne	Da	Da	Da

Mehanizam dejstva	Interaguju sa makrofagima i limfocitima i aktiviraju ih da oslobađaju citokine - <i>tumor necrosis factor</i> (TNF-a) i <i>interleukin 1 (IL-1)</i> , što dovodi do razvoja sistemske zapaljenske reakcije u organizmu	Superantigen aktivira veliki broj T4-limfocita koji izazivaju prekomjerni imuni odgovor	Uticaj na ćelijske membrane i ćelijski matriks stvaranjem pora ili enzimskom aktivnošću.	A (aktivni dio toksina - enzim) i B (dio kojim se vezuje za ćeliju domaćina)
Vakcine	Ne	Ne	Ne	Da (koriste se toksoidi kao vaccine)
Termička stabilnost	Stabilni na 100 °C >1h	Uništava ih temperatura >60 °C (osim stafilokokni enterotoksin)	Uništava ih temperatura >60 °C	Uništava ih temperatura >60 °C
Tipične bakterije	<i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Klebsiella spp.</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> i <i>Streptococcus pyogenes</i>	<i>Clostridium perfringens</i> i <i>Clostridium difficile</i>	<i>Clostridium tetani</i> i <i>Clostridium botulinum</i>

Pitanja

Koje bakterije izazivaju specifična trovanja hranom? Koje bakterije izazivaju alimentarne toksikoinfekcije? Koje bakterije izazivaju alimentarne intoksikacije? Koje bakterije uzrokuju nespecifična trovanja hranom? Koji mikroorganizmi mogu da kontaminiraju i izazovu kvar hrane? Koji uslovi u hrani pogoduju razvoju mikroorganizama koji izazivaju kvarenje hrane? Kojim se postupcima može spriječiti mikrobiološko kvarenje hrane? Koji su indikator mikroorganizmi fekalnog zagađenja hrane? Koji kvasci izazivaju oboljenja putem hrane? Koji plijesni dovode do oboljenja putem hrane? Koji su plijesni toksikogene i koje toksine stvaraju? Koji faktori utiču na rast mikroorganizama u hrani? Koji uslovi pogoduju razmnožavanju pojedinih patogenih mikroorganizama? Koji uslovi sprečavaju razmnožavanje pojedinih patogenih mikroorganizama? Koji tehnološke operacije u prehrambenoj industriji dovode do usporavanja rasta ili uništavanja štetnih mikroorganizama? Koji su karakteristike sljedećih bolesti koje se prenose hranom: stafilokokni gastroenteritis, trovanja izazvana gram pozitivnim sporogenim bakterijama, alimentarne listerioze, gastroenteritisi izazvani sa *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *E.coli*, *Vibrio spp.*, *Yersinia* i *Campylobacter*? Koji su rizici od kontaminacije pojedinih vrsta hrane sa *Salmonella spp.*? Koji su rizici od kontaminacije pojedinih vrsta hrane sa *Listeria monocytogenes*? Koji su rizici od kontaminacije pojedinih vrsta hrane sa *Staphylococcus aureus*? Koji su rizici od kontaminacije pojedinih vrsta hrane sa *Clostridium botulinum* i *Clostridium perfringens*? Koji su rizici od kontaminacije pojedinih vrsta hrane sa *Yersinia enterocolitica*? Koji su rizici od kontaminacije pojedinih vrsta hrane sa *Campylobacter jejuni*? Koji su rizici od kontaminacije pojedinih vrsta hrane sa *Bacillus cereus*? Koji su rizici od kontaminacije pojedinih vrsta hrane sa *Shigella spp.*? Koji su rizici od kontaminacije pojedinih vrsta hrane sa *E. coli*? Koji su rizici od kontaminacije pojedinih vrsta hrane sa *Aspergillus flavus*? Šta su mikotoksini i koji je značaj mikotoksina za bezbjednost hrane? Koji su najznačajniji mikotoksini koji se mogu naći u hrani? Kako se može spriječiti

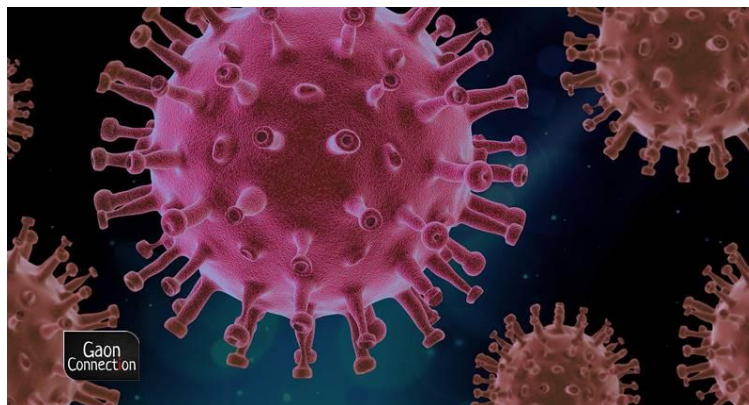
kontaminacija hrane mikotoksinima? Koji su postupci za uništavanje mikotoksina? Šta su biološki toksini? Koji su toksini biljaka i koji je njihov značaj? Koji su toksini algi i koji je njihov značaj? Koji su toksini životinja i koji je njihov značaj? Koji su toksini viših gljiva i koji je njihov značaj? Koji su toksini plijesni i koji je njihov značaj? Kako se dijele toksini bakterija? Šta su egzotoksini, a šta endotoksini bakterija? Koji tipovi bakterijskih egzotoksina postoje? Koji je mehanizam dejstva bakterijskih egzotoksina? Koji je mehanizam dejstva bakterijskih endotoksina? Navedite neke bakterijske endotoksine i egzotoksine. Koje su metode za dokazivanje bioloških toksina u hrani?

20.1.3. Virusi koji se prenose hranom

Virusi koji se prenose hranom postaju sve značajniji zdravstveni problem. Prema broju zaraženih osoba i epidemija koje izazivaju, norovirusi i virus hepatitisa A smatraju se najvažnijim patogenima koji se prenose hranom u Evropi. Norovirusi izazivaju preko 85% nebakterijskih gastroenteritisa. Neki virusi se gotovo isključivo prenose kontaminiranom hranom, pa su zato uvršteni u patogene koji se prenose hranom (norovirus, virus hepatitisa A, virus hepatitisa E i rotavirusi grupe B i C). Ostalim virusima kontaminirana hrana je jedan od načina širenja infekcije. Do kontaminacije hrane virusima može doći na nekoliko načina: prilikom kontakta s fecesom oboljelih ljudi i životinja, kontakta s vodom kontaminiranom fecesom, kontakta s rukama ili predmetima kontaminiranim fecesom, kontakta sa povraćenim sadržajem digestivnog trakta, kontakta s okolinom u kojoj je boravila inficirana osoba, putem aerosola. Iako do oboljenja ljudi najčešće dolazi nakon konzumiranja hrane koja se kontaminira prilikom postupka pripreme, veoma je značajno istaći da neki od ovih virusa izazivaju zoonoze i da se mogu naći u hrani animalnog porijekla (meso, mlijeko) dobijenom od bolesnih životinja. Hrana životinjskog porijekla može poticati od bolesnih životinja i tako biti opasna za zdravlje ljudi, a izmet tih životinja može biti značajan izvor kontaminacije hrane i vode. Zbog zoonotskog potencijala određenih virusa, nedovoljno termički obrađeno meso domaćih životinja i divljači su naročiti rizik za pojavu infekcija ljudi. Redovno praćenje zdravstvenog stanja i mjere zaštite zdravlja životinja koje se koriste za proizvodnju namirnica životinjskog porijekla su neophodni u prevenciji pojave zoonoza. Treba imati u vidu i da virusi ne mijenjaju organoleptička svojstva hrane i zato je otežano njihovo otkrivanje. Pored toga, u odnosu na bakterije, potreban je značajno manji broj virusnih čestica da uzrokuju infekciju i zato se virusne bolesti veoma lako šire. Virusi koji se prenose hranom su, u odnosu na vegetativne oblike bakterija, otporniji na uslove okoline i dezinfekciona sredstva, različite vrijednosti pH i temperature. U fecesu inficirane osobe se izoluju u veoma velikom broju, tako da su, pored oboljele osobe, izvor infekcije i svi predmeti i prostor u njenoj okolini. Zbog toga se veliki broj epidemija uzrokovanih virusima u hrani javlja nakon nepravilnog rukovanja hranom od strane inficiranih osoba. Virusi koji izazivaju "trovanje hranom" prvo se umnožavaju u ćelijama organa digestivnog trakta, a zatim mogu da zahvate i druga tkiva i organe, kao što su jetra i centralni nervni sistem, pri čemu izazivaju simptome karakteristične za oboljenje tih organa. Dijagnostika virusnih infekcija koje nastaju putem hrane se vrši na osnovu nalaza virusa u fecesu oboljelih ljudi i u uzorcima hrane koju su oboljeli ljudi konzumirali. Najviše se koriste imunoenzimski (ELISA) test i RT-PCR metoda (lančana reakcija polimeraze uz prethodnu reverznu transkripciju), a kao dopunska metoda može da se koristi i elektronska mikroskopija. Program suzbijanja virusnih infekcija mora da obuhvati sve kritične tačke u kojima može doći do prenošenja patogenih virusa hranom - od kontrole uzgoja, preko prerade do distribucije i konzumiranja hrane. U pogonima za preradu hrane moraju se strogo poštovati načela dobre higijenske i dobre proizvođačke prakse i HACCP sistem, uz poseban naglasak na ličnu higijenu radnog osoblja, njihovu obuku i edukaciju, kao i kontrolu zdravstvenog stanja osoblja koje vrši završnu pripremu i posluživanje hrane.

Norovirusi

Virusi roda *Norovirus* su svrstani u familiju *Caliciviridae*. Ovaj rod virusa je do 2002. godine nosio naziv *Norwalk-like virusi*. To su RNK virusi koji kod ljudi izazivaju gastroenteritis. Veličine su 27-32 nm, nemaju omotač – peplos, ikozaedralne su simetrije (slika 69.). Genom virusa je pozitivna jednolančana linearna RNK. Virus ne može da se umnožava na primarnim ćelijama ili ćelijskim linijama. U rod *Norovirus* su svrstani virusi različitih seroloških i genomskih grupa. Norovirus je prvi put dokazan 1968. u Norwalku, u SAD-u, kao uzročnik epidemije "bolesti zimskog povraćanja". Infekcije koje izazivaju norovirusi se opisuju pod nazivima kao što su virusni gastroenteritis, akutni nebakterijski gastroenteritis, trovanje hranom i želudačni grip.



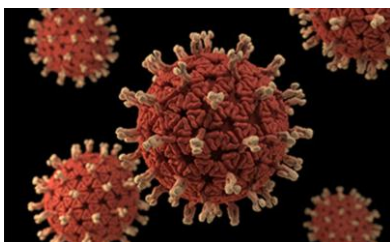
Slika 69. Norovirus – skenirajuća mikroskopija (Gaon Connection)

Najčešći način prenošenja bolesti je preko kontaminirane hrane, zatim direktno sa čovjeka na čovjeka i kontaminiranom vodom. Norovirusi izazivaju zoonoze, izolovani su iz goveda i svinja, tako da su ove životinje, pored čovjeka, izvor infekcije u prirodi. Virus se nakon 15h od infekcije ljudi izlučuje putem fecesa, a izlučivanje virusa traje do dvije nedjelje. Kod kliconoša, koji ne pokazuju znake bolesti izlučivanje uzročnika traje još duže. Aerosol koji nastaje prilikom povraćanja sadrži virus u infektivnoj dozi. Lica koja izlučuju virus, a rade u pripremi hrane ne poštujući higijenske zahtjeve, dovode do kontaminacije hrane i pojave bolesti. Epidemije se najčešće javljaju na mjestima gdje se hranom poslužuje veći broj ljudi, kao što su restorani, bolnice, škole, turistički brodovi. Pored infekcije gotovom hranom, javljaju su i infekcije svježim i smrznutim voćem i povrćem, školjkama koje su uzgajane u vodi kontaminiranoj fekalijama. Bolest se može prenijeti i kontaktom sa kontaminiranim predmetima i prostorijama. Virus je otporan na dejstvo hlora, pa do infekcije može doći i kontaminiranom vodovodnom vodom, vodom iz bunara, jezera, bazena. Inkubacija bolesti je kratka i najčešće traje 24 - 48h. Najkraća inkubacija je 4h, a najduža 77h. Infektivna doza od samo 10^2 virusnih čestica može da izazove bolest. Bolest se manifestuje vodenastim prolivom, stomaćnim bolom, ponekad glavoboljom i blago povišenom temperaturom. Povraćanje se češće javlja kod djece, a kod odraslih proliv. Bolest uglavnom prolazi spontano uz rehidraciju organizma i nadoknadu elektrolita za 12-60h od pojave prvih simptoma. Kod starijih osoba je ponekad potreban pojačani medicinski tretman. Kod više od 30% inficiranih osoba bolest prolazi bez vidljivih simptoma. U slučaju epidemije akutnog gastroenteritisa dijagnoza se postavlja na osnovu 4 testa: uzorci fecesa oboljelih ljudi su bakteriološki i parazitološki negativni, povraćanje je izraženo kod $\geq 50\%$ oboljelih ljudi, prosječno trajanje bolesti je 12 - 60h i inkubacija bolesti je 24-48h. Sve starosne grupe stanovništva su osjetljive na norovirusnu infekciju, mada je češća kod odraslih i starije djece. Nakon ozdravljenja stečeni imunitet traje najviše 24 mjeseca. Najrizičnija hrana su školjke koje se uzgajaju u fekalno kontaminiranoj vodi i koje se konzumiraju sirove ili kuvane na pari. Virus je vrlo otporan na niske temperature, kao i na temperature do 60 °C. Zato su kao izvor infekcije opasne sve vrste hrane koje se termički ne tretiraju, kao što su salate, sendviči, voće. Kako je prenošenje bolesti

najčešće fekalnooralnim putem, to i termički obrađena hrana koju pripremaju ili poslužuju osobe koje izlučuju virus ili, se u njoj pripremi i posluživanju koriste kontaminirani predmeti mogu izazvati infekciju norovirusom. S obzirom na načine kojima se bolest prenosi, da bi se smanjio rizik od pojave epidemija potrebno je spriječiti kontaminaciju hrane i vode. Maksimalnu pažnju treba posvetiti higijeni osoba koje učestvuju u pripremi hrane, a osobe sa kliničkim simptomima ne smiju biti u kontaktu s hranom najmanje 48-72h po prestanku kliničkih simptoma. Rizik od prenošenja bolesti s osobe na osobu smanjuje se pravilnom ličnom higijenom, nošenjem maski kod ljudi koji su stalno izloženi mogućoj infekciji. Kontaminirane predmete treba dezinfikovati odgovarajućim dezinfekcionim sredstvima prema uputstvu proizvođača. Vakcinacija norovirusne infekcije se još uvijek ne sprovodi.

Rotavirusi

Rotavirusi pripadaju porodici *Reoviridae*, rodu *Rotavirus*. Izazivaju akutne gastroenteritise. Građen je od dvolančane RNK podijeljene u 11 segmenata i dvoslojnog kapsida, nema omotač (slika 70.). Virusna čestica je promjera 70 nm. Virus je rezistentan na najčešće korišćene dezinficijense, a osjetljiv je na hlor i hlor-dioksid. Zbog segmentiranog genoma imaju izrazitu genetičku varijabilnost, što dovodi do pojave mješovitih infekcija u istom domaćinu. Rotavirusi su klasifikovani u sedam seroloških grupa. Virusi seroloških grupa A, B i C uzrokuju bolest kod ljudi. Akutni gastroenteritis koji izaziva rotavirus serološke grupe A se još zove i dječji proliv, zimski proliv, akutni nebakterijski zarazni gastroenteritis i akutni virusni gastroenteritis.



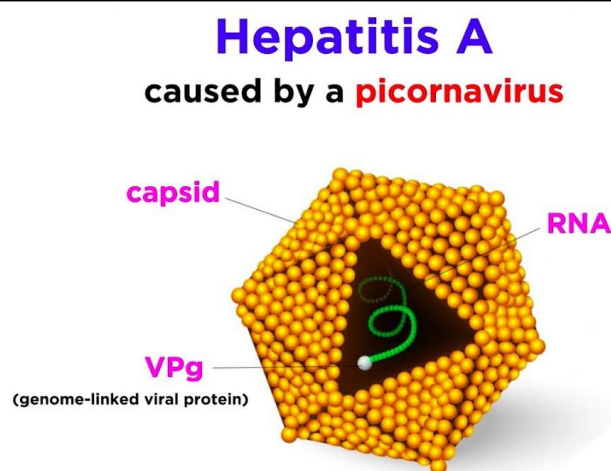
Slika 70. Rota virus – skenirajuća elektronska mikroskopija
<https://www.ecdc.europa.eu/en/rotavirus-infection>

Rotavirusne infekcije se najčešće prenose fekalno-oralnim putem. Infektivna doza je vrlo mala, 10^2 virusnih čestica je dovoljno da izazove oboljenje. Oboljele osobe izlučuju 10^2 - 10^3 virusnih čestica/ml fecesa. Prema tome, oboljele osobe su najznačajniji izvor infekcije. Bolest se najčešće prenosi direktnim dodirima sa oboljelim osobom koja kontaminiranim rukama širi bolest. Bolest se može preneti i preko kontaminiranih predmeta i kontaminirane hrane. Pošto je vrlo otporan, virus se može prenositi i kontaminiranom vodom. Može se preneti i mesom životinja zaraženih rotavirusom. Takođe se može preneti i aerogeno. Rotavirusne infekcije se javljaju i u porodilištima, zbog otpornosti virusa na dezinficijense i malu infektivnu dozu. Inkubacija bolesti je 1-7 dana, a simptomi bolesti su povraćanje i vodenasti proliv koji traje obično 4-8 dana. Temperatura može biti blago povišena, a može da se pojavi i netolerancija na laktozu. Ponekad može da se javi i kašalj i sekrecija iz nosa. Bolest može proteći bez ispoljavanja simptoma, do ispoljavanja teške kliničke slike. Oboljeli se uglavnom potpuno oporave od bolesti. Međutim, kao posljedica jakih dugotrajnih proliva i dehidratacije organizma može doći do smrti. Rotavirusni proliv je jedan od najčešćih uzroka smrti kod djece u zemljama u razvoju zbog neadekvatne medicinske njege. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije oko 530000 djece starosti do 5 godina umire godišnje od rotavirusnih proliva s najvećom učestalošću smrtnih slučajeva kod djece starosti od 6 mjeseci do 2 godine. Infekcije rotavirusima serološke grupe A javljaju se širom svijeta i predstavljaju najčešći uzrok proliva kod djece. Bolest se javlja sezonski u umjerenoj klimatskoj zoni u zimskim mjesecima, dok se u tropskoj zoni javlja jednako tokom cijele godine. Infekcije rotavirusima serološke grupe B, koje

se još nazivaju i rotavirusni proliv odraslih, dovode do epidemija sa izraženom kliničkom slikom kod ljudi svih starosnih dobi u Kini. Infekcije rotavirusima serološke grupe C izazivaju sporadične kliničke slučajeve proliva kod djece, epidemije su rijetke. Sve starosne kategorije stanovništva su osjetljive na infekciju rotavirusom, a najviše djeca od 6 mjeseci do 2 godine starosti. Pojava epidemija je vezana za posluživanje gotove hrane većem broju ljudi na mjestima kao što su bolnice, školski restorani, starački domovi, restorani i dr. Sve vrste hrane koje se termički ne obrađuju prije upotrebe, osobe koje izlučuju virus, a vrše pripremu i posluživanje hrane predstavljaju rizik za širenje bolesti. Najčešće zabilježena hrana kojom se prenosi rotavirus je kontaminirano voće, salate i hladni naresci. Imajući u vidu način prenošenja bolesti, smanjenje rizika se postiže sprečavanjem kontaminacije hrane i vode. Da bi se spriječila kontaminacija hrane najvažnija mjera je sprovođenje higijene lica koja učestvuju u pripremanju hrane, kao i onemogućavanje da oboljela lica učestvuju u pripremi i posluživanju hrane. Tako se smanjuje i rizik od kontaminacije predmeta preko kojih se može širiti bolest. Vakcinacija ugrožene populacije je efikasna metoda za smanjenje rizika od pojave i širenja bolesti.

Hepatitis A virus

Hepatitis A virus (HAV) pripada rodu *Hepatovirus* i familiji *Picornaviridae*. Uzročnik je hepatitisa A. Veličina virusa je 27-32 nm, nema omotač, ima ikozaedralnu simetriju (slika 40). Genom virusa čini jednolančana linearna RNK. HAV se dijeli u sedam genomskih grupa, a najvažnije su genomske grupe I i II. Svi sojevi HAV-a pripadaju jednom serološkom tipu. Bolest se opisuje pod nazivima hepatitis A ili virusni hepatitis A, ranije su korišćeni nazivi zarazni hepatitis, epidemijski hepatitis, epidemijska žutica, kataralna žutica, Botkinsova bolest i MS-1 hepatitis. Ovaj virus preživljava u spoljašnjoj sredini više nedjelja, a naročito je otporan na visoke temperature i nizak pH.



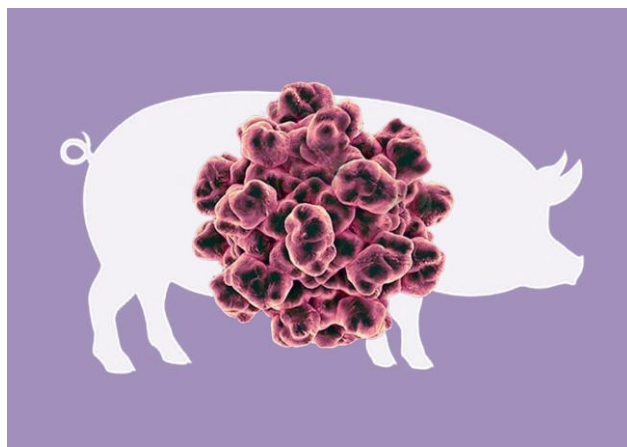
Slika 71. Hepatitis A virus –šematski prikaz
<https://www.youtube.com/watch?v=VSzn-B0w0fE>

Bolest se primarno širi direktnim kontaktom s oboljelim osobama, zatim preko kontaminirane hrane i vode. Širenju bolesti doprinose loši higijenski uslovi, naročito u objektima gdje živi veći broj ljudi (vojne kasarne, zatvori, škole, dječji domovi, sportski klubovi i dr.). Inkubacija bolesti je najčešće oko 28 dana, a može biti od 15 do 50 dana. Dužina inkubacije je obrnuto proporcionalna broju virusa unesenog u organizam. Minimalna infektivna doza virusa je 10^2 . Nakon unošenja virusa hranom, HAV se umnožava u epitelnim ćelijama tankog crijeva i ćelijama jetre. Ovaj virus ima izražen tropizam prema jetri i kod inficiranih ljudi dovodi do pojave hepatitisa. Glavno mjesto umnožavanja virusa su ćelije jetre, pri čemu se virus izlučuje preko žuči i fecesa u spoljašnju sredinu u velikom broju. Izlučivanje virusa počinje još u inkubaciji, što je veliki problem u suzbijanju bolesti. Infekcija

HAV-om često prolazi bez pojave kliničkih simptoma, a u kliničkom obliku se javlja povišena temperatura, mučnina, opšta slabost, gubitak apetita, abdominalna bol, tamniji urin, žutica. Osobe koje prebole stiču doživotan imunitet. Na početku bolesti se može javiti proliv. Bolest je uglavnom blagog oblika i do potpunog ozdravljenja dolazi za 1-2 nedjelje. Ukoliko se jave teže kliničke slike, oporavak može trajati i po nekoliko mjeseci. Smrtni ishod je veoma rijedak, zabilježen je u manje od 0,4% slučajeva. Virusni hepatitis A javlja se u cijelom svijetu u obliku epidemija ili sporadičnih slučajeva. Kod bolesnika s hepatitisom u 38% slučajeva bolest je uzrokovana hepatitis A virusom. Preboljele osobe stiču doživotan imunitet. Sve starosne kategorije stanovništva su prijemljive na infekciju hepatitis A virusom. Bolest je znatno češća kod odraslih nego kod djece. Zbog opasnosti od fekalne kontaminacije, sve vrste hrane koje se termički ne tretiraju prije upotrebe su mogući izvor infekcije. Često se javljaju epidemije u kojima je izvor infekcije fekalno onečišćena voda, školjke i salate. Zabilježene su i epidemije uzrokovane konzumiranjem kontaminiranih hladnih narezaka, sendviča, voća, voćnih sokova, mlijeka, mliječnih proizvoda, povrća, hladnih napitaka. Pranjem voća i povrća u tekućoj vodi se ne postiže sigurno uklanjanje virusa. Virus je nađen u škrgama školjakaša i opisani su slučajevi infekcije nakon konzumacije školjki. Najveća registrovana epidemija se dogodila 1988. godine u Kini, kao posljedica konzumacije kontaminiranih školjki, kada je oboljelo više od 300 hiljada ljudi. Zbog dužine inkubacije i mogućnosti izlučivanja virusa dvije nedjelje prije i četiri nedjelje poslije pojave simptoma bolesti, kao i subkliničkih infekcija tokom kojih se izlučuje virus, suzbijanje i iskorjenjivanje virusnog hepatitisa A je teško. Imajući u vidu način prenošenja virusa, od primarnog je značaja spriječiti kontaminaciju hrane i vode primjenom higijenskih uslova pripreme hrane i kontrolom zdravlja radnog osoblja. Vakcinacija koja ima za cilj smanjenje rizika od oboljenja i širenja bolesti naročito se preporučuje svim osobama koje putuju u države koje imaju visok procenat oboljelih. Smatra se da imunitet nakon vakcinacije traje najmanje 20 godina.

Hepatitis E virus

Hepatitis E virus je svrstan u rod *Hepevirus* i uzročnik je virusnog hepatitisa E. *Hepevirus* rodu pripadaju četiri soja virusa: HEV 1, HEV 2, HEV 3 i HEV 4. Veličina virusa je 32-34 nm, nema omotač i ima izraženu ikosaedralnu simetriju (slika 72.). Genom virusa čini jednolančana RNK. Svi pomenuti sojevi HEV-a pripadaju istoj serološkoj grupi. Bolest izazvana ovim virusom se još naziva i hepatitis E. Hepatitis E virus se prenosi fekalno-oralnim putem, kontaminiranom hranom i vodom, kao i direktnim kontaktom s oboljelim osobama. Zbog osobina virusa i načina širenja kontaminirana hrana predstavlja najveću potencijalnu opasnost u širenju bolesti. Smatra se da je voda za piće kontaminirana fecesom životinja i ljudi najvažniji izvor infekcije u zemljama u razvoju. U razvijenijim zemljama značajan izvor infekcije su iznutrice i nedovoljno termički obrađeno meso domaćih i divljih svinja, jelena. Smatra se da su i školjke mogući izvor infekcije. Podudarnost virusa izolovanih iz svinja, glodara i ljudi potvrđuje da su ove životinje rezervoari virusa hepatitis E.



Slika 72. Prikaz hepatitis E virusa (SEM) i svinje kao jednog od njegovih domaćina
<https://www.haemosafety.com/en/resolution-by-deep-sequencing-of-a-dual-hepatitis-e-virus-infection-transmitted-via-blood-components/>

Antitijela na virus hepatitis E su utvrđena i kod ptica, mačaka, pasa, ovaca, goveda, koza, jelena, mungosa. Minimalna infektivna doza još uvijek nije poznata. Inkubacija bolesti može da traje od 2 do 9 nedjelja. Infekcija se može javiti u subkliničkom obliku, a u kliničkom se ispoljavaju simptomi kao što su opšta slabost, gubitak apetita, bol u abdomenu, povišena tjelesna temperatura, bolovi u mišićima. Bolest se obično javlja u blagom obliku i do ozdravljenja dolazi za dvije nedjelje. Smrtni ishodi su veoma rijetki (0,1-1%), osim kod trudnica kod kojih je letalitet i do 30%. Kao endemija bolest se javlja u zemljama jugoistočne Azije, zemljama bivšeg SSSR-a, Indiji, zemljama Srednjeg istoka, Afrike i Srednje Amerike. U ostalim zemljama se javlja kao epidemija i u sporadičnom obliku, najčešće usljed korišćenja kontaminirane vode za piće. Bolest se najčešće javlja kod odraslih osoba starosti 15-40 godina. Zbog pojave teških kliničkih oblika i visokog stepena smrtnosti trudnice su najrizičnija grupa stanovništva. Rizična populacija su lica koja putuju u tropske i suptropske predjele, kao i u ostale zemlje gdje se bolest javlja kao endemija. Zbog načina prenošenja bolesti, najveći rizik se javlja prilikom konzumiranja hrane koja se termički ne obrađuje. U cilju smanjenja rizika, najvažnije je spriječiti kontaminaciju vode, poštovati higijenske uslove prilikom pripremanja hrane i kontrolisati zdravlje osoblja koje priprema hranu. Vakcinacija rizične populacije je efikasna mjera za smanjenje rizika od širenja bolesti.

Astrovirusi

Astrovirusi su svrstani u familiju *Astroviridae* (rodovi *Avastrovirus* i *Mamastrovirus*). Mamastrovirusi su virusi različitih sisara, pa i ljudi, a aviastrovirusi su izolovani iz ptica. Imaju oblik zvijezde sa 5 ili 6 kraka po čemu su dobili ime (*astron* - zvijezda (grč)). Prvi put su izolovani iz uzoraka izmeta odojčadi oboljelih od gastroenteritisa. Veličine su 27-30 nm, ikozaedarne (kubične) simetrije. Nemaju peplos, samo kapsid, što ih čini otpornim u spoljašnjoj sredini. Genetski materijal čini pozitivan lanac jednolančane RNK. Razmnožavaju se u epitelnim ćelijama resica crijeva, što dovodi do njihovog oštećenja i sprečavanja apsorpcije hrane. Otporni su na pH sredine 3, kao i na dejstvo velikog broja deterdženata i rastvarača masti. Preživljavaju pet minuta na 60 °C, 10 godina na -80 °C. Proces odmrzavanja negativno djeluje na njih. Mogu da prežive najmanje dva dana na sobnoj temperaturi na glatkim materijalima i najmanje nedjelju dana u poroznom materijalu kao što je toaletni papir i sl. Tretmani hlorom oštećuju astroviruse. Za dezinfekciju vode u kojoj mogu dugo da žive koristi se 1 mg / ml aktivnog hlora u trajanju od dva sata. Izolovani su iz jagnjadi, krava, svinja, ovaca, mačaka, pasa, kokoši, ćurki, jelena, glodara, slijepih miševa, divljih životinja. Otkrivena je velika srodnost virusnih izolata iz ovce, čovjeka i kanadske kune. Ovo ukazuje da je velika vjerovatnoća da virus ima sposobnost prelaska barijere vrste, a samim tim je i velika

vjerovatnoća infekcije čovjeka preko proizvoda animalnog porijekla. Prenose se preko kontaminirane hrane i vode fekalno oralnim putem. Od ljudske populacije najosjetljivija su djeca starosti do 7 godina. Inkubacija bolesti je 3-4 dana. Simptomi su slični gastroenteritisu koji izazivaju rotavirusi – mučnina, povraćanje, bol u trbuhu, povišena temperatura, malaksalost. Bolest prolazi nakon 2-9 dana. Za laboratorijsku dijagnostiku koriste se serološki testovi (ELISA) i imunoelektronska mikroskopija. Liječenje je nespecifično i sastoji se u nadoknadi tečnosti i elektrolita. Najbolji način za sprečavanje prenošenja virusa sa jedne osobe na drugu je redovno pranje ruku i dezinfekcija površina. Vakcine nisu dostupne na tržištu.

Sapovirus

Rod *Sapovirus* je svrstan u familiju *Caliciviridae*. To je mali virus, prečnika 30-38 nm, oblika ikozaedra i sa površinskim udubljenjima nalik čašici. Genetički materijal čini jednolančana pozitivna RNK. Izaziva gastrointestinalna oboljenja, na koja su naročito osjetljiva novorođenčad i djeca. Izolovani su iz školjki, rječne vode i otpadnih voda. Oboljeli ljudi ih izlučuju izmetom i tako zagađuju vodu i hranu. Putevi prenošenja su slični kao kod norovirusa - kontaktom sa fecesom oboljelog čovjeka, preko povraćenog sadržaja, kontaminiranog materijala i površina, putem kontaminirane hrane i vode. Inkubacija bolesti traje 1-4 dana. Bolest se ispoljava prolivom, povraćanjem, grčevima u stomaku, povišenom temperaturom, glavoboljom, malaksalošću. Obično je sapovirusni gastroenteritis blaži od onih koje izazivaju rotavirus i norovirus. Pacijenti se obično oporave tokom nekoliko dana. Rijetko dolazi do smrti, i to najčešće kod starijih osoba. Održavanje higijene je ključni faktor za sprečavanje kontaminacije hrane i vode ovim virusom. Na infekciju su najviše prijemljiva djeca starosti do pet godina i uglavnom su u pitanju miješane infekcije sa astrovirusima i norovirusima.

Enterovirusi

Enterovirusi pripadaju familiji *Picornaviridae*, rodu *Enterovirus*. Enterovirusi imaju kapsid kubične simetrije koji je građen od 32 kapsomere i 4 strukturna proteina. Nemaju lipoproteinski omotač – peplos. Prečnika su oko 30 nm. Enterovirusi su dobili ime od grčke riječi-enteron, što znači crijevo, zato što se umnožavaju u ćelijama tankog crijeva inficiranog organizma. Međutim, mogu da se razmnožavaju i u retikuloendotelnom tkivu jetre, slezine, kostne srži, limfnih čvorova i dr. Njihov genom čini pozitivna jednolančana linearna RNK. Prema patogenezi bolesti koje izazivaju svrstani su u četiri grupe: poliovirusi, *Coxsackie A virusi*, *Coxsackie B virusi* i echovirusi. Poliovirusi izazivaju poliomijelitis, najznačajniju bolest koju izazivaju enterovirusi. Vrlo su otporni u spoljašnjoj sredini. Mogu dugo da žive u otpadnim vodama, kao i u hlorisanoj vodi zagađenoj organskim otpadom. Čovjek je glavni izvor za veliki broj enterovirusa. Otporni su na kiselu sredinu i želudačni sadržaj. Ubija ih temperatura od 50 °C za 30 minuta. Takođe ih uništavaju ultraljubičasti zraci i isušivanje. Dugo zadržavaju infektivnost na sobnoj temperaturi i na 4 °C. Dezinficijensi kao što su 70 % alkohol i lizol nisu djelotvorni, dok ih ubija hlor, hlorovodonična kiselina (pH = 1), 0,3 % formaldehid. Na svježem povrću i voću ostaju virulentni nekoliko dana. Na infekciju ovim virusima su naročito osjetljiva djeca. Prenose se sa oboljelog na zdravog čovjeka fekalno-oralnim putem, dodirrom, preko kontaminirane vode i hrane, putem vektora, kao što su muve i bubašvabe. Inkubacija obično traje 3-5 dana, a može biti dva dana do dvije nedjelje. Simptomi zavise od tipa enterovirusa kojim se osoba zarazila. Izazivaju paralizu (sindrom poliomijelitisa), encefalitis (zapaljenje mozga), meningitis (zapaljenje moždanih ovojnica), osip, miokarditis (zapaljenje srčanog mišića), perikarditis (zapaljenje srčane ovojnice), nespecifične bolesti koje karakteriše povišena temperatura i dr. Javlja se povišena temperatura, povraćanje, proliv, glavobolja, bolovi u mišićima. Neki simptomi su karakteristični, kao što su bolest šaka, stopala i usta, osip na koži trupa i ekstremiteta, oko usta i u usnoj duplji. U cilju sprečavanja infekcije ovim virusima, treba obezbijediti opšte higijenske uslove, higijenske uslove u proizvodnji hrane, kao i sanitarnu zaštitu vode za piće. Zaraženi čovjek izlučuje

veliki broj virusnih čestica u okolinu u trajanju od nekoliko nedjelja, pa i mjeseci nakon povlačenja kliničkih simptoma. Fecesom se može dnevno izlučivati i 10^7 virusnih čestica. Enterovirusi se najviše šire fekalno-oralnim putem, ali i aerosolom, što povećava mogućnost kontaminacije prostora i predmeta.

Adenovirusi

Adenovirusi su svrstani u familiju *Adenoviridae*, rod *Aviadenovirus* (izazivaju bolesti ptica) i rod *Mastadenovirus* (izazivaju bolesti ljudi i drugih sisara). Veličine su 70-90 nm. Genom ovih virusa čini dvolančana dezoksiribonukleinska kiselina. Genom je zaštićen proteinskim kapsidom koji je građen od 252 kapsomere. Nemaju drugih omotača, zato su otporni na etar i druge organske rastvarače. Mogu dugo da žive na sobnoj temperaturi i temperaturi tijela čovjeka, 36-37 °C. Mogu da inficiraju sisare (goveda, konje, svinje, ovce i koze), neke vrste ptica i riba. Najčešće izazivaju oboljenja tokom zime. Mogu se prenijeti kapljičnim putem, prljavim rukama, zaraženim predmetima, fekalno-oralnim putem. Ulazna vrata infekcije su respiratorni trakt. Inkubacija traje 3 - 9 dana. Izazivaju akutne infekcije gornjih disajnih puteva. Bolest se ispoljava povišenom temperaturom, curenjem iz nosa, bolom u grlu, suženjem očiju, kašljem, kijanjem, malaksalošću. Loša higijena u toku procesa proizvodnje hrane, dovodi do kontaminacije hrane kapljičnim putem, prljavim rukama i zaraženim predmetima. Dijagnoza se postavlja na osnovu kliničke slike, izolacijom virusa iz ždrijela, ispljuvka, konjunktiva, izmeta i urina, kao i dokazivanje antitijela serološkim metodama (ELISA test, imunofluorescentne metode i dr). Najvažniji virusi koji izazivaju alimentarna oboljenja prikazani su u tabeli 43.

Tabela 43. Najvažniji virusi koji izazivaju alimentarna oboljenja

Virus	Građa virusa	Prosječan period inkubacije	Prosječno trajanje bolesti	Glavni klinički simptomi	Izvor agensa
SRSV virusi (npr. Norvolk Virus - norovirusi)	Jednolančana RNK, bez peplosa, veličine 27-32 nm	24 – 72h	24 – 48h	nagla mučnina, projektilno povraćanje, dijareja (vodenasta) groznica, grčevi u stomaku, glavobolja, slabost	inficirani ljudi u kontaktu sa hranom
Rotavirusi	Jednolančana RNK, bez peplosa, 27-32 nm	1 - 7 dana 1 - 2 dana	3 - 8 dana	vodenasta dijareja, groznica	inficirani ljudi u kontaktu sa hranom
Hepatitis A virus	Jednolančana RNK, bez peplosa, veličine 27-32 nm	2-6 nedjelja	Blaži oblici do 2 nedjelje, teži oblici do nekoliko nedjelja, period potpunog oporavka do 6 mjeseci	anoreksija, groznica, slabost, nauzeja, žutica, urin tamne boje	inficirani ljudi u kontaktu sa hranom
Hepatitis E virus	Jednolančana RNK, bez peplosa 32-34 nm	2 do 9 nedjelja	Do dvije nedjelje	opšta slabost, gubitak apetita, bol u abdomenu, povišena tjelesna temperatura.	Kontaminirana hrana
Astrovirusi	Jednolančana RNK bez	3-4 dana	2-3 dana	mučnina, povraćanje, groznica, dijareja,	inficirani ljudi u

	omotača, 27-30 nm			slabost, abdominalni bol, glavobolja	kontakta sa hranom
Enterovirusi	Jednolančana RNK, veličine 30 nm, bez peplosa	3-5 dana, a može biti dva dana do dvije nedjelje	zavise od tipa enterovirusa kojim se osoba zarazila	Izazivaju paralizu (sindrom poliomijelitisa), encefalitis, meningitis, osip, miokarditis, perikarditis.	Kontaminirana hrana
Sapovirusi	Jednolančana RNK bez peplosa, veličine 30-38 nm	1-4 dana		Proliv, povraćanje, grčevi u stomaku, povišena temperatura, glavobolja, malaksalost.	Kontaminiranom hranom

20.1.4. Patogene gljive

20.1.4.1. Patogeni kvasci

Kvasci su široko rasprostranjeni u prirodi. Oni imaju pozitivnu ulogu u fermentaciji nekih proizvoda kao što su vino, pivo, hlebno tijesto, i dr. Njihove negativna uloga je što mogu da uzrokuju kvarenje hrane, a neke vrste su patogene. Uglavnom su oportunistički patogeni, od kojih su najznačajnije vrste *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Emmonsia parva* (*Chrysosporium parvum*). U cilju inhibicije rasta nepoželjnih kvasaca u hrani značajna je primjena bakterija mliječne kiseline i njihovih proizvoda kao što su organske kiseline (mliječna, sirćetna, askorbinska), vodonik peroksid, reuterin (bakteriocin kojeg stvara *Lactobacillus reuteri*), diacetil, bakteriocini, masne kiseline - koji imaju antifungalno dejstvo.

Emmonsia parva (sinonim *Chrysosporium parvum*)

Ovaj kvasac je svrstan u rod *Emmonsia*, familiju *Ajellomycetaceae*, red *Onygenales*, klasu *Eurotiomycetes*, razdio *Ascomycota*, carstvo *Fungi*. *Emmonsia parva* je patogeni kvasac koji izaziva bolest pluća koja se zove adiaspiromikoza. Ovaj mikroorganizam je rasprostranjen u zemljištu i na nekim biljkama. Gljiva raste u dva različita oblika. Na sobnoj temperaturi raste u vidu hifa, dok se na 40 °C konidije transformišu u veće adiaspore. Do infekcije čovjeka najčešće dolazi unošenjem konidija inhalacijom ili kontaminiranom hranom. Nakon inhalacije, konidije se u plućima transformišu u velike adiaspore.

Cryptococcus neoformans

Ova vrsta kvasca je svrstana u rod *Cryptococcus*, familiju *Cryptococcaceae*, red *Tremellales*, klasu *Tremellomycetes*, razdio *Basidiomycota*, carstvo *Fungi*. *Cryptococcus neoformans* izaziva hroničnu bolest koja se zove kriptokokoza. Ovaj kvasac je široko rasprostranjen u zemljištu, na nekim biljkama, u izmetu ptica, svježem mlijeku, voćnim sokovima. Do infekcije najčešće dolazi inhalacijom, ali može i preko hrane. Naročito su osjetljivi ljudi sa oslabljenim imunitetom. Bolest se ispoljava simptomima meningitisa i meningoencefalitisa.

Rod *Candida*

Kvasci roda *Candida* su svrstani u familiju *Saccharomycetaceae*, red *Saccharomycetales*, klasu *Saccharomycetes* i razdio *Ascomycota*. Rodu *Candida* pripada preko 200 vrsta kvasaca, od kojih je *Candida albicans* najznačajniji patogen. Osim nje, infekcije mogu da izazovu i vrste kao što su

Candida tropicalis, *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis*, *Candida stellatoidea*, *Candida krusei*, *Candida guilliermondii*, *C. parapsilosis*, *Candida lusitaniae*, *C. kefyr*, *C. rugosa*, *Candida dubliniensis*, *Candida viswanathii* i dr.

Candida albicans

Candida albicans izaziva bolest koja se zove kandidijaza. Može se naći na koži i u digestivnom i urogenitalnom traktu zdravih ljudi. Kod ljudi sa oslabljenim imunitetom dolazi do njenog nekontrolisanog razmnožavanja, što dovodi do pojave bolesti. Bolest se najčešće ispoljava promjenama na sluzokoži usne duplje i urogenitalnog trakta. Često se ispoljava hroničnim zapaljenjem ždrijela i jednjaka. Može uzrokovati infekcije kože, kao i sistemske infekcije opasne po život. Sistemske infekcije se najčešće javljaju kod osoba koje boluju od dijabetesa, leukemije, koje su neuhranjene, imaju avitaminozu, koji se liječe antibioticima, kortikosteroidima i imunosupresivima. Izolovana je iz sirovog mlijeka krava, kao uzročnik mastitisa krava, ili je porijeklom od zaraženih ljudi i kontaminirane okoline.

Osnovne epidemiološke karakteristike kvasaca koji izazivaju bolesti ljudi su prikazane u tabeli 44.

Tabela 44. Osnovne epidemiološke karakteristike kvasaca koji izazivaju bolesti ljudi

Vrsta kvasaca	Izvor	Put infekcije	Naziv bolesti	Karakteristike bolesti
<i>Chrysosporium parvum</i>	Zemljište, biljke, zaražene životinje	Inhalacijom, ali i ingestijom spora	Adiaspiromikoza	Promjene na plućima
<i>Cryptococcus neoformans</i>	zemljište, biljke, feces ptica, svježe mlijeko, voćni sokovi	Inhalacijom, rjeđe i hranom	Kriptokokoza	Meningitis, meningoencefalitis
<i>Candida albicans</i>	Okolina, mlijeko krava oboljelih od mastitisa, koža i sluzokoža ljudi i životinja	Inhalacijom, hranom, kontaktom	Kandidijaza	promjene na sluzokoži usne duplje i urogenitalnog trakta, promjene na koži

20.1.4.2. Patogene plijesni

Osnovne epidemiološke karakteristike plijesni koje izazivaju bolesti ljudi su prikazane u tabeli 44a:

Tabela 44a. Osnovne epidemiološke karakteristike plijesni koje izazivaju bolesti ljudi

Vrsta plijesni	Izvor	Put infekcije	Naziv bolesti	Karakteristike bolesti
Klasa <i>Zygomycetes</i> (<i>Mucor</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Absidia</i>)	Hrana, okolina	Inhalacijom, preko kože, rana od opekotina, ali i ingestijom kontaminirane hrane (fermentisano mlijeko, alkoholna pića od kukuruza)	Zigomikoze	zapaljenje sinusa, promjene u potkožnom tkivu (pojava čvorova), gastrointestinalnom traktu, mišićima, limfnim čvorovima, plućima, često se javlja sa drugim bolestima (šećerna bolest i dr.) i kod

				osoba sa oslabljenim imunitetom
Klasa Ascomycetes (<i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Penicillium</i>)	Okolina, hrana	Inhalacijom, preko kože, hranom	Askomikoze	Sinusitis, zapaljenje uha, pneumonija, apscesi u mozgu, alergijske reakcije, infekcije kože, meningitis, endokarditis, osteomijelitis kod osoba sa oslabljenim imunitetom
Klasa Basidiomycetes (<i>Sporotrichum</i> , <i>Schizophyllum</i> , <i>Cyclomyces</i>)	Okolina, hrana	Inhalacijom, preko kože, hranom	Bazidiomikoze	Hronični sinusitis, alergijske bronhopneumonije, endokarditis, apscesi mozga, kod osoba sa oslabljenim imunitetom

20.1.4.3. Prioni

Prioni (engl. *proteinaceous infectious particles*) su *patološki proteini* koji izazivaju transmisivne (prenosive) spongiformne encefalopatije kod ljudi i životinja. Kod životinja to su oboljenja: spongiformna encefalopatija goveda (*BSE*) – bolest ludih krava, skrepi ovaca, spongiformna encefalopatija mačaka, transmisibilna encefalopatija nerca, kao i bolest propadanja kod jelena. Transmisivne spongiformne encefalopatije ljudi su: bolest *Kuru* (prenosi se kanibalizmom među ljudima) i Krocjfeld-Jakobsova (*CJD*) bolest. Ova oboljenja su zoonoze. Ispoljavaju se nervnim simptomima i završavaju se smrću. Prioni su patološki, infektivni proteini koji nastaju kao posljedica mutacije gena koji je odgovoran za sintezu fiziološkog prion proteina. Ovi proteini se putem hrane mogu prenijeti na druge osobe ili životinje, kod kojih *mijenjaju konformaciju normalnih prion proteina* i tako dovode do oboljenja. Zbog vakuola koje se stvaraju u moždanom tkivu usljed nakupljanja priona, moždano tkivo dobija sunderast izgled. Po tome su ova oboljenja nazvana spongiformne encefalopatije (sunderasta bolest mozga). Patološki prioni su otporni na dejstvo proteaza i nagomilavaju se unutar nervnih ćelija, što dovodi do degeneracije i izumiranja ćelija. Veoma su otporni na fizičke i hemijske faktore. Veoma su otporni na dejstvo temperature, formalina, jonizujućeg zračenja, nukleaza, proteinaza. Preživljavaju temperaturu sterilizacije na 360 °C u trajanju od jednog sata. Denaturišu se tek nakon dejstva temperature preko 1000 °C. Otporni su na dejstvo dezinfekcionih sredstava. *Bolest ludih krava* se prvi put javila kod goveda nakon ishrane koštanim brašnom proizvedenim od oboljelih i uginulih goveda. Bolest ludih krava se prenosi i na druge životinjske vrste i čovjeka. Pored goveda, mogu da obole ovce, mačke, nerc, jeleni. Inkubacioni period je oko 2 do 8 godina. Životinje uginjavaju za dvije nedelje do šest mjeseci. Konzumiranjem mesa, naročito mozga zaraženih životinja, kod ljudi se javlja infektivni oblik Krocjfeld-Jakobsove bolesti. Na Novoj Gvineji se javljala bolest *Kuru*, zbog vjerskih obreda u toku kojih se jeo ljudski mozak. Najznačajnije mjere za sprečavanje pojave oboljenja su zabrana ishrane životinja proteienima porijeklom od preživara, odbacivanje specifičnog rizičnog materijala u klanicama i dr. Specifični rizični materijal su djelovi tijela zaklanih preživara koji su rizični na prisustvo uzročnika transmisivne spongiformne encefalopatije. Rizik od kontaminacije mesa specifičnim rizičnim

materijalom nastaje ukoliko se on nepotpuno i nepravilno odvaja od trupa, prilikom unakrsne kontaminacije jestivih djelova, ukoliko se njegovo neškodljivo uklanjanje vrši na nepravilan način– usljed čega se može uključiti u lanac ishrane.

Pitanja

Koji se virusi prenose hranom? Koji virusi se mogu prenijeti sa životinja na ljude putem hrane? Kojim se postupcima može spriječiti kontaminacija hrane patogenim virusima? Koje su mjere za uništavanje virusa koji mogu kontaminirati hranu? Šta su prioni i koje bolesti izazivaju? Kako se prenose prionske bolesti na životinje i ljude? Kako se može spriječiti kontaminacija hrane prionima? Kako se mogu uništiti prioni?

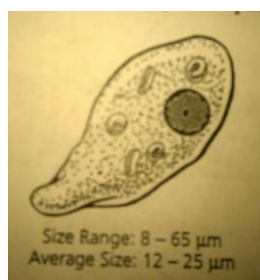
20.1.5. Paraziti koji se prenose na ljude putem hrane

20.1.5.1. Najznačajnije protozoe koje se prenose na ljude putem hrane

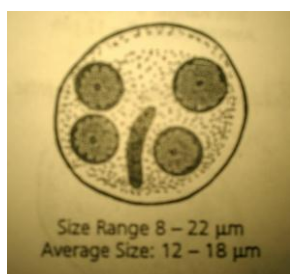
Od protozoa, hranom se najčešće prenose *Entamoeba histolytica*, *Toxoplasma gondii*, *Cryptosporidium hominis*, *Cryptosporidium parvum*, *Giardia duodenalis*, *Balantidium coli*, *Sarcocystis hominis*, *Sarcocystis suihominis*, *Sarcocystis bovi hominis*, *Cyclospora cayetanensis*. Protozoe su najsloženiji eukariotski mikroorganizmi. Građeni su od samo jedne ćelije. Javljaju se u vegetativnom obliku i obliku ciste. Ciste se formiraju u nepovoljnim uslovima i služe za konzervaciju. Protozoe se u vegetativnom obliku aktivno kreću, hrane i razmnožavaju, dok su u obliku ciste nepokretne, ne hrane se i ne razmnožavaju. Sistematika protozoa izvršena je na osnovu načina kretanja u tri razdjela: *Sarcomastigophora*, *Ciliophora* i *Apicomplexa*. Klasa *Sarcomastigophora* se dijeli na dva podrazdjela: *Sarcodina* (*Rhizopoda*) i *Mastigophora* (*Flagellata*). *Sarcodina* (*Rhizopoda* - amebe) se kreću pseudopodijama ili lažnim nožicama. Ćelija ameba je potpuno bez ćelijskog zida. *Mastigophora* (*Flagellata* - bičari) se kreću pomoću flagela. ***Ciliophora*** (*Ciliata*- trepljari) se kreću nešto tanjim izraštajima od flagela, koje se zovu cilije - treplje. Spadaju u najsavršenije protozoe. Klasa ***Apicomplexa*** sadrži samo potklasu *Sporozoa*. Neke nemaju organele za kretanje, a neke ih izgube u toku života. Stvaraju spore i većina je patogena za ljude i životinje. Protozoarna oboljenja ljudi koja se prenose hranom najčešće se ispoljavaju simptomima koji karakterišu poremećaj rada digestivnog trakta: gastroenteritis, proliv, povraćanje i sl. Hrana predstavlja značajan izvor patogenih protozoa za ljude i životinje. Do kontaminacije hrane i vode najčešće dolazi usljed neadekvatne lične higijene, higijene okoline, đubrenja voća i povrća kontaminiranim stajnjakom i sl. Zato je neophodno poznavati mogućnosti kontaminacije hrane ovim parazitima, njihov životni ciklus i otpornost u spoljašnjoj sredini.

Entamoeba histolytica

Entamoeba histolytica pripada klasi *Amoeba* i kod ljudi izaziva intestinalnu (parazitira u debelom crijevu) ili ekstraintestinalnu amebijazu (napada jetru, pluća, mozak, genitalne organe). Invadira ljude i druge primare (lemuri, majmuni i dr). Kreće se lažnim nožicama – pseudopodijama. Javlja se u vegetativnom obliku koji se naziva trofozoit i u obliku ciste. U vegetativnom obliku se hrani, kreće i razmnožava (slika 73.). Ciste su okruglog oblika, sa duplim zidom i sa četiri jedra. Ciste se stvaraju kada nastupe nepovoljni uslovi za život vegetativnih oblika (slika 74.).



Slika 73. Trofozoit *Entamoeba histolytica*
<https://classconnection.s3.amazonaws.com/>



Slika 74. Cista *Entamoeba histolytica*
<http://classconnection.s3.amazonaws.com/>

Čovjek se inficira kada kontaminiranom hranom ili vodom unese infektivne ciste. Smatra se da je za izazivanje oboljenja dovoljna ingestija samo jedne oociste. Vrlo je agresivna, luči enzime i toksine. U debelom crijevu se iz ciste oslobađaju vegetativne ćelije trofozoiti koji se vezuju za epitelne ćelije debelog crijeva, oštećuju ih svojim enzimima, a nakon toga prodiru u njih i potpuno ih razgrađuju. U epitelnim ćelijama debelog crijeva se razmnožavaju, a novostvoreni trofozoiti napadaju nove ćelije. Razmnožavaju se binarnom fisijom (način razmnožavanja pri kome se ćelija podijeli na dvije nove ćelije. Novonastale ćelije su genetski identične majci ćeliji). Kao posljedica toga dolazi do oštećenja sluzokože crijeva, stvaranja ulkusa, a neki trofozoiti nakon što potpuno oštete epitelne ćelije crijeva putem krvotoka dopijevaju u druga tkiva i organe, kao što su jetra, slezina i dr. Trofozoiti maju sposobnost fagocitoze eritrocita. Otporni su na fagocitozu od strane imunog sistema domaćina, kao i na lizu uslovljenu komplementom. Tokom parazitiranja u debelom crijevu, dovodi do pojave krvavog i sluzavog proliva. Jetrena amebijaza se manifestuje apscesima koji se mogu proširiti na pluća. Trofozoiti brzo propadaju u spoljašnjoj sredini. Ciste na +4° C ostaju vitalne 72 dana, a u vodi za piće 3 mjeseca. Postupak hlorisanja vode ih ne uništava. Ciste su osjetljive na povišenu temperaturu (iznad 55 °C), kao i na dejstvo joda (1,25g/L vode za piće). Najveća rasprostranjenost ove bolesti je u tropskim krajevima, ali i u drugim područjima gdje su loši higijenski uslovi i lična higijena (pranje ruku i sl.). Naročito su osjetljive osobe sa slabim imunitetom. Bolest se dijagnostikuje nalazom trofozoita u direktnom razmazu iz fecsa i nalazom cisti metodom flotacije sa zasićenim rastvorom cink sulfata ili formol etra. Zbog velike sličnosti s protozoon *Entamoeba dispar*, kao i sa drugim nepatogenim amebama, u cilju potvrde nalaza vrši se PCR metoda – metoda lančane reakcije polimeraze. Serološkim testovima se otkrivaju antitijela koja nastaju za vrijeme dugotrajnih invazija. Rendgenografijom se mogu otkriti apscesi na jetri. Na invaziju su osjetljive sve starosne kategorije stanovništva. Osobe s oštećenim imunitetom, oboljeli od AIDS-a i dr. su naročito osjetljive. Hrana se ispituje uzimanjem uzoraka s površine namirnica i iz sedimenta ili zaostalih čestica na filtru nakon filtracije vode u kojoj je hrana ispirana. U endemskim područjima treba konzumirati samo komercijalno pripremljenu vodu za piće i izbjegavati salate od neoguljenog voća. Do epidemije dolazi kao posljedica đubrenja njiva sadržajem septičkih jama. Treba redovno pregledati osobe koje rukuju hranom na prisustvo ovog parazita u izmetu, kuvati i dezinfikovati vodu (1,25 g joda/L vode za piće tokom nekoliko sati).

Giardia duodenalis (sinonimi: *G. lamblia*, *G. intestinalis*)

Ova protozoa pripada klasi bičara, parazitira u crijevima ljudi i domaćih - farmских životinja, kao i pasa i mačaka i drugih životinja koje žive u blizini ljudi, kao i divljih životinja. Javlja se u vegetativnoj formi – trofozoiti i u obliku ciste. Trofozoiti su pokretni, bilateralno simetrični, kruškastog oblika ili oblika mandoline, veličine 12-15 µm x 6-8 µm, imaju dva jedra, četiri para flagela, dvostruki aksostil, undulentnu membranu. Gornja površina im je ispupčena. Na donjoj - konkavnoj strani se nalazi veliki usisni disk kojim se lijepi za površinu epitelnih ćelija duodenuma. Njihovo kretanje podsjeća na padanje lista. Ciste su ovalne, dijametra 8-12 µm x 7-10 µm, imaju četiri jedra i 2 para hromatofilnih tjelašaca; citoplazma je jasno odvojena od opne. Čovjek i životinje se inficiraju kada hranom i vodom unesu infektivne ciste. U tankom crijevu se iz cista oslobađaju trofozoiti, koji se adheriraju za epitel duodenuma, ali ga ne invadiraju. Mukozu oštećuju tako što sprečavaju resorpciju hranljivih materija i izazivaju iritaciju. Ne stvaraju enterotoksin, ali je utvrđena pojava atrofije crijevnih resica. Osobe sa nedostatkom imunoglobulina A su naročito osjetljive i obolijevaju sa težim simptomima. Kao posljedica ovog njihovog dejstva na sluzokožu tankog crijeva, dolazi do pojave gastroenteritisa, duodenitisa, dijareje, atrofije crijevnih resica, poremećaja u resorpciji masti i liposolubilnih vitamina, mučnine, žutice i žučnih kolika. Najčešće obole djeca, posebno ona sa oslabljenim imunitetom. Dijagnostikuje se koprološkim metodama – metodom flotacije (nalaz oocista i trofozoita u izmetu ljudi i životinja pregledom preparata bojenih lugolom), imunoenzimskim metodama (ELISA test), PCR metodom. Hrana se ispituje nalazom oocisti u sedimentu hrane, kao i imunoenzimskim (ELISA test) i molekularnim metodama (PCR test). Pošto je najčešći način infekcije putem konzumacije neoprانog voća i povrća kontaminiranih cistama ovog parazita, treba izbjegavati unošenje neadekvatno oprанog voća i povrća. Do kontaminacije voća i povrća, kao i drugih namirnica može doći usljed đubrenja biljaka stajnjakom porijeklom od invadiranih farmских životinja. Invazijske ciste *Giardia duodenalis* koje sadrže trofozoite mogu da opstanu više od dvije nedjelje u tamnoj i vlažnoj sredini. Trofozoiti ne mogu da opstanu van živog organizma. Temperatura od 71,7 °C za vrijeme od 15 minuta i temperatura smrzavanja od -18 °C za 1 h ubija značajan broj cista. Na ciste ne djeluju dezinficijensi na bazi hlora, a osjetljive su prema dezinficijensima na bazi fenola. Isušivanje negativno djeluje na sposobnost invazije cisti.

Balantidium coli

Ova protozoa izaziva oboljenje debelog crijeva koje se zove balantidioza. Kreće se pomoću treplji – cilija. Jedina je poznata cilijata koja izaziva infekciju ljudi. Najveća je parazitska protozoa. Javlja se u vegetativnom obliku (trofozoit, slika 75.) i u obliku ciste. Vegetativna ćelija je ovalnog ili kruškolikog izgleda, dijametra 30-160 µm. Ima usni otvor - citostom koji se nalazi u prednjem dijelu ćelije okružen trepljama i analni otvor – citopig. Sadrži mikro i makronukleus. Makronukleus je bubrežastog oblika i nalazi se u zadnjem dijelu ćelije. Mikronukleus se ne može lako uočiti u nativnim preparatima iz izmeta, jer je obično prekriven makronukleusom. U ćeliji se mogu uočiti i vakuole. Ovaj trepljaš se kreće rotirajući oko svoje ose. Čitava površina ćelije je prekrivena trepljama. Bespolno se razmnožava binarnom fisijom, a polno konjugacijom. Ciste su okrugle i manjeg dijametra od trofozoita (50-70 µm). U cistama obojenim Lugolovim rastvorom se obično može uočiti makronukleus i nekoliko vakuola. Izvor infekcije pored čovjeka mogu biti i drugi primati, divlji veprovi, goveda, ovce, koze, kamile, kopitari, glodari. Međutim, najčešći izvor infekcije za ljude su svinje, koje izmetom izlučuju ciste *Balantidium coli*. Pri tome svinje ne pokazuju kliničke znake bolesti. Ciste mogu kontaminirati hranu i vodu i tako dospijevaju u digestivni trakt ljudi. Kontaminirana voda je najčešći put kontaminacije. Kada dospiju u tanko crijevo čovjeka, iz cista se razvijaju vegetativne forme, trofozoiti. Trofozoiti zatim dospijevaju u debelo crijevo.



Slika 75. Trofozoit *Balantidium coli*, nativni preparat
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/47/>

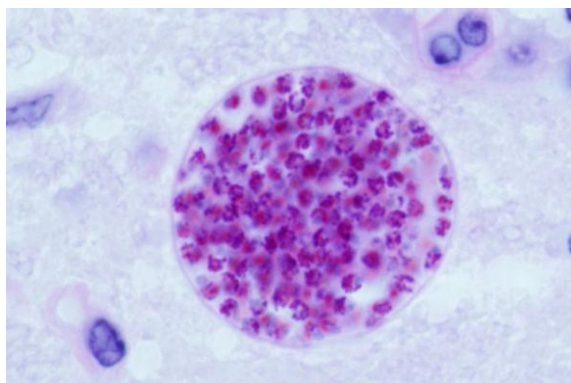
U debelom crijevu trofozoiti se hrane mikroorganizmima i hranljivim materijama sadržaja crijeva i proizvode hijaluronidazu koja dovodi do ulceracija na sluzokoži debelog crijeva. Kod osoba sa slabim imunitetom ulceracije zahvataju dublje partije crijeva što može dovesti do njihove perforacije. Intestinalna balantidioza se ispoljava dizenteričnim sindromom (tečne stolice, krvave i sluzave), grčevima u stomaku, groznicom, mučninom, povraćanjem i dehidracijom. Pored intestinalne balantidioze, javlja se i ekstraintestinalna balantidioza koja dovodi do vaginitisa, kolpitisa, cistitisa, uretritisa, pijelonefritisa. U donjim partijama debelog crijeva, usljed dehidracije njegovog sadržaja, iz vegetativnih formi nastaju ciste, koje se izlučuju izmetom. Nastale ciste su infektivne za ljude i životinje. Dijagnostika se potvrđuje nalazom oocista i trofozoita ovog parazita u izmetu ili urinu. Ovo oboljenje se najčešće javlja u zemljama u razvoju u kojima postoji mogućnost kontaminacije pitke vode fecesom ljudi i životinja (najčešće svinja).

Toxoplasma gondii

Ova protozoa pripada kokcidijama i izaziva bolest toksoplazmozu. To je kokcidijska koja može invadirati sva tkiva i organe, a naročito ima afinitet za mišićno i nervno tkivo. Polno razmnožavanje parazita se odvija u crijevnom epitelu mačke (koja je stalni domaćin), a koje se završava stvaranjem oocisti. Oociste se izlučuju izmetom mačke u spoljašnju sredinu. U povoljnim uslovima spoljašnje sredine za 2-5 dana ciste sporuliraju, tj. u njima se stvaraju infektivni sporozoiti. Sporulirane oociste su okruglog oblika, veličine 10-13 µm, u kojima se nalaze dvije sporociste sa po dva sporozoita. Sporulirane oociste su infektivne za čovjeka, ali i za sve toplokrvne životinje. Nakon unošenja kontaminiranom hranom ili vodom, prodorom kroz ćelije epitela digestivnog trakta dopijevaju do svih tkiva i organa. Unutar ćelija organizma sporozoit se dijeli, pri čemu nastaju tahizoiti (slika 76.) koji se brzo dijele i tako se šire u sve ćelije i tkiva. Usljed odbrambene reakcije organizma, tahizoiti prelaze u bradizoite koji su manji od tahizoita, sporije se dijele i nalaze se grupisani u ciste koje sadrže na stotine i hiljade bradizoita (slika 77.).



Slika 76. Tahizoiti *T. gondii*
http://wildpro.twycrosszoo.org/S/0zProctista/Apic_Toxoplasma/Img



Slika 77. Cista sa bradizoitima u moždanom tkivu miša
<http://blogs.discovermagazine.com/neuroskeptic/files/2016/02/toxoplasma-2.png>

Simptomi toksoplazmoze su nespecifični: povišena temperatura, gubitak apetita, depresija. Ostali znaci zavise od toga da li je u pitanju akutan ili hroničan tok bolesti i od mjesta boravka parazita u tijelu. Zavisno od mjesta parazitiranja, izaziva zapaljenje oka, pneumoniju, srčane aritmije, povraćanje, dijareju, abdominalni bol i žuticu; neurološke napade, poremećaj nervne funkcije i paralizu. S obzirom da klinički simptomi toksoplazmoze nisu karakteristični, nisu dovoljni za postavljanje dijagnoze. Zato se vrši dokazivanje specifičnih antitijela iz uzoraka krvi ili se radi dokazivanje uzročnika PCR metodom. Kod životinja, kao i kod ljudi, bolest se češće javlja kod onih koje imaju oštećen imunološki sistem. Nekada se bolest manifestuje blagim simptomima. Međutim, kod imunosuprimiranih osoba ne dolazi do transformacije tahizoita u bradizoite. Zbog toga se javlja invazija i teško oštećenje svih organa s najčešćom lokalizacijom u moždanom i srčanom tkivu. Naročito je opasan za trudnice koje nisu ranije bile u kontaktu sa parazitom, tako da nemaju antitijela koja bi zaštitila njih same, kao i plod od invazije. Djeca i stariji ljudi su skloniji ozbiljnijim infekcijama. Nedovoljno termički obrađeno ili sirovo meso (najčešće svinja, malih preživara, divljači) su značajni izvori infekcije. Međutim, antitijela su nađena kod 47% vegeterijanaca, što ukazuje da se toksoplazmoza može prenijeti i preko nedovoljno opranog voća i povrća kontaminiranog cistama, tahizoitima i bradizoitima *T. gondii*. S obzirom da tkivne ciste sa bradizoitima preživljavaju temperaturu 50 °C najmanje 10 minuta, kao i prisustvo soli u koncentraciji 3% u trajanju od nedjelju dana, to suhomesnati proizvodi mogu biti takođe izvor infekcije. Radne površine, voda i pribor kontaminirani sporuliranim oocistama mogu takođe biti izvor infekcije *T. gondii*. Oociste mogu da žive u spoljašnjoj sredini nekoliko godina. Dokazana je i infekcija sirovim kozjim mlijekom. Smanjenje rizika od infekcije ovim parazitom se može postići izbjegavanjem konzumacije nedovoljno termički obrađenog mesa i povrća i voća kontaminiranih oocistama koje potiču iz izmeta mačke. Sporulirane oociste *Toxoplasma gondii* u spoljašnjoj sredini mogu da opstanu do 18 mjeseci. Pri temperaturi od 4 °C nakon 54 mjeseca ostaju vitalne. Na temperaturi od -10 °C preživljavaju 106 dana. Tkivne ciste u mljevenom mesu opstaju na temperaturi frižidera do 3 nedjelje; na temperaturi od 50 °C preživljavaju 10 minuta, dok ih uništava temperatura od 67 °C i temperatura ispod -12 °C; preživljavaju temperaturu smrzavanja od -1 do -8 °C 7 dana; ubija ih 6% rastvor NaCl pri temperaturi 4- 20 °C i 3% rastvor NaCl za 3- 7 dana. Gama zračenje od 0,4 do 0,7 kGy ubija tkivne ciste, kao i pritisak od 300 Mpa. Sporulirane oociste uništava temperatura od 55-60 °C za vrijeme od 1-2 minuta; ciste su veoma otporne na dejstvo dezinficijensa. UV zraci jačine 1000 mJ/cm² ubijaju oociste.

Cryptosporidium hominis i *Cryptosporidium parvum*

Ove protozoe pripadaju razdjelu *Sporozoa*, podklasi *Coccidia* (kokcidije) i izazivaju bolest koja se naziva kriptosporidioza. Ovom rodu pripada 14 vrsta kriptosporidija, od kojih je dokazano za njih 7

da su infektivne za čovjeka, a to su: *Cryptosporidium hominis*, *Cryptosporidium parvum*, *Cryptosporidium meleagridis*, *Cryptosporidium felis*, *Cryptosporidium canis*, *Cryptosporidium suis* i *Cryptosporidium muris*. Infektivne oociste izlučuje oboljeli čovjek i životinje izmetom. Infektivne oociste su sporulirane i sadrže 4 sporozoita. Kada sporulirane oociste hranom i vodom dospiju u digestivni trakt zdravog čovjeka, iz njih se oslobađaju sporozoiti koji počinju da se razmnožavaju u crijevnom epitelu, kao i epitelnim ćelijama drugih tkiva (npr. respiratornog sistema). Nakon invazije epitelnih ćelija, sporozoiti se razmnožavaju šizogonijom (multiplom deobom), gametogonijom i sporogonijom. Dakle, bespolno i polno razmnožavanje se odvija u istom domaćinu. Kao rezultat sporogonije, nastaju dvije vrste oocista - sa debelom i tankom opnom. Oociste sa debelom opnom su znatno otpornije na spoljašnje uticaje i mogu godinama ostati vitalne. Oociste su jajastog ili okruglog oblika, dijametra 5-6 µm. Oociste su infektivne već nakon izlučivanja, tako da može doći i do direktnog prenosa fekalno-oralnim putem. Potrebno je svega 1-10 oocista da dođe do oboljenja. Inkubacija traje 2-10 dana. Razmnožavanjem sporozoita u epitelnim ćelijama crijeva nastaju trofozoiti koji sazrijevaju u meronte, a meronti nakon pucanja oslobađaju merozoite. Nastali merozoiti invadiraju nove ćelije, razmnožavajući se bespolnim putem (šizogonijom) ili se transformišu u mikro, a zatim u makrogamete koji se spajaju i daju zigot. Oko zigota se formira opna, a sam zigot podliježe procesu mejoze (redukcione diobe). Procesom mitoze zigot se dijeli na četiri sporozoita i tako nastaje infektivna oocista. Invazija ovim parazitom se ispoljava različitim simptomima, od blagih, pa do veoma teških i opasnih po život. Najčešće se javlja vodenasti proliv, dehidratacija, mršavljenje, stomachni bolovi, povišena temperatura, mučnina i povraćanje. Takođe se mogu javiti i bol u mišićima, slabost i glavobolja. Teža klinička slika se javlja kod osoba sa slabim imunitetom. Najčešće zahvata tanko crijevo, ali može invadirati i ostale djelove digestivnog trakta, kao i respiratorni sistem. Dijagnoza se postavlja na osnovu kliničke slike, koproloških pretraga (nalaz oocisti u izmetu), seroloških pretraga (test direktne imunofluorescencije, ELISA test) i PCR testom. Još uvijek nema adekvatnog lijeka protiv ove bolesti. Bolest se najčešće prenosi vodom i hranom. Voda može kontaminirati hranu tokom proizvodnje i prerade hrane. Postupak hlorisanja vode nema efekta na ciste kriptosporidija. Sirovo povrće, naročito koje nije zaštićeno od kontaminacije fecesom životinja i ljudi ili je dubreno stajnjakom može biti izvor invazije. Svježe nepasterizovano mlijeko, voće i svježi nepasterizovani voćni sokovi, nedovoljno termički obrađeno meso - naročito pileće, takođe su značajni izvori ovog parazita. Zato se rizik od pojave ove bolesti može smanjiti izbjegavanjem upotrebe vode kontaminirane oocistama (usljed kontakta sa oboljelim ljudima i životinjama (farme goveda i dr.). Oociste *Cryptosporidium* spp. koje sadrže sporozoite su vrlo otporne i preživljavaju do 18 mjeseci u tamnoj i vlažnoj sredini. U goveđem izmetu i vodi preživljavaju preko 6 mjeseci. Temperatura od 71,7 °C za vrijeme od 15 sekundi ubija oociste koje se nalaze u mlijeku i vodi. Niski pH u gaziranim pićima smanjuje vitalnost oocista za 85%. Oociste su veoma otporne na dejstvo dezinficijensa. Ozon je dosta djelotvoran pri ubijanju oocista. Isušivanje vrlo negativno utiče na preživljavanje oocista, za 4 h na sobnoj temperaturi se uništi 95%. Na oociste prisutne u vodi negativno djeluju UV zraci.

Sarcocystis spp.

Protozoe roda *Sarcocystis* pripadaju klasi *Sporozoa*, redu *Coccidia* i familiji *Sarcocystidae*. Izazivaju sarkosporidiozu, parazitsko oboljenje velikog broja domaćih i divljih životinja kao i ljudi. Sarkociste su paraziti za čiji su životni ciklus neophodna dva domaćina, prelazni i pravi. Mesojedi i ljudi su pravi domaćini u čijem se digestivnom traktu odvija polna faza razvojnog ciklusa, dok su biljojedi i svaštojedi prelazni domaćini kod kojih se dešava bespolna faza razvoja *Sarcocystis* u mišićnom ili nervnom tkivu. Zavisno od načina infekcije, čovjek može da bude prelazni ili pravi domaćin. Zbog toga postoje i dva različita oblika sarkosporidioze (sarkocistoze) ljudi. Do mišićne sarkocistoze ljudi dolazi nakon što unesu **infektivne oociste** koje izlučuju pravi domaćini (čovjek, divlji i domaći mesojedi). U digestivnom traktu se iz oocista oslobađaju sporozoiti, koji ulaze u epitel tankog crijeva, a zatim u cirkulaciju. U endotelu krvnih kapilara se razmnožavaju, a zatim putem krvi dospijevaju u druga tkiva i mišiće. U mišićima stvaraju tkivne ciste u kojima se sporozoiti nalaze u velikom broju.

Pri tome paraziti izazivaju zapaljenje mišićnog tkiva i eozinofiliju. U ovom slučaju je čovjek prelazni domaćin. Drugi način infekcije je kada se čovjek hrani nedovoljno termički obrađenim mesom u kojem se nalaze **tkivne ciste sa sporozoitima**. Čovjek se najčešće inficira konzumiranjem nedovoljno kuvanog govedeg i svinjskog mesa u kojem se nalaze tkivne ciste (sarkociste) sa sporozoitima. U ovom slučaju je čovjek pravi domaćin. Nakon infekcije tkivnim sarkocistama, iz njih se u digestivnom traktu oslobađaju sporozoiti, koji se u submukozni tankog crijeva prvo razmnožavaju bespolno, a zatim polno, nakon čega nastaju oociste. Oociste se izlučuju izmetom u spoljašnju sredinu; one sadrže dvije sporociste sa po četiri sporozoita. Izlučene oociste su infektivne za prelazne domaćine: životinje (svinje, ovce, goveda i dr.) i čovjeka. Laboratorijska dijagnostika se vrši pregledom izmeta metodom flotacije na prisustvo oocista, kao i PCR metodom. Intestinalne infekcije najčešće izazivaju *Sarcocystis hominis* i *Sarcocystis suihominis*, koje dovode do pojave dijareje. Najčešći faktori rizika su ishrana nedovoljno kuvanim goveđim i svinjskim mesom, loši životni uslovi i nizak nivo higijene.

Cyclospora cayetanensis

Pripada redu *Coccidia*. Parazitira samo kod čovjeka. Javlja se u vegetativnom i cističnom obliku. Ciste su okruglog oblika, dijametra 7,5 do 10 µm. Oboljeli čovjek izlučuje oociste izmetom, koje u spoljašnjoj sredini postaju infektivne nakon 2-14 dana. Ljudi se najčešće inficiraju vodom za piće kontaminiranom oocistama. Svježe voće, povrće i bilje (maline, kupine, bosiljak, salata) su takođe čest izvor infekcije ljudi. U digestivnom traktu iz oocista se oslobađaju dva sporozoita. Sporozoiti prodiru u crijevni epitel i razmnožavaju se bespolno šizogonijom. Nastaju merozoiti, koji se nakon nekoliko generacija transformišu u mikro i makrogamete kojima se ovi paraziti polno razmnožavaju. Spajanjem gameta nastaje zigot koji se transformiše u oocistu. Oociste se izlučuju izmetom u spoljašnju sredinu. Za vrijeme šizogoničnog razmnožavanja, merozoiti dovode do pojave gastroenteritisa. On se manifestuje vodenastim prolivom, gubitkom apetita, gubitkom tjelesne mase, nadutošću, grčevima, mučninom, umorom, groznicom, povraćanjem, prolivom, bolovima u mišićima. Bolesnici s upornim vodenim prolivom mogu biti sumnjivi na ovo oboljenje, naročito ako su putovali u regiji gdje je protozoa endemična. Inkubacija traje oko nedelju dana, a bolest može trajati šest nedjelja. Naročito su osjetljive osobe sa slabim imunitetom. Endemska područja u kojima se javlja ovo oboljenje su Haiti, Gvatemala, Peru, Nepal, SAD, Srednja Amerika, Južna Azija i Istočna Evropa. U endemskim područjima je u cilju sprečavanja infekcije veoma važno poboljšati ličnu higijenu i higijenu okoline, pošto do infekcije dolazi putem hrane i vode kontaminirane fekalijama. Treba uzeti u obzir da tretman vode ili hrane hlorom ili jodom nije pouzdan za uništavanje oocista *Cyclospora*. Potrebno je obezbijediti da sistemi za navodnjavanje poljoprivrednih kultura ne budu u kontaktu sa ljudskim izmetom. Temeljnim pranjem voća i povrća u čistoj vodi prije konzumiranja značajno se smanjuje mogućnost infekcije. Međutim, treba imati u vidu da se pranjem voća i povrća oociste ne uklanjaju 100%.

Cystoisospora belli

Protozoa *Cystoisospora belli* (raniji naziv *Isoospora belli*) je parazit koji pripada rodu *Cystoisospora*, familiji *Sarcocystidae*, redu *Eucoccidiorida*, klasi *Conoidasida*, razdjelu *Apicomplexa*. Ova kokcidija izaziva crijevno oboljenje koje se zove cistoizosporijaza (ranije poznata kao izosporijaza). Bolest se najčešće javlja u tropskim i subtropskim područjima svijeta. Parazit se prenosi sa jedne osobe na drugu preko kontaminirane hrane ili vode. Najčešći simptom je pojava vodenaste dijareje. *Cystoisospora belli* je oportunistički patogen koji dovodi do oboljenja kod osoba sa oslabljenim imunitetom. Parazitira u epitelnim ćelijama tankog crijeva i razmnožava se u ćelijskoj citoplazmi. Parazit je široko rasprostranjen u svijetu i to najviše u tropskim i subtropskim područjima kao što su Karibi, Centralna i Južna Amerika, Indija, Afrika i Južna Amerika, Azija. Potpuno zrela (sporulirana) oocista ima dvije sporociste koje sadrže po četiri sporozoita. Oociste su ovalnog oblika. Njihova dužina je između 20 i 33 mikrometra, a širina između 10 i 19 mikrometara. Prilikom

izlučivanja izmeta, nezrela oocista sadrži jedan sporoblast. U daljem sazrijevanju nakon izlučivanja, sporoblast se dijeli i tako nastaju dva sporoblasta. Sporoblasti luče zid ciste od njih nastaju dvije sporociste. Sporociste se dijele dva puta i od njih nastaju po četiri sporozoiti. Infekcija nastaje gutanjem oocista koje sadrže sporociste. U tankom crijevu iz sporocista se oslobađaju sporozoiti, koji napadaju epitelne ćelije i razmnožavaju se šizogonijom. Iz šizonata se oslobađaju merozoiti koji napadaju nove epitelne ćelije i nastavljaju ciklus bespolnog razmnožavanja. Nakon jedne sedmice razvojem muških i ženskih gametocita počinje polna faza razmnožavanja. Nakon oplodnje se razvijaju oociste koje se izlučuju izmetom. Zrela oocista može ostati infektivna u spoljašnjoj sredini više mjeseci. Ljudi sa oslabljenim imunitetom su teže pogođeni infekcijom sa *Cystoisospora belli* i mogu imati jaku dijareju koja može dovesti do slabosti, gubitka apetita i tjelesne mase. *Cystoisospora belli* se dijagnostikuje nalazom oocista u mikroskopskim preparatima iz uzoraka izmeta. Higijena ruku je od ključnog značaja za sprečavanje infekcije ovim parazitom. Veoma je važna edukacija djece o važnosti pranja ruku i dobre higijenske prakse.

Zaključak: U cilju sprečavanja kontaminacije hrane patogenim protozoama veoma je važno adekvatno sprovoditi mjere za ličnu higijenu, higijenu hrane, higijenu okoline i spriječiti đubrenje voća i povrća kontaminiranim stajnjakom.

20.1.5.2. Najznačajniji helminti koji se prenose na ljude putem hrane

Veliki broj parazitskih bolesti ljudi i životinja je izazvano helmintima, od kojih su mnoge zoonoze. Najveći broj vrsta helminata inficiraju ljude i životinje unošenjem kontaminirane hrane i vode, ali je moguća infekcija i preko kože - artropodama. Zato treba dobro poznavati mogućnosti kontaminacije hrane ovim parazitima, njihov životni ciklus i otpornost u spoljašnjoj sredini, kako bi tu kontaminaciju spriječili. Najčešći helminti – crvi koji se mogu prenijeti putem hrane na ljude su: metilji (*Fasciola hepatica*, *Dicrocoelium lanceolatum*, *Opisthorchis felinus*, *Paragonimus spp.*, *Fasciolopsis buski*), pantljičare (*Taenia solium*, *Taenia saginata*, *Diphyllobothrium latum*, *Echinococcus granulosus*, *Dipylidium caninum*, *Taenia multiceps*, *Spirometra spp.*, *Hymenolepis nana*, *Gnathostoma spp.*), valjkasti crvi (*Anisakis simplex*, *Ascaris lumbricoides*, *Enterobius vermicularis*, *Trichuris trichiura*, *Trichinella spiralis*, *Toxocara canis*, *Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus*). Značajne mjere za sprečavanje pojave helmintoza koje se prenose putem hrane i vode su sprovođenje adekvatnih higijenskih mjera tokom proizvodnje, prerade, pripreme i konzumiranja hrane, odgovarajućih termičkih tretmana hrane, mjera lične higijene i higijene okoline, bioterminički tretman stajnjaka i dr.

Helminti su svrstani u dva razdjela: razdio *Platyhelminthes* i razdio *Nemathelminthes*. Razdio *Platyhelminthes* su pljosnati crvi; tijelo im je spljošteno, tjelesna duplja ne postoji, uglavnom su hermafroditi (klasa *Trematoda*, *Cestoda*), što znači da imaju i muške i ženske polne organe. Nemaju digestivne organe, hrane se putem osmoze preko porozne kutikule cijelom površinom tijela. Razdio *Nemathelminthes* su valjkasti crvi, tijelo im je valjkasto, postoji tjelesna duplja, polovi su odvojeni, seksualni dimorfizam je jasno izražen. Imaju digestivni trakt i hrana dospijeva u njihovo crijevo kroz usni otvor, a nesvareni dio izlučuje se iz organizma parazita kroz analni otvor - kloaku ili preko usta, ukoliko analni otvor ne postoji. Pojedine vrste helminata su dugačke i po nekoliko metara (neke vrste cestoda), dok druge vrste jedva dostižu dužinu nekoliko milimetara (neke vrste nematoda i trematoda). Najčešće su endoparaziti. To su većinom paraziti tankog crijeva, jer ono za njih predstavlja najbolju sredinu. Inficirane životinje i ljudi eliminišu iz organizma jaja ili larvice helminata. Da bi eliminisani oblici parazita postali infektivni za prijemljive životinje, moraju da obave jedan dio svog razvoja slobodno u spoljnoj sredini ili u jednom ili dva prelazna domaćina. Ovaj period može trajati od nekoliko dana do nekoliko mjeseci.

20.1.5.2.1. Pljosnati crvi (Razdio Plathelminthes)

Klasa Trematoda

Fasciola hepatica

Najčešća trematoda koje se hranom prenosi na ljude je veliki metilj, *Fasciola hepatica*. Izaziva metiljavost - fasciolozu ljudi i životinja. Najčešći klinički simptomi kod čovjeka su jake glavobolje, bolovi u leđima, povišena tjelesna temperatura, abdominalni bol, dijareja, ikterus, hepatomegalija, ascites, anemija, apsces i ciroza jetre. Veliki metilj tokom svog razvojnog ciklusa prolazi kroz stadijum jajeta, larve i odraslog – zrelog oblika. Za razvoj mu je neophodan pravi domaćin (ovce, goveda, čovjek) i prelazni domaćin – slatkovodni pužić *Galba truncatula*. Odrasli stadijum parazita je listolikog oblika, dužine oko 30 mm i širine 13 mm i parazitira u žučnim kanalima ovaca, goveda, čovjeka (slika 78.). Odrasli oblici u žučnim kanalima jetre stvaraju i izlučuju jaja koja žučnim kanalom dolaze u crijeva, a zatim se izlučuju u digestivni trakt izmetom.



Slika 78. *Fasciola hepatica* - odrasli parazit
www.k-state.edu/parasitology

Nakon izlučivanja u spoljašnju sredinu, u vodenoj sredini u jajima se razvija larva – miracidijum. Miracidijum je veoma osjetljiv na spoljašnje uslove, tako da nakon izlaska iz opne jajeta, da bi preživio, potrebno je da nađe vodenog pužića najduže za 8h. Nakon što proдре u vodenog pužića, u njemu se razvija sljedeći razvojni oblik – sporocista. Unutar sporociste se razvijaju redije koje se kasnije transformišu u cercarije. Cercarije napuštaju puža i zahvaljujući repiću plivaju do odgovarajuće čvrste podloge, najčešće biljaka. Na biljkama se zalijepe, gube repić i dobijaju zaštitnu opnu – čauru. Učauarena larva se zove metacercarija. Metacercarije su otporne na uticaje spoljašnjih faktora i u sijenu mogu ostati u životu i do 8 mjeseci. Metiljavost se javlja u podvodnim područjima koja su povoljna za razvoj slatkovodnog puža, a to su površine pod vodom dubine do 10 cm. Najčešće obole ljudi koji unesu u digestivni trakt samoniklo jestivo bilje sa plavnih područja koja su kontaminirana metacercarijama. Zato treba izbjegavati konzumaciju pomenutog bilja. Kada čovjek, goveda, ovce i neke druge životinje unesu hranom metacercarije, one prodiru kroz sluzokožu crijeva i putem cirkulacije odlaze u jetru. U žučnim kanalima larva nastavlja svoj razvoj do odraslog stadijuma. Od svake unesene metacercarije razvija se jedan odrasli metilj. U žučnim kanalima i jetri veliki metilj oštećuje žučne kanale, ćelije jetre, što dovodi do krvarenja, zapaljenja i bujanja vezivnog tkiva. Stvara toksične metabolite koji dodatno oštećuju žučne kanale i jetru. Može da dodje i do njegovog prodora u druge organe i tkiva. Usljed oštećenja tkiva, jetra postaje mjesto za razmnožavanje prisutnih bakterija koje krvotokom dolaze u digestivni trakt, što dovodi do dodatnih komplikacija bolesti. Laboratorijska dijagnostika se vrši nalazom jaja velikog metilja u izmetu ili serološkim metodama- otkrivanjem specifičnih antitijela u krvnom serumu na prisustvo velikog metilja. Jaja su velika, dužine oko 150 µm i širine oko 90 µm) oblika i boje nalik limunu, sa poklopčićem na jednom

polu. Za sprečavanje ove bolesti kod ljudi treba izbjegavati unošenje biljne hrane kontaminirane metacerkarijama.

Dicrocoelium lanceolatum (dendriticum)

Dicrocoelium dendriticum, mali metilj ima tanko, pljosnato tijelo, kopljastog izgleda, slično lanceti. Dugačak je 7-12 mm, a širok 1,5-2,5 mm. Parazitira u žučnim kanalima i žučnoj kesi definitivnih – pravih domaćina (krave, ovce, drugi biljojedi sisari i ljudi). Konačni domaćini se inficiraju unošenjem hrane (biljaka) kontaminirane mravima. Kod ljudi izaziva infekcije uglavnom distalnih djelova žučnih kanala. Bolest se manifestuje žučnim kolikama, nadutošću i prolivom. U težim slučajevima dolazi do pojave ciroze i uvećanja jetre. U cilju sprečavanja pojave ove bolesti treba neškodljivo uklanjati kontaminirane jetre pravih domaćina i izbjegavati pašu životinja u blizini šuma. Jaja koja stvara odrasli parazit se putem fecesa oboljele životinje izlučuju u spoljašnju sredinu. U momentu izbacivanja u spoljašnju sredinu jaja sadrže miracidijum. U spoljašnjoj sredini jaja treba da pojedu prvi prelazni domaćini (suvozemni puževi iz rodova *Zebrina* i *Helicela*). U pužu se iz miracidijuma razvijaju sporociste, redije i cercarije. Cercarije putem disanja puž izbacuje u spoljašnju sredinu. Da bi se nastavio razvojni ciklus, cercarije treba da pojede drugi prelazni domaćin – šumski mrav iz roda *Formica*. U njegovom digestivnom traktu cercarije se incistiraju u metacercariju. Pravi domaćini se inficiraju kada zajedno sa vegetacijom unesu inficirane mrave pričvršćene za stabljike biljaka. U duodenumu pravog domaćina metacercarije se oslobađaju opne i izlaze mladi metilji, koji aktivnom migracijom preko *ductus choledocus* dopijevaju do žučnih kanala i žučne kese. Period razvoja odraslog metilja traje 1,5-2 mjeseca, a odrasli oblici mogu da žive u pravom domaćinu i do 6 godina. Ukupan razvoj *D. dendriticum* od jajeta do jajeta traje 6-10 mjeseci.

Opisthorchis felineus

Poznat je pod imenom mačji metilj. Parazitira u žučnim kanalima, žučnoj kesi, rjeđe u pankreasu, želucu i crijevima pravog domaćina – mačke, psa, svinje, lisice, čovjeka. Bolest se kod čovjeka manifestuje povišenom tjelesnom temperaturom, malaksalošću, osipom po koži i poremećajem gastrointestinalnog trakta (mučnina, proliv, bol u abdomenu). U hroničnoj fazi može doći do oštećenja jetre i teške anemije. Ukoliko se pravovremeno ne liječi, opistorhijaza može da dovede do nastanka ciroze i raka jetre. Za razvoj mačjeg metilja izvan pravog domaćina potrebna je vodena sredina. Prvi prelazni domaćin je vodeni puž *Bithynia leachi* koji pojede jaja mačjeg metilja sa miracidijumom. U pužu se za dva mjeseca razviju cercarije. Cercarije zatim izlaze iz puža, plivaju u vodi i aktivno prodiru kroz kožu riba iz familije *Cyprinidae*, incistirajući se u njihovo potkožno tkivo. U ribama za šest nedjelja iz cercarija nastaju infektivne metacercarije. Čovjek se inficira kada pojede sirovu ili nedovoljno termički obrađenu ribu sa razvijenim metacercarijama. U pravom domaćinu se polno zreli metilj razvija za 3-4 nedjelje, kada putem izmeta izlučuje jaja. Dvije nedjelje nakon infestacije, parazit odlazi u žučne kanale, jetru, pankreas ili žučnu kesu gdje izazivaju oštećenja.

Paragonimus spp.

Paragonimijaza je oboljenje koje izaziva plućni metilj *Paragonimus spp.*, u najvećem procentu *Paragonimus westermani*. Ovaj parazit dovodi do subakutne i hronične upale pluća. To je jedan od najpoznatijih plućnih metilja sa najširim geografskom rasprostranjenošću. Neembrionirana jaja se izlučuju ispljuvkom ljudi i mačaka. Iz jajeta se za dvije nedjelje razvija miracidijum u spoljašnjoj sredini. Kada miracidijum proдре u slatkovodnog puža *Semisulcospira amurensis*, u njemu se razvijaju sporociste, redije i cercarije za 2-5 mjeseci. Cercarije napuštaju puža i bivaju unesene od strane rakova, u čijim se mišićima razvijaju metacercarije za 2 mjeseca. Ljudi ili mačke se inficiraju kada pojedu nedovoljno kuvane ili sirove zaražene rakove sa metacercarijama. Metacercarije prodiru kroz crijeva u dijafragmu i pluća, gdje ona postaje odrasli parazit. Mogu dospjeti i do drugih organa

i tkiva, kao što su mozak i prugasti mišići, ali se ne razvijaju u odrasli oblik. Tokom invazije i migracije javlja se proliv, bol u trbuhu, groznica, kašalj, urtikarija, hepatosplenomegalija, bol u grudima, dijareja, groznica, dispneja, eozinofilija. Hronični simptomi bolesti su: kašalj, hemoptysis (iskašljavanje krvi iz pluća), plućni poremećaji. Ukoliko se nađu van pluća, dovode do težih oblika bolesti, naročito oštećuje mozak. U cilju sprečavanja pojave bolesti treba voditi računa o higijeni pripreme hrane, sigurnijim tehnikama kuvanja i sanitarnim rukovanjem potencijalno kontaminiranim morskim plodovima. Porast akvakulture je najvažniji faktor rizika za pojavu alimentarnih trematodijaza.

Fasciolopsis buski

Odrasli oblik metilja parazitira u tankom crijevu čovjeka, psa, svinje koji su pravi domaćini. To je najveći metilj koji inficira čovjeka, dužine je 8-10 cm. Na mjestu vezivanja za sluzokožu tankog crijeva izaziva krvarenja, apscese, eozinofiliju što dovodi do dijareje, abdominalnog bola, anoreksije, anemije, mučnine i povraćanja. Oni izlučuju fecesom jaja u kojima se u spoljašnjoj sredini razvija miracidijum. Miracidijum da bi preživio mora da unese puž (*Segmentina spp*, *Hippeutis spp.*) u kojem se razvijaju sporociste, redije i cekarije. Cerkarije napuštaju puža, transformišu se u metacerkarije koje se lijepe za vodene biljke. Kada čovjek unese metacerkarije kontaminiranom hranom i vodom, one se vezuju za sluzokožu tankog crijeva i za 3-4 nedjelje se razvije odrasli metilj.

Klasa Cestoda

Obuhvata pljosnate crve čije je tijelo podijeljeno u člančiće. Njihova dužina se kreće od 5 mm do 12 m. Prvi dio se zove skoleks (glava) i može biti različite veličine. Može da bude loptast, trouglast, a na njemu se nalaze pijavke - organi za pričvršćivanje. Kod nekih pantljičara pijavke su naoružane trnićima ili kukicama poređanim u više vijenaca. Kod nekih cestoda pijavke su u obliku uzdužnih jamica ili pukotina i nazivaju se botridije. Može se naći i tvorevina - rostrum na prednjem dijelu skoleksa, koji može biti različitog oblika: okrugao, u obliku kvadrata i sl. Rostrum je naoružan trnićima, odnosno kukicama koje su hitinske i tamnosmeđe boje. Broj kukica na rostrumu može biti 8-10, pa i nekoliko stotina. Iza skoleksa nastavlja se vrat i tijelo (trup, strobila). Tijelo (trup) se sastoji od člančića – proglotida koji se formiraju od kaudalne ivice vrata koja predstavlja germinativnu zonu. Proglotis - člančić predstavlja jednu cjelinu. U toku 24h proglotide mogu da formiraju tijelo dužine 8-10 cm. Digestivne organe nemaju, dok posjeduju muške i ženske polne organe (hermafroditi). Ekskretorni organi izlučuju metabolite kroz *foramen caudale*. Neki od metabolita izazivaju hemolizu i druge teške posljedice po domaćina. Kada embrionirano jaje doprije u crijevo, opna jajeta se razlaže i embrion - larva prolazi kroz zid crijeva. Larveni oblik ima skoleks sa pijavicama.

Taenia solium i *Taenia saginata*

Taenia solium i *Taenia saginata* su velike pantljičare koje parazitiraju u tankom crijevu čovjeka. Za razliku od *T. solium* (slika 79.), *T. saginata* na glavi nema vijenac kukica. Razlikuju se i u građi uterusa. *T. saginata* je duga od 35-65 cm ali može da dostigne dužinu i do 225 cm. Tijelo joj je građeno od oko 1000 člančića. *T. solium* je duga 180-400 cm, ali je zabilježena njena dužina i do 800 cm. Građena je od oko 900 člančića.



Slika 79. Cestoda *Taenia solium* - odrasli crv
<https://free3d.com/3d-model/scolex-taenia-solium-7457.html>

Kao posljedica parazitizma ovih pantljičara u crijevima ljudi, nastaje bolest koja se zove tenijaza. Za njihov razvoj su potrebna dva domaćina – pravi i prelazni. Pravi domaćin je čovjek, u kojem se razvija odrasla pantljičara. Prelazni domaćin za *T. saginata* su goveda, a za *T. solium* svinje. Oboljeli čovjek izmetom izbacuje jaja odrasle pantljičare, koja su infektivna za prelazne domaćine. Kada prelazni domaćini, goveda, odnosno svinje, unesu jaja pantljičare, u digestivni trakt se jaja oslobađaju opne, izlazi larveni oblik onkosfera koja će preko sluznice crijeva cirkulacijom dospjeti u druga tkiva i organe, a naročito u mišiće, odnosno međumišićno vezivno tkivo. Tu se larvice pričvršćuju i dobijaju oblik bobica koje su ispunjene vodenastom tečnošću koja je pod pritiskom. Kada čovjek unese nedovoljno termički obrađeno bobičavo svinjsko, odnosno goveđe meso, u crijevima čovjeka larva izvrće glavicu i njom se pričvršćuje za zid tankog crijeva. Hraneći se sokovima sadržaja crijeva, iz larve se za 8-10 nedelja razvija polno zrela pantljičara. Dovoljna je samo jedna bobica, tj. larva da dospije u digestivni trakt čovjeka, da se razvije odrasla pantljičara. Gravidni članci koji su ispunjeni zrelim jajima se odvajaju od tijela pantljičare i zajedno sa izmetom se izlučuju u spoljašnju sredinu. Odrasle pantljičare opstaju u digestivnom traktu zahvaljujući vijencu kukica – rostrumu i mišićnim pijavkama – botridijama, kojima se pričvršćuju za sluznicu digestivnog trakta. Pri tome dovodi do oštećenja sluzokože crijeva. Znaci bolesti su bol u trbuhu, mršavljenje, a naročito su simptomi izraženi kod osoba slabog imuniteta i koji boluju od još neke bolesti. *T. solium* je dodatno opasna za čovjeka, jer čovjek može biti i prelazni domaćin, tj. iz jajeta koje čovjek pojede se mogu razviti bobice – cisticerkusi najčešće u moždanom tkivu, kao i u bilo kojem drugom organu. Laboratorijska dijagnostika se vrši pregledom izmeta ljudi na prisustvo karakterističnih člančica pantljičara. Jaja ovih pantljičara se morfološki ne mogu razlikovati, pa se vrši pregled uterusnih ogranaka, kojih kod *T. solium* ima 7 do 12, a kod *T. saginata* više od 12. Cisticerkoza uzrokovana larvama *T. solium* može se dijagnostikovati i serološkim metodama - otkrivanjem antitijela u krvnom serumu stvorenih kao odgovor na prisustvo pantljičare. Bolest se najčešće javlja u nerazvijenim zemljama gdje su ljudi u tijesnom kontaktu sa svinjama ili konzumiraju nedovoljno termički obrađeno bobičavo meso svinja i goveda. U sprečavanju infekcije je veoma važno vršiti redovne parazitološke preglede radnika koji rukuju hranom i hranom za životinje.

Diphyllobothrium latum

Ova pantljičara u larvenom stadijumu parazitira kod slatkovodnih riba, a kao odrasli oblik kod različitih sisara, medvjeda, čovjeka i dr. Kod ljudi izaziva bolest koja se zove difilobotriaza. Ima široke članke. Može biti dužine i do 10 m. Odrasla pantljičara parazitira u jejunumu i ileumu čovjeka i drugih sisara, pričvršćujući se botridijama – mišićnim pijavkama za zid crijeva. Iz gravidnih članaka se oslobađaju jaja koja se izlučuju zajedno sa fecesom oboljelog čovjeka. Ako dospiju u vodu, u njoj embrioniraju tokom 8-12 dana, pri čemu se razvija larva koracidijum koju da bi opstala mora progutati slatkovodni račić iz roda *Cyclops*. U račiću se razvija larveni stadijum procerkoid. Hraneći se račićima, ribe unose infektivne procerkoide iz kojih se u mišićnom tkivu ribe za 1-4 nedjelje razvija larva plerocerkoid veličine 2-4 cm. Pravi domaćin, čovjek i drugi sisari se invadiraju konzumiranjem ribljeg

mesa s plerocerkoidima. U pravom domaćinu se iz plerocerkoida u crijevu razvija odrasla pantljičara. Za invaziju pravog domaćina dovoljan je samo jedan plerocerkoid. Klinički simptomi se obično javljaju nakon deset dana od konzumiranja sirove, nedovoljno kuvane ili konzervirane ribe. Najčešći klinički znaci bolesti su proširen trbuh, nadutost trbuha, abdominalni grčevi, proliv, mršavljenje, slabost, anemija, nervni poremećaji. Većina znakova nastaju usljed toksičnog dejstva metaboličkih produkata pantljičare. Anemija nastaje usljed nedostatka vitamina B₁₂. Laboratorijska dijagnostika se vrši pregledom izmeta čovjeka na prisustvo karakterističnih jaja koja imaju poklopčić. Člančići pantljičare se mogu naći u izmetu i povraćenom sadržaju. U mesu konzumirane ribe se pravljenjem isječka ili metodom vještačke digestije mogu naći plerocerkoidi. Bolest se najčešće javlja u područjima u kojima se stanovništvo pretežno hrani sirovom, ili nedovoljno termički obrađenom ribom, kratko vrijeme sušenom, neadekvatno konzerviranom ili nepravilno smrznutom ribom. Temperatura smrzavanja mora biti najmanje -18 °C.

Echinococcus granulosus

To je pantljičara koja izaziva bolest ljudi i životinja koja se zove ehinokokoza ili hidatidoza. Odrasla pantljičara *E. granulosus* (slika 80.) parazitira u tankom crijevu psa, ali i velikog broja drugih pripadnika porodice pasa *Canidae* (lisica, vuk i dr.) i *Felidae* (porodica mačaka) koji su pravi - konačni domaćini. Životni ciklus ove pantljičare traje 32-80 dana. Odrasla pantljičara je duga 3-6 mm i široka oko 0,6 mm. Skoleks (glava) je okruglastog oblika i ima rostrum koji se sastoji od dvostrukog vijenca kukica. Na glavi se takođe nalaze i četiri okruglaste pijavke. Na kratak vrat se nastavlja tijelo – strobila koje se sastoji od 3-4 člančića (proglotide). Poslednji člančić sadrži jaja (400-1000). Larveni oblik koji se zove *Echinococcus polymorphus* se razvija u tkivima prelaznih domaćina (čovjek, goveda, svinje, ovce, koze, konji, bivoli i dr.) koji je u obliku ciste (hidatidni mjehur). Čovjek se inficira kada hranom ili kontaminiranim rukama unese jaja pantljičare - koje izlučuje pas izmetom u spoljašnju sredinu. Nakon što jaja dospiju u tanko crijevo čovjeka, iz njih izlazi onkosfera koja prodire u sluznicu, a zatim putem krvotoka dolazi u sva tkiva i organe. Najčešće se zaustavlja u jetri, ali i u bubrezima, plućima, slezini, srcu, mišićima, mozgu, koštanoj srži. Hidatidna cista raste sporo, tako da veličinu od 10 mm dostiže za 5 mjeseci. U cisti se razvijaju protoskoleksi – glave buduće pantljičare, koji su infektivni za pravog – konačnog domaćina psa. Oboljenje može biti izazvano samo jednim jajetom. Larva u tkivima i organima vrši mehanički pritisak na njih, koji se povećava kako larva, odnosno cista raste. Zavisno koji je organ napadnut, ispoljavaju se različiti simptomi bolesti. Znaci bolesti se najranije javljaju ako se cista razvija u oku ili mozgu. U mekim i elastičnim organima, koji amortizuju pritisak ciste, potrebno je više vremena do pojave vidljivih simptoma bolesti. Ukoliko se ciste nalaze u kostima, bolest se manifestuje jakim bolom i lakim lomovima kostiju. Ehinokokoza je vema rasprostranjena kako kod nas tako i u cijelom svijetu, pogotovo u regionima sa umjerenom klimom i razvijenim stočarstvom. Hidatidne ciste lokalizovane u trbušnoj duplji mogu da puknu, što dovodi do naglog povećanja pritiska u trbušnoj duplji. Naročitu opasnost predstavlja prosipanje protoskoleksa koji migriraju i lokalizuju se u nova tkiva i organe i iz kojih se razvijaju sekundarne ciste. Tako dolazi do pojave sekundarne ehinokokoze koja se najčešće završava smrću, pogotovo ako se larve razvijaju u mozgu i srcu. Prilikom prskanja cista u koje se nalaze u plućima može doći do teških komplikacija i gušenja zbog začepjenja disajnih puteva. Do ugušenja može dovesti i alergijska – anafilaktička reakcija organizma na oslobođeni sadržaj cisti. Od ehinokokoze najčešće obolijevaju ljudi koji su u neposrednom kontaktu sa psima čija ishrana nije kontrolisana i kod kojih se ne vrši dehelmintizacija najmanje četiri puta godišnje. Dijagnoza se potvrđuje serološkim metodama i otkrivanjem cisti ultrazvučnim i rendgenskim pregledom. Sumnjiva hrana se pregleda na prisustvo jaja pantljičare, koja se ne mogu razlikovati od jaja drugih pantljičara. Ova bolest se češće javlja kod stanovništva koje ima loše higijenske navike (ne peru ruke prije uzimanja hrane), kao i konzumiranje neoprانog povrća i voća koje može biti potencijalno kontaminirano jajima koje izlučuju psi. Ciste se naročito dobro razvijaju na unutrašnjim organima ovce, tako da su ovčarski psi koji se hrane termički neobrađenim iznutricama ovaca veoma značajni izlučivači jaja pantljičare, odnosno mogu biti značajan izvor

infekcije za ljude i druge životinje - prelazne domaćine. Naročiti problem i rezervoar pantljičare predstavljaju psi litalice. Kako bi se opasnost od ove bolesti smanjila na najmanju mjeru, odnosno da bi se bolest iskorijenila, veoma je važno vršiti redovnu dehelmintizaciju pasa, kontrolu pasa litalica, kontrolu klanja i sprečavanje ishrane pasa higijenski neispravnim mesom i iznutricama.



Slika 80. *Cestoda Echinococcus granulosus* - odrasli crv
<https://www.visavet.es/guessparasite/en/echinococcus-granulosus-13.php>

Echinococcus multilocularis

Pantljičara *Echinococcus multilocularis* je dužine 2,3-2,4 mm. Pravi domaćin je pas, lisica, vuk, kojot, mačka. Najveći značaj ima mačka. U tankom crijevu pravih domaćina se razvija odrasla pantljičara čija jaja izmetom ovih životinja dospijevaju u spoljašnju sredinu. Jaja su vrlo otporna na niske temperature. Larveni oblik ove pantljičare se zove *Echinococcus alveolaris* i najčešće se nalazi u unutrašnjim organima čovjeka, goveda, svinja i divljih glodara koji su prelazni domaćini. Zahvaćeni organ je najčešće jetra, koja postaje smežurana, nekrotična, kalcifikovana. Alveolarni ehinokokus ima osobine maligniteta. Simptomi koji se javljaju liče na simptome karcinoma. Egzogenim pupljenjem nastaju vezikule koje se nakon određenog stepena rasta otkidaju od primarne ciste i slično metastazama prodiru u okolno tkivo gdje se dalje samostalno razvijaju. Pravi domaćin se inficira nakon ishrane organom u kojem se nalaze larveni oblici pantljičare. Alveolarna ehinokokoza je najsmrtonosnija helmintoza. Ukoliko se ne liječi, smrtnost je preko 90%. Sprečavanje infekcije se prvenstveno postiže kontrolom njenog širenja u prirodi. Zbog mogućnosti kontaminacije šumskog voća izmetom lisica, treba biti oprezan i uraditi temeljno pranje. Za dijagnostiku kod pravih domaćina se mogu koristiti koprološke pretrage, ELISA i PCR test, a kod čovjeka kao prelaznog domaćina iste metode koje se primjenjuju i u dijagnostici *E. granulosus*. *Pravilnikom o mjerama za sprečavanje pojave Echinococcus multilocularis kod pasa (SLCG 22/16)* propisane su mjere za sprečavanje pojave *Echinococcus multilocularis* kod pasa. Radi sprečavanja pojave *Echinococcus multilocularis*, prilikom vakcinacije pasa protiv bjesnila, vrši se dehelmintizacija pasa starijih od tri mjeseca protiv *Echinococcus multilocularis*. Dehelmintizacija se sprovodi svakih četiri do šest nedjelja primjenom lijeka. Radi sprečavanja širenja *Echinococcus multilocularis* (jaja pantljičare), nakon tretiranja psa vlasnik treba neškodljivo da ukloni izmet psa spaljivanjem ili zakopavanjem u roku od 48 do 72h.

Taenia multiceps

Taenia multiceps je pantljičara čiji odrasli oblik parazitira u digestivnom traktu pasa i lisica koji su pravi domaćini. Larveni oblik *Coenurus cerebralis* najčešće parazitira kod ovaca, koza i goveda, ali i kod drugih vrsta životinja i čovjeka. *Coenurus cerebralis* se lokalizuje u mozgu, rjeđe u kičmenoj moždini. Kada ovca, prelazni domaćin, unese hranom jaja *T. multiceps* iz njih izlaze onkofsere koje

probijaju zid crijeva i ulaze u krvotok. Probivši krvne kapilare, zametak migrira izvjesno vrijeme kroz moždano tkivo, zatim se zaustavlja na jednom mjestu i počinje da raste. Za tri mjeseca naraste veličine oraha. Cenurusni mjehur sastoji se od prozračne opne, na čijoj unutrašnjoj strani se nalazi nekoliko desetina do 500 i više skoleksa i ispunjen je bistrom tečnošću. U širenju cenuroze najznačajniju ulogu imaju psi - nosioci pantljičare *T. multiceps*, koja u njima može da živi i više godina. Širenju pogoduje i neriješeno pitanje uklanjanja leševa uginulih ovaca i neznanje stočara kako se međusobno inficiraju ovce i psi. Ljudi, posebno djeca postaju prelazni domaćini u slučaju konzumiranja jaja koje izlučuje pravi domaćin u spoljašnju sredinu. Iz jaja se u crijevima oslobađaju onkosfere (*oncosphaerae*) koje kroz zid crijeva dolaze u krvotok i dolaze do ciljnih organa, obično mozga, kičmene moždine i očiju. Ljudska bolest uzrokovana pantljičarom *T. multiceps* je rijetka pojava u Africi, Evropi, Aziji i Americi. Najčešći simptomi moždane cenuroze kod ljudi su glavobolje, povraćanje, edemi i povećanje intrakranijalnog pritiska, motorički poremećaji i dr.

Spirometra spp.

Spirometra spp. (*S. erinaceieuropaei*, *S. decipiens*, *S. mansonii*, *S. ranarum* i dr.) su pantljičare čiji odrasli oblici parazitiraju u crijevima pasa i mačaka kao pravih domaćina. Za svoj razvoj zahtijevaju dva prelazna domaćina, prvi su rakovi iz roda *Cyclops*, a drugi su vodozemci, ptice i reptili. Čovjek se inficira kada pojede sirovo ili nedovoljno termički obrađeno meso prvog ili drugog prelaznog domaćina kontaminirano plerocerkoidima pantljičare. Kada larva dospije hranom u digestivni trakt čovjeka, probija crijeva i putem krvi dospijeva u oči, potkožno tkivo, trbušnu šupljinu, kičmenu moždinu i mozak. Larva u mozgu stvara apscese koji dovode do pojave konvulzija i paraliza. Čovjek je prelazni domaćin. U očima dovode do pojave bolnog otoka. Najviše lezija kod ljudi se javlja u potkožnom tkivu gdje dovode do pojave bolnih, crvenih, edematoznih čvorića.

Hymenolepis nana

Ovaj crv je jedan od najčešćih pantljičara ljudi, naročito djece. Ljudi se inficiraju jajima ove pantljičare preko kontaminirane hrane i vode. To je patuljasta pantljičara čiji se cio životni ciklus odvija u jednom domaćinu (monoksena). U tankom crijevu penetriraju u mukozu crijeva gdje se razvijaju u cisticerkoid, vraćaju se u lumen gdje se odrasli oblici lijepe za mukozu crijeva. Kod težih infekcija javlja se anoreksija, bol u trbuhu, glavobolja, nervne smetnje, eozinofilija i komplikacije kod imunosuprimiranih osoba.

Dipylidium caninum

Za ovu pantljičaru pravi domaćin su pas, mačka, lisica, može biti i čovjek. Najčešće dolazi do infekcije djece koja su u bliskom kontaktu sa psima. Dužine je 15-70 cm sa 60-175 člančića – proglotida. Razvojni ciklus ove pantljičare počinje kada članak pantljičare ispunjen jajima preko izmeta pravih domaćina dospije u spoljašnju sredinu. Jaje koje pojede posrednik – prelazni domaćin (larva buve) razvije se u invazivni stadijum pantljičare - cisticerkoid. Čovjek se invadira kada putem kontaminirane hrane, vode, prljavih ruku unese buvu koja sadrži cisticerkoid. Cisticerkoid se u crijevima čovjeka za 2-3 nedjelje razvije u odraslu pantljičaru. Odrasla pantljičara u crijevima domaćina može živjeti do 3 godine. Osušeni segmenti koji izgledaju poput zrna riže obično nalazimo na dlaci u okolini anusa. Ljudi se inficiraju larvenim oblikom pantljičare preko hrane, vode i prljavih ruku kontaminirane prelaznim domaćinima buvom *Ctenocephalides canis*. Nakon što buva unese embrionirana jaja oslobođena putem izmeta pasa, mačaka, ljudi, u njoj se razvijaju infektivne larve. Kada čovjek unese zaraženu buvu, iz pregrizene buve se oslobađa larva koja se lijepi za zid crijeva. Za dvije nedjelje se razvija odrasla pantljičara.

Gnathostoma spp.

Gnathostoma spp. su pantljičare koje izazivaju parazitsko oboljenje ljudi koje se zove gnatostomijaza. Za razvoj ovih pantljičara, pored stalnog, potrebna su dva prelazna domaćina. Stalni domaćini su mačke, psi, svinje, glodari. Prvi prelazni domaćin je slatkovodni račić koji unosi hranom jaja odrasle pantljičare, a drugi su različite vrste riba i drugih vodenih životinja u kojima larve sazrijevaju. Ljudi se inficiraju kada pojedu nedovoljno termički obrađeno meso riba, jegulja, žaba, zmija i ptica koji su kao prelazni domaćini zaraženi larvama ove pantljičare. Pri tome kod čovjeka prilikom prodora larvi kroz crijeva u krvotok nastaju potkožni otoci, hipereozinofilija, koji traju nedjeljama i mjesecima nakon konzumiranja sirovih plodova. Zavisno od lokacije migratornih larvi, nastaje kožna, visceralna (hepatička) gnatostomijaza, neurognatostomijaza i okularna gnatostomijaza. Kožna gnatostomijaza je najčešća a manifestuje se potkožnim otocima, glavoboljom, ataksijom, hemiparezom, edemom mozga itd.

20.1.5.2.2. Valjkasti crvi (*Razdio Nematelminthes*)

Valjkasti crvi su paraziti cilindričnog i izduženog oblika, različite veličine. Ženke mogu biti oviparne, ovoviviparne i viviparne. Oviparne polažu samo jaja koja su neizbrazdana. Ovoviviparne ženke polažu embrionirana jaja, a viviparne polažu žive larve. Najveći broj vrsta helminata i veći broj vrsta protozoa, uzročnika parazitskih bolesti, parazitiraju ili u digestivnom traktu ili u organima koji sa njima komuniciraju. Stoga se njihovi reproduktivni elementi (jaja i larvice helminata, vegetativni i cistični oblici protozoa) eliminišu u spoljnu sredinu putem izmeta. Uništavanje svih razvojnih oblika parazita slobodnih u spoljnoj sredini usmjerava se prvenstveno na tretiranje samog izmeta, odnosno stajskog đubreta, kao i mjesta koja se mogu kontaminirati izmetom. Uništavanje ovih oblika parazita u stajskom đubretu može se ostvariti izlaganjem đubreta prirodnim fizičkim faktorima, hemijskim sredstvima ili njegovom biotermičkom obradom.

Anisakis simplex

Larveni oblici valjkastog crva *Anisakis simplex* kada se nađu u mesu riba izazivaju oboljenje ljudi – anisakijazu (*anisakiasis*). Osim kod haringi (po čemu je nazvan i haringin crv), ovaj parazit je nađen i kod drugih vrsta morskih riba, kao što su skuša, oslić, šarpina, kao i slatkovodnih riba kao što su losos i druge salmonide. Odrastao parazit se normalno nalazi u digestivnom traktu morskih sisara (kit, foka, delfin). Razvojni ciklus započinje dospijevanjem jaja odraslog parazita putem fecesa morskih sisara u morsku vodu. Larve u jajima prolaze kroz prvi i drugi stepen razvoja kada ih unese prvi prelazni domaćin planktonski račić iz roda *Cyclops*. Larve se dalje razvijaju u račićima i postaju infektivne za morske ribe i mekušce. Invadiranu ribu pojedu druge ribe, morski sisari, ptice ili čovjek kod kojih se razvija odrastao oblik parazita. Čovjek se invadira kada pojede sirovu ili nedovoljno pečenu ribu u kojoj se nalaze žive larve *Anisakis spp.* Da bi kod ljudi došlo do oboljenja, dovoljna je konzumacija samo jedne larve parazita. Čovjek nije pravi domaćin za larvu *Anisakisa*, pa zato živa larva penetrira u zid crijeva gdje dolazi do njenog uginuća. Kada senzibilisana osoba ponovo unese larvu nastaje alergijska reakcija koja se manifestuje promjenama sličnim čiru želuca ili dvanaestopalačnog crijeva. Prodiranjem u sluznicu crijeva izaziva zapaljensku reakciju, što dovodi do stvaranja granuloma ili tumoroznih izraslina koje krvare. Kao posljedica zapaljenja zadebljava zid crijeva, što može dovesti do crijeвне opstrukcije, peritonitisa i pojave apscesa. Bolest se manifestuje povraćanjem, prolivom, stomahnim bolovima, povišenom tjelesnom temperaturom, krvavom stolicom, žarenjem u grlu i dr. Kod invazija većim brojem larvi javlja se bol i mučnina slični onim koji se javljaju kod akutnog zapaljenja slijepog crijeva – apendicitisa. Simptomi bolesti se mogu javiti već nakon jednog sata do dvije nedjelje nakon konzumacije sirove i nedovoljno termički tretirane ribe. Kako parazit gotovo nikada ne dostiže potpunu zrelost kod ljudi, obično larve bivaju izbačene za oko tri nedjelje nakon invazije. Larve koje uginu u tkivu razgrađuju se uz pomoć

fagocita. Pošto se kod anisakijaze uglavnom javlja veoma jak bol, to se vrlo često larve moraju hirurški otkloniti. Evisceracijom unutrašnjih organa ribe odmah poslije ulova sprečava se mogućnost migracije larvi iz trbušne šupljine u mišićno tkivo. Odsijecanjem dijela mišićnog tkiva potrbušine se smanjuje broj larvi u mesu. Soljenje, mariniranje i hladno dimljenje ribe su postupci koji ne uništavaju larve. Zato inaktivaciju larvi treba izvršiti prethodnim zamrzavanjem ribe. Temperatura od -20 °C uništava larve za 60h. Uništava ih povišena temperatura od 50 °C do 52 °C za 40 sekundi. U povraćenom ili iskašljanom sadržaju pacijenata se mogu naći larve. Larve se u želucu mogu potvrditi endoskopskom pretragom. U ribi se organoleptičkim pregledom može utvrditi prisustvo larvi.

Ascaris lumbricoides

Ascaris lumbricoides je valjkasti crv koji kod ljudi izaziva oboljenje koje se zove askaridoza. Odrasli crv parazitira u lumenu tankog crijeva ljudi. Ženke su dužine i do 40 cm, i u tankom crijevu ljudi polažu veoma veliki broj jaja – čak do 200.000 dnevno. Tokom defekacije čovjeka, jaja dospijevaju u spoljašnju sredinu. U povoljnim uslovima spoljašnje sredine jaja embrioniraju, odnosno u njima se razvija larva drugog stepena koja je infektivna. Jaja su veoma otporna na isušivanje. Larva unutar jajeta može ostati vitalna i duže od dvije godine. Jaja se lako prenose na druge ljude neopranim rukama, predmetima ili hranom. Čovjek se inficira nakon unošenja embrioniranih jaja iz kojih u duodenumu izlazi larva. Oslobođena larva prodire u sluznicu crijeva, zatim u krvotok, kojim dospijeva u jetru, a preko desne strane srca do pluća. Ova migracija larvi traje oko nedjelju dana. U plućima dolazi do presvlačenja larvi dva puta. Iz krvnih sudova pluća mogu ući u vazdušne prostore i puteve (alveole, bronhije, traheja), odakle dolaze u ždrijelo. Iz ždrijela bivaju progutane i tako dolaze ponovo u digestivni trakt. Ovaj endogeni razvoj traje oko tri mjeseca. Invazija malim brojem crva ne dovodi do pojave vidljivih simptoma bolesti. Crvi se mogu naći u izmetu ili u ždrijelu, a mogu izaći na usta i nos. Invazija velikim brojem larvi dovodi do zapaljenja pluća. Dolazak larvi u vazdušne prostore izaziva groznicu i otežano disanje. U krvnim sudovima pluća usljed njihovog oštećenja dovode do stvaranja krvnih ugrušaka. Poremećaji varenja se javljaju usljed prisustva odraslih oblika u tankom crijevu. Bolest je veoma rasprostranjena u svijetu, naročito kod dječje populacije u slabo razvijenim zemljama. Odrasli crvi kod djece mogu dovesti do potpunog začepjenja crijeva. Migracijom larve mogu dospjeti ne samo u pluća, nego i u druge organe, što može dovesti do pojave apscesa i zapaljenja pankreasa (gušterače). Odrasli crvi iz tankog crijeva mogu dospjeti do ždrijela i dovesti do gušenja. Nekada izlaze i kroz nos. Odrasli oblici mogu dospjeti u žučni kanal i dovesti do njegovog začepjenja. Ova pojava je primijećena nakon terapije antiparaziticima. Usljed oštećenja sluzokože tankog crijeva kako prodorom larvi, tako i mehaničkim pritiskom odraslih crva, mogu nastati lokalna krvarenja i zapaljenje potrbušine. Mogu se javiti i alergijske reakcije organizma na metaboličke proizvode parazita, kao i supstance koje se oslobađaju nakon razgradnje uginulih parazita, koje se manifestuju astmom i otežanim spavanjem. Laboratorijska dijagnostika se sastoji u pregledu izmeta na prisustvo jaja. Na povrću i voću se također može utvrditi prisustvo jaja. Naročitu opasnost za infekciju ljudi predstavlja ishrana nekuvanim povrćem i voćem koje je gajeno na zemljištu koje je u kontaktu sa sadržajem septičkih jama. Zato bi izbjegavanjem hrane, voća i povrća koje je proizvedeno u nehigijenskim uslovima mogla da se spriječi pojava ove bolesti. Takođe je važno redovno kontrolisati osobe koje rukuju hranom na prisustvo jaja ovog parazita u fecesu.

Enterobius vermicularis

Valjkasti crv *Enterobius vermicularis* parazitira u debelom crijevu čovjeka i izaziva oboljenje enterobiozu. Ženke su dužine 8-13 mm, a mužjaci do 5 mm. Polno zreli crvi obično se nalaze na prelazu tankog u debelo crijevo, ali i u drugim djelovima tankog i debelog crijeva. Nakon što se prilijepe za sluzokožu crijeva, hrane se mikroorganizmima i epitelnim ćelijama crijeva. Nakon

oplodnje, mušjaci uginjavaju, a ženke sa oko 15000 jaja u uterusu migriraju u područje oko analnog otvora gdje polažu jaja. Nakon što polože jaja, uginjavaju i ženke. U jajetu se za samo nekoliko sati razvija infektivna larva. Ženke ovog crva koje izlaze iz crijeva uzrokuju zapaljenje kože koje se manifestuje svrabom i crvenilom. Ženke najčešće izlaze noću iz tijela, pa se mogu naći na području oko analnog otvora i u izmetu. U području oko analnog otvora mogu se naći i jaja. Jake invazije se manifestuju nesanicom, gubitkom tjelesne mase, hiperaktivnošću, škrgutanjem zubima, trbušnim bolovima i povraćanjem, što je naročito ispoljeno kod djece. Ova bolest se smatra jednom od najčešćih u svijetu. U SAD je ovom bolešću inficirano čak 40 miliona ljudi. Gravidne ženke mogu probiti crijevo, dospjeti u trbušnu duplju, a zatim usljed reakcije tkiva dovesti do formiranja granuloma uterusa i jajovoda. Takođe mogu dospjeti i do mokraćne bešike i slijepog crijeva. Dijagnoza se postavlja nalazom odraslih crva ili jaja oko analnog otvora. Rjeđe se crvi mogu naći i u izmetu. Jaja oko analnog otvora se mogu dokazati metodom ljepljive trake – celofanskog brisa. Prisustvo jaja u hrani je teško dokazati. S obzirom da do infekcije dolazi preko kontaminirane hrane i vode, nečistim rukama inficirane osobe, u cilju sprečavanja pojave ove bolesti treba voditi strogu kontrolu higijenskih uslova proizvodnje hrane i lične higijene.

Trichuris trichiura

Ovaj valjkasti crv parazitira u debelom crijevu čovjeka i izaziva bolest trihuriasu. Ženke su duže od mušjaka i polažu oko 5000 jaja dnevno. Jaja su trihuridnog tipa – oblika limuna sa čepovima na oba pola. Jaja fecesom izlaze u spoljašnju sredinu neembrionirana. Embrioniraju relativno sporo u vlažnom i toplom zemljištu. Čovjek se invadira kada proguta embrionirana jaja putem hrane, vode ili zaprljanim rukama. Iz jaja se u tankom crijevu oslobađaju larve, koje ulaze u sluznicu crijeva. U sluznici se dva puta presvlače, nakon čega migriraju u debelo crijevo. Endogeni razvoj traje 30-90 dana. Odrasli crv prodiru svojim tankim prednjim dijelom u sluznicu i tako se hrani epitelnim ćelijama sluznice. Ponekad nema vidljivih znakova bolesti. Hronična invazija se manifestuje pojavom primjesa krvi u fecesu, bolovima u donjem dijelu trbuha i mučninom. Bolest se javlja u svim područjima svijeta, najviše u tropskim krajevima i uglavnom je hroničnog toka. Usljed krvarenja koje izazivaju larve koje prodiru u sluznicu, kao i ishrane krvlju odraslih crva, javlja se anemija. Na mjestu prodiranja larvi dolazi do sekundarnih bakterijskih infekcija. Laboratorijska dijagnostika se sastoji u pregledu izmeta na prisustvo jaja ovog crva. Jaja se mogu naći na površini hrane. Hrana se ispituje tako što se sumnjiva hrana prvo temeljno ispere, a zatim u ispirku traže karakteristična jaja. Bolest se najčešće prenosi preko nekuvanog povrća i voća koje se uzgaja u zemljištu koje je kontaminirano sadržajem septičkih jama. Zato se u cilju sprečavanja pojave ove parazitoze mora strogo voditi računa o higijenskim mjerama prilikom proizvodnje voća, povrća i lične higijene osoblja koje rukuje hranom.

Trichinella spiralis

Ovaj valjkasti crv izaziva trihinelozu ljudi i životinja. Trihinelozu je veliki zdravstveni problem i smatra se da ima oko 10 miliona invadiranih ljudi u svijetu. Mušjaci su dužine 1-1,5 mm, a ženke 2,5-3,5 mm. Invazivna larva prvog stepena je duga 1 mm (slika 81.) . Nakon unošenja invadiranog mesa u digestivni trakt, u želucu se larve oslobađaju kapsule, dolaze u tanko crijevo gdje prodiru u mukozu i sazrijevaju u odrasle parazite. Poslije oplodnje u tankom crijevu, ženke polažu žive larve koje se šire cirkulacijom po cijelom organizmu i inkapsuliraju se u poprečnoprugastom mišićnom tkivu. Inkapsulirane larve postaju infektivne za 15 dana.



Slika 81. Larve *T. spiralis*, nativni preparat

<https://www.nal.usda.gov/exhibits/speccoll/exhibits/show/parasitic-diseases-with-econom/item/7675>

Po ulasku u mišićnu ćeliju, larva trihinele remeti njenu funkciju. Paraziti roda *Trichinella* mogu invadirati gotovo sve sisare, ali i ptice i gmizavce. Smatra se da je minimalna infektivna doza koja dovodi do kliničkih znakova oboljenja 70 do 150 larvi. Klinička slika se može ispoljiti u teškom, umjereno teškom i blagom obliku. Najčešći klinički znaci koji se manifestuju kod čovjeka su opšta slabost, groznica sa temperaturom 39-40 °C 8-10 dana, proliv, bol u trbuhu, bol u mišićima, glavobolja, edem lica i eozinofilija. Ovi simptomi se javljaju obično nakon 8-15 dana od konzumiranja invadiranog mesa. Eozinofilija i povećana koncentracija enzima mišića u krvi ukazuju na bolest. Bolest traje nekoliko mjeseci, a može se završiti prestankom svih simptoma ili dolazi do komplikacija. Do komplikacija dovodi migracija larvi koja za posljedicu ima oštećenje tkiva, posebno srca i mozga. Kardiovaskularni poremećaji se manifestuju u vidu tahikardije, a kod hroničnih bolesnika dolazi i do smrti. Promjene na nervnom sistemu se ispoljavaju glavoboljom i meningitisom. Do bolesti dovodi ishrana sirovim ili nedovoljno termički obrađenim mesom koje potiče od životinja inficiranih trihinelom (svinja, konja, medvjeda, divljači). Laboratorijska dijagnostika triheneloze kod ljudi se vrši serološkim metodama otkrivanjem specifičnih antitijela IgG i IgM (ELISA test) ili se paraziti u mišićnom tkivu mogu okriti PCR testom. Posebu opasnost predstavljaju suhomesnati proizvodi ukoliko su proizvedeni od trihineloznog mesa. Kao mjere za sprečavanje bolesti najvažnije je vršiti pregled mesa životinja (domaćih i divljih svinja, medvjeda) na prisustvo larvi *T. spiralis*. Kao komplikacije se javljaju: miokarditis, pneumonitis i encefalitis, povišena temperatura, mialgije, periorbitalni edem, eozinofilija. Meso i proizvodi od mesa porijeklom od domaćih i divljih svinja, konja, medvjeda, sisara mesojeda (uključujući morske sisare) i gmizavaca koji su prijemčivi na trihinelu mogu da se stavljaju na tržište samo ako je rezultat ispitivanja na trihinelu negativan. Ispitivanje mesa svinja na trihinelu vrši se u objektima u kojima se obavlja klanje svinja kao dio veterinarskog pregleda poslije klanja (*post mortem* pregled) uzimanjem uzoraka sa trupova. Za ispitivanje mesa se koristi metoda digestije kojom se otkrivaju larve trihinele. Larve trihinele u mišićnom tkivu mogu opstati više od jednog mjeseca. Temperatura preko 55 °C ubija larve za 15 minuta, dok ih temperatura od 63 °C odmah uništava. Temperatura od -25 °C ubija larve trihinele prisutne u komadima mesa prečnika 25-50 cm za vrijeme od 10-20 dana, dok ih temperatura od -15 °C ih ubija za 30 dana. Slobodne trihinele su veoma osjetljive na dezinficijense. Soljenje nije pouzdan način ubijanja larvi trihinele i uspjeh zavisi od koncentracije soli i količine slobodne vode u mesu - u kobasicama prečnika 15 cm larve uginjavaju tek nakon 50 dana. Gama zračenje od 0,15 kGy ubija larve trihinele.

Uredba o mjerama za sprečavanje trihinele kod ljudi (Sl.CG. 32/16)

Pravno i fizičko lice koji proizvodi meso i proizvode od mesa porijeklom od domaćih i divljih svinja, konja, medvjeda, sisara mesojeda (uključujući morske sisare) i gmizavaca koji su prijemčivi na trihinelu može da stavlja na tržište meso i proizvode od mesa, samo ako je rezultat ispitivanja na trihinelu negativan. Tokom veterinarskog pregleda poslije klanja na klanicama uzimaju se uzorci sa trupova. Subjekat u poslovanju hranom dužan je da u klanici uspostavi i primjenjuje sistem koji

garantuje potpunu sledljivost trupova do dobijanja rezultata ispitivanja na trihinelu. Uzorci sa pozitivnim nalazom na trihinelu dostavljaju se referentnoj laboratoriji radi određivanja vrste trihinele.

Metode ispitivanja trihinele

Referentna metoda ispitivanja trihinele je **metoda vještačke digestije** na magnetnoj miješalici za zbirne uzorke. U slučaju cijelog trupa domaće svinje, uzima se uzorak težine najmanje 1 g sa korijena dijafragme na prelazu mišićnog u tetivasti dio, mogu se koristiti i posebna kliješta za trihinelu za uzimanje uzoraka; u slučaju rasplodnih krmača i nerastova, uzima se veći uzorak, težine najmanje 2 g, sa korijena dijafragme na prelazu mišićnog u tetivasti dio; ukoliko na trupu nedostaje korijen dijafragme uzima se dvostruko veći uzorak od 2 g (ili 4 g kod rasplodnih krmača i nerastova) sa rebarnog ili grudnog dijela dijafragme ili sa žvakaćih mišića, jezika ili trbušnih mišića; za meso rasječeno na komade, uzima se uzorak od najmanje 5 g poprečno-prugastog mišića sa što manje masnog tkiva, po mogućnosti što bliže kosti ili tetivi, uzorak iste veličine uzima se od mesa koje nije namijenjeno kuvanju ili drugom načinu prerade nakon klanja; kod zamrznutih uzoraka, za analizu se uzima uzorak poprečno-prugastog mišićnog tkiva težak najmanje 5 g. Težina uzoraka mesa odnosi se na uzorak mesa bez masnog i vezivnog tkiva, a posebno treba voditi računa kod uzimanja uzoraka mišićnog tkiva jezika kako bi se izbjegla kontaminacija sa površinskim slojem jezika, koji je nesvarljiv i koji može onemogućiti pregledanje sedimenta.

Postupak vještačke digestije na magnetnoj miješalici za zbirne uzorke

Usitnjeno meso prebacuje se u posudu u kojoj se nalaze voda (2 l) pepsin (10 g) i hlorovodonična kiselina (16 ml); posuda se pokrije aluminijskom folijom; magnetna miješalica mora se podesiti tako da tokom rada održava stalnu temperaturu od 46 do 48 °C, tokom miješanja digestivni sok se mora rotirati dovoljno velikom brzinom kako bi se stvorio duboki vir, a da ne prska iz posude; digestivni sok se miješa dok se djelovi mesa ne razgrade (oko 30 minuta) i tada se miješalica isključi, a digestivna tečnost izlije kroz sito u taložni lijevak (slika 69); duže vrijeme digestije (najduže 60 minuta) može biti potrebno za određene vrste mesa (jezik i meso divljači); postupak vještačke digestije smatra se zadovoljavajućim kada na situ ne ostane više od 5% početne težine uzorka; digestivni sok taloži se u lijevku 30 minuta; nakon 30 minuta, 40 ml digestivnog soka brzo se odlije u mjerni cilindar ili kivetu za centrifugiranje; digestivni sokovi i ostali tečni otpad čuvaju se u posudi dok se ne završi očitavanje rezultata; 40 ml uzorka ostavi se da odstoji 10 minuta, zatim se 30 ml površinskog sloja tečnosti pažljivo izvuče usisavanjem radi odstranjivanja da bi ostalo ne više od 10 ml; preostali uzorak sedimenta od 10 ml izlije se u posudu za brojanje larvi ili u petrijevu posudu; cilindar ili kiveta za centrifugiranje isperu se sa najviše 10 ml vode iz slavine i dodaje se prethodno uzetom uzorku u posudi za brojanje larvi ili u petrijevoj posudi, nakon toga se uzorak pretražuje trihineloskopom ili binokularnim mikroskopom pod uvećanjem od 15 do 20 puta, u svim slučajevima sumnjivih područja ili pojave parazिता sličnih oblika mora se koristiti veće povećanje i to od 60 do 100 puta; uzorci dobijeni vještačkom digestijom moraju se pregledati čim su gotovi, u roku od 30 minuta. Uzorci parazita čuvaju se u 90% etil-alkoholu u svrhu konzerviranja i identifikacije na nivou vrste u nacionalnoj referentnoj laboratoriji ili referentnoj laboratoriji Evropske unije. Nakon izdvajanja i sakupljanja parazita, pozitivne tečnosti (digestivni sok, površinski sloj tečnosti, ispirci, itd.) moraju se dekontaminirati zagrijavanjem na najmanje 60 °C. Ako se pregledom zbirnog ili pojedinačnog uzorka dobije pozitivan ili sumnjiv rezultat, svi materijali i predmeti koji su u kontaktu sa mesom (posuda za mješanje i noževi, štapić za mješanje, senzor temperature, konusni lijevak za filtraciju, sito i pincete) moraju se pažljivo dekontaminirati pranjem u toploj vodi (65 do 90 °C), a ako se pri pranju upotrebljava deterdžent, radi njegovog uklanjanja, svaki dio je potrebno detaljno isprati.

Ispitivanje ostalih životinja na trihinelu, osim domaćih svinja

Trupovi konja, divljih svinja i drugih uzgojenih ili divljih vrsta životinja prijemčivih na trihinelu ispituju se u skladu sa jednom od metoda vještačke digestije. Uzorci težine najmanje 10 g uzimaju se iz jezičnog ili žvakaćih mišića konja, a od divljih svinja iz prednje noge, jezika ili dijafragme; u slučaju konja, kada ovi mišići nedostaju, uzima se veći uzorak mišićnog dijela dijafragme na prelazu u tetivasti dio, ovaj mišić mora se očistiti od vezivnog i masnog tkiva; najmanje 5 g uzorka podvrgava se postupku vještačke digestije u skladu sa referentnom metodom ispitivanja; kada je rezultat pozitivan, uzima se dodatnih 50 g uzorka za ponovno nezavisno ispitivanje; e) svo meso divljih životinja, osim divljih svinja, kao što su medvjedi, sisari mesojedi (uključujući morske sisare) i gmizavci, mora se ispitati uzimanjem 10 g uzorka mišića s predilekcionih mjesta, ili većeg uzorka ako takva mjesta nijesu dostupna. Predilekciona mjesta su kod: medvjeda - dijafragma, žvakaći mišić i jezik; morževa - jezik; krokodila - žvakaći mišić, krilasti mišić i međurebreni mišići; ptica - mišići glave (npr. žvakaći mišić i vratni mišići).

Postupci zamrzavanja

Meso debljine do 15 cm mora biti zamrznuto u skladu sa jednim od sljedećih načina: 20 dana pri – 15 °C; 10 dana pri – 23 °C; 6 dana pri – 29 °C; meso debljine 15 cm - 50 cm mora biti zamrznuto u skladu sa jednim od sljedećih načina: 30 dana pri – 15 °C; 20 dana pri – 25 °C; 12 dana pri – 29 °C. Temperatura u rashladnoj prostoriji ne smije biti viša od propisane temperature. Ona se mora mjeriti baždarenim termo-električnim instrumentima i trajno bilježiti. Ne smije se mjeriti direktno u dotoku hladnog vazduha. Ovaj instrument mora se držati pod ključem. U temperaturne liste moraju da se unesu i relevantni podaci iz zapisnika o pregledu mesa kod uvoza i datum i vrijeme započinjanja i završetka zamrzavanja i moraju da se čuvaju godinu dana računajući od datuma završetka.

Uslovi koje treba da ispunjavaju gazdinstva sa kontrolisanim držanjem svinja

Status gazdinstva sa kontrolisanim držanjem svinja može da dobije gazdinstvo ako: su preduzete sve mjere kako bi se spriječio pristup glodara i drugih vrsta sisara, ptica, mesojeda u objekte u kojima se drže životinje; se hrana za životinje skladišti u zatvorenim silosima ili drugim spremnicima u koje ne mogu prodrijeti glodari, a sva ostala hrana za životinje se toplotno obrađuje; se uginule životinje skupljaju, označavaju i prevoze u skladu sa propisima kojim su uređeni zahtjevi za nusproizvode životinjskog porijekla koji nijesu namijenjeni ishrani ljudi; se vrši obilježavanje svinja kako bi se omogućila sledljivost svake životinje do gazdinstva iz kojeg potiče i dr. Gazdinstva kontroliše službeni veterinar u skladu sa planom službenih kontrola.

Toxocara canis

Odrasli crv parazitira u digestivnom traktu mladih pasa i mačaka, kao i mnogih divljih mesojeda. Kod ljudi izaziva bolest toksokariazu koja nastaje usljed migracije larvi valjkastog crva *Toxocara canis* kroz ljudski organizam. Veoma je često oboljenje u svijetu. Ljudi se zaraze kada konzumiraju embrionirana jaja koja se nalaze u kontaminiranom zemljištu, na prljavim rukama, neopranoj sirovom povrću, nedovoljno kuvanom mesu i iznutricama zaklanih životinja (pileće, jagnjeće, meso kunića, iznutrice teladi). Kada čovjek proguta infektivna jaja, obrazuje se visceralna larva migrans. Ove larve nakon unošenja u digestivni trakt probijaju zid crijeva i migriraju u pojedina tkiva i organe (jetra, pluća, mozak, oči i dr.) u kojima ostaju aktivne određeno vrijeme. Tokom migracije dovode do krvarenja, nekroze i upala. Najčešće se inficiraju mala djeca tokom igre sa mladim psima, na čijoj se dlaci mogu naći jaja ovog crva. Najozbiljnije lezije mogu biti u oku. Klinički postoje oštećenja vida, često razrokost. Javljaju se groznica, gubitak apetita, trbušni bolovi, bolovi u mišićima i zglobovima, kašalj i nervna uznemirenost. Mužjak je dužine 5-10 cm, a ženka 10-18 cm. Ženka stvara

i do 200.000 jaja dnevno. Jaja parazita koja eliminiše pas kao pravi domaćin, bivaju eliminisana preko izmeta domaćina u spoljašnju sredinu gdje embrioniraju i postaju infektivna. Kada ih hranom unese drugi pas ili mačka, u digestivnom traktu se iz jaja oslobađa larva koja prodire u sluzokožu crijeva i putem cirkulacije dopijeva do jetre, a zatim do pluća. Nakon toga, iz pluća putem cirkulacije dopijeva do ždrijela, odakle biva progutana u digestivni trakt (hepato-pulmoenteralna migracija). U digestivnom traktu se razvija odrasli parazit. Ukoliko je inficirana kuja gravidna, larve preko placente inficiraju fetuse. Štenad se mogu inficirati i galaktogenim putem preko kolostruma.

Ancylostoma duodenale

Ancylostoma duodenale je valjkasti crv poznat pod nazivom rudarska glista. Izaziva oboljenje ljudi koje se zove ankilostomijaza (*ancylostomiasis*). Mužjak je dugačak 8-11 mm, ženka 10-18 mm. Hrani se epitelom i krvlju. Parazitira u tankom crijevu čovjeka, naročito u duodenumu. Jaja ovog parazita izlučuju se putem izmeta čovjeka u spoljašnju sredinu. Ženka polaže oko 25.000 jaja dnevno. U roku od 48 sata larva izlazi iz svakog jajeta i za 8-10 dana postaje infektivna (filariformna). Unošenjem infektivne larve preko hrane ili njenim probijanjem kroz kožu nogu, dolazi do infekcije. Nakon ulaska u tijelo domaćina, larve migriraju u različite organe i djelove tijela. Larve krvotokom dopijevaju do pluća, probijaju alveole i prelaze u bronhirole, bronhije i dušnik. Iz dušnika iskašljavanjem dolaze u ždrijelo, zatim preko jednjaka u duodenum. Za dvije do tri nedjelje se u duodenumu iz larve razvija polno zreli crv. Na mjestu prodora larve izazivaju svrab, dermatitis, a migracijom u pluća pneumoniju, hipohromnu anemiju, enteropatiju sa gubitkom proteina, edeme, krvavo sluzavu stolicu. Čovjek je jedini domaćin. Odrasli crv parazitira u jejunumu čovjeka. Odrasli crv postaje seksualno zreo za 3 do 4 nedjelje. Ovaj parazit živi 3 do 4 godine u ljudskom tijelu.

Necator americanus

Ovaj valjkasti crv se razlikuje od *Ancylostoma duodenalis*, jer umjesto zuba ima oštre pločice u usnoj čauri. Životni ciklus je isti kao kod *A. duodenalis*. Mužjak je dužine 5-10 mm, a ženke 7-14 mm. Parazitira u tankom crijevu čovjeka, majmuna, glodara, svinje, psa i mačke. Dovodi do pojave krvavog izmeta i krvavog ispljuvka, kašlja, dijareje, umora, groznice, osipa sa svrabom, gubitka apetita, mučnine, povraćanja i dr.

Zaključak: Mjere za sprečavanje unošenja helminata preko hrane i vode obuhvataju adekvatno sprovođenje higijenskih mjera tokom proizvodnje, prerade, pripreme i konzumacije hrane, adekvatnu termičku obradu hrane, ličnu higijenu i higijenu okoline, bioterminički tretman stajnjaka i dr.

20.1.1.22. 25. Prikaz najvažnijih parazita koji izazivaju alimentarna oboljenja

Pregled najvažnijih parazita koji izazivaju alimentarna oboljenja je prikazan u tabeli 45.

Tabela 45. Glavni paraziti koji izazivaju alimentarna oboljenja ljudi

Parazit	Inkubacija	Težina bolesti	Trajanje bolesti	Infektivna doza	Izvori
<i>Cryptosporidium parvum</i>	1-2 nedelje	umjerena do ozbiljna	4 dana do 3 nedjelje	<30 cista	voda, morska riba
<i>Entamoeba histolytica</i>	2-4 nedelje	blaga do ozbiljna	nedjelje, meseci	5 cista	kontaminirano povrće
<i>Giardia lamblia</i>	5-25 dana	blaga do umjerena	nejdelje, godine	10 cista	uglavnom voda

<i>Toxoplasma gondii</i>	-	blaga do ozbiljna	-	1 cista	sirovo/nedovoljno termički tretirano meso
<i>Anisakis simplex</i>	-	blaga do ozbiljna	-	1 larva	morska riba
<i>Diphyllobothrium species</i>	-	blaga do umerena	-	1 larva	slatkovodna riba
<i>Taenia saginata</i> , <i>Taenia solium</i>	-	umjerena do ozbiljna	-	1 cista	sirovo/nedovoljno termički tretirano meso (goveda, svinja)
<i>Trichinella spiralis</i>	-	umjerena do ozbiljna	umjerena do ozbiljna	1-500 larvi	sirovo/nedovoljno termički tretirano meso (svinja, konja)

Pitanja

Koji paraziti mogu da kontaminiraju hranu i koje bolesti izazivaju? Koje se protozoe prenose putem hrane i koje bolesti izazivaju? Koji se pljosnati crvi prenose putem hrane i koje bolesti izazivaju? Koji se valjkasti crvi prenose putem hrane i koje bolesti izazivaju? Objasnite životni ciklus parazita i mjere za sprečavanje pojave pojedinih parazitskih bolesti.

21. FIZIČKE OPASNOSTI U HRANI

Fizičke opasnosti dospijevaju u hranu usljed lomljenja, habanja, upotrebe alata, opreme, ambalaže. To su strana tijela koja su prisutna u hrani i koja mogu ugroziti zdravlje potrošača. To može biti staklo, metal, kamenje, grančice, peteljke, lišće, drvo, nakit, plastika, djelovi kostiju. Oni mogu izazvati posljedice kao što su posjekotine, krvarenje, hirurške intervencije, infekcije, davljenje, lomljenje zuba itd. Ova strana tijela mogu biti djelovi flaša, posuđa, sijalica, paleta, sanduka, odjeće, nakita, mašina, pribora, materijala za pakovanje itd.

Pitanja

Koje se fizičke opasnosti mogu naći u hrani i do kojih posljedica mogu da dovedu?

22. MIKROBIOLOŠKA BIOTEHNOLOGIJA

(Primjena korisnih mikroorganizama u poljoprivredi i proizvodnji hrane)

22.1. Ciljevi biotehnologije

Široka rasprostranjenost mikroorganizama ukazuje na njihovu veoma značajnu ulogu u prirodi. Oni vrše razlaganje različitih organskih materija u zemljištu i vodi, kruženje materije i energije u prirodi, stvaranje plodnog zemljišta, kamenog uglja, nafte i mnogih drugih rudnih bogatstava. Mikroorganizme karakteriše kratko generacijsko vrijeme i veliki broj metaboličkih procesa i puteva, zbog čega imaju veliki potencijal za primjenu u poljoprivredi, prehrambenoj, hemijskoj, farmaceutskoj industriji. Pod biotehnologijom se podrazumijeva upotreba živih organizama za dobijanje ili razgradnju određenih proizvoda. *Mikrobiološka biotehnologija* koristi mikroorganizme za dobijanje različitih korisnih proizvoda. Zahvaljujući molekularnoj biotehnologiji, moguće je od mikroorganizama, kao i biljnih i životinjskih ćelija napraviti "fabrike" koje proizvode veliku količinu ekonomski vrijednih jedinjenja kao što su proteini, aminokiseline, antibiotici, vitamini i dr. Pored uloge u kruženju materije u prirodi, plijesni se koriste za proizvodnju antibiotika (*Penicillium*), limunske kiseline (*Aspergillus*), proizvodnji specijalnih vrsta sira (*Penicillium*), proizvodnji vina i piva (kvasci, *Saccharomyces*). Kvasci razlaganjem šećera stvaraju alkohol. Industrijska upotreba mikroorganizama je započela 1912. godine, kada je upotrijebljena bakterija *Clostridium acetobutyricum* za fermentaciju skroba do butanola i acetona. Sljedeći značajan proizvod - penicilin koga sintetiše plijesan *Penicillium notatum* je otkriven 1929. godine od strane Aleksandra Fleminga. Prvi rekombinantni organizam stvoren u cilju industrijske proizvodnje je bila *Escherichia coli*, radi proizvodnje insulina. Danas se genetički modifikovani mikroorganizmi, koji imaju poboljšana svojstva za proizvodnju određenog proizvoda široko upotrebljavaju. Genetičkim inženjeringom se može povećati proizvodnja u samom tom organizmu ili je moguće prebaciti gene za biosintezu tog proizvoda u neki drugi organizam, koji se onda zove transgeni organizam. Genetički inženjering omogućio je nastanak visokoproduktivnih mikroorganizama koji sintetišu bjelančevine, enzime, vitamine, antibiotike, stimulatore rasta i druge proizvode neophodne za animalnu i biljnu proizvodnju. Genetički modifikovani mikroorganizmi se koriste u poljoprivredi, industriji i medicini. Značaj molekularne biotehnologije u proizvodnji hrane, energije i industrijskih sirovina je utoliko veći jer se kao polazna sirovina koriste obnovljivi resursi - biomasa i industrijski otpad, otpad iz stočarstva i dr., koji zagađuju životnu sredinu. Upotrebom ovih sirovina za rast mikroorganizama se postiže dvostruka korist - dobijanje korisnih proizvoda i rješavanje ekoloških problema. Mikroorganizmi se samim tim mogu koristiti i za prečišćavanje otpadnih voda i razgradnju otpada. Ciljevi koji se ostvaruju primjenom biotehnologije su, očuvanje i unapredjenje životne sredine, poboljšanje zdravstvene bezbjednosti hrane, unapredjenje postupaka konzervisanja i poboljšanje nutritivne vrijednosti hrane, proizvodnja proteina, vitamina, aminokiselina, organskih kiselina, proizvodnja kvalitetne i zdravstveno i ekološki bezbjedne ambalaže. Biotehnologija se primjenjuje za proizvodnju velikog broja proizvoda prehrambene, hemijske i farmaceutske industrije, kao što su pekarski i stočni kvasac, pivo, hleb, vino, sir, jogurt, sokovi, konzervisano voće i povrće, proizvodi od mesa, alkohol, organske kiseline, rastvarači, vitamini, enzimi, aminokiseline, polisaharidi, površinski aktivne materije, biopesticidi, biogoriva, antibiotici, probiotici, vakcine, lijekovi i razna druga farmaceutska i dijagnostička sredstva. Neki od humanih proteina koji su dobijeni uz pomoć molekularne biotehnologije, odnosno transgenih mikroorganizama su insulin, hormon rasta, interferoni, interleukini, serum albumin itd. Mikroorganizmi koji se koriste u biotehnološkim procesima su mikroalge, plijesni, kvasci, bakterije. Mikroalge i cijanobakterije se veoma brzo razmnožavaju i mogu da rastu u prilično jednostavnim uslovima u prisustvu sunčeve svjetlosti. Zato predstavljaju moćan mehanizam za proizvodnju organske materije i značajne su u biotehnologiji. Neki biohemijski putevi kojima mikroorganizmi stvaraju korisne metaboličke proizvode su jednostavni (npr. stvaranje sirćetne kiseline), a neki složeni - (npr. proizvodnja antibiotika).

Mikroorganizmi mogu da stvaraju primarne i sekundarne proizvode metabolizma. Primarni metaboliti su oni koje mikroorganizmi proizvode tokom svoje eksponencijalne faze rasta i koriste im za rast. Sekundarni metaboliti su oni koje mikroorganizmi proizvode u stacionarnoj fazi rasta – tj. kada je njihov rast skoro zaustavljen i oni nemaju značaja za rast mikroorganizama. Jedan od proizvoda primarnog metabolizma je etanol koji nastaje razgradnjom šećera od strane kvasaca i nekih bakterija. Etanol predstavlja izvor energije koja je ovim mikroorganizmima potrebna za rast – dakle primarni metaboliti se stvaraju tokom faze rasta mikroorganizama. Sekundarni metaboliti nisu neophodni za rast i razmnožavanje mikroorganizama i njihovo stvaranje značajno zavisi od uslova u kojima mikroorganizam raste (sastav podloge za kultivaciju i dr.). Neadekvatni uslovi mogu da podstaknu, ali mogu i da inhibiraju stvaranje sekundarnih metabolita. Sekundarne metabolite mikroorganizmi mogu da proizvode u većim količinama, za razliku od primarnih - čija je proizvodnja direktno zavisna od potrebe mikroorganizama za energijom. Osim u stacionarnoj fazi, sekundarni metaboliti mogu da se stvaraju i tokom procesa sporulacije plijesni i bakterija. Tipični produkti sekundarnog metabolizma su antibiotici. Industrijski procesi se odvijaju u bioreaktorima - fermentorima. U cilju utvrđivanja optimalnih uslova, proizvodnja nekog mikrobiološkog proizvoda se prvo vrši u laboratorijskim bioreaktorima ili Erlenmajerovim bocama - u manjim količinama, a zatim u industrijskim uslovima. Uslovi za rast mikroorganizama koji se prate su sastav podloge za kultivaciju, temperatura, prisustvo vazduha, pH, osmotski pritisak, aktivnost vode i dr.

Biokonverzija nedeficitnih obnovljivih biljnih sirovina.

Mikroorganizmi mogu da vrše biokonverziju – tj. transformaciju biljnih ostataka u hranu i energiju. Ovim se postiže i sprečavanje zagađenja životne sredine organskim otpadom. Tako na primjer, mikroorganizmi mogu da vrše biokonverziju celuloze u etanol, koji može da se koristi kao izvor energije (biogorivo).

Mikrobiološke transformacije organskih jedinjenja

Biotransformacija - mikrobiološka transformacija predstavlja transformaciju određenih jedinjenja u strukturno srodne proizvode od strane mikroorganizama. Pri ovim procesima ne dolazi do potpunog razlaganja supstrata, već do manjih njegovih promjena, koje često dovode do stvaranja proizvoda koji ima korisno svojstvo. Postoji mnogo procesa biotransformacija, kao što su hidrosiliranje, hidroliza, metilovanje, kondenzacija, oksidacija, dekarboksilacija, esterifikacija, demetilacija, cijepanje C-C veze, hidriranje, aciliranje, dehidriranje, fosforilacija, redukcija, deaminacija, epimerizacija, halogenizacija i dr. Još uvijek nije jasno koji je smisao biotransformacija. Materija koja se transformiše može da pređe iz manje toksične u toksičniju supstancu. Na primjer, to je slučaj kod transformacije fenolnih jedinjenja u hinone, metilovanja elementarne žive, stvaranja epoksida iz alkena i dr. Neki od industrijskih proizvoda biotransformacije su L-fenilalanin koji nastaje biotransformacijom D fenilalanina, L glutaminska kiselina koja nastaje iz D, L-piroglutaminske kiseline, 2-ketoglukonska kiselina koja nastaje iz glukoze, fumarna kiselina koja nastaje iz jabučne kiseline, fruktoza koja nastaje iz sorbita, glukonska kiselina koja nastaje iz glukoze, propionska kiselina koja nastaje iz propanola, sirćetna kiselina koja nastaje iz etanola, dihidroksiacetone koji nastaje iz glicerina, D-fruktoza koja nastaje iz manita, aceton koji nastaje iz 2,3 butandiola, L-sorboza koja nastaje iz D-sorbita, acetilmetilkarbinol koji nastaje iz 2,3 butilenglikola, 11 α -hidroksiprogesteron iz kojeg nastaje progesteron. Metode biotransformacije se primjenjuju i u proizvodnji steroidnih hormona, polusintetičkih antibiotika i dr. Biotransformacije su značajne i u modifikaciji organskih materija koje zagađuju životnu sredinu, kao što su hlorirani pesticidi, piridinska jedinjenja i dr. Modifikacijama se može postići detoksikacija ovih jedinjenja. Oko 50% ugljenmonoksida (CO) se uklanja mikrobiološkom oksidacijom u ugljendioksid (CO₂).

Ekstrakcija, apsorpcija i akumulacija metala

Bakterije koje se koriste za ekstrakciju metala su hemolitotrofi - *Thiobacillus ferrooxidans* se najčešće koristi u te svrhe. Mikroorganizmi vrše i apsorpciju metala iz otpadnih voda i tako ih izdvajaju i nakupljaju u svojim ćelijama. To je vrlo značajno za prečišćavanje otpadnih voda. Apsorpciju i nakupljanje (akumulaciju) metala iz otpadnih voda mikroorganizmi postižu na nekoliko načina: adsorpcijom metalnih jona za površinu svoje ćelije, apsorpcijom unutar svoje ćelije (intracelularnom apsorpcijom) i biotransformacijom metala. *Saccharomyces cerevisiae* i *Rhizopus arrhizus* imaju sposobnost da adsorbuju na površini svojih ćelija uran iz otpadnih voda, dok *Pseudomonas aeruginosa* vrši apsorpciju urana unutar svoje ćelije. Genetičkim inženjeringom mogu da se stvore sojevi koji imaju bolju sposobnost akumulacije metala. Na tome su bazirane mnoge metode za prečišćavanje otpadnih voda od toksičnih metala i radioaktivnih materija.

Proizvodnja biomase mikroorganizama

U zavisnosti od namjene, mogu se proizvoditi dva tipa biomase mikroorganizama: biomasa kao izvor bjelančevina i enzimski aktivna biomasa. Biomasa kao izvor bjelančevina se sastoji od osušenih i inaktivisanih ćelija algi, kvasaca ili plijesni, a namijenjena je ishrani životinja, ali i ishrani ljudi (*single cell protein* – SCP). Suvu masu biomase čini 45-65% proteina. Ovako proizvedenu biomasu karakteriše hranljivost, jestivost, dobra svarljivost i ekonomičnost. Važan faktor ekonomičnosti je sposobnost mikroorganizama da koriste jeftine sirovine. Oni mogu koristiti sve ugljenohidratane otpatke iz industrije i poljoprivrede. Najjeftinija sirovina je komina grožđa, dok je najskuplja metanol. Mogu koristiti i supstrate kao što su melasa, melasna komina, surutka, skrob, drvni hidrolizati, celuloza, sulfitna tečnost i dr. Melasa je sporedni proizvod proizvodnje šećera iz šećerne repe i šećerne trske. Sulfitna tečnost predstavlja otpad iz industrije celuloze i papira. Celuloza je glavni sastojak industrijskog otpada drvne industrije i poljoprivrede. Celuloza je polimer glukoze, koji je teško rastvorljiv u vodi. Nemaju svi mikroorganizmi sposobnost da razlažu celulozu do fermentabilnih ugljenih hidrata, jer nemaju enzim celulazu. Najveću sposobnost sinteze celulaza imaju plijesni roda *Trichoderma*, *Aspergillus fumigatus*, *Fusarium moniliforme*, *Verticillium spp.*, termofilne celulolizne bakterije (*Bacillus spp.*, *Brevibacillus spp.*), aktinomicete (rodovi *Actinomucor*, *Streptomyces* i dr.), bakterije roda *Sporocytophaga*, *Pseudomonas*, *Cellulomonas*, *Cellovibrio*. Metan je najjeftinija sirovina za proizvodnju mikrobne biomase. On je najvažniji sastavni dio prirodnog gasa i nafte. Osim metana, metanotrofne bakterije mogu da koriste metanol, formamid, formaldehid, ugljenmonoksid, dimetileter, dimetilamin, trimetilamin. Obligatne metanotrofne bakterije su *Methylobacter*, *Methylococcus*, *Methylomonas* i dr. Pored njih, metan mogu da koriste i bakterije iz rodova *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Hyphomicrobium*, *Pseudomonas*, *Streptomyces*. Metanol mogu da iskorišćavaju i kvasci rodova *Candida*, *Hansenula*, *Torulopsis*, plijesni iz rodova *Trichoderma*, *Penicillium* i dr. Etanol je dobar supstrat za gajenje kvasaca iz rodova *Endomycopsis*, *Hansenula*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces* i bakterije iz rodova *Acetobacter*, *Acinetobacter*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Brevibacterium*, *Corynebacterium*, *Hyphomicrobium*, *Nocardia*, *Pseudomonas*. Ugljendioksid je izvor ugljenika za proizvodnju biomase algi. Neke alge imaju visok sadržaj bjelančevina i odavno se koriste kao hrana. Na industrijski način najviše se kultivišu zelene mikroalge roda *Chlorella* i cijanobakterije iz roda *Spirulina*. *Spirulina* nije toksična, ima prijatnu aromu, sadrži do 70% proteina, dosta mikroelemenata i vitamina B12. Surutka je dobar supstrat za mliječne kvasce *Kluyveromyces fragilis*, *Kluyveromyces lactis* i *Torula cremoris*, jer razlažu laktozu. Kvasci se koriste u dijetetske svrhe, kao dodatak povrću i sosevima, hrani za sportiste. Pri izboru mikroorganizama vodi se računa o prinosu biomase, gustini ćelija, odnosa sa supstratom, stabilnosti mikroorganizma, otpornosti na infekciju. Morfologija ćelija mikroorganizama utiče na proces odvajanja biomase od fermentisane podloge. Biomasa mikroorganizama je bogata

lizinom, ali joj nedostaju aminokiseline koje sadrže sumpor – po tome je slična bjelančevinama soje. Najviše se koriste kvasci, jer imaju veliku brzinu rasta i otporni su na kiselu sredinu, a životinje ih dobro usvajaju kao izvor bjelančevina i vitamina. Najviše se koriste kvasci iz rodova *Candida* i *Saccharomyces*. Kvasci se sakupljaju, centrifuguju, ispiraju i suše. S druge strane, bakterije su metabolički sposobnije, jer mogu da koriste metan i molekulski kiseonik i manje su zahtjevne u odnosu na faktore rasta, a njihova biomasa sadrži više aminokiselina sa sumporom. Zato se bakterije koriste za proizvodnju biomase ako se kao supstrat koristi metanol. Najviši prinos biomase se ostvaruje pri gotovo maksimalnoj brzini rasta. Brzina rasta mikroorganizama pri kontinualnoj fermentaciji u hemostatima se može kontrolisati.

Proizvodnja enzimski aktivne biomase mikroorganizama

Enzimski aktivna biomasa se najčešće proizvodi od živih ćelija pekarskog kvasca koji se koristi za fermentaciju tijesta, od kvržičnih bakterija koje se koriste za podizanje nivoa azotofiksacije u zemljištu, od bakterija koje se koriste kao bioinsekticidi i dr.

Proizvodnja enzima

Enzimi se dobijaju iz mikroorganizama, biljaka, životinjskih organa. Više od polovine proizvodnje enzima se zasniva na primjeni mikroorganizama. Zbog upotrebe jeftinih supstrata i visokog potencijala mikroorganizama za rast, njihovom primjenom proizvodnja enzima je ekonomičnija. Enzimi mikroorganizama se koriste za sintezu ili razlaganje različitih jedinjenja. Mikroorganizmi sintetišu neke enzime koje ne mogu da sintetišu drugi organizmi, kao što su tanaza, celulaza, keratinaza i dr. Neki mikroorganizmi mogu da rastu na 87 °C pa čak na 350 °C. Ovi mikroorganizmi stvaraju termostabilne enzime koji imaju značajnu primjenu u biotehnologiji. U biotehnologiji se uglavnom primjenjuju ekstracelularni enzimi mikroorganizama – enzimi koje mikroorganizmi izlučuju van ćelije. U industriji se najviše koriste hidrolitički enzimi koji razlažu skrob, celulozu, bjelančevine i dr. Enzimi koji razlažu skrob – amilolizni enzimi (*amilaze*) dijele se na α -1,4-glukanaze i α -1,6 glukanaze. α - amilaze razlažu skrob do redukujućih šećera. Ovi enzimi cijepaju molekule amiloze i amilopektina u oligomere koji se sastoje od 7-10 glukoznih ostataka. U sljedećoj fazi koja se još naziva i faza saharifikacije, aminoglukozidaza razlaže oligomere do čiste glukoze. Amilaze stvaraju bakterije iz rodova *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas* (*Pseudomonas saccharophila*), plijesni *Aspergillus oryzae* i dr. Za industrijsku proizvodnju α –amilaze najviše se koristi *Bacillus subtilis*. α –amilaze ovog mikroorganizma, kao i *Bacillus stearothermophilus* su termostabilne. *Aminoglukozidaza* (*glukoamilaza*) je jedan od najvažnijih industrijskih enzima. Najviše ga imaju plijesni koje razlažu skrob, kao što su *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Endomyces*, zatim bakterije kao što su *Aerobacter* i *Clostridium*. Za industrijsku proizvodnju se primjenjuje *Aspergillus niger*. Amilaze se primjenjuju u pivarstvu za proizvodnju slada, u pekarstvu za poboljšanje strukture, boje, mirisa, ukusa hleba i dr. Uz primjenu tri mikrobiološka enzima α – amilaze, glukoamilaze i glukozoizomeraze iz skroba se može proizvesti glukozo-fruktozni sirup. Slatkoća glukoze je 70, a fruktoze 115-130, pa se u cilju proizvodnje ovog sirupa dio glukoze (dobijene razlaganjem skroba) uz pomoć enzima glukozoizomeraze transformiše u fruktozu. *Glukoamilaza* se najviše koristi u proizvodnji biljnog mlijeka, alkohola, likera, pirinčanog vina, antibiotika i dr. *Celulaze* se danas najviše koriste za poboljšanje konzistencije i ukusa povrća slabijeg kvaliteta i obradu organskog i komunalnog otpada. *Pektinaze* se primjenjuju u proizvodnji sokova u cilju bolje ekstrakcije sokova iz jagoda i drugog voća. *Invertaza* se primjenjuje u proizvodnji čokolade punjene mekim filom. Tokom čuvanja čokolade, invertaza cijepa saharozu na glukozu i fruktozu i fil u čokoladi postaje tečan kao sirup. *Laktaza* se koristi za dobijanje dijetetskog mlijeka bez laktoze. *Proteinaze* predstavljaju glavni dio ukupne proizvodnje enzima. *Bakterijske proteaze* se više koriste u proizvodnji deterdženata, a *protease plijesni* u prehrambenoj industriji. Bakterijske proteaze se dodaju deterdžentima kako bi se uz pomoć njih uklonile bjelančevinske materije porijeklom od krvi, mlijeka, jaja i dr. Mikrobne proteaze takođe hidrolizuju bjelančevine mesa na

aminokiseline i peptide. Tako se može povećati svarljivost i pristupačnost mesa digestivnim enzimima. *Protease plijesni* se dijele na pepsinske i reninske. Za proizvodnju sira posebno su značajne reninske proteaze. Pomoću enzima *glukozooksidaze* može se ukloniti preostali kiseonik iz piva, vina, voćnih sokova, majoneza. *Dekstranaza* učestvuje u razlaganju dekstrana i tako sprečava pojavu karijesa. Od svih pomenutih enzima, najveću primjenu imaju **glukoizomeraza** za dobijanje glukozo-fruktoznog sirupa, **proteaza** za proizvodnju deterdženata i **reninska proteaza** za proizvodnju sira. Takođe su značajni enzimi koji ulaze u sastav preparata koji se dodaju hrani za životinje. U njihov sastav ulaze amilaze, proteaze, pektinaze, celulaza, koje povećavaju iskoristivost hrane. *Mutanaza* je enzim koji razlaže ekstracelularni polisaharid mutan - koji je sastavni dio zubnog plaka. Zato je ovaj enzim našao primjenu u proizvodnji pasta za zube. Potrebe za proizvodnjom enzima se stalno povećavaju. Za dobijanje enzimskih preparata mikroorganizmi mogu da se kultiviraju na dva načina: površinski - uz primjenu čvrstih podloga i submerzno (u dubinu tečnih podloga). Ekstrakcija enzima iz čvrste podloge se vrši uz pomoć vode. Voda može sadržati pufer, soli i druge materije koje imaju ulogu da olakšaju rastvaranje enzima i povećaju njihovu stabilnost u rastvoru. Submerzna kultivacija se vrši u tečnim podlogama. Njoj se dodaju hemijske materije i flokulanti koji će olakšati taloženje enzima. Rastvor u kojem se nalaze enzimi se zatim koncentriše pod vakuumom ili se izdvaja postupkom ultrafiltracije. Ukoliko je potrebno, vrši se prečišćavanje enzima od prisustva bjelanjčevina taloženjem uz pomoć soli, kao što su amonijum sulfat, natrijum sulfat ili organskim rastvaračima kao što su etanol i aceton. Organski rastvarači koji se koriste u ove svrhe se izdvajaju destilacijom i mogu ponovo da se koriste. Da bi mogli da se koriste više puta i da bi bili stabilniji, proizvedeni enzimi mogu da se imobilizuju. Enzimi mogu da se imobilizuju adsorpcijom na nerastvorljivom nosaču (hidroksili metala), vezivanjem za nerastvorljive vodopropusne polimere (skrob, kolagen, silikagel), unošenjem u polupropustljivu membranu (npr. u šuplja vlakna celuloznog acetata). Tako se na primjer proizvodi imobilizovana fumaraza koja se koristi za dobijanje jabučne kiseline iz fumarne.

Najvažniji industrijski enzimi i mikroorganizmi koji ih proizvode su prikazani u tabeli 465:

Tabela 46. Najvažniji industrijski enzimi i mikroorganizmi koji ih proizvode (Norris, Richmond, 1981, Djukić, Jemcev, 2004):

Enzim	Djelovanje	Mikroorganizam koji ga stvara
α -amilaza	Razlaže skrob do oligomera	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus licheniformis</i>
β -glukanaza	Razlaže beta glukane (polisaharide koji se sastoje od nekoliko glukoznih jedinica)	<i>Aspergillus spp.</i> , <i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
Glukoizomeraza	Transformiše D glukozu u D fruktozu	<i>Bacillus coagulans</i> , <i>Arthrobacter spp.</i> , <i>Actinoplanes missouriensis</i> , <i>Streptomyces spp.</i>
Glukozooksidaza	Oksidiše glukozu u glukonsku kiselinu	<i>Aspergillus spp.</i> , <i>Penicillium spp.</i>

Celulaza	Cijepa β -1-4 glikozidne veze u celulozi	<i>Aspergillus spp.</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Trichoderma reesei</i> , (<i>T.viridae</i>), <i>Ruminococcus albus</i> , <i>Cellulomonas</i> , <i>Aeromonas</i> , termofilni anaerobi <i>Clostridium thermocellum</i> , <i>Thermoanaerobacter brockii</i> , aktinomicete <i>Streptomyces thermodiastaticus</i> , <i>Thermonospora curvata</i> , <i>Thermonospora fusca</i>
Dekstranaza	Razlaže dekstran – razgranati glukan	<i>Penicillium spp.</i> <i>Streptomyces spp.</i>
Glukoamilaza (amiloglukozidaza)	Hidrolizuje skrob do glukoze	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Endomyces fibuliger</i> , <i>Rhizopus spp.</i>
Invertaza (saharaza, β fruktozidaza)	Razlaže saharozu sa desnim okretanjem u glukozu i fruktozu sa lijevim okretanjem – zato se zove invertaza	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Saccharomyces carlsbergensis</i>
Laktaza (β galaktozidaza)	Cijepa mliječni šećer laktozu na a galaktozu i glukozu	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Kluyveromyces fragilis</i> , <i>Kluyveromyces lactis</i> , <i>Saccharomyces fragilis</i> , <i>Zygosaccharomyces lactis</i> , <i>Candida pseudotropicalis</i>
Lipaza	Razlaže masti	<i>Aspergillus spp.</i> , <i>Candida cylindraceae</i> , <i>Mucor miechei</i> , <i>Mucor spp.</i> , <i>Rhizopus spp.</i> , <i>Geotrichum candidum</i>
Mutanaza	Razlaže ekstracelularni polisaharid mutan - koji je sastavni dio zubnog plaka	<i>Trichoderma harzianum</i>
Pektinaza	Razlažu pektin	<i>Aspergillus spp.</i> , <i>Rhizopus spp.</i> , <i>Sclerotinia libertiana</i> , <i>Caniothirium diplodiella</i>
Neutralna proteaza	Ekstracelularni enzimi	<i>Aspergillus spp.</i> , <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , <i>Rhizopus spp.</i>
Ksilanaza	Razlaže hemicelulozu (polisaharid koji se sastoji od ksiloze, galaktoze, manoze, glukoze i arabinoze)	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Fusarium avenaceum</i>

Ligninaza	Razlaže lignin (fenolni polimer sa ugljenim hidratima)	<i>Plijesni aspergillus, Fusarium, bakterije Bacillus, Pseudomonas, Streptomyces</i>
Alkalna proteaza		<i>Bacillus licheniformis, B. thermoproteolyticus, alkalofilne vrste Bacillus</i>
Reninske proteaze	Razgrađuju protein mlijeka	<i>Endothia parasitica, Mucor miehei, Mucor pusillus, Trametes sanguinea</i>
Pepsinske proteaze (proteinaze)	Razlažu proteine	<i>Aspergillus, Penicillium, Rhizopus</i>

Proizvodnja aminokiselina

Od 20 poznatih aminokiselina, za čovjeka su nezamjenljive i najznačajnije: izoleucin, leucin, lizin, metionin, treonin, triptofan, valin i fenilalanin. Ove aminokiseline su našle primjenu u prehrambenoj industriji kao dodaci hrani. Kao hranljivi dodaci najčešće se unose lizin i metionin, a za poboljšanje ukusa natrijum-glutamat i glicin. Unošenjem u stočnu hranu deficitarnih aminokiselina potrebno je unositi manje proteina životinjskog porijekla, jer se ostvaruje isti efekat na rast. Od aminokiselina koje imaju najveći značaj kao dodatak stočnoj hrani ima L-metionin. Dodaje se najčešće sojinom brašnu koje je deficitarno metioninom. Od aminokiselina se priprema vještački zaslađivač aspartam koji je 150 puta slađi od glukoze. Aminokiseline su našle primjenu i u medicini, za liječenje bolesti jetre (arginin, aspartat, glutamat). Takođe se koriste i u kozmetici. U cilju održavanja zdravlja kože i dlake dodaju se kremama i šamponima. Aminokiseline se mogu dobiti hidrolizom sirovina kao što su keratin, pileće bjelancevine, krv, prehrambeni kvasci, biljni materijal. Mikrobiološki načini podrazumijevaju dobijanje aminokiselina fermentacijom ili sintezom iz prekursora. Fermentacijom se najviše dobija glutaminska kiselina i lizin. U industriji se najčešće koriste korinebakterije, kao što je *Corynebacterium glutamicum*, brevibakterije kao što je *Brevibacterium flavum*, kao i sojevi *E. coli* napravljeni genetičkim inženjeringom. Nakon završetka fermentacije kultivaciona tečnost se isušuje, a za dobijanje visokoprečišćenih preparata aminokiseline se ekstrahuju iz podloge za fermentaciju, prečišćavaju pomoću jonoizmjenjivačkih smola i nakon toga se kristalizuju. Nakon metionina, lizin je druga po važnosti aminokiselina u proizvodnji stočne hrane. Prokarioti sintetišu lizin iz L – aspartata, preko L-diaminopimelata. L-serin mogu da sintetišu bakterije koje razlažu metanol. Dobar proizvođač L-serina je obligatni metilotrof *Hyphomicrobium spp.* koji može da sintetiše 25g/dm³ serina. Iz biosintetičkih prekursora se industrijski proizvode L-histidin, L-izoleucin, L-metionin, L-fenilalanin, L-serin, L-treonin, L-triptofan.

Proizvodnja saharoze i njenih zamjena – zaslađivača

Kaloričnost hrane se može smanjiti upotrebom slađih šećera umjesto saharoze, kao što je fruktoza ili upotrebom zamjena za šećer - vještačkih zaslađivača kao što je saharin. Fruktoza se može dobiti hidrolizom saharoze (na primjer limunskom kiselinom) ili fermentacijom i inverzijom pomoću enzima invertaze koja je porijeklom iz kvasca. Jedan od zaslađivača je aspartam čiji je molekul građen od dvije aminokiseline – fenilalanina i asparaginske kiseline. Ove kiseline se mogu mikrobiološki sintetisati, a zatim povezati enzimom. Zaslađivači se mogu praviti i na bazi fruktoze i mogu zamijeniti saharozu. Proizvode ih plijesni koje imaju enzim fruktoziltransferazu (*Aspergillus, Fusarium, Aureobasidium*).

22.2. Primjena korisnih mikroorganizama u poljoprivredi

U biljnoj proizvodnji mikroorganizmi se najviše koriste za proizvodnju mikrobioloških đubriva i biopesticida. U stočarskoj proizvodnji se koriste u proizvodnji silaže i sjenaže, kao proteinski dodatak stočnoj hrani (kvasci i alge), kao zamjena za neke komponente stočne hrane, kao probiotici. Proizvodnjom biomase mikroorganizama se može nadoknaditi nedostatak bjelančevina u hrani, a enzimskom aktivnošću biomase moguće je smanjiti stepen zagađenosti životne sredine.

Proizvodnja mikrobioloških đubriva - biofertilizatora

Zbog sadržaja toksičnih materija, vještačka đubriva ispoljavaju štetan efekat na zdravlje ljudi i životnu sredinu. Zbog toga se proizvode biofertilizatori – mikrobiološka đubriva. Biofertilizatori su napravljeni od bakterija koje imaju koristan uticaj na rast biljaka. Čiste kulture mikroorganizma primjenjuju se za proizvodnju mikrobioloških đubriva, stimulatora rasta biljaka i preparata za zaštitu od bolesti i štetočina. Njihova primjena je ekonomski i ekološki opravdana. Oni se jednostavno nanose na površinu biljke, sjemena ili zemljišta. Svoje pozitivno dejstvo ispoljavaju na osnovu sposobnosti fiksacije atmosferskog azota, pretvaranja jedinjenja fosfora u oblike koji su pristupačni za biljku, sposobnosti razlaganja organske materije, izlučivanja antibiotičkih i fungistatičkih supstanci, sposobnosti proizvodnje hormona i drugih supstanci koji su neophodne za razvoj biljaka. Sposobnost biološke fiksacije azota je utvrđena samo kod prokariota. Hormoni koje proizvode bakterije, kao što su auksini, citokinini, giberelini imaju analogno dejstvo kao biljni hormoni. Biofertilizatori mogu da poprave fizička svojstva zemljišta i njegovu plodnost. Njihovom upotrebom se smanjuje upotreba hemikalija u poljoprivrednoj proizvodnji. Proizvodnja mikrobiološkog đubriva se bazira na proizvodnji biomase sa velikim brojem aktivnih ćelija, koje su sposobne da se razmnožavaju i fiksiraju azot na sjemenu, korijenu i u zemljištu. Primjena mikrobioloških đubriva se bazira na selekciji i razmnožavanju najdjelotvornijih vrsta i sojeva mikroorganizama u laboratorijskim uslovima i njihovom vraćanju u prirodnu sredinu, tj. zemljište. Ovi mikroorganizmi u zemljištu vrše određene mikrobiološke procese i na taj način čine hraniva pristupačnim za biljku. Mikrobiološka đubriva treba da sadrže veliki broj aktivnih ćelija mikrororganizama, oko 10^9 cfu/ml. Za fiksaciju azota od strane mikrororganizama je odgovoran enzim nitrogenaza. Stvaranje i aktivnost ovog enzima inhibira prisustvo kiseonika. Nitrogenaza je utvrđena kod 25 rodova cijanobakterija – većine zelenih i svih purpurnih, kao i kod kvržičnih bakterija roda *Rhizobium*, rodova bakterija *Azotobacter*, *Azospirillum*, kod aktinomiceta. U proizvodnji bakterijskih preparata za azotofiksaciju najviše se koriste bakterije iz roda *Rhizobium*, zato što su najaktivniji azotofiksatori. Za potrebe proizvodnje mikrobiološkog đubriva bakterije roda *Rhizobium* se razmnožavaju u , dok se ne postigne broj od 10^9 ćelija/ml. Ove bakterije je prvi put izolovao naučnik Bejerink 1883.godine. To su gram negativne štapičaste bakterije. Bakterije roda *Azotobacter* osim što fiksiraju azot, stvaraju i hormonsku supstancu heteroauksin koja podstiče rast biljaka, vitamine B grupe i fungicidne supstance.

Proizvodnja bioinsekticida

Bioinsekticidi – mikrobni insekticidi sadrže spore, vegetativne ćelije ili proizvode mikroorganizama koji imaju patogeno djelovanje na insekte. Insekti nanose velike štete u poljoprivredi i šumarstvu. Veliki broj plijesni i bakterija imaju smrtonosno dejstvo na štetne insekte i krpelje. Bioinsekticidi se prave od mikroorganizama koji se izoluju iz bolesnih insekata. Ovi preparati nemaju štetno dejstvo na čovjeka, životinje, korisne insekte i biljke. Do sada nije utvrđena rezistencija štetnih insekata na bioinsekticide. Najveći značaj u proizvodnji insekticida ima bakterija *Bacillus thuringiensis*, koja stvara toksine kao što je turingizin i dr. Ovaj mikroorganizam je patogen u prvom redu za insekte iz reda *Lepidoptera* (leptiri i moljci). Takođe se koristi *Bacillus sphaericus*, koji ima toksično dejstvo na larve velikog broja komaraca. Preparati se pripremaju od vegetativnih ćelija ovog mikroorganizma. Za ubijanje insekata se prave i preparati od entomopatogenih gljiva. Za razliku od

bakterija gljive inficiraju insekte ne samo preko hrane, nego i preko kutikule, jer mogu da je razlože enzimima kao što su lipaze, proteaze, hitinaze. Nakon što prodru u organizam insekta, entomopatogene gljive stvaraju i toksine. Plijesni koje ne stvaraju jake toksine, izazivaju smrt insekata tako što ispune njegovo tijelo micelijumom. Deuteromiceta *Beauveria bassiana* napada preko 70 vrsta štetnih insekata. Preparat se pravi od konidiospora ove gljive. Virusni insekticidi se pripremaju od virusa izolovanih iz oboljelih i uginulih insekata. Virusi čine 1/3 do 1/2 svih patogenih mikroorganizama za insekte.

Primjena mikroorganizama u proizvodnji silaže i sjenaze

Proizvodnja silaže se bazira na metaboličkoj aktivnosti bakterija mliječne kiseline, koja dovodi do ukiseljavanja zelene biljne mase i sprečavanja razmnožavanja truležnih bakterija. Na taj način dolazi do konzervacije silaže. Proces siliranja se odvija u nekoliko faza. Mehaničkim pritiskom na biljnu masu se oslobađa tečnost iz biljnih tkiva, koja omogućava razvoj određenih mikroorganizama, od kojih neki stvaraju sirćetnu kiselinu. Ova kisela sredina je pogodna za razmnožavanje bakterija mliječne kiseline i drugih bakterija koje stvaraju mliječnu kiselinu. To dovodi do nakupljanja značajne količine mliječne kiseline, koja dostiže 1–1,5% sadržaja mase, a pH silaže pada na 4,2. Kisela sredina sprečava rast štetnih, truležnih mikroorganizama. Dobro silirana hrana može dugo da se čuva. U slučaju nepravilnog siliranja, bakterije buterne kiseline mogu da se razmnožavaju i razlažu preostale ugljene hidrate i mliječnu kiselinu. Takođe dovode do dezaminacije aminokiselina, što dovodi do stvaranja masnih kiselina, amonijaka i amina. Dodatkom kultura bakterija mliječne kiseline poboljšava se mikrobiološki sastav silaže, stvara se više mliječne kiseline, manje buterne, sirćetne kiseline i amonijaka, manji su gubici hranljivih materija i silaža je ukusnija. Njihovom primjenom smanjuje se stepen dezaminacije aminokiselina u silaži i razlaganje bjelančevina i tako se smanjuje gubitak suve materije. Najbolje se pokazala kultura homofermentativnih laktobacila - *Lactobacillus plantarum*. Pri razvoju homofermentativnih bakterija, u silaži se stvara značajno manja količina sirćetne kiseline nego pri rastu heterofermentativnih. Heterofermentativne bakterije mliječne kiseline nemaju povoljan uticaj na kvalitet silaže. Proizvodnjom sirćetne kiseline se gubi mnogo više suve materije oslobađanjem ugljendioksida. Kulture bakterija mliječne kiseline imaju najveći efekat pri siliranju biljne mase koja se teško silira, divljih biljaka i biljaka koje su bogate proteinima. Odabrane kulture bakterija mliječne kiseline takođe poboljšavaju i kvalitet silaže napravljene od biljaka koje se lako siliraju (kukuruz i dr.). Usmeravanje procesa siliranja hrane u pravcu homofermentativne mliječne fermentacije ima ključni značaj za dobijanje visokokvalitetne silaže. Obogaćivanjem biljne mase odabranim kulturama homofermentativnih bakterija mliječne kiseline one postaju dominantne grupe mikroorganizama u silaži i tako sprečavaju razmnožavanje štetnih mikroorganizama. Ove bakterije dovode do brzog nakupljanja mliječne kiseline i stvaranja manje količine isparljivih kiselina. Silaža ima visoku hranljivu vrijednost, jer su u njoj očuvane gotovo sve hranljive materije i vitamini. Ona utiče na bolje varenje hrane kod životinja, njihovu bolju produktivnost, kao i na bolji ukus silaže. Glavni zadatak tehnologije proizvodnje silaže je stvaranje uslova koji su neophodni za život bakterija mliječne kiseline i suzbijanje rasta štetnih mikroorganizama. Poznavanje dinamike rasta pojedinih vrsta mikroorganizama tokom siliranja, kao i faktora koji utiču na njihov rast je od ključnog značaja za uspjeh tehnologije proizvodnje silaže. Tok mikrobioloških procesa tokom siliranja određuje mnogo faktora, kao što su sastav biljne mase, sadržaj vode, vazduha, oksidoredukcioni potencijal, temperatura i dr. Od bakterija mliječne kiseline u prvim danima dominiraju koke (pediokoke, laktokoke, enterokoke, leukonostok) koje su porijeklom sa biljaka, a ubrzo počinje da raste i broj laktobacila (*Lactobacillus plantarum*, *L.casei*,

L. brevis, *L. fermenti*). Laktobacili su prvih dva dana siliranja potisnuti kokoidnim oblicima bakterija mliječne kiseline, bez obzira koji je bio njihov početni broj u biljnoj masi. Laktokoke imaju veliki značaj u početnoj fazi siliranja, jer ne dozvoljavaju rast gram negativnih bakterija. U tom periodu se mogu razmnožavati i anaerobne bakterije iz roda *Clostridium* (*Clostridium butiricum*, *Cl. paraputrificum*, *Cl. sporogenes*, *Cl. bifermentans*) i drugi anaerobi. Ove bakterije imaju negativno dejstvo na proizvodnju silaže. Njihov rast inhibira nakupljanje mliječne kiseline i smanjenje količine vode u biljnom materijalu. Smatra se da se pri temperaturi od 25 °C dobija najveći prinos mliječne kiseline, a najmanji sirćetne. Međutim, silaža je boljeg kvaliteta ako se proizvodi na temperaturi 20 °C, nego na 24 °C i 32 °C, jer se na toj temperaturi suzbija rast bakterija buterne kiseline. Mliječna kiselina ima glavnu ulogu u konzervaciji silaže. Smatra se da važnu baktericidnu ulogu ima i nedisosovani dio mliječne kiseline. Treba uzeti u obzir i sposobnost bakterija mliječne kiseline da stvaraju bakteriocine. Silaža koja ima pH 4-4,2 je stabilna, a sa pH iznad 4,2 je nestabilna. Biljke treba da sadrže potrebnu količinu šećera da bi se odvijao proces stvaranja mliječne kiseline u količini koja će sniziti pH na 4-4,2. Dodavanjem melase za siliranje lucerke i drugih biljaka koje se teško siliraju pospješuje se rast bakterija mliječne kiseline. Vlažnost silaže od 70-75% je najbolja za rast bakterija mliječne kiseline. Nakon završetka anerobne fermentacije, u silažnom soku se nalazi oko 1% mliječne kiseline i 0,5% sirćetne kiseline, što znači da se odvijala i homo i heterofermentativna mliječna fermentacija. Da bi se spriječio rast aerobnih mikroorganizama, neophodno je zelenu masu jako sabiti u silotrenčevima ili silotornjevima, kako bi se uklonio vazduh. To povoljno djeluje na rast homofermentativnih mliječnokiselih bakterija i sprečavanje rasta drugih mikroorganizama, što se dešava kako pri proizvodnji silaže, tako i pri proizvodnji sjenaže. **Sjenaža** se dobija fermentacijom biljne mase - prethodno usitnjene i prosušene do vlažnosti 55-65%. Konzervišuće materije u sjenaži su mliječna kiselina i ugljendioksid koji se stvara tokom disanja zelene mase, tako da se samo 15-30% biljne mase transformiše u mliječnu kiselinu. Prema tome, hranljiva vrijednost sjenaže je veća od hranljive vrijednosti silaže, jer 80% šećera ostaje nefermentisano.

22.3. Primjena mikroorganizama u zaštiti životne sredine

U zaštiti životne sredine mikroorganizmi se koriste za razlaganje tečnog i čvrstog otpada (proizvodnja komposta i biogasa), kao i u bioremedijaciji, tj. prečišćavanju - detoksikaciji zemljišta i vode.

Prečišćavanje otpadnih voda

Veoma značajan dio biotehnologije jeste prečišćavanje otpadnih voda i svih drugih vrsta otpada koji nastaju kao nusproizvodi poljoprivredne proizvodnje, industrije, domaćinstava i dr. Otpadne vode se ne smiju ispuštati u vodotokove bez prethodnog prečišćavanja. Metode za prečišćavanje vode se baziraju na primjeni zajednica mikroorganizama koje se jednim imenom zovu aktivni mulj. Ovi postupci prečišćavanja mogu da se odvijaju u aerobnim i anaerobnim uslovima. *Aerobni procesi* imaju veći značaj u prečišćavanju otpadnih voda. Prije djelovanja aktivnog mulja, iz otpadne vode se taloženjem, a zatim filtracijom odstranjuju krupne čestice i pijesak. Tokom prečišćavanja, voda je u kontaktu s vazduhom i aktivnim muljem oko 4-24h – što zavisi od vrste otpadnih voda, stepena njenog zagađenja i dr. Aktivni mulj se sastoji od zajednica flokuliranih (slijepljenih) bakterija i protozoa. U aktivnom mulju su utvrđene bakterije rodova *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Agrobacterium*, *Spirillum*, *Arthrobacter*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Sphaerotilus* i dr. One prije svega imaju sposobnost oksidacije i nitrifikacije. Nitrifikacione bakterije iz rodova *Nitrosomonas* i *Nitrobacter* vrše transformaciju amonijačnog azota u nitrite i nitrate. Protozoe se hrane bakterijama i dovode do smanjenja zamućenosti otpadne vode koja se prečišćava. Od oko 200 vrsta identifikovanih protozoa

u mulju, najveći značaj imaju infuzorije (cilijate) rodova *Vorticella* i *Opercularia*. Anaerobni procesi prečišćavanja otpadnih voda se takođe koriste i imaju nekoliko prednosti u odnosu na aerobne. U toku anaerobnih procesa stvara se manje mulja - što smanjuje troškove njegove prerade, ne troši se energija koja je potrebna za miješanje u cilju aeracije otpadne vode i stvara se metan - koji može da se koristi kao gorivo. Međutim, anaerobni procesi nisu dovoljno proučeni, manje su stabilni i pouzdani, pa se rjeđe koriste u odnosu na aerobne. Osnovni nedostatak anaerobnih sistema je sporije odvijanje reakcije u odnosu na aerobne procese. Anaerobno prečišćavanje se vrši u metanskim fermentorima. Bakterije koje učestvuju u ovom procesu se dijele u tri grupe. Prva grupa su hidrolizne bakterije, tzv. acidogene (rodovi *Clostridium*, *Acetobacterium*, *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus* i dr.). One vrše početnu hidrolizu složenih supstrata do niskomolekulskih organskih kiselina i drugih malih molekula. Druga grupa su heteroacetogene bakterije (*Synthrobacter wolinii*, *Synthrophomonas wolfi*) koje stvaraju sirćetnu kiselinu i vodonik. Treća grupa su metanogene bakterije koje proizvode metan. Ovoj grupi pripadaju bakterije koje koriste vodonik (litotrofi), kao što su rodovi *Methanobacterium*, *Methanospirillum*, *Methanococcus* i bakterije koje koriste sirćetnu kiselinu (acetotrofi), kao što su bakterije koje pripadaju rodovima *Methanosarcina*, *Methanotrix* i dr. Aktivnošću pomenutih grupa mikroorganizama u metanskom fermentoru dolazi do smanjenja sadržaja organske materije u otpadnim vodama - uz istovremeno stvaranje biogasa. Biogas čine metan i ugljendioksid. Kao i kod aerobnih procesa, sadržaj toksičnih materija u otpadnoj vodi ne smije biti iznad određenih vrijednosti, kako bi mikroorganizmi mogli da se razmnožavaju. U metanskoj fermentaciji značajnu ulogu ima temperatura. Mezofilni mikroorganizmi rastu na 30-35 °C, a termofilni na 50-60 °C. Proces se brže odvija pri ovim većim temperaturama. Metanski fermentor mora da ima uređaje za izdvajanje biogasa i za zaštitu od požara. Primjenom metanogeneze u prečišćavanju organskog otpada (mulj, otpadne vode, otpad sa farmi i dr.) se, dakle, rešavaju ekološki problem, kao i problem nedostatka energije.

Prečišćavanje čvrstog otpada

Kada je u pitanju čvrsti otpad, najveći izazov za prečišćavanje su mulj koji nastaje nakon prečišćavanja otpadnih voda i komunalni otpad. Količina čvrstog otpada koja nastaje godišnje tokom prerade otpadnih voda se kreće od 10.000 do 4.500.000 tona. Mulj je izvor jona teških metala i patogenih mikroorganizama i zato je neophodno njegovo prečišćavanje. Prije prečišćavanja se vrši dehidracija mulja, što se postiže postupcima taloženja i filtracije. Postupak prečišćavanja se vrši *aerobnim* ili *anaerobnim* postupkom. Nakon prerade mulj se najčešće spaljuje i odlaže na deponije. Fermentisani mulj je bogat azotom, fosforom, kalijumom i po tome ne zaostaje za stajnjakom. Zbog toga bi dao dobre rezultate kao organsko đubrivo. Međutim, ograničenje za njegovu primjenu u ove svrhe je opasnost od zagađenja zemljišta i biljaka jonima teških metala i patogenim mikroorganizmima. Ostali čvrsti otpad, koji neće biti prerađen se takođe odlaže na deponije. Na deponiju se, dakle, odlažu svi čvrsti ostaci otpada nakon njegove prerade, kao i neprerađeni otpad. Određene vrste otpada često nije ekonomski opravdano prerađivati i zato se odlaže neprerađen na deponijama. Prije skladištenja u kade deponije, poželjno je otpad usitniti i samljeti. U kadama deponije se otpad sabija specijalnim valjcima, kako bi se istisnuo vazduh. U početku, dok još ima kiseonika, u otpadu se razvijaju aerobni procesi pri kojima se razgrađuju složeni organski molekuli i raste temperatura do 80 °C. Ova temperatura ubija patogene mikroorganizme. Potrošnja kiseonika u procesima oksidacije i povećanje koncentracije ugljendioksida dovodi do stvaranja uslova za razvoj mikroaerofilnih, a zatim anaerobnih mikroorganizama. Proces hidrolize i fermentacije dovode do razlaganja bjelancevina, polisaharida, masti, nukleinskih kiselina, stvaranja vodonika i ugljendioksida, etanola, mliječne, ćilibarne i sirćetne kiseline. Nakon toga počinje metanogeneza, proces u kojem metanogene bakterije iz ugljendioksida i vodonika, sirćetne kiseline i trietilamina stvaraju metan. Karakteristični proizvodi razlaganja čvrstog otpada su voda i gas koji se odvođe cijevima iz tijela deponije. Izdvojena voda se odvodi i prečišćava u aerisanim bazenima. U ovim bazenima se za nekoliko mjeseci biološka potrošnja kiseonika može smanjiti za 70% i značajno

smanjiti sadržaj amonijaka. Za ubrzavanje aerobne razgradnje, koriste se i vodene biljke koje obogaćuju vodu u bazenima kiseonikom. Za prečišćavanje se mogu dodatno koristiti biofiltri i aktivni mulj. Stvoreni biogas se takođe odvodi sistemom kanala i može da se koristi kao izvor energije. Sastav čvrstog otpada utiče na sastav gasa i brzinu kojom se stvara. Predtretman otpada značajno utiče na brzinu stvaranja gasa. Na primjer, smanjenjem čestica otpada sa 250 na 10 mm dolazi do povećanja brzine stvaranja gasa za četiri puta. Povećanjem sadržaja vode sa 10 na 65% se utiče na povećanje brzine procesa hidrolize i metanogeneze. Veća količina gasa (za 70%) se dobija prilikom povećanja temperature sa 22 na 33 °C. Gas se odvodi vertikalnim i vodoravnim perforiranim polietilenskim cijevima, pri čemu se mogu koristiti i pumpe. Metan se, osim za dobijanje energije, može koristiti i za proizvodnju metanola i drugih hemijskih proizvoda.

Proizvodnja komposta

Kompostiranje je proces biološke oksidacije tokom kojeg dolazi do aerobnog razlaganja organskih materija od strane mikrororganizama, u uslovima povećane vlažnosti i temperature. U toku ovog procesa organska materija je izložena fizičkim i hemijskim transformacijama pri čemu se dobija humifikovani proizvod. Ovaj proizvod je koristan za poljoprivredu jer predstavlja organsko đubrivo i poboljšava strukturu zemljišta. Razmnožavanjem u organskom otpadu, koristeći ga kao izvor hranljivih materija, mikroorganizmi stvaraju ugljendioksid, vodu, organska jedinjenja i energiju. U kompostiranju učestvuje preko 2000 vrsta bakterija i preko 50 vrsta gljiva. Psihrofilima odgovara temperatura niža od 20 °C, mezofilima od 20 do 40 °C, a termofilima preko 40 °C. U poslednjoj fazi kompostiranja dominiraju mezofilni mikroorganizmi. Broj bakterija u kompostu je vrlo veliki i kreće se od 10^8 - 10^9 ćelija/g. Tokom kompostiranja se postižu temperature od 55-60 °C koje ubijaju patogene mikroorganizme i parazite. Gljive imaju veoma važnu ulogu u razlaganju celuloze, ali i njih ubija temperatura veća od 55 °C. Organski otpad predstavlja smjesu šećera, bjelancevina, masti, celuloze, hemiceluloze, lignina i neorganskih soli. Za proces kompostiranja materijal se slaže u vidu dugačkih gomila, koje na presjeku imaju oblik trougla. Preporučuje se da njihova visina ne bude veća od 1,5 m, a širina 2,5 m, kako bi bila dobra aeracija. Radi aeracije materijal u gomilama se tokom kompostiranja prevrće. Kompostiranje može da traje 4-20 dana, a najčešće osam dana. Tokom kompostiranja se gubi 30-40% organske materije u obliku CO₂ i H₂O. Prilikom unošenja u zemljište, kompost se razlaže – mineralizuje, pri čemu se oslobađaju hranljive materije za biljke (azot, fosfor, kalijum, mikroelementi). Za razliku od vještačkih đubriva, hranljive materije iz komposta se sporije razlažu, zbog čega kompost može da djeluje i tokom nekoliko godina.

Proizvodnja biogasa

Kao što sam naziv govori, biogas nastaje u biološkom procesu aktivnošću mikroorganizama. Biogas predstavlja mješavinu gasova koja se sastoji najviše od metana (50–75 vol%) i ugljen-dioksida (25–50 vol%). Osim toga, u biogasu se nalaze i male količine vodonika, vodonik-sulfida, amonijaka i drugih gasova. Ovaj proces – anaerobna fermentacija je široko rasprostranjen u prirodi i odvija se u močvarama, na dnu mora i okeana, u jamama za skladištenje tečnog stajnjaka, u buragu preživara. Pri tom procesu se organska masa pomoću velikog broja mikroorganizama gotovo u potpunosti konvertuje u biogas. Pored biogasa u tom procesu nastaje i određena količina toplote i nove biomase. Na sastav biogasa utiče sastav korišćenih supstrata, postupak fermentacije i dr. Tokom metanske fermentacije od strane metanogenih arheja (*Methanobacterium*, *Methanospirillum*, *Methanococcus* i dr.), u biogas se transformiše 30-50% organske materije. Proces proizvodnje biogasa se odvija u anaerobnim digestorima - fermentorima. Ukoliko se metanska fermentacija odvija na temperaturama 55-57 °C, postiže se i dezinfekcija supstrata. Temperatura 54-56 °C se smatra optimalnom za metanogenezu. Proizvodnjom biogasa se postižu tri cilja: dobijanje biogasa koji predstavlja izvor energije, dobijanje organskog đubriva i zaštita životne sredine. Biogas može da se koristi za proizvodnju toplotne i električne energije. Za proizvodnju biogasa mogu da se koriste različiti

organski supstrati, kao što su tečni i čvrsti stajnjak, organski otpad biljnog i životinjskog porijekla iz poljoprivredne proizvodnje, prehrambene industrije, organski dio komunalnog otpada i otpada iz ugostiteljstva itd.

Bioremedijacija životne sredine

Bioremedijacija je postupak primjene živih organizama u cilju detoksikacije životne sredine od teških metala, organskih jedinjenja (ugljovodonici nafte i dr.), radionuklida, eksploziva, pesticida, plastike i dr. Neki organizmi imaju sposobnost da razlažu i koriste ove materije kao izvor hranljivih materija i energije. Procesi bioremedijacije se i normalno svakodnevno odvijaju u prirodi i obuhvataju mikrobiološku detoksikaciju zemljišta, površinskih i podzemnih voda, vazduha, čvrstog, tečnog i gasovitog otpada od različitih toksičnih materija. U procesu bioremedijacije se razgrađuju i transformišu toksične materije u manje toksične ili neotrovne materije. Bioremedijaciju vrše kvasci iz rodova *Candida*, *Hansenula*, *Rhodotorula*, *Torulopsis*, plijesni iz rodova *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, bakterije iz rodova *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Vibrio*, *Aeromonas*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter* i druge. Bioremedijacijom se postiže potpuna mineralizacija organskog zagađenja. Genetičkim inženjeringom se mogu stvoriti posebni organizmi za proces bioremedijacije. Upotreba autohtonih mikroorganizama je mnogo bezbjednija od upotrebe genetički modificovanih mikroorganizama. Bioaugmentacija je postupak unošenja živih mikroorganizama u zemljište u cilju njegovog prečišćavanja. Pošto djelimičnom razgradnjom zagađujućih materija mogu nastati još toksičniji međuproizvodi, tome treba posvetiti veliku pažnju. Osnovni procesi bioremedijacije su oksidacija i redukcija i mogu se odvijati u aerobnim i anaerobnim uslovima. Kompostiranje je takođe vrsta bioremedijacije. Poseban problem predstavlja prečišćavanje zemljišta od organskih zagađujućih materija koje su nerastvorljive u vodi i koje imaju veliku gustinu. Glinovita zemljišta su slabo propusna za vodu i vazduh, lepljiva su i u prisustvu male količine vode i zato nisu pogodna za bioremedijaciju. Osim upotrebe mikroorganizama, za detoksikaciju zagađivača prisutnih u zemljištu se mogu primijeniti i biljke (fitoremedijacija). Naročiti problem za detoksikaciju predstavljaju ksenobiotici – štetne vještačke materije koje ne mogu da se uključe u ciklus ugljenika, azota, sumpora i vodonika. Oni se nakupljaju u životnoj sredini iz otpada i ostataka pesticida. Ksenobiotici dovode do pojave štetnih efekata na biljni i životinjski svijet. Biološka sudbina ksenobiotika može biti njegovo djelimično ili potpuno razlaganje (djelimična ili potpuna mineralizacija), nakupljanje ili polimerizacija. Jedinjenja koja ne može da transformiše nijedan mikroorganizam su sintetički polimeri i neki aromatični ugljovodonici. Neki od mikroorganizama u zemljištu koji vrše degradaciju nekih fungicida su iz rodova *Nocardia*, *Arthrobacter* i *Mycobacterium*. Nafta i njeni proizvodi su značajni zagađivači životne sredine. Prirodni način samoprečišćavanja zemljišta i voda je process koji može da traje i do nekoliko decenija. U biotransformaciji ugljovodonika nafte značajnu ulogu imaju mikroorganizmi koji mogu te materije da koriste kao jedine izvore ugljenika. Jedan od mikrobioloških preparata koji se dodaje zemljištu u cilju razgradnje, tj. oksidacije ugljovodonika nafte su bakterije roda *Pseudomonas*.

22.4. Primjena mikroorganizama u prehrambenoj industriji

U prehrambenoj industriji mikroorganizmi se koriste u proizvodnji alkoholnih pića, vina, piva, sokova, organskih kiselina, proteina, enzima, egzopolisaharida, proizvoda od mlijeka – sira, jogurta, kefira (starter kulture), proizvoda od mesa, konzerviranju voća i povrća, pekarstvu, proizvodnji probiotika.

Proizvodnja probiotika

Probiotici predstavljaju žive kulture mikroorganizama koji, kao dodatak hrani u crijevima podstiču metaboličke procese koji poboljšavaju svarljivost i resorpciju hrane. To su u prvom redu bakterije

mliječne kiseline koje stvaraju mliječnu kiselinu, inhibiraju patogene bakterije, kao što su *Listeria*, *Salmonella*, *Escherichia*, *Yersinia*, *Brucella*, *Clostridium* i dr., sprečavaju pojavu infekcija i jačaju imuni sistem. Bakterije mliječne kiseline se vežu za receptore na ćelijama sluzokože crijeva i na taj način sprečavaju naseljavanje koliformnih bakterija, prije svega patogenih *E. coli*. Kako bi živi dospjeli do crijeva, probiotski mikroorganizmi treba da su otporni na djelovanje želudačne kiseline i žučnih kiselina. Probiotici se često dodaju hrani zajedno sa prebioticima, zbog njihovog sinergističkog djelovanja. Prebiotici su nesvarljivi sastojci hrane koji u digestivnom traktu stimuliraju rast i aktivnost poželjnih bakterija. Neki od prebiotika su manani i inulin. Manani predstavljaju polimere šećera manoze, koji, vezujući se sa patogenim bakterijama iste onemogućavaju da se vežu za sluzokožu crijeva. Korisni su i zbog toga što mogu biti hrana korisnim bakterijama. Prebiotici se vare tek kad dospiju u debelo crijevo gdje podliježu razgradnji od strane poželjnih bakterija. U dobijanju fermentisanih proizvoda od mlijeka bakterije mliječne kiseline imaju veoma važnu ulogu.

Proizvodnja fermentisanih proizvoda od mlijeka

Proizvodnja fermentisanih proizvoda od mlijeka (jogurt, kiselo mlijeko, pavlaka, maslac, kajmak, sir) zasniva se na biohemijskoj aktivnosti bakterija mliječne kiseline. Ovi mikroorganizmi utiču na formiranje specifičnog ukusa i mirisa, boje, izgleda, konzistencije, svarljivost, rok upotrebe prehrambenih proizvoda itd. Pored mliječne kiseline za ukus i aromu mliječnih proizvoda važnu ulogu imaju i lako isparljivi proizvodi razgradnje citrata kao što su diacetil, acetaldehid, etanol, acetat, CO₂ i dr. Pored razgradnje mliječnog šećera, od velikog značaja je razlaganje bjelančevina u različita jedinjenja, koja proizvodima od mlijeka daju nove osobine. Takođe je važna razgradnja masti (djelimična, ili do slobodnih masnih kiselina i glicerola). Neke vrste bakterija mliječne kiseline imaju probiotska i terapijska svojstva. Ove bakterije se kao starter kulture dodaju pri proizvodnji proizvoda od mlijeka da pokrenu fermentaciju mlijeka. Postoje starter kulture za proizvodnju: kiselog mlijeka i jogurta, kefir, kumisa i drugih fermentisanih napitaka, pavlake, maslaca, sireva. Svaka od ovih starter kultura sadrži jedan ili više sojeva jedne vrste mikroorganizama, zatim mješavinu dva ili više sojeva različitih vrsta. Starter kultura za proizvodnju kiselog mlijeka i jogurta se sastoji od dvije vrste bakterija: *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus*. Proces fermentacije se kontroliše mjerenjem pH. Nakon postizanja potrebne pH vrijednosti proizvoda, fermentacija se prekida naglim hlađenjem. Starter za proizvodnju kefir se sastoji od mješavine više vrsta mikroorganizama: *Lactobacillus caucasicus*, *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum*, *Torulospira delbrueckii*, *Candida kefir*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces*. Njihove ćelije su slijepljene u želatinoznu masu, koja ima izgled nabubrela zrnaca (zato se ova starter kultura često naziva "kefirna zrna"). Starter za kiselu pavlaku i maslac čine mezofilne bakterije mliječne kiseline: *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris*. Vrijednost pH fermentisane pavlake je oko 4,5. Kultura za proizvodnju kisele pavlake se dodaje u količini od 2-4%. Starter kultura za proizvodnju acidofilnog mlijeka je *Lactobacillus acidophilus*. Za izradu tvrdih sireva tipa ementalškog sira upotrebljava se starter u kome se nalazi mješavina dvije vrste bakterija mliječne kiseline: *Lactobacillus helveticus* i *Streptococcus thermophilus*. Za druge vrste tvrdih i polutvrdih sireva, kod kojih se zagrijavanje gruš vrši na nižoj temperaturi, upotrebljavaju se kao starter čiste kulture: *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Streptococcus citrovorus*. Dodaje se 1-2% kulture na količinu mlijeka. Neke vrste plijesni iz roda *Penicillium* utiču na proces zrenja sireva i pojavu jedinjenja koja poboljšavaju ukus i miris sira. To su: *P. camemberti* - plava plijesan, koja se koristi za proizvodnju sira kamember i bri, *P. candidum* -

bijela plijesan, koja se koristi za proizvodnju sira kamember, *P. roqueforti* - plavozelena plijesan, koristi se za proizvodnju plavih sireva – rokfor (slika 82.), stilton, gorgonzola i dr.



Slika 82. Rokfor sir – sa plavim plijesnima

<https://recipes.net/articles/what-is-blue-cheese-made-of/>

Bakterije mliječne kiseline su korisne i u dobijanju konzervisane stočne hrane (silaza, sjenaža). Svako klimatsko podneblje ima i svoju specifičnu mikrofloru koja ima specifične metaboličke osobine. Zahvaljujući toj specifičnosti, u različitim klimatskim područjima se proizvode i različiti prehrambeni proizvodi (jogurt, sir, kobasice, kajmak i dr.).

Proizvodnja fermentisanih proizvoda od voća i povrća

Procesom fermentacije voća i povrća se postiže njihovo čuvanje – konzervacija. Procesom fermentacije najčešće se vrši konzervacija kupusa, krastavaca, maslina u rastvorima kuhinjske soli. Krajnja koncentracija soli u rastvoru fermentisanih krastavaca je 2%, a u rastvoru fermentisanih maslina 18%. U toku procesa fermentacije, dominantno rastu aerobne bakterije koje su bile prisutne na voću i povrću prije stavljanja u slani rastvor. Ubrzo počinju da se razmnožavaju bakterije mliječne kiseline i neki kvasci (*Saccharomyces* i *Torulopsis*), koji u procesu fermentacije stvaraju mliječnu i sirćetnu kiselinu. Zatim uslovi postaju sve povoljniji za kvasce, koji postaju dominantni. Na površini rasola (slanog rastvora) se u vidu navlake razmnožavaju kvasci rodova *Pichia*, *Debaromyces* i *Candida*. U cilju bolje kontrole procesa fermentacije, dodaju se odabrane kulture bakterija mliječne kiseline. U procesu fermentacije masline značajne su i dominantne bakterije roda *Lactobacillus* (*Lactobacillus mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus pentosus*). Očuvanje namirnica procesom fermentacije se široko koristi. Njom se obezbjeđuje ne samo duži rok trajanja i mikrobiološka bezbjednost namirnice, već i njihova bolja svarljivost. Bakterije mliječne kiseline su zbog svojih jedinstvenih metaboličkih karakteristika uključene u mnoge procese fermentacije mlijeka, mesa, žitarica i povrća. Upotreba starter kulture napravljene od *Lactobacillus pentosus*, *Levilactobacillus brevis* i *Lentilactobacillus buchneri* dovode do mikrobne stabilnosti kiselih krastavaca.

Proizvodnja fermentisanih proizvoda od mesa

Proizvodnja suvih fermentisanih kobasica najčešće se zasniva na tradicionalnim načinima proizvodnje. Međutim, u poslednje vrijeme se ove kobasice sve više proizvode i na industrijski način, što zahtijeva standardizaciju – ujednačenost kvaliteta proizvoda i smanjeni stepen zdravstvenih rizika njihove proizvodnje. Iz tih razloga se u proizvodnji fermentisanih kobasica koriste odabrane starter kulture. Bakterije koje se koriste kao starter kulture prisutne su u mesu i proizvodima od mesa i kao prirodna, autohtona mikroflora. Sremska kobasica je tipični predstavnik fermentisanih kobasica (slika 83.).



Slika 83. Sremska kobasica

<https://www.carolijeizpusnice.rs/product/sremska-kobasica/>

Najčešće izolovani autohtoni sojevi bakterija mliječne kiseline iz sremske kobasice su: *Lactobacillus delbrueckii ssp. delbrueckii*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus cellobiosus*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. mesenteroides*. U sastav starter kultura za ove proizvode ulaze bakterije mliječne kiseline iz rodova *Lactobacillus* (*Lactobacillus sake*, *Lactobacillus curvatus*, *Pediococcus* (*Pediococcus acidilactici*), kao i iz rodova *Micrococcus* (*Micrococcus varians*), *Staphylococcus* (*Staphylococcus carnosus*, *Staphylococcus xylosus*). Laktobacili i mikrokoke su najdjelotvornije starter kulture za proizvodnju fermentisanih kobasica. Ovi mikrororganizmi imaju specifične metaboličke osobine, koje imaju značajnu ulogu u sprečavanju rasta patogenih bakterija kao što su *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* i dr., kao i u stvaranju specifičnih organoleptičkih osobina fermentisanih kobasica. Bakterije mliječne kiseline proizvode antimikrobne supstance, aromatična jedinjenja i vitamine i mogu imati i probiotska svojstva. Ove osobine bakterija mliječne kiseline su od velikog značaja pri proizvodnji fermentisanih proizvoda. Djelovanjem ovih mikroorganizama se razlažu ugljeni hidrati prvenstveno do mliječne kiseline, što dovodi do spuštanja pH vrijednosti do 4,9 (najviše do 5,2). Mikrobiološka bezbjednost tradicionalnih fermentisanih kobasica u prvom redu zavisi od niske aw vrijednosti i niske pH vrijednosti. Utvrđeno je da je pH vrijednost niža u fermentisanim kobasicama šireg dijametra. Ovo se objašnjava sporijim spuštanjem aw vrijednosti u ovim kobasicama, što odgovara rastu bakterija mliječne kiseline. Osim starter kultura, fermentisanim proizvodima od mesa se uspješno dodaju i probiotske kulture, budući da se ovi proizvodi termički ne obrađuju.

Proizvodnja vina

Pretvaranje soka od grožđa - tzv. šire u vino je složen biohemijski proces koji obuhvata alkoholnu fermentaciju i proizvodnju velikog broja različitih metabolita. Tokom razmnožavanja, kvasci koriste šećere i druge komponente soka od grožđa za rast, pretvarajući ih u etanol, ugljendioksid i druge metabolite koji utiču na hemijski sastav i senzorna svojstva vina. Površina zrna grožđa je naseljena velikim brojem različitih vrsta kvasaca. U grožđu i vinu identifikovano je preko sto vrsta kvasaca čiji je uticaj na vinifikaciju različit. Ranije se vino proizvodilo spontanom fermentacijom od strane ove prirodne mikroflore, koja se nalazi na površini zrna grožđa. Međutim, da bi se dobilo vino dobrog i ujednačenog kvaliteta i spriječio razvoj divljih kvasaca, za proizvodnju vina se koriste odabrane kulture vinskih kvasaca. Glavni vinski kvasci koji proizvode najviše vinskog alkohola i pri tome su tolerantne na njega su vrste iz roda *Saccharomyces* (*S. cerevisiae*, *S. ellipsoideus*). Iz roda *Saccharomyces* značajne su i vrste *S. oviformis*, *S. chevalieri* i dr. Veliki broj divljih kvasaca koji učestvuju u prvoj fazi fermentacije biva ubijen djelovanjem etanola, koga najviše stvara kvasac *S. cerevisiae*. Optimalna temperatura za fermentaciju je 7-14 °C. Nakon završetka procesa fermentacije, vino se filtrira i razliva u boce. Dobar vinski kvasac treba da se brzo razmnožava, da ima dobru

sposobnost fermentacije, da je otporan na niske i visoke temperature i na prisustvo većeg sadržaja sumpordioksida, da stvaraju veći procenat alkohola u vinu, da stvaraju što više glicerina, a što manje isparljivih kiselina, da se brzo talože po završetku vrenja itd. Posljednjih godina se rade istraživanja fermentacije sa miješanim inokulumima kvasaca da bi se poboljšale organoleptičke osobine vina i da bi se proizvela vina sa nižim sadržajem alkohola. Miješane kulture se obično prave od *S. cerevisiae* i drugih vrsta kvasaca koji su takođe izolovani iz grožđa i vina, a koji pripadaju rodovima *Candida*, *Debaryomyces*, *Hanseniaspora*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, *Torulaspora* i dr.

Proizvodnja piva

Za proizvodnju piva se koristi pivski kvasac koji pivu daje željeni ukus, boju i sadržaj alkohola. Pivski kvasci se dijele na dvije glavne grupe, pivski kvasci gornjeg vrenja i kvasci donjeg vrenja (lager sojevi). Za fermentaciju kvascima donjeg vrenja se koristi niža temperatura, 8-12 °C i zato ta fermentacija traje duže (oko 2 sedmice), dok se fermentacija gornjeg vrenja odvija na višim temperaturama 18-22 °C i traje (4-6 dana). Kvasci donjeg vrenja se tokom fermentacije talože na dno fermentora, dok se kvasci gornjeg vrenja ne talože. Kvasci i gornjeg i donjeg vrenja pripadaju rodu *Saccharomyces* - vrsta kvasca donjeg vrenja je psihrotrofni kvasac *Saccharomyces pastorianus* (sinonim *Saccharomyces carlsbergensis*), a gornjeg vrenja *Saccharomyces cerevisiae*. *S. eubayanus* je takođe značajna vrsta, psihrotolerantna, otkrivena je u Argentini 2011.g. i ima 99% genetske sličnosti sa *S. pastorianus*. Isparljiva aromatična jedinjenja, posebno viši alkoholi i estri, direktno utiču na kvalitet piva. Ova jedinjenja koje proizvode kvasci tokom fermentacije daju karakteristike voćne i cvjetne arome piva. Aromatičnost alkoholnih pića proizvedenih spontanom fermentacijom pripisuje se prisustvu različitih vrsta kvasca. Ti kvasci pripadaju rodovima *Saccharomyces*, *Candida*, *Hanseniaspora*, *Issatchenkia*, *Kazachstania*, *Lachancea*, *Pichia*, *Schizosaccharomyces*, *Brettanomyces*, *Torulaspora*, *Kluyveromyces*, *Wickerhamomyces*, *Williopsis* i *Zygosaccharomyces*. *Kluyveromyces marxianus*, na primjer, proizvodi ukus nalik ruži. Kvasac *Torulaspora delbrueckii* koji je izolovan i iz radne sredine za proizvodnju piva, proizvodi voćna aromatična jedinjenja. Najuspješniji ne-*Saccharomyces* kvasci uključeni u fermentaciju piva su *Brettanomyces/Dekkera* vrste (koriste se oba naziva). Ovi kvasci, posebno *Brettanomyces bruxellensis* i *Brettanomyces anomala*, neophodni su u proizvodnji lambic piva (belgijsko, pšenično pivo sa dodatkom trešnje i maline), kojem daju ukuse koje ne mogu dati kvasci roda *Saccharomyces*. Kvasci roda *Brettanomyces* mogu da vrše hidrolizu celobioze, što im omogućava da prežive duži period u hrastovim bačvama za fermentaciju lambic piva. Upotrebom kvasaca koji nisu iz roda *Saccharomyces* je način da se proizvedu raznolika piva za tržište, za kojima postoji sve veće interesovanje. Lager pivo je vrsta piva koja se proizvodi fermentacijom slada ječma na niskim temperaturama. Pivo se najvećim dijelom proizvodi od ječma, a rjeđe i od drugih žitarica. Zrna ječma se prvo sladuju, odnosno kratko vrijeme naklijavaju. Cilj sladovanja je da se aktiviraju enzimi zrna ječma koji katalizuju razlaganje skroba. Sladovani ječam se zatim usitnjava i miješa sa vodom temperature oko 67 °C. Za nekoliko sati enzimi dovode do razgradnje skroba do manjih molekula. Takođe dolazi i do razgradnje bjelančevina. Dobijeni vodeni ekstrakt – sladovina se odvaja od ostatka zrna, zatim se kuva uz dodatak hmelja, koji pivu daje karakterističan gorak ukus. Temperaturom kuvanja se zaustavlja dalja aktivnost enzima. Sladovina se zatim hladi i fermentiše dodatkom *S. cerevisiae* do etanola i ugljendioksida. Ostali proizvodi metabolizma kvasaca se stvaraju u manjim količinama, ali i oni značajno utiču na ukus piva. To su viši alkoholi – feniletilni, amilni, izoamilni, kao i organske kiseline – sićetna, buterna i njihovi estri. Na kraju fermentacije kvasci se uklanjaju, a pivo ostavlja određeno vrijeme da zri. Nakon toga se vrši njegova filtracija, pasterizacija i razlivanje u ambalažu.

Proizvodnja pirinčanog vina

Proizvodnja pirinčanog vina „sake“ je slična proizvodnji piva. Skrob iz pirinča se uz pomoć plijesni *Aspergillus oryzae* razlaže do fermentabilnih šećera. Pirinač se prvo termički obradi, a zatim mu se dodaju spore *Aspergillus oryzae*. Nakon inkubacije u trajanju 5-6 dana pri temperaturi 35 °C dobija se proizvod koji se zove „kodži“. Njemu se dodaju kvasci *Saccharomyces cerevisiae* i jedan dio termički obrađenog pirinča. Nakon tri nedelje fermentacije dobija se proizvod koji se zove sake i koji sadrži 20% etanola.

Proizvodnja sokova

Proizvodnja sokova od voća i povrća se zasniva na primjeni enzima, od kojih su najznačajniji pektinaze. Ove enzime stvaraju plijesni *Aspergillus niger*, kao i bakterije *Erwinia carotovora*, *Clostridium spp.* Pektinaze katalizuju hidrolizu pektinskih materija biljnih ćelija, što dovodi do oslobađanja soka iz ovih ćelija.

Proizvodnja fermentisanih proizvoda od meda

Proizvodnja medovine – vina od meda

Preradom meda se mogu dobiti fermentisani prehrambeni proizvodi kao što je medovina, tj. vino od meda (slika 84.)



Slika 84. Medovina

<https://www.prozdravi.cz/recept-babiccina-domaci-medovina/>

Medovina je alkoholno piće koje sadrži 8-18 % alkohola, a nastaje fermentacijom razblaženog vodenog rastvora meda primjenom kvasaca. Proizvodnja medovine predstavlja jedno od najstarijih fermentisanih pića. Ona ima nutritivni i terapijski efekat - koji se ispoljava pozitivnim uticajem na metabolizam čovjeka, naročito na proces varenja i smanjenim rizikom od razvoja hroničnih bolesti. Proces dobijanja medovine je dosta sličan procesu proizvodnje vina. Rastvor meda sa vodom od kojeg se pravi medovina ima nisku pH vrijednost - zato što sadrži različite kiseline koje su porijeklom iz meda. Zbog velikog sadržaja šećera, proces fermentacije je spor i za njegovo odvijanje su potrebni odgovarajuća pH vrijednost, temperatura i vrsta kvasca. Optimalna pH vrijednost za aktivnost kvasaca je 3,7 do 4. Divlji kvasci koji potiču iz vazduha nisu pogodni za proizvodnju kvalitetne medovine jer dovode do pojave nepoželjnog ukusa i inhibira ih etanol i CO₂ koji nastaju u procesu fermentacije. Zato se proizvodnja medovine bazira na primjeni odabranih kultura kvasaca - najčešće *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* dobro podnosi prisustvo sumpor dioksida, etanola i visoki osmotski pritisak. Ova vrsta kvasaca se koristi i u proizvodnji vina i piva. Pored vrste

Saccharomyces cerevisiae mogu se koristiti i druge vrste kvasaca roda *Saccharomyces*, kao što su *Saccharomyces pastorianus* ili kombinacije kvasaca *Saccharomyces cerevisiae* i *Saccharomyces bayanus*. Kvasac *Hansenula anomala* također daje dobre rezultate u proizvodnji medovine. U toku fermentacije kvasci razlažu proste šećere do alkohola i ugljendioksida. Pored ovih proizvoda, stvaraju se i neki sporedni proizvodi koji imaju uticaj na miris i ukus, kao i stabilnost i fizički izgled medovine. Optimalna temperatura za fermentaciju uz pomoć kvasca *Saccharomyces cerevisiae* je između 20 i 30 °C. Temperature ispod 15 °C i iznad 30 °C usporavaju i produžavaju vrijeme fermentacije. Fermentacija medovine može trajati i nekoliko mjeseci, na što utiče vrsta kvasaca, sastav rastvora za fermentaciju, uslovi u kojima se fermentacija odvija (temperatura, sadržaj šećera, osmotski pritisak, pH i dr.). Osobine kvasca mogu različito da utiču na brzinu i tok fermentacije, proizvodnju manje ili veće količine etanola i stvaranje aromatičnih jedinjenja u medovini.

Proizvodnja perge

Perga – pčelinji hleb je proizvod koji nastaje fermentacijom polena u saću, aktivnošću bakterija mliječne kiseline i kvasca prisutnih u životnoj sredini (slika 85.).



Slika 85. Perga

<https://srpskimed.com/proizvod/perga/>

Ovaj proizvod je bogat izvor hranljivih materija kao što su proteini, polifenoli i vitamini. Proizvod se može dobiti i upotrebom odabranih sojeva fruktozofilnih bakterija mliječne kiseline *Lactobacillus kunkeei* i vrste kvasca *Starmerella magnoliae* i *Zygosaccharomyces siamensis* koji su izolovani iz ovog pčelinjeg proizvoda i na taj način se dobija perga boljeg i standardizovanog kvaliteta. Ovaj proizvod je hranljiv, lako svarljiv. Primjenom starter kultura se povećava sadržaj fenilalanina, alanina i leucina kao esencijalnih aminokiselina u odnosu na spontano fermentisanu pergu. Primijećeno je da različiti kvasci dominiraju u različitim fazama fermentacije perge.

Proizvodnja sirćeta

Sirće je vodeni rastvor sirćetne kiseline i drugih sastojaka koji se konzumira širom svijeta kao začim i konzervans hrane. Ovaj proizvod je rezultat dvostepene fermentacije. Prvi korak je anaerobna fermentacija - alkoholna fermentacija šećera u etanol pomoću kvasca, a drugi korak je aerobna fermentacija - oksidacija etanola u sirćetnu kiselinu pomoću bakterija sirćetne kiseline. Da bi došlo do sirćetne fermentacije, šećer iz podloge mora biti transformisan u etanol, tako da sirćetnoj fermentaciji prethodi alkoholna. Ovu osobinu bakterija sirćetne kiseline ljudi koriste za proizvodnju raznih vrsta sirćeta (vinskog, jabukovog, alkoholnog, pirinčanog, slasnog i dr.). Osnovni supstrat za proizvodnju sirćeta su šećeri voća i povrća. Prilikom pokretanja ovog biohemijskog procesa, bioreaktor se prvo napuni odgovarajućim medijumom za rast bakterija sirćetne kiseline i autoklavira. Medijum za kultivaciju se zatim inokulira starter kulturom bakterija sirćetne kiseline i pusti da se

proces odvija u optimalnim uslovima za rast bakterijske kulture (temperatura i količina rastvorenog kiseonika). Usljed rasta bakterija i stvaranja proizvoda njihovog metabolizma, u medijumu za njihovu kultivaciju se mijenja sadržaj ugljenika, azota, biomase, metabolita itd.. Tokom procesa odvijaju se karakteristične faze rasta: lag faza, logaritamska faza, stacionarna faza i faza umiranja. *Bakterije sirćetne kiseline* su široko rasprostranjene u prirodi i imaju značajnu ulogu u proizvodnji hrane (sirće, kombuha i dr.). Zbog sposobnosti da oksidišu etanol u sirćetnu kiselinu mogu da se razmnožavaju u različitim pićima kao što su vino, jabukovača, pivo, funkcionalni napici, sokovi, pri čemu mogu dovesti do pojave nepoželjnog kiselog ukusa. Bakterije sirćetne kiseline su svrstane u familiju *Acetobacteraceae*, koja obuhvata devetnaest rodova. To su gram negativne bakterije, okruglastog ili štapićastog oblika. Za proizvodnju sirćeta najznačajniji su rodovi *Acetobacter*, *Gluconacetobacter*, *Gluconobacter* i *Komagataeibacter*, jer imaju snažnu sposobnost oksidacije etanola u sirćetnu kiselinu i visoku otpornost na sirćetnu kiselinu - koju stvaraju tokom aerobne fermentacije. Vrste pomenutih rodova koje se najčešće koriste u proizvodnji sirćeta su *Acetobacter aceti*, *Acetobacter cerevisiae*, *Acetobacter malorum*, *Acetobacter oeni*, *Acetobacter pasteurianus*, *Acetobacter pomorum*, *Gluconacetobacter entanii*, *Gluconacetobacter liquefaciens*, *Gluconobacter oxydans*, *Komagataeibacter europaeus*, *Komagataeibacter hansenii*, *Komagataeibacter intermedius*, *Komagataeibacter liquefaciens*, *Gluconobacter oxydans*, *Komagataeibacter europaeus*, *Komagataeibacter hansenii*, *Komagataeibacter intermedius*, *Komagataeibacter*, *Komagataeibacter medellinensis*, *Komagataeibacter obogaedinensis*. Submerzne postupke za proizvodnju sirćeta odlikuje velika brzina toka sirćetnog vrenja koje se odvija u posudama koje se zovu acetatori. Kod ovih postupaka nema potrebe da se povećava oksidaciona površina i u njima se mogu proizvoditi sve vrste sirćeta. U ovom postupku, sirćetne bakterije ne koriste kiseonik iz vazduha, već se kroz alkoholni rastvor provodi raspršeni vazduh, pri čemu dolazi do rastvaranja kiseonika. Bakterije su vrlo osjetljive na nedostatak kiseonika, pa se mora voditi računa da ne dodje do prekida njegovog dotoka. Za neke druge postupke je karakteristično da se oksidacija odvija na površini alkoholne tečnosti i efekat proizvodnje sirćeta zavisi od veličine te površine. S obzirom da se sa povećanjem oksidacione površine, ubrzava, odnosno povećava proizvodnja sirćeta, shodno tome se vrši preliivanje tečnosti, čime se povećava površina za oksidaciju. Osim za proizvodnju sirćetne kiseline, ove bakterije se koriste za proizvodnju i drugih proizvoda, kao što su glukonska kiselina, L-sorboza (iz D-sorbitola), bakterijska celuloza, koji se koriste u prehrambenoj industriji i biomedicini. Takođe mogu da se koriste za dobijanje dihidroksiacetona iz glicerola i dr. Značajne su za proizvodnju kombuhe - napitka koji se dobija fermentacijom zašćerenog čaja uz pomoć simbiotske kulture acidofilnih kvasaca i bakterija sirćetne kiseline ugrađene u sloj mikrobne celuloze. Radna kultura kombuha fermentacije (tzv. čajna gljiva) je simbiotska zajednica bakterija sirćetnog vrenja (rodovi *Acetobacter* (*Acetobacter aceti*, *Acetobacter pasteurianus*), *Gluconobacter* (*Gluconobacter oxydans*), *Komagataeibacter* (*Komagataeibacter xylinus*) i autohtonih vrsta kvasaca (rodovi *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Saccharomycodes*, *Torulaspora* i dr.). Kvasci iz ove zajednice enzimom invertazom (saharaza, β fruktozidaza) hidrolizuju saharozu i tako je čine dostupnom bakterijama sirćetne kiseline. Kvasci razlažu šećer do ugljendioksida i etanola, a bakterije oksiduju etanol do sirćetne kiseline. Celulozna masa koju tokom kultivacije stvaraju bakterije sirćetne kiseline se može uočiti kako pliva po površini fermentisane tečnosti.

Proizvodnja glukonske kiseline

Glukonska kiselina se prirodno nalazi u voću, biljkama, hrani kao što su vino, sirće, med. Ova kiselina poboljšava senzorna svojstva prehrambenih proizvoda, dajući im gorak ali osvježavajući ukus i koristi se kao aditiv i konzervans u prehrambenoj industriji. Glukonska kiselina se može dobiti hemijskim i biotehnološkim metodama. Bakterije sirćetne kiseline mogu da oksiduju D-glukozu u glukonsku kiselinu. Pored njih i bakterije drugih rodova kao što su *Pseudomonas* i *Zymomonas* imaju

ovu sposobnost i mogu se koristiti u ove svrhe. Glukonska kiselina se takođe koristi u farmaceutskoj industriji za proizvodnju glukonata dvovalentnih metala, kao što su Ca^{2+} , Mg^{2+} i Fe^{2+} , koji se daju kao mineralni dodaci za liječenje hipokalcemije, hipomagnezijemije i anemije.

Proizvodnja L - sorboze

Bakterije sirćetne kiseline, naročito vrste iz roda *Gluconobacter* koje imaju veliki oksidativni kapacitet, mogu se koristiti za oksidativnu konverziju D-sorbitola u L-sorbozu, koja je važan međuproizvod u industrijskoj proizvodnji L-askorbinske kiseline (vitamin C).

Proizvodnja D fruktoze i L askorbinske kiseline

Bakterije sirćetne kiseline mogu da oksiduju mnoge alkohole, na primjer, D-manitol u D-fruktozu i dr. Takođe mogu da sintetišu L askorbinsku kiselinu iz D- glukoze. L-askorbinska kiselina ima važnu ulogu u ishrani ljudi i životinja i može se koristiti kao antioksidans u prehrambenoj industriji.

Proizvodnja ekstracelularnih polisaharida

Mnoge bakterije imaju sposobnost da izlučuju van ćelije stvorene polisaharide, koji se nazivaju ekstracelularni polisaharidi – egzopolisaharidi. Bakterije koje proizvode ekstracelularne polisaharide su sposobne da stvaraju biofilm. Biofilm omogućava bakterijama da se pričvrste za određenu površinu i uz to, biofilm ih štiti od isušivanja. Zahvaljujući biofilmu, one mogu da se pričvrste za žive ćelije (na primjer epitelne) ili za neke površine, kao što su medicinski implantati itd. uz pomoć kovalentnih, jonskih ili hidrofobnih veza. Biofilmovi se mogu razviti i na površini vina gdje je tzv. šešir napravljen od bakterija sirćetne kiseline. Glavna komponenta bakterijskih ekstracelularnih polisaharida su ugljeni hidrati, u kojima kao monomeri dominiraju glukoza, galaktoza i manoz. Različiti bakterijski ekstracelularni polisaharidi imaju svoje specifične karakteristike u pogledu hemijskog sastava. Na sastav i strukturu bakterijskih ekstracelularnih polisaharida utiče i sastav podloge i drugi uslovi u kojima se bakterije razmnožavaju. Bakterije sirćetne kiseline imaju sposobnost da proizvode ekstracelularne polimere, kao što je *bakterijska celuloza*, koju uglavnom sintetišu vrste rodova *Gluconacetobacter* i *Komagataeibacter*. Bakterijska celuloza je linearni homopolimer β -(1→4)-D-glukoernih jedinica. Sintetišu ga mnogi organizmi, biljke, alge i neke bakterije. U tečnom medijumu, bakterijska celuloza pomaže ovim aerobnim bakterijama da dobiju potrebnu količinu kiseonika, tako što im omogućava da one lebde blizu površine tečnosti. Pored toga, bakterijska celuloza štiti ove bakterije od oštećenja UV zracima i pomaže zadržavanje vlage - kako ne bi došlo do isušivanja supstrata na kojima bakterije rastu. Mikrobiološka proizvodnja celuloze je privukla pažnju posljednjih godina, zbog neobičnih svojstava. Za razliku od celuloze biljke, koja je pomiješana sa ligninom, hemicelulozom i pektinom, bakterijska celuloza je veoma čista. Ovaj polimer ima veoma dobra svojstva, kao što su visok kapacitet zadržavanja vode, finu mrežastu strukturu, biokompatibilnost, zbog čega se koristi za proizvodnju zavoja za rane, vještačke kože, kao funkcionalni aditiv hrani, kao emulgator u prehrambenoj industriji, u proizvodnji tableta i dr. Koristi se kao sredstvo za želiranje, stabilizaciju i zgušnjavanje u hrani, za proizvodnju proteza, srčanih zalistaka i vještačkih krvnih sudova. *Komagataeibacter xylinus* je najčešće korištena vrsta u biosintezi bakterijske celuloze, jer može da proizvede veliku količinu bakterijske celuloze primjenjive u industriji. Iako je celuloza najčešći egzopolisaharid kojeg proizvode bakterije sirćetne kiseline, one mogu da proizvode i druge važne polisaharide, kao što je *levan*. Levan je razgranati homopolimer d-fruktofuranozilnih ostataka koji sadrži β -(2→6) veze u lancu jezgra i β -(2→1) veze na tačkama grananja. Proizvodi se ekstracelularno od saharoze od strane bakterija kao što su *Gluconacetobacter*, *Gluconobacter*, *Komagataeibacter*, *Kozakia* i *Neosassa*. Levan daje značajna biomedicinska i funkcionalna svojstva hrani, zbog svojih osobina kao što su biorazgradivost,

biokompatibilnost i sposobnost formiranja nanočestica i filmova. Levan ima i blagotvorno dejstvo na mikroorganizme u crijevima životinja. Koristi se za proizvodnju folija za pakovanje, kao i za zacjeljivanje rana i opekotina. U prehrambenoj industriji levan se koristi kao emulgator, kao sredstvo za bojenje i aromu i kao zamjena za masti. Ima veoma dobro antioksidativno i protivzapaljensko dejstvo. Bakterije sirćetne kiseline mogu da proizvode i druge egzopolisaharide, kao što su dekstran, acetan, manan i glukonacetan. Egzopolisaharidi i razni enzimi koje proizvode neke vrste bakterija roda *Pseudomonas* se takođe koriste u proizvodnji hrane, tekstila, farmaceutskih proizvoda.

Proizvodnja lipaza i biosurfaktanata

Termostabilne lipaze se mogu proizvoditi uz pomoć bakterije *Pseudomonas fluorescens* i koriste se u prehrambenoj i kožnoj industriji. Biosurfaktanti koje proizvode neke vrste *Pseudomonas* se koriste za emulgovanje i stabilizaciju emulzija.

Proizvodnja prehrambenih kiselina

Prehrambene kiseline su limunska, mliječna, sirćetna, vinska, jabučna i glutaminska.

Proizvodnja limunske kiseline

Limunska kiselina se u prirodi nalazi u nezrelim plodovima limuna, ananasa, kruške, smokve i dr. Za proizvodnju ove kiseline se koriste plijesni kao što su *Aspergillus clavatus*, *Penicillium luteum*, *Penicillium citricum*, *Mucor piriformis*, *Ustina vulgaris* i dr., ali je najpogodniji i najviše se koristi *Aspergillus niger*. Ovi mikroorganizmi mogu da fermentišu i transformišu mnoge organske materije do limunske kiseline, ali se najveća količina dobija iz saharoze i fruktoze. Za proizvodnju limunske kiseline kao supstrat se najviše koristi melasa. Limunska kiselina se koristi u kulinarstvu, za pripremu bezalkoholnih napitaka, marmelade, nekih vrsta kobasica, sireva, u vinarstvu, za proizvodnju rafiniranih ulja, kondenzovanog mlijeka i dr. Uz pomoć limunske kiseline se mogu održati prirodni ukus i aroma mesa tokom njegovog čuvanja u zamrznutom stanju. U umjerenoj količini povoljno djeluje na rad pankreasa i podstiče apetit.

Proizvodnja mliječne kiseline

U prirodi je mliječna kiselina prisutna u kiselom mlijeku. Bakterije mliječne kiseline u mliječnu kiselinu transformišu različite ugljene hidrate, kao što su glukoza, maltoza, saharoza, laktoza i dr. Za fermentaciju glukoze, maltoze, saharifikovanog skroba najviše se koristi *Lactobacillus delbrueckii ssp. delbrueckii* i *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*. Kao supstrat za razmnožavanje ovih bakterija najviše se koristi melasa. Mliječna kiselina se koristi za pripremanje konditorskih i bezalkoholnih pića, proizvodnji vitamina i dr.

Proizvodnja vinske kiseline

Ova kiselina se u prirodi nalazi slobodna ili u obliku soli i ulazi u sastav plodova voća i povrća. Tokom proizvodnje vina se izdvaja u obliku kalcijumovih soli. Može se dobiti pomoću mikroorganizama. Našla je primjenu u prehrambenoj industriji, kožarskoj i tekstilnoj industriji, medicini.

Proizvodnja jabučne kiseline

Koristi se u medicini i industriji. Prirodno se nalazi u voću. Zbog velike potrebe za ovom kiselinom, razrađeni su postupci njenog dobijanja pomoću mikrobiološke sinteze.

22.5. Primjena mikroorganizama u farmaceutskoj industriji

Proizvodnja antibiotika

Antibiotici su proizvodi metabolizma mikroorganizama male molekulske mase, koji u malim koncentracijama sprečavaju rast drugih mikroorganizama. Do danas je otkriveno oko 6000 prirodnih antibiotika. Od njih se industrijski proizvode oko 100. Najčešće se proizvodi pet grupa antibiotika: penicilini, tetraciklini, cefalosporini, eritromicin i streptomycin. Otpornost nekih mikroorganizama na antibiotike se objašnjava slabom propustljivošću njihovih ćelija za antibiotike, aktivnošću enzima koji inhibiraju djelovanje antibiotika i odsustvom ciljanog molekula za djelovanje antibiotika. Gram pozitivne bakterije su osjetljivije na antibiotike od gram negativnih bakterija, zato što u ćelijskom zidu imaju zaštitni spoljašnji lipopolisaharidni sloj. Osnovne osobine nekih antibiotika su date u tabeli 1:

Tabela 47. Osnovne karakteristike nekih antibiotika (Đukić i Jemcević, 2004.)

Klase	Predstavnik	Hemijski naziv	Sinteza	Proizvođači	Mehanizam dejstva	Osjetljivi mikroorganizmi
β laktamski	Penicilin G	6-aminopenicilinska kiselina	Polimerizacija aminokiselina	<i>Penicillium spp.</i>	Sprečavaju sintezu peptidoglikana	Gram pozitivne i gram negativne bakterije
	Cefalosporin C	4-člani prsten β laktama				
Aminoglikozidne	Streptomycin	Ciklični aminoalkoholi povezani sa ostacima šećera	Iz glukoze	<i>Streptomyces</i> , <i>Micromonospora</i> , <i>Bacillus</i>	Ireverzibilno suzbijaju sintezu bjelančevina u ribozomima	Gram negativne bakterije
Tetraciklini	Tetracilin Hlortetracilin Oksitetracilin	4 kondenzovana prstena	Ciklizacija lanca nastalog pri kondenzaciji acetatnih i malonatnih jedinica	<i>Streptomyces spp.</i>	Reverzibilno suzbijanje sinteze bjelančevina na ribozomima	Gram pozitivne i gram negativne bakterije
Makrolidi a) Antibakterijski	Eritromicin A	Laktonski prsten koji sadrži 12-16	Kondenzacija acetatnih i propionat	<i>Streptomyces</i>	Reverzibilno suzbijaju sintezu bjelančevina na	Gram pozitivne bakterije

		atoma ugljenika kojima su pripojeni najmanje dva ostatka šećera	nih jedinica		ribozomima	
Makrolidi b) antigljivični	Amfotericin B	Polieni: laktonski prsten koji sadrži 26-38 atoma ugljenika sa oksisupstituentima i sistem povezanih dvogubih veza	Kondenzacija acetatnih i propionatnih jedinica	<i>Streptomyces</i>	Remete cjelovitost ćelijske membrane djelujući na sterine	Djeluju na eukariotske organizme i bakterije koje sadrže sterine u citoplazmatskoj membrani
Anzamicini a) koji sadrže naftalinski prsten	Rifamicini	Rifampin Laktami – ciklična struktura slična sa strukturom makrolida ali je prsten spojen amidnom grupom	Sličan put sintezi makrolidnih antibiotika	aktinomicete	Suzbijaju aktivnost RNK-polimeraze	Gram pozitivne bakterije, mikobakterije
Anzamicini b) koji sadrže benzolski prsten	Majtazin	Rifampin Laktami – ciklična struktura slična sa strukturom makrolida ali je prsten spojen amidnom grupom		Biljke	Potencijalni antitumorski preparati	Gram pozitivne bakterije, mikobakterije
Polipeptidni	Gramicidin	Hemijski heterogena grupa: često sadrži D aminokiselinu	Sinteza se odvija drugačije nego pri polimerizaciji	Različiti mikroorganizmi	Višestruko djeluju: remete strukturu citoplazmat	Gram negativne bakterije

		e, heterociklične prstenove povezane u prsten	cijiji aminokiselina prilikom sinteze bjelančevina		ične membrane, suzbija sintezu bjelančevina, cijepaju molekul DNK	
Depsipeptidni	Valinomycin	Polimerni lanci od aminokiselina i oksikiselina			Jonoformni antibiotic, transport K ⁺ u ćeliji	

Otkrivena su i nova β laktamska jedinjenja kao što su tienamicini, klavulanska i olivanska kiselina, koje inhibišu aktivnost bakterijskih laktamaza koje učestvuju u sintezi peptidoglikana ćelijskog zida bakterija. Oko 70% do sada poznatih antibiotika su proizvodi aktinomiceta, 7% proizvodi bacila, 1,3% pseudomonasa, a 1,7% drugih bakterija. Antibiotike sintetišu i plijesni i njihova struktura je manje raznolika u odnosu na antibiotike aktinomiceta. Jedan isti antibiotik mogu da stvaraju više različitih mikroorganizama, ali i više različitih antibiotika može da stvara jedna ista vrsta. Najveći proizvođači antibiotika su saprofitske bakterije koje žive u zemljištu, koje su aerobne i heterotrofne, vjerovatno zato što je među njima najveća konkurencija za hranljive materije. Pošto proizvodi njihovog metabolizma nisu toksični i ne nakupljaju se (CO_2 i H_2O), oni za svoju borbu sa drugim mikroorganizmima proizvode antibiotike. Antibiotici su sekundarni metaboliti mikroorganizama, kao i toksini. Za razliku od primarnih metabolita, kao što su aminokiseline, nukleotidi, vitamin, organske kiseline, njih sintetišu samo neke vrste mikroorganizama i nemaju funkciju tokom njihovog rasta, već se stvaraju nakon prestanka njihovog rasta. Antibiotici mogu da nastanu modifikacijom primarnog metabolita, modifikacijom i kondenzacijom dva ili više primarnih metabolita, polimerizacijom više primarnih metabolita, a zatim modifikacijom tog polimera. Na primjer, kondenzacijom aminokiselina nastaju polipeptidni antibiotici, penicilini i cefalosporini. Antibiotici se stvaraju uz pomoć enzima čija je aktivnost inhibirana u fazi brzog rasta - logaritamskoj fazi. Tako se na primjer, mikroorganizmi stvaraju antibiotike u podlozi sa laktozom koju slabo koriste, a ne u podlozi sa glukozom koju nesmetano koriste za svoj metabolizam. U industrijskoj proizvodnji mikroorganizmi proizvođači antibiotika se razmnožavaju u procesu diskontinualne fermentacije uz dodavanje podloge. Mutacijama mikroorganizama proizvodnja antibiotika se može povećati za 100-1000 puta.

Proizvodnja vitamina

Vitamini su organske materije male molekulске mase, koje u vrlo malim koncentracijama imaju jako i različito biološko djelovanje. Unose se hranom ili u vidu lijekova. Najvažniji prirodni izvori vitamina su biljke i mikroorganizmi. Menahinome i kobalamine mogu da sintetišu samo mikroorganizmi. Vitamini se više proizvode hemijskim putem, ali i mikrobiološka sinteza ima takođe veliki značaj. Mikrobiološkom sintezom se najviše proizvode ergosterin i vitamin B12. Takođe se koriste prilikom dobijanja askorbinske kiseline kao oksidansi sorbita u sorbozu, kao i za proizvodnju vitamina B12 i karotinoida. Iz jednog molekula β karotina hidrolizom se stvaraju dva molekula vitamina A1, što se prirodno odvija i u crijevima čovjeka. Mikroorganizmi se takođe koriste za dobijanje biotina (vitamin B7, vitamin H) koji se dodaje stočnoj hrani.

Osnovne karakteristike vitamina koji se proizvode industrijski uz pomoć mikroorganizama prikazane su u tabeli 48.

Tabela 48. Osnovne karakteristike vitamina koji se proizvode industrijski uz pomoć mikroorganizama

Vitamin	Dejstvo na organizam	Način proizvodnje	Mikroorganizam proizvođač
Karotinoidi (njihovom hidrolizom se dobija vitamin A)	Za imunitet, očuvanje vida	Hidrolizom karotinoida - –prirodnih pigmenata koje stvaraju mikroorganizmi	Više biljke, alge, fototrofne bakterije, hemotrofne bakterije, micelarne gljive, kvasci, pigmentisani mikroorganizmi rodova: <i>Aleuria</i> , <i>Blakeslea</i> , <i>Corynebacterium</i> , <i>Flexibacter</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Halobacterium</i> , <i>Phycomyces</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Rhodotorula</i> , <i>Sarcina</i> , <i>Sporobolomyces</i>
Ergosterin -provitamin vitamina D	Antirahitično dejstvo	Vitamin D se dobija iz ergosterina pod uticajem UV zraka	Kvasci, micelarne gljive <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i>
Riboflavin (vitamin B2)	Koenzim flavoproteina koji ulazi u sastav oksidoreduktaza FMN i FAD	Kao izvori se koriste glukoza ili saharoza	Bakterije, kvasci, micelarne gljive, <i>Ashbyii gossypii</i> , <i>Eremothecium ashbyii</i> , <i>Candida guilliermondii</i>
Askorbinska kiselina (vitamin C)	Antiskorbutni vitamin, kao antioksidans našao primjenu u zaštiti zdravlja i proizvodnji hrane	Sinteza sorboze koja je poluproizvod askorbinske kiseline	<i>Gluconobacter oxidans</i>
Cijanokobalamin (vitamin B12)	Antianemični faktor	Dobija se samo mikrobiološkom sintezom pomoću rezorcina i fenola	Bakterije, prije svega propionske, mutirani sojevi <i>Pseudomonas freudenreichii</i> var. <i>Shermanii</i>

22.6. Proizvodnja pigmenata

Prirodne pigmente stvaraju insekti, biljke i mikroorganizmi. Oni su našli primjenu u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji i potisnuli su upotrebu vještačkih pigmenata - zbog ekoloških i zdravstvenih razloga. Zbog brzog razmnožavanja, mikroorganizmi su pogodni za proizvodnju velike količine pigmenata. Najčešći pigmenti koje proizvode mikroorganizmi su žuti i crveni - kao što su karotenoidi (stvaraju ih bakterije *Micrococcus roseus*, *Brevibacterium linens*), monacolini (stvara ih gljiva *Monascus spp.*), ksantomonadini (bakterija *Xanthomonas campestris*). Najpoznatiji plavi pigment koji proizvode bakterije je violacein. Proizvode ga bakterije *Chromobacterium violaceum* i *Janthinobacterium lividum*. Violacein se koristi u tekstilnoj, ali i farmaceutskoj industriji - zbog citotoksičnog dejstva na ćelije raka debelog crijeva, kao i zbog antivirusne, antibakterijske, antigljivične i antiparazitske aktivnosti. Bakterijske ćelije proizvode ovaj pigment iz triptofana.

22.7. Dobijanje nafte i uglja

S druge strane, mikroorganizmi učestvuju u procesima nastanka nafte, a isto tako i olakšavaju crpljenje nafte iz naftnih bušotina i povećavaju količinu iscrpljene nafte. U tom cilju vrši se stimulacija bakterija koje se već nalaze u bušotinama ili se dodaju odabrane kulture mikroorganizama. Cilj je da se uz pomoć mikroorganizama poveća viskoznost nafte, kako bi se mogla iscrpiti uz utrošak manje količine energije. Za stimulaciju aerobnih mikroorganizama se upumpava vazduh, a za stimulaciju anaerobnih se dodaje fermentabilna podloga, na primjer melasa. Proces metanogeneze – stvaranja metana od strane metanogenih bakterija smanjuje viskozitet nafte, povećava se podzemni pritisak što olakšava crpljenje nafte. Bakterije koje oksiduju metan – metanotrofne bakterije su značajne za uklanjanje metana iz rudnika uglja.

22.8. Mikrobiološko oštećenje materijala

Mikroorganizmi mogu da izazovu oštećenja različitih materijala, što dovodi do velikih šteta. Najznačajniji mikroorganizmi koji izazivaju oštećenja materijala su plijesni i bakterije. Najznačajniji rodovi plijesni koji oštećuju materijale su: *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Aureobasidium*, *Chaetomium*, *Stachybotrys*, *Paecilomyces*, kvasci roda *Candida* i dr. Najznačajniji rodovi bakterija koji dovode do oštećenja materijala su *Cytophaga*, *Sporocytophaga*, *Sorangium*, *Zooglea*, *Bacillus*, *Streptomyces*, *Pseudomonas*, *Desulfovibrio*, *Mycobacterium*, *Nocardia*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Arthrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Thiobacillus*, nitrifikacione bakterije, cijanobakterije, *Gallionella*, *Leptothrix*, *Sphaerotilus*. Ovo je zbog toga što mogu da koriste različite materijale i da u toku svog metabolizma stvaraju organske i neorganske kiseline, amonijak, vodonik sulfid koji imaju korozivno dejstvo. Nafta i proizvodi od nafte, papir, tkanina, koža, plastična masa, boje, optika, metali i drugi materijali su izloženi mikrobiološkom kvarenju i neophodno ih je zaštititi. Pored toga, mikroorganizmi koji rastu na ovim materijalima i oštećuju ih mogu biti opasni za zdravlje ljudi i dovesti do pojave alergija i drugih oboljenja. Razgrađujući celulozu koja ulazi u sastav pamučnih i lanenih tkanina i hartije, celulozni mikroorganizmi dovode do oštećenja ovih materijala. U oštećenju vune i svile značajnu ulogu imaju bakterije iz roda *Bacillus*, jer one imaju sposobnost razgradnje bjelančevina koje su osnovni sastojak ovih materijala. U sastav plastičnih masa ulaze visokomolekulski polimeri (polietilen), kao i različiti punjači – plastifikatori, stabilizatori i dr. Sve ove komponente mogu da razlažu mikroorganizmi, a naročito plastifikatore. Plastifikatori su po sastavu etri fosforne ili etri organskih kiselina. Prema kamenu i betonu najaktivnije su nitrifikacione i sumporne bakterije - jer stvaraju jake kiseline, azotnu i sumpornu. Ove kiseline oštećuju opnu od kalcijum karbonata na površini betona. Sumporna kiselina koju stvaraju sumporne bakterije može da dovede i do oštećenja predmeta od čelika, kao što su čelični zavrtnji, čelične vodovodne cijevi, slavine i dr. Sulfatoredukujuće bakterije dovode do oštećenja podzemnih cjevovoda, instalacija u naftnoj

industriji i dr. i tako što učestvuju u elektrohemijskim reakcijama koje se odvijaju na površini metala i legura. Vlažnost i temperatura su ključni faktori koji utiču na razvoj mikroorganizama koji dovode do oštećenja materijala. Što je veća vlažnost materijala, to je veća vjerovatnoća da dođe do njegovog oštećenja. Veoma je važna sposobnost mikroorganizama da se adsorbuju za materijal koji oštećuju. Utvrđeno je da se mikroorganizmi koji razlažu celulozu za nju trajno pričvršćuju.

22.9. Zaštita materijala od mikrobiološkog oštećenja

Smanjenjem vlažnosti materijala ispod 8-10% i temperature ispod 17 °C (+/-3 °C), relativne vlažnosti vazduha ispod 55% sprečava se rast gljiva i velikog broja bakterija koje izazivaju oštećenja materijala. Ove uslove nije uvijek moguće postići. Zato postoje sredstva koja se zovu biocidi koji se dodaju samim materijalima, ili se njima tretiraju površine materijala. Pri tome treba voditi računa da ova sredstva ne smiju biti škodljiva za zdravlje ljudi.

Pitanja

Šta predstavlja mikrobiološka biotehnologija i koji je njen značaj? Koji je značaj mikrobiološke biotehnologije u poljoprivrednoj proizvodnji, zaštiti životne sredine, prehrambenoj industriji, farmaceutskoj industriji? Koji je značaj mikrobiološke biotehnologije u transformaciji organskih jedinjenja, proizvodnji biomase mikroorganizama, proizvodnji enzima, aminokiselina, sahara i njenih zamjena – zaslađivača, mikrobioloških đubriva, bioinsekticida, proizvodnji silaže i sjenaze? Koji je značaj mikrobiološke biotehnologije u prečišćavanju otpadnih voda, čvrstog otpada, proizvodnji komposta, biogasa, bioremedijaciji životne sredine, proizvodnji probiotika, starter kultura, fermentisanih proizvoda od mlijeka, fermentisanih proizvoda od voća i povrća, fermentisanih proizvoda od mesa, proizvodnji vina, piva, sokova, medovine, perge, sirćeta, glukonske kiseline, askorbinske kiseline, ekstracelularnih polisaharida, limunske kiseline, mliječne kiseline, vinske kiseline, jabučne kiseline, proizvodnji antibiotika, vitamina, pigmenata, hormona, bakteriocina? Koja je uloga mikrobiološke biotehnologije u zaštiti materijala od mikrobiološkog oštećenja?

23.KONZERVISANJE HRANE

Pokvarena hrana predstavlja opasnost za zdravlje potrošača, ima smanjenu hranljivu vrijednost i nepoželjne senzorne osobine, zbog čega je neprihvatljiva za ishranu ljudi. Do kvarenja hrane može doći tokom njene obrade i čuvanja. Faktori koji utiču na pojavu kvarenja hrane su biološki faktori – mikroorganizmi, endogeni enzimi, štetoci i fizičko-hemijski faktori - kiseonik, temperatura, zračenje, voda.

23.1. Procesi koji se dešavaju tokom kvarenja hrane

Kvarenje hrane se najčešće javlja zbog aktivnosti mikroorganizama koji svojim enzimima razlažu komponente hrane do prostijih jedinjenja, stvarajući i izlučujući u hranu štetne proizvode. Veliki broj biljnih enzima zadržava svoju aktivnost i nakon branja biljaka, a mnogi enzimi životinja ostaju aktivni u sirovom mlijeku i svježem mesu. Enzimi kao što su peroksidaze, lipaze, glikozidaze, peptidaze, izlaze iz lizozoma mrtvih biljnih i životinjskih ćelija i počinju razgradnju hrane. Oni dovode do razmekšavanja hrane usljed razgradnje bjelancevina i polisaharida, pri čemu se stvaraju jedinjenja neprijatnog ukusa i mirisa. Tako dejstvo enzima polifenol-oksidaže dovodi i do promjene boje površine narezanog svježeg voća i povrća. Polifenol-oksidaže uz prisustvo kiseonika oksiduju fenolne supstance u kinone, koji zatim polimerizuju do melanina. Melanini su tamnosmeđe obojene supstance koje izazivaju nepoželjno tamnjenje hrane. Ovo tamnjenje se može spriječiti inaktivacijom

enzima polifenol-oksidade i uklanjanjem kiseonika. Kiseonik se uklanja potapanjem narezanih plodova u vodu, rastvor soli ili šećera, vakumiranjem, primjenom modifikovane atmosfere i dr. Inaktivacija polifenol-oksida se postiže toplotnim tretmanom – blanširanjem ili kuvanjem, a kod proizvoda koji se konzumiraju sirovi inaktivacija se postiže gama-zračenjem u dozi do 1 kGy, visokim hidrostatskim pritiskom od 600 do 900 MPa, dodatkom limunske ili sirćetne kiseline i dr. Dodatkom redukujućih supstanci (npr. sulfiti, askorbinska kiselina i dr.) dolazi do ponovne redukcije kinona u fenolne supstance i tako se sprečava nastanak obojenih jedinjenja. Direktnim djelovanjem na pojedine sastojke hrane, kiseonik dovodi do oksidacije nezasićenih masnih kiselina i pojave neprijatnih mirisa, užglosti, inaktivacije vitamina kao što su vitamin A, D, E, B1, B9, B12, C, gubitka boje zbog oksidacije karotenoida, gubitka arome. Koncentracija kiseonika u atmosferi u kojoj se nalazi hrana utiče na razvoj mikroorganizama koji dovode do kvarenja hrane (aerobni, mikroaerofilni, fakultativno anaerobni ili anaerobni mikroorganizmi). Nepoželjno djelovanje kiseonika na komponente hrane se sprečava pakovanjem hrane u modifikovanoj hipobaričnoj atmosferi, ili pod vakuumom. Neadekvatna temperatura čuvanja hrane ubrzava hemijske reakcije kao što su oksidacija masti, Maillardova reakcija, inaktivacija termolabilnih vitamina, ubrzava razmnožavanje mikroorganizama. Na primjer pri čuvanju agruma na temperaturi 0 - 4 °C dolazi do njihovog brzog propadanja (javlja se gnjecavost, gubitak boje, pojava mrlja na površini, zaustavljanje procesa zrenja) (Optimalna temperatura za čuvanje agruma je 6 do 10 °C). Vidljivo i ultravioletno zračenje dovodi do oksidacije masti, inaktivacije fotosenzibilnih vitamina (A, D, K, B2, B6, B12, C), kao i promjene boje hrane (npr. zbog prelaska hlorofila u feofitine). Infracrveni zraci povećavaju temperaturu hrane i tako ubrzavaju hemijske i enzimske reakcije i njeno kvarenje. Nepoželjno direktno dejstvo svjetlosti se može spriječiti pakovanjem hrane u ambalažu koja ne propušta vidljivu i UV svjetlost.

23.2. Zaštita hrane od kvarenja mikroorganizmima

Zaštita hrane od kvarenja izazvanog mikroorganizmima se zasniva na sprečavanju ili smanjenju njihove aktivnosti stvaranjem nepovoljnih uslova za njihovo razmnožavanje (načelo anabioze) ili na njihovom uklanjanju ili uništavanju (načelo abioze). Mikroorganizmi koji kvare hranu razlikuju se u pogledu uslova koji su im potrebni za razmnožavanje. Ti uslovi mogu biti unutrašnji (*intrinsic*), a to su aktivitet vode, pH vrijednost, redoks-potencijal, neophodne hranljive supstance i inhibitorne supstance u hrani spoljašnji (*extrinsic*) – a to su temperatura i prisustvo kiseonika. Poznavanjem aktiviteta vode i pH različitih vrsta hrane mogu se utvrditi mikroorganizmi koji mogu dovesti do njenog kvarenja. Kvasci i plijesni generalno imaju manju potrebu za slobodnom vodom u hrani nego bakterije. Većini bakterija odgovara neutralna ili slabo kisela sredina. Sporogene bakterije i najznačajnije patogene bakterije se ne razmnožavaju u hrani čiji je $pH \leq 4,5$. Ova vrijednost se obično zove pH barijera. Plijesni se najbolje prilagođavaju na različite pH vrijednosti. Promjenom aktivnosti vode i pH hrane može se uticati na sprečavanje njenog kvarenja. Tako se pH hrane može smanjiti dodatkom kiselina, procesom fermentacije od strane bakterija mliječne i bakterija sirćetne kiseline, a aktivitet vode koncentrisanjem i sušenjem hrane ili dodavanjem supstanci koje vežu vodu (saharoza, kuhinjska so, sorbitol i dr.).

Vrijednosti a_w i pH pri kojima rastu mikroorganizmi u hrani prikazane su u tabeli 49.

Tabela 49. Vrijednosti a_w i pH pri kojima rastu mikroorganizmi u hrani

Vrsta mikroorganizama	a_w	pH
bakterije	> 0,91	> 4,0

halofilne bakterije	> 0,75	
kvasci	> 0,81	2,5–8,5
osmofilni kvasci	> 0,60	
plijesni	> 0,80	2,0–9,0
kserofilne plijesni	> 0,65	

Supstance u hrani koje mogu biti prirodno prisutne (npr. fenoli) ili se dodaju (npr. sorbati, nitriti, bakteriocini) mogu da sprečavaju rast mikroorganizama. *Od spoljašnjih faktora* koji utiču na kvarenje hrane najznačajniji su temperatura i parcijalni pritisak kiseonika u sredini u kojoj se hrana čuva. Prema optimalnoj temperaturi potrebnoj za njihov razvoj, mikroorganizmi se dijele na psihofilne (od –5 do 20 °C, kao što su bakterije roda *Pseudomonas*), mezofilne (od 20 do 45 °C) i termofilne (od 45 do 60 °C, kao što su *Bacillus coagulans*, *Clostridium nigrificans*). Aerobni mikroorganizmi (plijesni, bakterije sirćetne kiseline i neki kvasci) ne mogu se razvijati bez kiseonika, dok se anaerobni mikroorganizmi (na primjer bakterije iz roda *Clostridium*) ne mogu razvijati u njegovom prisustvu. Mikroaerofilni mikroorganizmi (kao što su bakterije iz roda *Lactobacillus* i *Streptococcus*) za razvoj zahtijevaju malu koncentraciju kiseonika, dok fakultativno anaerobni su aerobni mikroorganizmi koji mogu da rastu i bez prisustva kiseonika. Povećanjem ili smanjenjem temperature, mijenjanjem parcijalnog pritiska kiseonika, moguće je uticati na rast pojedinih grupa mikroorganizama i spriječiti kvarenje hrane. Istovremenim uticajem na više faktora još više se smanjuje vjerovatnoća mikrobiološkog kvarenja hrane. Načelo abioze se postiže uklanjanjem mikroorganizama iz hrane ili njihovim inaktiviranjem – uništavanjem u hrani. Uklanjanje mikroorganizama iz hrane se, na primjer, postiže ultrafiltracijom ili mikrofiltracijom vina, piva i voćnih sokova, centrifugovanjem obranog sirovog mlijeka (baktofugiranje). Ultrafiltracijom se protiskuje tečna hrana kroz membrane čije su pore prečnika 0,01 do 0,1 µm pod pritiskom 1 - 10 bara, mikrofiltracijom kroz membrane pora prečnika 0,1 - 10 µm i pod pritiskom do 1 bara. Pore filtera ne propuštaju ćelije kvasaca, bakterija, njihove spore. Baktofugiranjem se mlijeko razdvaja na gustu i rijetku frakciju. Spore i bakterije imaju veću gustoću od kazeina i mlijeka, pa prelaze u gustu frakciju, koja predstavlja njihov koncentrat. Pri baktofugiranju se primjenjuju sile koje su 5 - 10 hiljada puta veće od gravitacijske.

Inaktivacija mikroorganizama u hrani se postiže termičkim postupcima - pasterizacijom i sterilizacijom ili netermičkim postupcima - jonizirajućim zračenjem, visokim hidrostatičkim pritiskom i pulsirajućim električnim poljem. Nezavisno od metode, potrebno je odrediti jačinu i vrijeme trajanja tretmana tako da se postigne što manji gubitak hranljive vrijednosti i senzorskih svojstava hrane. Treba imati u vidu da što je pH ili aw neke hrane bliži graničnoj vrijednosti za neki mikroorganizam, to je njegova otpornost prema termičkom ili nekom drugom tretmanu manja. Koji će mikroorganizam potencijalno biti prisutan u nekoj hrani zavisi od prisustva hranljivih materija koje on koristi za svoj metabolizam. Hranjive materije (bjelančevine, masti i ugljeni hidrati) ujedno i štite mikroorganizme prilikom sprovođenja neke od metoda za inaktivaciju mikroorganizama.

Faktori značajni za određivanje jačine i trajanja tretmana konzervacije hrane prikazani su u tabeli 50.

Tabela 50. Faktori značajni za određivanje jačine i trajanja tretmana konzervacije hrane

Karakteristike hrane	Karakteristike mikroorganizama
fizičko-kemijska svojstva (pH, aktivitet vode, hranljive materije)	početni broj mikroorganizama,
fizičko stanje (viskoznost, konzistencija, kombinacija čvrsto-tekuće)	faza razvoja populacije mikroorganizama,
oblik, dimenzije i materijal konzerve	vrsta mikroorganizama (potencijalni kontaminanti),
	termička otpornost mikroorganizama

23.3. Fizičke metode konzervisanja hrane

23.3.1. Konzervisanje hrane visokom temperaturom

Konzervisanje hrane visokom temperaturom se postiže postupkom pasterizacije i sterilizacije. Pri postupku pasterizacije hrana se zagrijava na temperaturi ispod 100 °C pri čemu se inaktiviraju vegetativni oblici mikroorganizama. Termička sterilizacija je postupak kod kojeg se primjenjuju temperature iznad 100 °C, pri čemu se inaktiviraju i vegetativni i sporogeni oblici mikroorganizama. Vrijeme izraženo u minutima koje je potrebno da se pri dejstvu letalne temperature početni broj nekog mikroorganizma smanji 10 puta zove se *vrijeme decimalne redukcije*. U termički najotpornije vegetativne mikroorganizme spadaju na primjer *Salmonella typhimurium* (vrijeme decimalne redukcije je 18,3 min/55 °C) i *Listeria monocytogenes* (vrijeme decimalne redukcije je 16,7 min/60 °C). Osim temperature, na vrijeme decimalne redukcije utiče i početni broj mikroorganizama, kao i vrste potencijalno prisutnih mikroorganizama. Veoma je važno sprovoditi mjere dobre higijenske prakse, kako bi početni broj mikroorganizama u hrani bio manji. Tako na primjer, za sterilizaciju sirovog mlijeka koje ima mali broj mikroorganizama potrebno je primijeniti kraće vrijeme decimalne redukcije. Na taj način se štedi energija, manji su gubici hranljive vrijednosti i senzornih svojstva mlijeka. Vrijeme decimalne redukcije se eksponencijalno mijenja ukoliko se promijeni vrijednost letalne temperature tretmana. Tako na primjer, za *Clostridium botulinum* je utvrđeno da se sa povećanjem temperature za 10 °C vrijeme decimalne redukcije smanjuje 10 puta. Međutim, treba imati u vidu da se sa povećanjem temperature tretmana ne ubrzava samo uništavanje mikroorganizama, već i brzina hemijskih reakcija koje degradiraju sastojke hrane. Porast temperature za 10 °C povećava brzinu hemijskih reakcija 2 do 3 puta. Pod komercijalnom sterilnosti proizvoda podrazumijeva se sterilnost koja obezbjeđuje zdravlje potrošača i sprečava ekonomske štete. Generalno se smatra da je proces zadovoljavajući ako se pokvari najviše jedna od 10⁴ konzervi podvrgnutih određenom tretmanu. Ukoliko se radi o patogenim mikroorganizmima (npr. *Clostridium botulinum*), zahtjev je mnogo strožiji: može se pokvariti najviše jedna od 10¹² konzervi. Termički tretmani hrane mogu se primijeniti prije ili nakon punjenja i hermetičkog zatvaranja u ambalažu. Prije zatvaranja staklenki i limenki, iz njih je potrebno ukloniti vazduh (ultrazvukom, toplotom ili ubrizgavanjem vodene pare ispod poklopca). Uklanjanjem vazduha sprečava se deformisanje limenki ili poklopaca koje se javlja zbog širenja vazduha na visokim temperaturama. Takođe se sprečava korozija limenki, jer kiseonik djeluje kao akcelerator korozije. Pored toga, otklanjanjem kiseonika sprečava se oksidacija sastojaka hrane. Termička obrada hrane nakon punjenja i zatvaranja u

ambalažu se vrši u autoklavima. Treba obratiti pažnju i na fizičko stanje proizvoda – viskoznost, čvrstoću, veličinu komada hrane i dr., kao i na vrstu, oblik i dimenzije konzerve. Ovi faktori utiču na brzinu i način prodiranja toplote u sadržaj konzerve, a samim tim i na efikasnost termičke obrade. Limenke se najčešće prave od materijala kao što su bijeli, crni, hromirani čelični, aluminijumski lim, lim prevučen aluminijumom. Površina bijelog lima koja dolazi u kontakt s hranom se oblaže zaštitnim lakovima. Kontrola ispravnosti dvostrukih šavova na limenkama je kritična kontrolna tačka u proizvodnji. Termička obrada hrane prije punjenja i hermetičkog zatvaranja u ambalažu je pogodna za tečnu, polutečnu i kašastu hranu. Izmjenjivači toplote mogu biti cjevasti ili pločasti – u vidu niza vrlo blizu postavljenih ploča između kojih s jedne strane ploče struji hrana, a s druge strane vruća voda ili vruća vodena para (pasterizator). Nakon ovih postupaka vrši se hlađenje i aseptično punjenje i zatvaranje. Postupci za sterilizaciju ambalaže namijenjene za aseptično punjenje hrane prikazani su u tabeli 50.

Tabela 50. Postupci za sterilizaciju ambalaže namijenjene za aseptično punjenje hrane

Postupak sterilizacije	Uslovi	Materijal za ambalažu	Način primjene i djelovanja
Vruća vodena para	zasićena (130–145 °C)	staklo, metali, termootporna plastika	Direktno izlaganje
	pregrijana (200–250 °C)	metali	
vrući vazduh	>140 °C	laminati papir/aluminijum/plastika	
vodonik peroksid	32–35%-tni rastvor, 60–80 °C	termootporna plastika, laminati	prskanje, ispiranje ili potapanje, uklanjanje vrućim vazduhom
persirćetna kiselina	1%-tni rastvor, < 40 °C	staklo, metali	
UV zračenje	λ 250–280 nm	glatke i ravne površine	u kombinaciji s vodonik peroksidom (potrebne su niže koncentracije vodonik peroksida, $\leq 5\%$ jer se postiže sinergistički efekat)
Gama zračenje	15–50 kGy	plastika (kesice unutar kartonskih kutija)	direktno izlaganje

infracrveno zračenje		glatke i ravne površine	konverzija u toplotu u dodiru s apsorbujućom površinom

23.3.2. Konzervisanje hrane postupkom hlađenja

Čuvanje hrane hlađenjem podrazumijeva primjenu temperatura iznad tačke smrzavanja ćelijske tečnosti. Izbor temperature zavisi od vrste hrane. Snižavanjem temperature hrane postiže se usporavanje hemijskih reakcija (sniženje za 10 °C usporava hemijske reakcije 2 do 3 puta), usporavanje procesa dozrijevanja i disanja, usporavanje aktivnosti i rasta mikroorganizama (npr. bakterije koje luče toksine u hranu generalno se ne razmnožavaju na temperaturama nižim od 3 °C, salmonelle i stafilokoke ispod 7 °C, a *Clostridium botulinum* A, B i C pri temperaturama ispod 10 °C). Hlađenje se najčešće vrši strujom hladnog vazduha u toplotno izolovanim komorama. Može se koristiti i suvi led (čvrsti CO₂) za neke vrste čvrste hrane. Mokri led se koristi za hlađenje ribe i rakova. Za hlađenje tečne hrane (kao što su mlijeko i sokovi) upotrebljavaju se pločasti ili cjevasti izmjenjivači toplote, nakon čega se ohlađene tečnosti čuvaju u rashladnim cistijernama. Trajnost ohlađene čvrste hrane, kao što su voće i povrće se može produžiti podešavanjem relativne vlažnosti i promjenom sastava vazduha u rashladnim komorama. Relativna vlažnost (85 - 95%) se održava primjenom uređaja za raspršivanje vode, vlaženje i sušenje vazduha. Kod niže relativne vlažnosti dolazi do isušivanja, smežuravanja i gubitka na masi, dok više vrijednosti odgovaraju razvoju plijesni.

23.3.3. Konzervisanje hrane gasovima

Pri smanjenoj koncentraciji kiseonika smanjuju se oksidacioni procesi u plodovima, usporava se inaktivacija osjetljivih vitamina (E, B9, C) i zbog usporene oksidacije karotenoida manje se gubi žuta boja. Zbog toga vazduh u komorama za čuvanje voća i povrća treba da ima smanjenu koncentraciju kiseonika (smanjuje se sa 21% na 3–4%) i povećanu koncentraciju ugljendioksida (povećana sa 0,03% na 2–4%) i azota (povećana sa 78% na 92–95%). Povećana koncentracija ugljendioksida smanjuje procese disanja i dozrijevanja plodova, hidrolizu pektina, gubitak zelene boje (zbog usporene razgradnje hlorofila) i sprečava razvoj plijesni. Odnosi gasova u komorama održavaju se automatskim sistemima kontrole. Atmosfera izmijenjenog sastava, koja se za vrijeme čuvanja plodova kontinuirano provjerava i održava unutar zadatih granica, naziva se kontrolisana atmosfera. Kada do promjene sastava atmosfere u hermetičkim komorama dolazi usljed disanja samih plodova ili sjemenja, bez kontinuirane provjere i održavanja zadatih vrijednosti, govori se o modifikovanoj atmosferi. Modifikovana atmosfera primjenjuje se i kod pakovanja hrane u plastičnu ambalažu nepropustljivu za gasove i vodenu paru (npr. svježe meso, riba, svježe voće i povrće). Hrana se može pakovati i u razrijeđenoj - hipobaričnoj atmosferi gdje se pritisak gasova smanjuje 10–20% u odnosu na atmosferski (0,1–0,2 bara), čime se smanjuju sve komponente atmosfere. Kada se pritisak gasova smanji ispod 0,025 bara, govori se o pakovanju pod vakuumom.

23.3.4. Konzervisanje hrane zamrzavanjem

Zamrzavanje predstavlja primjenu temperature ispod tačke smrzavanja tečne hrane ili tačke smrzavanja ćelijske tečnosti. Ovaj postupak zaustavlja većinu hemijskih i biohemijskih reakcija i mijenja strukturu i funkciju bjelančevina mikroorganizama. Endogeni enzimi u povrću ostaju aktivni i pri temperaturama zamrzavanja, zato se povrće prethodno blanšira (nekoliko minuta se tretira

vodom ili parom temperature 75 - 95 °C), tretira jonizujućim zračenjem ili visokim hidrostatskim pritiskom. Tačka kristalizacije vode u većini namirnica je u opsegu od -0,5 do -4 °C. U tom rasponu temperature nastaje i najveći dio leda u zamrznutoj hrani (blizu 75%). U cilju zamrzavanja hrane odvođenje toplote se obično vrši strujanjem hladnog vazduha ili inertnog gasa, kontaktom s hladnom površinom ili prekrivanjem i uranjanjem u rashladno sredstvo. Za čuvanje i distribuciju zamrznutih proizvoda potrebno je obezbijediti hladni lanac i odgovarajući transport. U proizvodnom pogonu zamrznuta hrana se čuva u komorama na temperaturi do -30 °C, u hladnjačama distributivnih centara do -25 °C, u trgovinama do -18 °C, u zamrzivačima u domaćinstvu na -6 do -12 °C. Transport zamrznute hrane je posebno osjetljiv dio rashladnog lanca zbog uticaja velikog broja faktora koji se teško drže pod kontrolom (promjene vremenskih uslova, trajanje putovanja, učestalost otvaranja hladnjače i dr.). Najčešće nepoželjne promjene zamrznute hrane tokom njenog čuvanja i distribucije su: oksidacija nezasićenih masnih kiselina, promjene izgleda i boje zamrznute hrane i dr.

23.3.5. Dobra proizvođačka praksa pri zamrzavanju hrane

Zamrzavanjem hrane treba da se sačuvaju svojstva hrane i da se u njoj postigne temperatura od najmanje -18 °C u što kraćem vremenskom periodu. Time treba da se spriječe hemijske, biohemijske i mikrobiološke promjene u hrani. U direktnom kontaktu sa zamrznutom hranom, mogu se koristiti kriogeni mediji - vazduh, azot i ugljen dioksid. Temperatura zamrznute hrane treba da bude konstantna i najmanje -18 °C u cijelom proizvodu. Izuzetno, temperatura zamrznute hrane može biti veća za 3 °C tokom lokalnog prevoza i u rashladnim vitrinama u maloprodaji. Ako se u maloprodaji nalaze otvorene rashladne vitrine, treba da se označi granica popunjenosti hranom. Zamrznuta hrana treba da bude tako upakovana da bude zaštićena od sušenja, fizičkih, hemijskih i mikrobioloških opasnosti. Na pakovanju se navode izrazi "brzo zamrznuto", "jednom odmrznuti proizvod ne smije se više zamrzavati", podaci vezani za rok trajanja, temperaturu čuvanja zamrznute hrane, oznaku serije zamrznute hrane. Uzorci za ispitivanje zamrznute hrane uzimaju se sa više kritičnih tačaka u hladnjači - u blizini vrata hladnjače, (gornji i donji nivo), u sredini hladnjače (sa gornjeg i donjeg nivoa) i u blizini strujanja povratnog vazduha rashladne jedinice. Uzorci zamrznute hrane iz rashladne vitrine u maloprodaji uzimaju se sa tri mjesta - koja predstavljaju najtoplije tačke u rashladnoj vitrini. Za mjerenje temperature zamrznute hrane se upotrebljavaju termometri. Za prodiranje u proizvod se koristi pribor kao što su čekić za led i burgija. Termometri treba da mjere temperature u rasponu od najmanje -20 °C do +30 °C, da imaju tačnost mjerenja 0,3 °C, a skala instrumenta treba da je podijeljena na podeoke od najmanje 0,1 °C. Ohlađena sonda termometra se stavlja na dubini od 2,5 mm od površine proizvoda - ako to dozvoljavaju dimenzije proizvoda. Temperatura se očitava kada dostigne stalnu vrijednost (*Pravilnik o bližim uslovima za brzo smrzavanje hrane*).

23.3.6. Snižavanje sadržaja vode i aktiviteta vode u hrani

Otklanjanjem vode iz hrane smanjuje se aktivitet vode, a time i mogućnost mikrobiološkog kvarenja hrane. Čvrste namirnice se u tom cilju podvrgavaju različitim postupcima sušenja, a tečne postupcima koncentrisanja i/ili sušenja. **Koncentrisanje** tečne hrane podrazumijeva smanjenje sadržaja vode na 25–30%, a osnovne metode koncentrisanja su uparavanje, kriokoncentrisanje i koncentrisanje membranskim procesima. *Uparavanje* se najčešće bazira na dovođenju toplote i odvođenju vodene pare koja pritom nastaje. *Kriokoncentriranje* se koristi za uparavanje termički osjetljivih namirnica. Tokom ovog postupka voda se odstranjuje hlađenjem tečne hrane uz miješanje i izdvajanjem stvorenih kristala leda presama ili centrifugalnim separatorima. *Membranski procesi* za koncentriranje tečne hrane su: ultrafiltracija, nanofiltracija i reverzna osmoza. Membranski filtri se prave od različitih materijala, kao što su organski polimeri, polisulfonski materijali i dr. Pod pritiskom, kod ultrafiltracije kroz membranu prolazi voda, joni, manji organski molekuli (na primjer šećeri, alkoholi, kiseline), kod nanofiltracije voda i joni, a kod reverzne osmoze prolazi voda. **Sušenjem hrane** smanjuje se sadržaj vode na 10–20%, a vrši se dovođenjem toplote (sušenje

zagrijanim vazduhom ili drugim gasovima, sušenje infracrvenim zračenjem ili mikrotalasima, sušenje u dodiru s grijanom površinom), kao i liofilizacijom. Prije sušenja, tečne namirnice se koncentrišu, dok se voće i povrće blanšira, sumporiše (izlaže sumpordioksidu u zatvorenim komorama) ili sulfitera (potapa u rastvor sulfita ili bisulfita). Voće koje se suši cijelo (npr. šljive i grožđe) podvrgava se tzv. dipovanju, odnosno obradi zagrijanim 0,5%-tnim rastvorom natrijum hidroksida kako bi se uklonile voštane prevlake na površini ploda i tako omogućio lakši izlazak vode.

23.4. Hemijsko konzervisanje hrane

Supstance koje sprečavaju kvarenje hrane mogu se svrstati u tri glavne grupe: konzervansi (antimikrobna sredstva), antioksidansi i regulatori kiselosti. Konzervansi se dodaju u hranu u cilju sprečavanja razmnožavanja pojedinih mikroorganizama. Antimikrobno djelovanje konzervansa zasniva se na inhibiciji sinteze bjelančevina u mikroorganizmima, inhibiciji aktivnosti mikrobnih enzima, oštećenju ćelijske membrane mikroorganizama, oštećenju genetskog materijala mikroorganizama. Konzervansi koji su odobreni kao prehrambeni aditivi imaju oznake od E 200 do E 290. Glavni konzervansi hemijskog porijekla su organske kiseline, sumpor dioksid, nitriti, mikrobnog porijekla su peptidi nizin i natamicin i životinjskog porijekla je enzim lizozim. *Sorbinska kiselina i sorbati* (E 200–E 203) koriste se za inhibiciju razvoja plijesni u hrani koja ima pH manji od 6,5. Konzervišući efekat sorbinske kiseline, kao i drugih organskih kiselina (benzojeve, propionske i sirćetne), je vezan za njen nedisosovani oblik, a na stepen disocijacije utiče pH hrane. Pri pH 4,7 nedisosovano je 54% a pri pH 3,5 95% molekula sorbinske kiseline. Sorbati inhibiraju i sintezu toksina *Clostridium botulinum* u proizvodima od mesa i ribe. Sorbinska kiselina i sorbati primjenjuju se raspršivanjem i premazivanjem površina proizvoda (hleba, peciva, suhomesnatih proizvoda, sušene ribe, sira, sušenog voća i dr.) ili dodavanjem u proizvode kao što su mliječni namazi, džemovi, margarin, majonez, vino, voćni sokovi i dr. *Benzojeva kiselina, benzoati i p-hidroksibenzoati* (E 210–E 219) inhibiraju prvenstveno razvoj kvasaca i nekih bakterija (npr. *Listeria monocytogenes* i *Salmonella enteritidis*). Pogodni su za kiselu hranu s vrijednošću pH ispod 4 (pri pH 4,7 nedisosovano je 24% molekula, a pri pH 3,5 63% molekula). Primjenjuju se u bezalkoholnim osvježavajućim pićima, prerađevinama od voća, ukiseljenom povrću, na površini suhomesnatih proizvoda i dr. *Propionska kiselina i propionati* (E 280–E 283) inhibiraju rast plijesni i nekih bakterija - kao što je *Bacillus mesentericus*, koji u hlebu izaziva pojavu ljepljive nitavosti i miris na dinju. *Sumpor dioksid i njegovi derivati* (E 220–E 228) primjenjuju se u gasovitom, tečnom stanju ili kao rastvori. Gasoviti SO₂ se može dobiti spaljivanjem sumpornih traka (koristi se za tretiranje bačvi i pribora u vinarstvu) ili oslobađanjem iz boca pod pritiskom. Tečni SO₂ može se dozirati u tečnu hranu direktno iz boca pod pritiskom, pri čemu dio sumpor dioksida u rastvoru stvara sulfite (SO₃²⁻), bisulfite (HSO₃⁻) ili metabisulfite (S₂O₅²⁻). Metabisulfiti u tečnoj hrani se mogu dobiti i rastvaranjem soli kao što je kalijum metabisulfit ("vinobran"). Sumpor dioksid i derivati djeluju antimikrobno na bakterije i neke kvasce, pa se kao konzervansi koriste u proizvodnji vina, piva, bezalkoholnih pića, proizvoda od voća i povrća, kobasica i mljevenog mesa s biljnim dodacima i dr. Osim antimikrobnog djelovanja, sumpor dioksid i njegovi derivati imaju i antioksidaciono dejstvo. *Nitriti* (E 249–E 250) imaju antimikrobno dejstvo na klijanje spora *Clostridium botulinum* i na Gram-negativne mikroorganizme (osim na *Salmonella spp.* i *Escherichia coli*). Najčešće se koriste u mesnim prerađevinama, sirevima, mariniranoj ribi, morskim plodovima. *Nitrati* (E 249–E 252) nemaju značajno antimikrobno dejstvo, ali se u hrani redukuju u nitrite, pa se zato smatraju konzervansima. Osim što imaju antimikrobno dejstvo, nitriti povoljno utiču na boju proizvoda od mesa, zato što se azot monoksid veže za mioglobin. Azot monoksid se vezuje i za slobodne radikale i tako ima i antioksidaciono dejstvo. *Nizin* (E 234) je najznačajniji bakteriocin, polipeptid kojeg sintetišu neke bakterije mliječne kiseline i ima antibakterijsko dejstvo. Nizin se dobija tokom kontrolisanog procesa fermentacije bakterije mliječne kiseline *Lactococcus lactis*. Nizin sprečava razmnožavanje grampozitivnih mikroorganizama *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*,

Bacillus. Lizozim (E 1105) je konzervans životinjskog porijekla koji se najčešće dobija iz bjelanca jajeta. Lizozim razgrađuje peptidoglikan ćelijskog zida bakterija. Najbolje djeluje na grampozitivne, naročito na sporogene termofilne bakterije. Može se primjenjivati na zrelim sirevima, u nepasterizovanom pivu i dr. *Antioksidansi* su prirodne ili sintetičke supstance koje sprečavaju oksidacione promjene u hrani ili pojačavaju antioksidaciono dejstvo drugih supstanci. Antioksidansi koji su odobreni za upotrebu kao prehrambeni aditivi uglavnom imaju oznake od E 300 do E 324. To su askorbinska kiselina i askorbat (E 300–E 302), izoaskorbinska kiselina (E 315), fenolni antioksidansi - tokoferoli (E 306–E 309), sintetičke supstance - galati (E 310–E 312) i dr. Fenolni antioksidansi najčešće se dodaju hrani bogatoj mastima i uljima. *Regulatori kiselosti* se dodaju da smanje ili povećaju pH vrijednost hrane, u cilju održavanja njene bezbjednosti i produženja roka upotrebe. Tu spadaju organske kiseline i njihove soli (mliječna, limunska, vinska, fosforna, adipinska, jabučna, jantarna). Regulatori kiselosti koji su odobreni kao prehrambeni aditivi uglavnom imaju oznake od E 325 do E 385.

23.5. *Biološko konzervisanje hrane*

Biološko konzerviranje hrane predstavlja primjenu kvasaca i bakterija mliječne kiseline - koji stvaraju supstance kao što su etanol, mliječna kiselina, sirćetna kiselina, vodonik peroksid, bakteriocini, koje inhibiraju rast nepoželjnih mikroorganizama. Biološko konzerviranje se bazira na procesu fermentacije - nepotpune razgradnje šećera od strane mikroorganizama u anaerobnim uslovima. Primjenom biološkog konzerviranja se dobija novi proizvod, sa novim senzornim i hranljivim karakteristikama. Bakterije mliječne kiseline razlažu laktozu do mliječne kiseline, pri čemu se sadržaj laktoze smanjuje za 20–30%. Zbog stvaranja mliječne kiseline, pH vrijednost se smanjuje (sa oko 6,5 na $\leq 3,5$) i dolazi do koagulacije kazeina. Proteaze bakterija mliječne kiseline djelimično razlažu bjelancevine mlijeka do peptida i slobodnih aminokiselina i time ih čine lakše svarljivim za čovjeka. Pri pH vrijednosti fermentisanih mliječnih proizvoda, kalcijum i fosfor se dva puta bolje apsorbuju u digestivnom traktu u odnosu na mlijeko. Tokom fermentacije, bakterije mliječne kiseline stvaraju aromatična jedinjenja, kao što su acetaldehid, diacetil, acetoin, mliječna kiselina, koja fermentisanim proizvodima daju karakteristična svojstva ukusa i mirisa. Bakterije mliječne kiseline imaju značajnu ulogu u proizvodnji fermentisanih proizvoda. Svojom aktivnošću utiču na procese zrenja, dobijanje poželjnih organoleptičkih osobina proizvoda i sprečavanje rasta nepoželjnih mikroorganizama.

23.5.1. *Bakteriocini - biološki konzervansi hrane*

Primjena bakteriocina u prehrambenoj industriji može smanjiti upotrebu vještačkih konzervanasa i intenzitet termičke obrade hrane. Bakteriocini se još zovu i biološki konzervansi hrane. Bakteriocine proizvode mnoge gram pozitivne i gram negativne bakterije, ali za prehrambenu industriju su najznačajniji oni koje proizvode bakterije mliječne kiseline. Bakteriocini su ekstracelularno izlučeni proteini ili peptidi koji posjeduju antibakterijsko djelovanje prema određenim, obično srodnim mikroorganizmima (posebno gram pozitivnim bakterijama). Sintetišu se u ribozomima. Na njihovu aktivnost utiču sastav hrane, pH, temperatura, tehnološki proces proizvodnje i dr. Za razliku od antibiotika, ne izazivaju alergije. Antibakterijsko djelovanje ispoljavaju prema mikroorganizmima koji kvare hranu i patogenim bakterijama u hrani, poput *Listeria monocytogenes* i *Staphylococcus aureus*. Aktivnost protiv gram negativnih bakterija, kao što su *Escherichia coli* i *Salmonella spp.* takođe je utvrđena u slučaju kada im je integritet ćelijske membrane narušen (osmotski šok, tretiranje ćelije niskim pH, deterdžentima). Svoje antimikrobno delovanje ispoljavaju povećanjem propustljivosti plazma membrane. Do sada nisu dokazana neželjena dejstva bakteriocina na ljudske ćelije. Bakteriocini bakterija mliječne kiseline su najčešće temperaturno stabilni, tolerantni na niske pH vrednosti i razgrađuju se enzimima digestivnog trakta. Zahvaljujući ovim karakteristikama, kao i činjenici da bakterije mliječne kiseline imaju GRAS status („Generally Regarded As Safe“ - sigurne bakterije), primjena njihovih bakteriocina smatra se sigurnom za konzervisanje hrane i u

farmaceutskoj industriji. Osim antibakterijske aktivnosti, ovi peptidi pokazuju i antivirusnu i antitumorsku aktivnost. Najpoznatiji bakteriocin je nizin koji je izolovan iz *Lactococcus lactis* spp. *lactis*. Spada u I klasu bakteriocina (lantibiotika) i sastoji se od 34 aminokiselinska ostatka. Nizin je rijedak primjer bakteriocina "širokog spektra" djelovanja na mnoge gram pozitivne bakterije, kao što su bakterije mliječne kiseline (one koje izazivaju kvarenje hrane), *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum* itd. Takođe djeluje na spore. Gram negativne bakterije su zaštićene svojom spoljašnjom membranom, ali postaju osjetljive na djelovanje nizina nakon toplotnog šoka i sl. Nizin je veoma stabilan u kiselim sredinama i stabilniji je na dejstvo visoke temperature pri nižim pH. Koristi se u proizvodnji topljenih sireva, proizvoda od mesa, u pićima itd., kako bi se produžio rok trajanja suzbijanjem grampozitivnih bakterija koje kvare hranu i patogenih bakterija.

23.6. Novije metode konzervisanja hrane

Kao alternativa termičkoj pasterizaciji i sterilizaciji hrane danas se za konzervaciju sve češće primjenjuju jonizujuće zračenje i visoki hidrostatički pritisak.

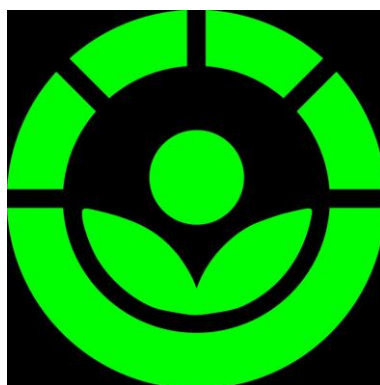
Netermički postupci inaktiviranja mikroorganizama u hrani prikazani su u tabeli 51.

Tabela 51. Netermički postupci inaktiviranja mikroorganizama u hrani (Koprivnjak, 2014)

Postupak konzervacije hrane	Mehanizmi djelovanja na mikroorganizme
Ultrazvuk visoke snage	Prolazak ultrazvučnih talasa izaziva promjene pritiska u hrani, što izaziva mehaničko oštećenje ćelijske membrane
Pulsirajuće električno polje	Pulsevi električnog polja destabilizuju lipoproteinski dvosloj ćelijskih membrana mikroorganizama, u membrani se stvaraju pore kroz koje u ćeliju ulazi voda i drugi mali molekuli, što dovodi do bubrenja i pucanja ćelije.
Jonizujuće zračenje	Dovodi do jonizacije molekula i promjene njihove strukture u ćeliji mikroorganizama. Kao posljedica jonizacije molekula vode nastaju slobodni radikali koji se vezuju za genetski materijal i molekule u ćelijskim membranama mikroorganizama.
Ultraljubičasto (UV-C) zračenje	UV-C zračenje apsorbuje DNK mikroorganizama, što dovodi do njenog oštećenja i nemogućnosti replikacije, a samim tim dovodi do sprečavanja razmnožavanja mikroorganizama.
Pulsirajuće svjetlo visokog intenziteta	Kombinovanim djelovanjem UV zračenja i fototermičkog vidljivog i infracrvenog dijela spektra mikroorganizmi apsorbuju više svjetlosti i brže se zagrijavaju do latentne temperature u odnosu na okolnu sredinu.

Visoki hidrostatski pritisak	Dovodi do oštećenja ćelijske membrane, ometanja vezanja t-RNK i m-RNK, promjena konformacije bjelančevina i enzima unutar mikrobne ćelije.

Jonizujuće zračenje je elektromagnetno zračenje talasne dužine manje od 30 nm i energije veće od 1000 eV koja može da izbaciti elektrone iz atoma i molekula i prevede ih u jone – izaziva jonizaciju. Doza zračenja koju apsorbira hrana tokom tretmana ograničena je na najviše 10 kGy. Jonizujuće zračenje se primjenjuje radi sprečavanja ili usporavanja fizioloških procesa u hrani, inaktivacije endogenih enzima, uništavanja insekata, parazita i mikroorganizama. Međutim, treba imati u vidu da jonizujuće zračenje može dovesti do neželjenih promjena pojedinih sastojaka hrane. Ovo zračenje može izazvati dezaminaciju aminokiselina, denaturaciju proteina, razgradnju šećera i polimerizaciju skroba, nastajanje peroksida i dekarboksilaciju masnih kiselina. Ove reakcije dovode do promjena senzornih osobina, razmekšavanja hrane, gubitka hranljive vrijednosti (npr. gubitak vitamina kao što su B1, C, A i E). Pravna ili fizička lica koja tretiraju hranu jonizujućim zračenjem moraju biti ovlaštena da mogu da sprovedu taj postupak. Hrana tretirana jonizujućim zračenjem na deklaraciji mora da ima navod "podvrgnuto jonizujućem zračenju" i mora biti označena međunarodnim simbolom za hranu podvrgnutu jonizujućem zračenju koji se zove radura (slika 86.).



Slika 86. Radura - međunarodni simbol za hranu podvrgnutu jonizujućem zračenju
https://en.wikipedia.org/wiki/Radura#/media/File:Radura_international.svg

Postupak obrade hrane **visokim hidrostatsičkim pritiskom** sastoji se u uranjanju hrane obavijene posebnom folijom u tečni medijum pomoću kojeg se postiže hidrostatski pritisak u vremenu od jednog do nekoliko minuta. Vrijednost hidrostatsičkog pritiska se kreće u rasponu od 100 do 800 MPa. Zbog unutrašnjeg trenja dolazi do zagrijavanja hrane (oko 3 °C za svakih 100 MPa povećanja pritiska). Visoki hidrostatski pritisak može da utiče na vodonične, jonske ili hidrofobne veze i zato može mijenjati sastojke hrane male molekulske mase kao što su isparljive aromatične supstance, vitamini, pigmenti. Najznačajnije promjene funkcionalnih svojstava može da izazove kod bjelančevina, kod kojih usljed visokog pritiska dolazi do promjena konformacije, tj. do denaturacije, a samim tim do gubitka sposobnosti vezanja vode, želiranja, emulgovanja i dr. (Koprivnjak, 2014.).

Pitanja

Koji faktori utiču na kvarenje hrane? Kako nastaje tamnjenje hrane i kako se može spriječiti? Kako utiče kiseonik na kvarenje hrane? Kako utiče svjetlost, UV i infracrveni zraci na kvarenje hrane? Kako unutrašnji (*intrinsic*) faktori utiču na mikroorganizme koji izazivaju kvarenje hrane? Kako spoljašnji (*extrinsic*) faktori utiču na mikroorganizme koji izazivaju kvarenje hrane? Pri kojim

pH vrijednostima rastu mikroorganizmi u hrani? Koji je cilj konzervisanja hrane? Koji su postupci konzervisanja hrane? Koje su fizičke metode konzervisanja hrane? Objasnite metode čuvanja i pakovanja hrane u kontrolisanoj i modifikovanoj atmosferi. Kako se vrši konzervisanje hrane visokom temperaturom? Kako se vrši konzervisanje hrane niskim temperaturama? Koji su postupci dobre proizvođačke prakse pri zamrzavanju hrane? Koji se postupci primjenjuju za snižavanje sadržaja vode i aktivnosti vode u hrani? Koji su postupci za sterilizaciju ambalaže namijenjene za aseptično punjenje hrane? Koje su hemijske metode konzervisanja hrane? Koje su biološke metode konzervisanja hrane? Šta su bakteriocini i koji je njihov značaj? Koje su novije metode konzervisanja hrane i koji su mehanizmi njihovog djelovanja na mikrororganizme?

24. PAKOVANJE, ČUVANJE I DEKLARISANJE HRANE

24.1. Higijenska ispravnost ambalaže i predmeta koji dolaze u neposredan dodir s hranom

Subjekt u poslovanju hranom dužan je da koristi predmete i materijale koji su odobreni i označeni u skladu sa propisanim uslovima. Materijali i predmeti koji dolaze u kontakt sa hranom moraju biti proizvedeni u skladu sa dobrom proizvođačkom praksom, kako ne bi došlo do prenošenja njihovih sastojaka u hranu u količinama koje su štetne za zdravlje ljudi, nepoželjnih promjena u sastavu hrane ili pogoršanja njenih organoleptičkih svojstava. Sledljivost materijala i predmeta mora biti obezbijedena u svim fazama, radi lakše kontrole, povlačenja neispravnih proizvoda, informisanja potrošača i utvrđivanja odgovornosti. Materijali i predmeti koji su namijenjeni za neposredan kontakt s hranom moraju imati oznaku »Za hranu«. Posuđe i oprema koji se koriste u proizvodnji hrane ne smiju biti izrađeni od materijala koji otpušta sastojke štetne za zdravlje ili od materijala koji nepovoljno utiče na organoleptička, fizička ili hemijska svojstva hrane. U direktan kontakt sa hranom mogu doći predmeti od različitih materijala. To su najčešće metali i njihove legure, emajl, cement, keramika, porculan, staklo, polimerni materijali (polimeri) - plastika, lakovi, premazi, prevlake, celuloza, duromeri, elastomeri, prirodni i sintetički kaučuk), drvo, pluta, tekstil. Nijedan materijal nije potpuno inertan u kontaktu sa hranom – oni su uvijek u interakciji. Rezultat te interakcije je prelazak jedinjenja u hranu ili obrnuto. Jedinjenja koja migriraju u hranu mogu često predstavljati opasnost za zdravlje potrošača. Posuđe i oprema koji se koriste u proizvodnji hrane ne smiju biti izrađeni od materijala koji je propustljiv i porozan i koji ne štiti hranu od nepovoljnog spoljašnjeg uticaja. Posuđe i pribor moraju imati glatke površine, bez pukotina, zaobljene ivice, tako da se mogu lako čistiti, prati i dezinfikovati. Zabranjeno je stavljati u promet posuđe, pribor i opremu koji su okrnjeni ili oštećeni, kako bi se sačuvala zdravstvena ispravnost hrane. **Boje za bojenje posuđa i opreme** ne smiju prelaziti u hranu i ne smiju imati više od 0.01% arsena, 0.01% olova, 0.01% kadmijuma, 0.005% žive, 0.01% barijuma, 0.1% hroma, 0.05% antimona, 0.01% selena. Organske boje ne smiju otpuštati više od 0,1 mg/kg policikličnih aromatičnih ugljovodonika. **Metalno posuđe i oprema** ne smiju biti izrađeni od olova, cinka, niti od legura koje sadrže više od 1% olova, 0,03% arsena, 0,1% kadmijuma. Za izradu metalnog posuđa i opreme mogu se koristiti aluminijumske legure, ali koje ne sadrže više od 0,03% arsena, 0,05% kadmijuma, 0,25% bakra, 0,25% cinka i 0,02% olova. Za izradu pribora za jelo ne smiju se koristiti bakar ili cink. Metalne cijevi za provođenje vode za piće ne smiju u kontaktu s vodom otpuštati metale u količinama većim od propisanih. Ako pri upotrebi metalnog posuđa i opreme može doći do korozije, površine moraju biti zaštićene zdravstveno bezbjednim prevlakama. Za izradu emajliranog posuđa i opreme mora se koristiti čelični lim ili liveno gvožđe. **Emajl** kojim se prevlače površine posuđa i opreme ne smije sadržavati lako rastvorljive supstance i mora biti trajnog kvaliteta. Površine i rubovi emajliranog posuđa i opreme moraju biti glatki i sjajni. **Glineno posuđe, pribor i oprema** smije se stavljati u promet samo ako su izrađeni od lončarske gline. Gotovi proizvodi moraju nakon sušenja biti premazani smjesom za

dobijanje glazure i pečeni pri temperaturi od najmanje 900 °C. Površina glinenog, keramičkog i porculanskog posuđa ne smije biti porozna, a njihove ivice moraju biti zaobljene i glatke. **Stakleno posuđe** koje se stavlja u promet ne smije imati oštre niti oštećene rubove. Unutrašnja dekorisana površina staklenog posuđa stajanjem u 4% sirćetnoj kiselini tokom 24 sata pri temperaturi od 22 ± 2 °C ne smije otpuštati olovo i kadmijum u količinama većim od dopuštenih. **Polimerni materijali** za izradu posuđa, pribora, opreme i uređaja ne smiju sadržavati sastojke koji pri njihovom korištenju mogu štetno djelovati na zdravlje ili nepovoljno uticati na sastav hrane. U proizvodnji polimernih materijala mogu se koristiti samo propisane ulazne sirovine. **Drveno posuđe**, pribor i oprema moraju biti izrađeni od potpuno zdravog drveta koje ne odaje miris i koje ne utiče nepovoljno na organoleptička svojstva hrane. Zabranjeno je stavljati u promet drveno posuđe, pribor i opremu koji su obojeni ili zaštićeni hemijskim sredstvima protiv truljenja i dr. Tokom ekstrakcije u vremenu od 1 - 24 sata u destilovanoj vodi pri temperaturi od 23 °C drveno posuđe i pribor ne smiju otpuštati više od: 0,5 mg/dm² formaldehida, 0,5 mg/L olova, 0,05 mg/L kadmijuma, 0,01 mg/L žive. Drveno posuđe, pribor i oprema mogu se sa unutrašnje strane zaštititi glatkim prevlakama koje moraju zadovoljiti propisane zahtjeve. U proizvodnji proizvoda mogu se koristiti ljepila uz uslov da ispunjavaju propisane zahtjeve.

24.1. Osnovne karakteristike ambalaže

Pakovana hrana je hrana upakovana u ambalažu koja se nudi krajnjem potrošaču, na način da sadržaj ne može biti promijenjen bez otvaranja ili promjene ambalaže. Ambalaža koja se koristi u poslovanju sa hranom ima ulogu da zaštiti proizvode od spoljašnjih uticaja i da očuva njihovu zdravstvenu bezbjednost. Proizvođač hrane je u obavezi da hranu pakuje u zdravstveno bezbjednu ambalažu. Kontrolu njene zdravstvene bezbjednosti vrše nadležni državni organi. **Ambalaža** mora biti izrađena od materijala koji ne utiče nepovoljno na organoleptička, hemijska ili fizička svojstva hrane i ne smije sadržavati, niti otpuštati supstance koje mogu biti štetne za zdravlje više od propisanih količina. Ona ne smije sadržavati teške metale kao što su olovo, kadmijum, hrom i živu ukupno u količini većoj od 100 mg/kg. Lakovi i premazi za zaštitu ambalaže ne smiju otpuštati u hranu isparljive sastojke, naročito rastvarače. Zaštitni lak mora biti postojan, ne smije imati rezidualnih mirisa. Za bojenje površina ambalaže koje dolaze u neposredan dodir s hranom mogu se koristiti samo bojila i punila koja ispunjavaju propisane uslove. Kada je u pitanju *plastična ambalaža* za hranu, ona je veoma zastupljena na tržištu, zato što je jeftina i pogodna za rukovanje. Međutim, iz plastike u hranu mogu migrirati različite vrste monomera i polimernih dodataka. Zbog toga ona treba da ispuni vrlo stroge kriterijume, kako u pogledu zdravstvene ispravnosti tako i zaštite životne sredine. Od polimernih dodataka koji mogu migrirati u hranu najpoznatiji su ftalati (estri ftalatne kiseline i alifatskih alkohola), a od monomera bisfenol A (BPA). Izloženost potrošača riziku od specifične migracije ftalata i BPA iz plastične ambalaže je regulisana propisima. Na migraciju supstanci iz plastične ambalaže u hranu utiče više faktora, kao što su: sastav, količina i pokretljivost supstance u plastici, temperatura i vrijeme neposrednog dodira ambalaže s hranom, vrsta hrane (kisela, masna, neutralna hrana). Migracije rastu s povećanjem temperature, tako da ambalažu nije preporučljivo koristiti na drugačiji način od predviđenog. Kod učestalog pranja i punjenja plastičnih boca takođe dolazi do promjena njenih fizičko-hemijskih svojstava, pa broj ovih postupaka treba da bude ograničen. Nedostatak plastike je i taj što se ne razgrađuje, to predstavlja problem za njeno neškodljivo uklanjanje. Za izradu **limenki** može se koristiti elektrolitski bijeli lim, aluminijumski lim čistoće 99,5%, aluminijumske legure, hromirani čelični lim i nerđajući čelici namijenjeni za pakovanje hrane. Za limove je obavezna dopunska organska zaštita. Materijal ne smije sadržavati više od 0,02% olova, 0,02% arsena, 0,20% bakra i 0,20% cinka. Limovi prevučeni niklom ne smiju se koristiti u kontaktu s hranom. Kalaj koji se koristi za izradu bijelog lima mora biti čistoće 99,85% i ne smije sadržavati više od 0,02% olova ili kadmijuma, niti više od 0,01% arsena. Bijeli lim koji se koristi za izradu limenki za stavljanje u promet voća, povrća, mesa i druge hrane mora se lakirati ili na neki drugi način zaštititi od agresivnih sastojaka. Uzdužni šav limenki mora biti tako izrađen, da u hranu s kojom je u neposrednom dodiru ne otpušta metale i metaloide u količini većoj od dopuštene. Sadržaj

kalaja u proizvodu pritom ne smije biti veći od dopuštene količine. Za određivanje specifične migracije metala koristi se rastvor 4% sirćetne kiseline i 2% natrijumhlorida. Spoljašnje i unutrašnje površine limenke moraju biti čiste i glatke, s ujednačenom i neprekinutom prevlakom od kalaja, odnosno zaštitnim lakom i ne smiju imati ogrebotine, brazde, mjehuriće, ulegnuća ili bilo kakva druga oštećenja na prevlaci. Legura za lemljenje koja se koristi u proizvodnji limenki za kontakt s hranom ne smije sadržavati olovo. Ljepila koja se koriste za lijepljenje etiketa, naljepnica i traka na limenkama ne smiju sadržavati supstance koje djeluju korozivno. Ljepila samoljepljivih traka koja dolaze u dodir s hranom, kao i ljepila koja se koriste pri izradi laminata moraju zadovoljavati sljedeće uslove: ne smiju sadržavati supstance koje bi prodiranjem kroz foliju mogle zagaditi hranu; ne smiju vlažiti; moraju biti hemijski i toplotno otporna; ne smiju gubiti ljepljiva svojstva tokom skladištenja ambalaže. Aluminijske folije koje se, u obliku omota ili poklopca koriste za pakovanje hrane i dolaze s njom neposredan dodir, mogu se izrađivati od aluminijuma čistoće najmanje 99,5%. **Folije i limovi** za izradu oblikovane ambalaže mogu se izrađivati od aluminijuma čistoće 99,5% ili iz njegovih legura i moraju odgovarati propisima. Ostala metalna ambalaža (cisterne, kontejneri, sanduci, košare, kutije, boce, bačve i dr.) koja dolazi u neposredan dodir s hranom na unutrašnjim površinama, mora biti zaštićena zdravstveno ispravnom metalnom prevlakom ili polimernim materijalom koji ne utiče nepovoljno na organoleptička svojstva i hemijski sastav hrane i ne povećava dopuštenu količinu teških metala. Mljekarske kante i cisterne moraju se izrađivati od nerđajućeg čelika ili od plastičnih masa koje odgovaraju propisima i treba da se lako čiste, peru i dezinfikuju. **Papir i karton** koji dolaze u neposredan dodir s hranom ne smiju otpuštati sastojke u hranu u količinama štetnim za zdravlje ljudi, ili biti uzrok neprihvatljivih promjena u sastavu hrane. Ne smiju otpuštati pentahlorfenol više od 0,15 mg/kg papira i kartona, više od 0,002 mg kadmijuma, više od 0,003 mg olova, niti više od 0,002 mg žive na dm² papira i kartona. Posebna pažnja mora biti usmjerena na patogene mikroorganizme. Papirna ambalaža koja pri pakovanju dolazi u neposredan dodir s hranom može biti impregnirana parafinom, voskom, prevučena zaštitnim lakom ili polimernim materijalom koji odgovaraju propisanim zahtjevima. Papirna ambalaža ne smije biti obojena ako se koristi za pakovanje masti, maslaca, margarina, skorupa i drugih mliječnih proizvoda bogatih mastima, čokolade, kakao-proizvoda, mlijeka u prahu, jaja u prahu, mesnih proizvoda, bureka, masnoga peciva i kuhinjske soli. Papirna ambalaža koja se koristi za pakovanje ostale hrane može se bojiti bojilima koja odgovaraju propisima uz uslov da se bojila ne otapaju u vodi i mastima. Ambalaža mora biti bez mirisa i ne smije sadržavati konzervanse niti smije otpuštati u ekstrakt više od 1 mg/dm² formaldehida. **Staklena ambalaža** (boce, staklenke i sl.) mora biti izrađena od homogene staklene mase. Površina unutrašnje strane staklene ambalaže mora biti glatka, a gornji rub otvora grla takve ambalaže ne smije biti oštar niti oštećen. Stajanjem u 4% sirćetnoj kiselini tokom 24 sata pri temperaturi od 22 ± 2 °C staklena ambalaža ne smije otpuštati više od 0,05 mg olova i više od 0,005 kadmijuma/L. Za izradu staklene ambalaže ne smije se koristiti staklena vuna. **Drvena ambalaža** se može impregnirati parafinom, voskom, smolom ili njihovim smjesama, lakom, prevlakama od vještačkih masa i drugim materijalima koji ne utiču na organoleptička svojstva hrane i nisu štetni za zdravlje ljudi. Drvena ambalaža se prije i poslije upotrebe mora dobro očistiti, oprati i dezinfikovati. **Tekstilna ambalaža** koja pri pakovanju dolazi u neposredan kontakt sa hranom mora biti izrađena od materijala koji se može lako prati i dezinfikovati i ne smije se bojiti, osim oznaka na ambalaži. Bojila koja se koriste za bojenje oznaka na tekstilnoj ambalaži ne smiju se rastvarati vodi, niti prelaziti na hranu i moraju odgovarati propisanim zahtjevima. Oznake na tekstilnoj ambalaži mogu se nalaziti samo na spoljašnjoj strani ambalaže. **Slama** i drugi materijali koji se koriste kao zaštitni materijali pri pakovanju ne smiju biti truli, zagađeni ili vlažni i ne smiju nepovoljno uticati na organoleptička svojstva hrane (Uredba 1935/2004/EU o materijalima i predmetima namijenjenim neposrednom dodiru s hranom). Površine opreme i pribora, kao i ruke osoblja koje u toku proizvodnje i prometa dolaze u dodir s hranom moraju odgovarati propisanim mikrobiološkim kriterijumima.

24.3. Deklarisanje hrane

Prema Zakonu o bezbjednosti hrane (Sl. list CG br. 57/2015) subjekat u poslovanju hranom dužan je da da informacije potrošaču o proizvodu vezano za naziv, vrstu, sastav, svojstva, karakteristike i porijeklo hrane, sastojke hrane koji mogu biti štetni za zdravlje određenih grupa potrošača, trajnost hrane, način i uslove čuvanja i upotrebe hrane, uticaj na zdravlje, nutritivna svojstva hrane i preporučene količine i dr. Deklarisanje i označavanje pakovane hrane vrši subjekat u poslovanju hranom. Deklaracija treba da je lako razumljiva, vidljiva, neizbrisiva i nepromjenljiva i ne smije biti prekrivena ili isprekidana drugim tekstom ili slikovnim prikazom. Deklaracija pakovane hrane obavezno sadrži: naziv pod kojim se hrana stavlja u promet, spisak sastojaka, količinu sastojaka, količinu punjenja; rok upotrebe; uslove čuvanja, skladištenja i način upotrebe, seriju (šarža, lot) hrane; naziv i sjedište, odnosno adresu proizvođača ili subjekta u poslovanju hranom, podatke o mjestu ili geografskom porijeklu; za pića koja sadrže više od 1,2% vol. alkohola, tačnu vrijednost sadržaja alkohola. Mjestom porijekla smatra se država gdje je hrana proizvedena odnosno država gdje je hrana podvrgnuta tehnološkom procesu koji je bitno promijenio njena svojstva. Podaci se moraju nalaziti na ambalaži ili biti pričvršćeni na ambalažu na način da se ne mogu lako odvojiti od ambalaže. U slučaju neupakovane hrane koja je lako kvarljiva potrebno je označiti i rok upotrebe odnosno »upotrijebiti do«, iza čega slijedi datum. Hrana koja je obrađena jonizujućim zracima mora imati i oznaku „podvrgnuto jonizujućem zračenju" ili „konzervirano zračenjem" uz naziv hrane. Hrana koja je pakovana upotrebom gasa dozvoljenog za pakovanje radi očuvanja svojstava i produženja roka upotrebe mora imati oznaku „pakovano u zaštitnoj atmosferi" ili „pakovano u kontrolisanoj atmosferi". Na deklarisanje i označavanje hrane koja je pakovana korišćenjem gasa primjenjuju se i posebni propisi koji se odnose na aditive. Hrana koja sadrži jednu ili više dozvoljenih supstanci za zaslađivanje (zaslađivači) uz naziv hrane, navodi se "sa zaslađivačem" ili "sa zaslađivačima". Hrana koja sadrži i dodati šećer ili šećere i jednu ili više dozvoljenih supstanci za zaslađivanje (zaslađivači), uz naziv hrane, mora biti označena navodom „sa šećerom i zaslađivačem" i „šećerima i zaslađivačima". Hrana koja sadrži aspartam i aspartam-acesulfam sol mora biti označena navodom: „sadrži izvor fenilalanina". Hrana koja sadrži više od 10% dodatih poliola mora biti označena upozorenjem: „prekomjerno konzumiranje može imati laksativni efekat". Hrana i sastojci hrane sa dodatim fitosterolima moraju biti označeni oznakom „biljni sterol", sa dodatnim napomenama, kao što su: da je proizvod namijenjen isključivo ljudima koji žele smanjiti nivo holesterola u krvi i da se koriste pod nadzorom ljekara. Arome se označavaju navođenjem riječi „aroma" ili specifičnim nazivom ili opisom arome. Navod na deklaraciji ili oznaci "prirodna", može se koristiti za arome i aromatične komponente koje se sastoje od prirodno aromatičnih supstanci. Naziv hrane utvrđuje se u skladu sa posebnim propisima koji se odnose na tu hranu. Hrana koja se stavlja u promet mora da sadrži i podatke o njenom fizičkom stanju ili postupku prerade (u prahu, brzo smrznuta, koncentrovana, dimljena, pasterizovana i sl.). Rok upotrebe hrane koja je lako kvarljiva i predstavlja neposrednu opasnost za ljudsko zdravlje mora biti označen riječima: „upotrijebiti do", sa naznakom datuma ili mjesta gdje se datum nalazi na ambalaži. Subjekt u poslovanju hranom ne smije pružati informacije o hrani koje upućuju na ljekovita svojstva hrane, osim kada su u pitanju prirodne mineralne vode i hrana za posebne prehrambene potrebe. Pri tome, ne smije koristiti nutritivne i zdravstvene tvrdnje koje su pogrešne, dvosmislene ili zavaravajuće. Sastojak hrane je svaka komponenta, koja se upotrebljava u proizvodnji i pripremi hrane, a koja je prisutna u gotovom proizvodu, ili u izmijenjenom obliku, uključujući i aditive. Kategorije sastojaka hrane koje se navode na deklaraciji sa specifičnim nazivom ili E brojem su date u tabeli 52:

Tabela 52. Kategorije sastojaka hrane koje se navode u deklaraciji sa specifičnim nazivom ili E brojem

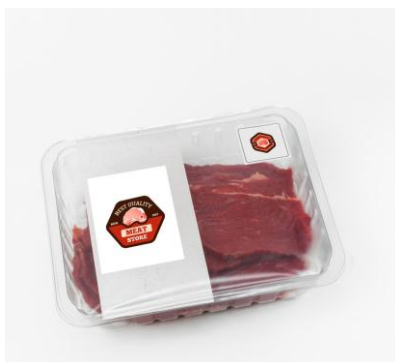
1. Boja	12. Modifikovani skrob
2. Konzervansi	13. Sredstvo za zaslađivanje (zaslađivač)
3. Antioksidansi	14. Sredstvo za dizanje tijesta
4. Emulgator	15. Sredstvo protiv pjenušanja
5. Zgušnjivač	16. Sredstvo za glaziranje
6. Sredstvo za želiranje	17. Emulgujuće soli
7. Stabilizator	18. Sredstvo za tretiranje brašna
8. Pojačivač ukusa	19. Sredstvo za učvršćivanje (učvršćivač)
9. Kiselina	20. Sredstvo za zadržavanje vlage
10. Regulator kiselosti	21. Sredstvo za povećanje zapremine
11. Sredstvo za sprečavanje zgrudnjavanja	22. Potisni gasovi

24.4. Označavanje hrane

Hrana se ne smije stavljati na tržište ukoliko nema oznaku koja omogućava identifikaciju serije kojoj pripada. Serija (lot) je serija prodajnih jedinica hrane koja je proizvedena pod jednakim uslovima. Oznaku serije stavlja subjekat koji je proizvodi, prerađuje ili pakuje odnosno prepakuje hranu. Oznake koje određuju seriju ili lot kojoj hrana pripada i način označavanja utvrđuju se propisom Ministarstva. Označavanjem hrane se obezbjeđuje sledljivost – tj. ulaganje u trag materijalu u svim fazama proizvodnje. Oznaka mora da sadrži puni naziv države u kojoj se nalazi objekat ili dvoslovni kod države. U objektu koji se nalazi u Crnoj Gori stavlja se oznaka „Crna Gora” ili “ME”. Oznaka mora da sadrži broj odobrenja objekta izdatog od nadležnog organa. Oznaka može biti stavljena neposredno na proizvod, pakovanje ili ambalažu, odštampana na etiketi pričvršćenoj za proizvod, pakovanje ili ambalažu, a može biti i u obliku priveška koji se ne može skinuti i koji je napravljen od otpornog materijala. Kada pakovanje obezbjeđuje istu zaštitu kao i ambalaža, oznaka se može staviti na pakovanje. Kada se proizvodi životinjskog porijekla za potrebe transporta stavljaju u kontejnere ili veća pakovanja radi dalje prerade, oznaka se može staviti na spoljnu površinu kontejnera odnosno pakovanja. Kada se oznaka stavlja neposredno na proizvode životinjskog porijekla, moraju se koristiti boje dozvoljene u skladu sa propisom kojim je uređena upotreba boja u hrani.

24.5. Pakovanje u modifikovanoj atmosferi

Pakovanjem u modifikovanoj atmosferi (MAP) se postiže produženje roka trajanja i očuvanje kvaliteta i zdravstvene bezbjednosti hrane. Zbog toga se sve više primjenjuje u pakovanju hrane. Pakovanje u modifikovanoj atmosferi je vrsta pakovanja iz kojeg se potpuno istiskuje vazduh, a zatim se nastali vakuum ispunjava jednim gasom ili smješom gasova. Gasovi koji se najviše koriste za pakovanje u modifikovanoj atmosferi su ugljendioksid (CO₂), kiseonik (O₂) i azot (N₂). Ovi gasovi se mogu koristiti u različitim odnosima i svaki od njih ima svoj značaj. Na primjer, pakovanjem mesa u modifikovanoj atmosferi se sprečava rast mikroorganizama koji dovode do kvarenja, a samim tim se sprečava i promjena boje i oksidacija lipida mesa (slika 87.).



Slika 87. Pakovanje mesa u modifikovanoj atmosferi
<http://mtm-solutions.com/proizvodi/detalj/Paneti-za-MAP>

Svježe meso se najčešće pakuje u modifikovanu atmosferu sa 70-80% kiseonika i 20-30% ugljendioksida. Ugljendioksid je glavni antimikrobni faktor u pakovanju sa modifikovanom atmosferom i naročito djeluje na gramnegativne bakterije, kao što su *Pseudomonas* vrste. Djelovanje ovog gasa zavisi od njegove početne i krajnje koncentracije u pakovanju, temperature skladištenja i dr. Veće koncentracije CO₂ u smješi gasova podstiču rast laktobacila, a usporavaju rast *Brochothrix thermosphacta*. Antimikrobni efekat ugljendioksida se postiže na taj način što on zaustavlja enzimske reakcije i unošenje hranljivih supstanci u bakterijsku ćeliju. Rastvaranje CO₂ u bakterijskim membranama dovodi do smanjenja pH unutar ćelije i promjene fizičkih i hemijskih svojstava proteina. Pakovanje proizvoda u modifikovanoj atmosferi se vrši punjenjem pakovanja gotovom smješom gasova koja se proizvodi u te svrhe. Ovo punjenje se vrši uz pomoć mašina.

24.6. Čuvanje hrane u kontrolisanoj atmosferi

Niska koncentracija kiseonika i povišena koncentracija ugljendioksida u atmosferi komore gdje se čuva hrana stvaraju nepovoljne uslove za aktivnost i razvoj mikroorganizama, što doprinosi očuvanju bezbjednosti hrane. U ovom slučaju se postiže *kontrolisana atmosfera* (slika 88.). Posude i folije u kojima se pakuje hrana koja se čuva u kontrolisanoj atmosferi imaju određeni stepen propustljivosti za kiseonik i vlagu.

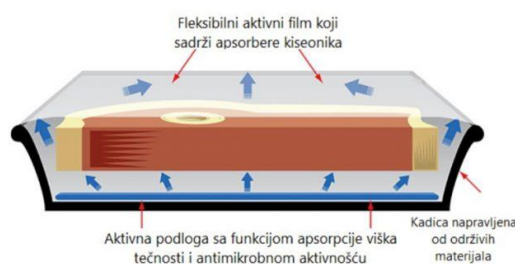


Slika 88. Čuvanje voća u kontrolisanoj atmosferi
<https://www.agroklub.rs/vocarstvo/na-koje-nacine-mozete-da-cuvate-voce-nakon-berbe/91166/>

24.7. Aktivni materijali i predmeti

Pod aktivnim materijalima i predmetima smatraju se materijali i predmeti čija je namjena produženje roka upotrebe ili održavanje i poboljšanje upakovane hrane. Aktivni materijali sadrže supstance koje

se oslobađaju ili apsorbuju u ili iz upakovanog proizvoda ili okoline u kojoj se nalazi hrana. Aktivni materijali i predmeti mogu dovesti do promjene u sastavu ili organoleptičkim svojstvima hrane, ali je uslov da ne utiču na zdravstvenu ispravnost upakovanog proizvoda. Aktivni materijali i predmeti ne smiju mijenjati sastav ili organoleptička svojstva hrane, ukoliko na taj način prikrivaju kvarenje hrane što može dovesti potrošača u zabludu. Aktivna ambalaža mijenja propustljivost za različite gasove u pakovanju ili su im dodate antimikrobne supstance, antioksidansi i druge supstance koje održavaju dobar kvalitet proizvoda tokom skladištenja. Za aktivno pakovanje koriste se sredstva za uklanjanje kiseonika, apsorpciju ili razvijanje ugljendioksida, isparavanje etanola, apsorpciju etilena i apsorpciju vlage (slika 89.). Takva ambalaža naziva se još i interaktivna budući da dolazi u aktivnu interakciju sa hranom. Cilj aktivnog, odnosno interaktivnog pakovanja je osiguranje uslova za produženi rok trajanja hrane tokom skladištenja.



Slika 89. Aktivna ambalaža

<https://srda.rs/kako-da-bacamo-manje-hrane-i-ambalaze-acirpack-iz-novog-sada-ima-inovativno-resenje/>

24.8. Inteligentni materijali i predmeti

Inteligentni materijali i predmeti imaju ulogu da prate i pružaju informacije o stanju i svježini zapakovane hrane ili okoline koja okružuje hranu, pod uslovom da nemaju negativnog uticaja na njen sastav. Moraju biti označeni tako da je potrošaču jasno da su aktivni i/ili inteligentni i označavaju se riječima „NIJE ZA JELO”. Prije upotrebe ovi materijali moraju da ispune posebne zahtjeve i uredbe. Oni moraju biti pogodni za predviđenu namjenu, ne smiju ispuštati u hranu bilo kakve sastojke u količini koja bi ugrozila zdravlje ljudi ili stvorila neprihvatljive promjene u sastavu, ukusu ili mirisu hrane, a njihovim označavanjem potrošači ne smiju biti obmanjeni. Ukoliko neki djelovi nisu jestivi, to mora biti jasno naznačeno na deklaraciji. Inteligentna ambalaža ima sposobnost otkrivanja i bilježenja promjena u sredini proizvoda. Ona prati uslove sredine unutar ambalaže ili u blizini ambalaže. Njenom primjenom se može procijeniti kvalitet proizvoda i njegov rok trajanja. Ona daje informacije da li je upakovana hrana svježija ili joj je istekao rok trajanja. Može pokazati temperaturu hrane i istoriju promjene temperature skladištenja hrane. *Inteligentna ambalaža* otkriva i daje informacije o promjenama u okolini, stanju ili radnoj istoriji upakovane hrane. Senzori prate npr. pH, vrijeme i temperaturu, prisustvo sumporovodonika, kiseonika ili ugljendioksida. Indikatori mogu da pruže informacije o upakovanoj hrani (temperatura, prisustvo gasa i isparljivih materija, promjena pH, mikrobiološka kontaminacija) pomoću promjene boje. Za razliku od senzora, indikatori ne mogu pružiti kvantitativne podatke i ne mogu sačuvati izmjerene podatke. Materijal pakovanja u dodir sa proizvodom, ukazuje na stanje upakovanog proizvoda i daje informaciju o proizvodu. Indikatori koji čuvaju informacije o proizvodima su u vidu specijalnih bar kodova. Istraživanjima se razvijaju indikatori i senzori koji reaguju na promjenu svježine hrane, promjenu koncentracije gasova (O_2 i CO_2) unutar ambalaže ili su indikatori vremena i temperature.

Pitanja

Koje uslove treba da ispunjava materijal koji se koristi u proizvodnji hrane? Koje uslove treba da ispunjava ambalaža za pakovanje hrane? Objasnite metodu pakovanja u modifikovanoj atmosferi.

Objasnite metodu pakovanja i čuvanja hrane u kontrolisanoj atmosferi. Kako se vrši označavanje i deklarisanje hrane? Objasnite osobine aktivne ambalaže. Objasnite osobine inteligentne ambalaže.

25. PREDUSLOVNI PROGRAMI U PRERAĐIVAČKOJ INDUSTRIJI

25.1. Značaj primjene preduslovnih programa u proizvodnji hrane

Ljudi imaju pravo na hranu koja je bezbjedna i pogodna za konzumaciju. Bolesti i povrede uzrokovane hranom mogu biti smrtonosne ili mogu dugoročno negativno uticati na ljudsko zdravlje. Kvarenje hrane je takođe čini nebezbjednom, izaziva velike troškove i negativno utiče na trgovinu i povjerenje potrošača. Bolesti prouzrokovane hranom predstavljaju veliki zdravstveni problem i u najrazvijenijim zemljama. Efikasne prakse higijene hrane imaju ključni značaj za sprečavanje štetnog uticaja na ljudsko zdravlje i ekonomskih posljedica bolesti koje se prenose hranom, povreda uzrokovanih hranom i kvarenja hrane. Svi subjekti, uključujući primarne proizvođače, uvoznike, proizvođače i prerađivače, operatore skladišta, rukovaoce hranom, trgovce i potrošače, imaju odgovornost za bezbjednost hrane. Subjekti u poslovanju s hranom treba da budu svjesni i da razumiju opasnosti vezane za hranu koju proizvode, prevoze, čuvaju i prodaju i da poznaju mjere potrebne za kontrolu tih opasnosti. Dobra higijenska praksa (GHP) je osnova svake efikasne kontrole opasnosti u poslovanju hranom. Za neke subjekte je dovoljna samo primjena GHP-a da se postigne bezbjednost hrane. Dovoljnost implementiranog GHP-a za bezbjednost hrane može se utvrditi sprovođenjem analize opasnosti i određivanjem načina kontrole utvrđenih opasnosti. GHP treba da obezbijedi da se hranom rukuje u okolini u kojoj je minimalno prisustvo zagađivača. U slučajevima kada se utvrdi da postoje značajne opasnosti koje GHP ne može da kontroliše, one se rješavaju uvođenjem HACCP Sistema. Pravilno primijenjeni preduslovni programi, koji uključuju GHP, treba da pruže osnovu za djelotvoran HACCP sistem. HACCP sistem se ne može primijeniti ukoliko se prethodno ne ispune preduslovni programi. Preduslovni programi obezbjeđuju poštovanje opštih higijenskih principa i odgovarajućih postupaka i organizacije u svim fazama proizvodnje hrane. Njima se postižu osnovni uslovi sredine i poslovanja neophodni za proizvodnju bezbjedne hrane. Glavni djelovi preduslovnih programa su dobra proizvođačka praksa (GMP), dobra higijenska praksa (GHP), standardne operativne (radne) procedure (SOP) i standardne sanitarne operativne (radne) procedure (SSOP). Svi ovi djelovi preduslovnih programa treba da se ispune prije primjene HACCP sistema; bez njih ne može da počne razvoj HACCP. Preduslovni programi sadrže univerzalne zahtjeve koje ispunjavaju na isti način svi subjekti koji proizvode i posluju hranom. Međutim, HACCP plan je specifičan i za proces i za proizvod. Dobra proizvođačka praksa obuhvata niz zahtjeva koje treba sprovesti u proizvodnji, preradi, skladištenju i snabdijevanju hranom kako bi se spriječila njena mikrobiološka, hemijska ili fizička kontaminacija. Oblasti u kojima se dobra proizvođačka praksa sprovodi su: osoblje: (zadaci, opis posla, organizaciona struktura, obuka iz higijene); prostori: (mjesto i raspored, dizajn, građevinske karakteristike, održavanje, uslovi za rad - svjetlost, temperatura, vlažnost; oprema (oblik, održavanje i podešavanja – kalibracije); sirovine za proizvodnju (žive životinje, materijali za pakovanje, sastojci hrane i hemikalije); sledljivost proizvoda; službe (sanitarna, za uklanjanje otpada, snabdijevanje električnom energijom, vodom, parom i za hlađenje). Dobra higijenska praksa (GHP) predstavlja skup postupaka kojima se obezbjeđuje čisto, sanitarno okruženje za proizvodnju, preradu, skladištenje i snabdijevanje hranom. Dobra higijenska praksa određuje šta je potrebno da se učini u vezi sa čišćenjem i higijenom, kao i kada i ko treba da sprovede te poslove. Oblasti obuhvaćene dobrom higijenskom praksom su: čistoća objekta/pogona i opreme; zdravstveno stanje i čistoća osoblja koje obavlja poslove u vezi sa hranom; čistoća sirovina za proizvodnju, uključujući i žive životinje; rukovanje sredstvima za održavanje higijene dokumentovanim postupcima. Subjekti u poslovanju hranom treba da se pridržavaju opštih principa higijene koje je objavila komisija Codex alimentarius u dokumentu Opšti principi higijene hrane CXC 1-1969. Ovaj dokument je donijela Komisija Codex Alimentarius-a i opisuje opšta načela

higijene koja bi subjekti koji posluju s hranom trebali da primjenjuju u svim fazama prehrambenog lanca i koja pružaju osnovu nadležnim tijelima za nadzor bezbjednosti hrane. Ovi principi omogućavaju subjektima da razviju sopstvenu higijensku praksu i neophodne kontrolne mjere za bezbjednost hrane, uz poštovanje zahtjeva postavljenih od nadležnih službi. Prema ovom dokumentu, pet ključnih pravila koja treba poštovati u poslovanju s hranom su: održavati čistoću, odvajati sirovu i kuvanu hranu, temeljno kuvati hranu, držati hranu na odgovarajućim temperaturama i koristiti bezbjednu vodu i sirovine. Treba imati u vidu da ovaj dokument ne daje specifične smjernice za sve situacije i sve vrste hrane, već za njih postoje dodatne smjernice u drugim dokumentima *Codex Alimentarius*.

25.2. Opšti principi higijene (*Codex alimentarius CXC 1-1969*)

Dokument je namijenjen za upotrebu od strane subjekata u poslovanju hranom - uključujući primarne proizvođače, uvoznike, proizvođače, prerađivače, operatere skladišta, logistike, operatere prehrambenih usluga, maloprodaju i trgovce) i nadležne vlasti. Prilikom odlučivanja da li je neka mjera potrebna ili prikladna, treba procijeniti vjerovatnoću i ozbiljnost opasnosti prema utvrđivanju potencijalnih štetnih učinaka na potrošače, uzimajući u obzir svako relevantno znanje o radu i opasnostima, uključujući dostupne naučne informacije. Bezbjednost hrane treba kontrolisati primjenom naučno utemeljenog preventivnog pristupa. GHP bi trebala da osigura da se hrana proizvodi i rukuje u okruženju koje na najmanji nivo smanjuje prisustvo zagađivača. Kada samo primjena GHP-a nije dovoljna, treba primijeniti kombinaciju GHP-a i dodatnih mjera kontrole na CCP-ima. Kontrolne mjere koje su ključne za postizanje prihvatljivog nivoa sigurnosti hrane, trebaju biti naučno potvrđene. Primjena kontrolnih mjera treba da bude predmet nadzora, korektivnih radnji, provjere i dokumentacije, u skladu s prirodom prehrambenog među svim relevantnim stranama kako bi se osigurala bezbjednost hrane u cijelom prehrambenom lancu. Prema ovom dokumentu, prihvatljivi nivo predstavlja nivo opasnosti u hrani na kojem ili ispod kojeg se smatra da je hrana bezbjedna u skladu sa njenom namjenom. Unakrsna kontaminacija alergenom podrazumijeva nenamjerno uključivanje alergena hrane u drugu hranu koja ne treba da sadrži taj allergen. Čišćenje predstavlja uklanjanje zemljišta, ostataka hrane, nečistoće, masti i dr. Zagađivač je biološki, hemijski ili fizički agens koje se ne dodaju namjerno hrani i koje mogu ugroziti bezbjednost hrane. Kontaminacija je unošenje nečistoće u hrani ili životnoj sredini. Kontrolna mjera je aktivnost koja se može koristiti za sprečavanje ili uklanjanje opasnosti ili smanjenje na prihvatljivu razinu. Korektivna radnja je svaka radnja koja se preduzima kada dođe do odstupanja kako bi se ponovo uspostavila kontrola. Kritična kontrolna tačka (CCP) je korak u kojem se primjenjuju kontrolne mjere ključne za kontrolu značajne opasnosti u HACCP sistemu. Kritično ograničenje je kriterijum, uočljiv ili mjerljiv, koji se odnosi na kontrolnu mjeru u CCP-u koji razdvaja prihvatljivo od neprihvatljivog. Odstupanje predstavlja nepoštovanje kritične granice ili GHP postupka. Dijagram toka je sistematski prikaz redoslijeda koraka koji se koriste u proizvodnji hrane. Subjekt je odgovoran za poslovanje u bilo kojem koraku u prehrambenom lancu. Higijena hrane predstavlja postupke neophodne za osiguranje bezbjednosti hrane u svim fazama prehrambenog lanca. Sistem higijene hrane čine preduslovni programi, dopunjeni mjerama kontrole na CCP-ima prema potrebi, koji zajedno osiguravaju da je hrana bezbjedna. Bezbjednost hrane je sigurnost da hrana neće uzrokovati štetne zdravstvene posljedice na potrošača. HACCP plan je dokumentacija pripremljena u skladu s načelima HACCP-a kako bi se osigurala kontrola značajnih opasnosti u prehrambenom poslovanju. HACCP sistem je izrada HACCP plana i sprovođenje postupaka u skladu s tim planom. Opasnost su biološki, hemijski ili fizički agensi u hrani koji mogu prouzrokovati štetne zdravstvene posljedice. Analiza opasnosti je proces procjene podataka o opasnostima u sirovinama i drugim sastojcima, okolini, procesu ili hrani i uslovima koji dovode do njihovog prisustva, kako bi se odlučilo jesu li to značajne opasnosti ili ne. Monitoring je sprovođenje planiranog slijeda posmatanja ili mjerenja kontrolnih parametara kako bi se procijenilo da li je kontrolna mjera pod kontrolom. Primarna proizvodnja predstavlja gajenje usjeva, uzgoj ribe i životinja i žetvu biljaka, uključujući skladištenje i transport

poljoprivrednih proizvoda. Značajna opasnost je opasnost identifikovana analizom opasnosti, za koju se opravdano smatra da će se pojaviti na neprihvatljivom nivou u odsustvu kontrole i za koju je kontrola neophodna s obzirom na namjeravanu upotrebu hrane. Korak je tačka, postupak ili faza u prehrambenom lancu, uključujući sirovine, od primarne proizvodnje do krajnje potrošnje. Validacija kontrolnih mjera je pribavljanje dokaza da je kontrolna mjera ili kombinacija kontrolnih mjera, ako se pravilno provodi, sposobna kontrolisati opasnost do određenog ishoda. Provjera podrazumijeva primjenu metoda i postupaka kako bi se utvrdilo da li kontrolna mjera djeluje ili je djelovala kako je predviđeno. Poznavanje hrane i njenog procesa proizvodnje neophodno je za efikasnu primjenu GHP-a. GHP upravljaju mnogim izvorima opasnosti koji bi mogli kontaminirati prehrambene proizvode, npr. osobe koje rukuju hranom tokom berbe, proizvodnje i tokom pripreme; sirovine i ostali sastojci kupljeni od dobavljača; čišćenje i održavanje radnog okruženja; skladištenje i prikaz. Ona kontroliše izvore kontaminacije kao što su voda, fekalije, okolina, (*Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia*, patogeni sojevi *E. coli*), biljke, životinje, kontaktne površine sa hranom, oprema, radno osoblje. Treba identifikovati potencijalne izvore zagađenja iz okoline. Primarna proizvodnja ne bi trebala da se sprovodi u područjima gdje bi prisustvo zagađivača dovelo do neprihvatljivog nivoa takvih zagađivača u hrani, npr. lociranje u blizini objekata koji emituju otrovne ili neprijatne mirise koji bi mogli kontaminirati hranu ili u blizini izvora kontaminirane vode, poput otpadnih voda iz industrijske proizvodnje, voda sa fekalnim materijalom ili hemijskim ostacima. Proizvođači treba da kontrolišu onečišćenje iz zemljišta, vode, stočne hrane, đubriva, od pesticida, veterinarskih lijekova ili bilo kojeg drugog sredstva koje se koristi u primarnoj proizvodnji, da zaštite izvore hrane od fekalija i druge kontaminacije, da kontrolišu zdravlje biljaka i životinja kako ne bi predstavljalo prijetnju zdravlju ljudi konzumiranjem hrane (npr. poštovati karenca veterinarskih lijekova i pesticida, uz vođenje evidencije, upravljati otpadom i pravilno skladištiti štetne materije. Treba zaštititi hranu od zagađenja štetčinama ili hemijskim, fizičkim ili mikrobiološkim zagađivačima ili drugim nepoželjnim supstancama tokom rukovanja. Čišćenje treba da se sprovodi efikasno i da ne ugrožava bezbjednost hrane (npr. osiguravanje da oprema koja se koristi u berbi nije izvor kontaminacije) i treba da se održava odgovarajući stepen lične higijene kako bi se osiguralo da osoblje ne bude izvor kontaminacije (npr. ljudskim fekalijama). Prehrambeni objekti ne treba da se nalaze tamo gdje postoji prijetnja bezbjednosti hrane. Treba da se nalaze dalje od područja zagađenog industrijskim aktivnostima, područja koja su podložna poplavama, koja su sklona kontaminaciji štetčinama, područja na kojima se otpad, bilo čvrsti ili tečni, ne može efikasno ukloniti. Dizajn i raspored prehrambenih objekata treba da omoguće odgovarajuće održavanje i čišćenje. Raspored prostorija i tok operacija, uključujući kretanje osoblja i materijala u zgradama, treba da budu takvi da se umanju ili spriječi unakrsna kontaminacija. Područja koja imaju različite nivoe higijenske kontrole (npr. područja sirovina i gotovih proizvoda) treba da budu odvojena kako bi se umanjila unakrsna kontaminacija kroz mjere kao što su fizičko odvajanje (npr. zidovi, pregrade) i / ili lokacija (npr. udaljenost), jednosmjerni proizvodni protok, protok vazduha ili vremensko razdvajanje, uz odgovarajuće čišćenje i dezinfekciju između različitih upotreba. Konstrukcije u prehrambenim objektima treba da budu čvrsto izgrađene od trajnih materijala koji se lako održavaju, čiste i po potrebi lako dezinfikuju. Trebali bi biti izrađeni od netoksičnih i inertnih materijala u skladu s namjenom i normalnim radnim uslovima. Posebno bi trebali biti ispunjeni sljedeći specifični uslovi kada je to potrebno radi zaštite bezbjednosti hrane: površine zidova, pregrada i poda treba da budu od nepropusnih materijala koji se lako čiste i po potrebi dezinfikuju, zidovi i pregrade treba da imaju glatku površinu do visine koja odgovara operaciji; podovi treba da budu izvedeni tako da omogućavaju odgovarajuću drenažu i čišćenje; plafoni i gornji uređaji (npr. rasvjeta) treba da budu izvedeni tako da budu otporni na razbijanje, nakupljanje prljavštine i kondenzacije i ispuštanje čestica; prozori treba lako da se čiste i da budu opremljeni mrežama protiv insekata koje mogu da se uklanjaju i čiste; vrata treba da imaju glatke, neupijajuće površine, koje se lako čiste i po potrebi dezinfikuju. Radne površine koje dolaze u direktan kontakt s hranom treba da budu u ispravnom stanju, trajne i lagane za čišćenje, održavanje i dezinfekciju. Treba da su izrađene od glatkih, neupijajućih materijala i inertnih prema hrani, deterdžentima i dezinficijensima u normalnim radnim

uslovima. Privremeni/ mobilni objekti za hranu uključuju pijačne tezge, ulična prodajna vozila, automate i privremene prostore poput šatora i marketa. Takvi objekti treba da se grade tako da se spriječi kontaminacija hrane i prisustvo štetoina. Treba osigurati odgovarajuće prostorije za toalet i pranje ruku, odgovarajuće sisteme i uređaje za odvoženje i odlaganje otpada. Drenaža ne smije da teče iz jako kontaminiranih područja (kao što su toaleti ili područja sirove proizvodnje) u područja gdje je gotova hrana izložena okolini. Otpad treba da sakuplja i odlaže obučeno osoblje i da o tome vodi evidenciju. Odlagalište otpada treba da bude udaljeno od prehrambenog objekta kako bi se spriječila kontaminacija štetoinama. Kontejneri za otpad, nusproizvode i nejestive ili opasne supstance treba da budu posebno označeni i izrađeni od nepropusnog materijala. Posude u kojima se nalaze opasne supstance prije odlaganja treba da se identifikuju i zaključaju kako bi se spriječilo zagađenje hrane. Treba osigurati odgovarajuće, prostorije za pranje posuđa i opreme. Takvi objekti treba da imaju odgovarajuće snabdijevanje toplom i / ili hladnom vodom. Treba osigurati odvojeno područje za pranje pribora i opreme sa jako kontaminiranih područja poput toaleta, drenaže i odlagališta otpada. Gdje je to prikladno, prostori za pranje hrane treba da budu odvojeni od objekata za pranje posuđa i opreme, a odvojene sudopere treba da budu dostupne za pranje ruku i pranje hrane. Treba imati na raspolaganju toalet i adekvatan pribor i sredstva za pranje kako bi se mogao održavati odgovarajući nivo lične higijene i kako bi se izbjegla kontaminacija osoblja hranom. Takvi bi objekti trebali biti na odgovarajućem mjestu i ne smiju se koristiti u druge svrhe, poput skladištenja hrane ili predmeta koji dolaze u kontakt sa hranom. Oni bi trebali sadržavati odgovarajuća sredstva za pranje i sušenje ruku, uključujući sapun (po mogućnosti tečni sapun), umivaonike sa toplom i hladnom vodom sa slavinama kojima se ne rukuje, a tamo gdje to nije moguće, trebaju da budu primijenjene odgovarajuće mjere za smanjenje onečišćenja iz slavina na najmanji nivo. Takođe treba da postoje prostorije za presvlačenje osoblja. Umivaonici za pranje ruku ne smiju se koristiti za pranje hrane ili posuđa. Zavisno od procesa, treba da budu na raspolaganju odgovarajući uređaji za zagrijavanje, hlađenje, kuvanje, zamrzavanje hrane, čuvanje rashlađene ili smrznute hrane i kontrolu temperature okoline kako bi se osigurala bezbjednost hrane. Treba osigurati odgovarajuća sredstva za prirodnu ili mehaničku ventilaciju, kako bi se smanjilo zagađenje hrane vazduhom, aerosolom i kapljicama kondenzacije na najmanju mjeru, kontrolisala temperatura okoline, nepoželjni mirisi, vlažnost (povećana vlažnost hrane omogućuje rast mikroorganizama i stvaranje toksičnih metabolita). Ventilacijski sistemi treba da budu izrađeni tako da vazduh ne prelazi iz kontaminiranih područja u čista područja i da budu jednostavni za održavanje i čišćenje. Treba osigurati odgovarajuće prirodno ili vještačko osvjtljenje kako bi process proizvodnje mogao da se odvija na higijenski način. Osvjetljenje treba da bude takvo da ne utiče štetno na sposobnost otkrivanja nedostataka ili onečišćenja hrane ili na ispitivanje čistoće objekata i opreme. Intenzitet treba da odgovara prirodi operacije. Lakom armaturom treba spriječiti da se hrana kontaminira ostacima slomljenih sijalica. Treba osigurati odgovarajuće i odvojene prostorije za sigurno i higijensko skladištenje prehrambenih proizvoda, sastojaka hrane, materijala za pakovanje hrane i neprehrambenih hemikalija (uključujući materijale za čišćenje, maziva, goriva). U skladištu treba da se omogući razdvajanje sirove i kuvane hrane, kao i hrane sa i bez alergena. Objekti za skladištenje hrane treba da budu i izgrađeni tako da se lako održavaju i čiste, da onemogućavaju pristup štetoinama, da omoguće efikasnu zaštitu hrane od kontaminacije, uključujući unakrsni kontakt sa alergenima, da se osigura kontrola temperature i vlažnosti. Treba osigurati i odvojena, sigurna skladišta za sredstva za pranje i opasne supstance. Oprema i spremnici koji dolaze u kontakt s hranom trebaju biti pogodni za kontakt sa hranom; dizajnirani, izrađeni i smješteni kako bi se osiguralo da se mogu adekvatno očistiti (osim spremnika koji su samo za jednokratnu upotrebu); dezinficirati (po potrebi); i održavati se ili odbacuju po potrebi kako bi se izbjegla kontaminacija hrane, u skladu sa higijenskim principima dizajna. Oprema i posude za čuvanje hrane treba da budu izrađeni od materijala koji nisu toksični. Oprema bi, u skladu sa potrebama trebala da bude izdržljiva, pokretna, da se može rastaviti kako bi se omogućilo čišćenje, dezinfekcija i kontrola štetoina. Oprema koja se koristi za kuvanje, grijanje, hlađenje, čuvanje ili zamrzavanje hrane treba da bude izrađene tako da se njom postižu i održavaju potrebne temperature hrane u što kraćem vremenu u cilju bezbjednosti

hrane. Takva oprema takođe treba da omogući i praćenje temperature. Opremu treba kalibrisati kako bi se osiguralo da su temperature prehrambenih procesa tačne. Tamo gdje je potrebno, oprema treba da ima i uređaje za kontrolu i praćenje vlažnosti, brzine strujanja vazduha i svih drugih karakteristika koje bi mogle imati uticaja na sigurnost hrane. Obuka je od ključnog značaja za bilo koji sistem higijene hrane i kompetentnost osoblja. Adekvatna higijenska obuka doprinosi osiguranju bezbjednosti hrane. Osoblje treba da bude svjesno svoje uloge i odgovornosti u zaštiti hrane od kontaminacije. Osoblje treba da posjeduje znanje i vještine potrebne da im omogući higijensko rukovanje hranom. Osoblje koje rukuje hemikalijama za pranje ili drugim potencijalno opasnim hemikalijama treba da budu upoznati sa njihovom pravilnom upotrebom kako bi se spriječilo zagađenje hrane. Treba voditi evidenciju o aktivnostima obuke i po potrebi vršiti ažuriranje obuke. Da bi se omogućila efikasna kontrola zagađivača hrane, štetočina i drugih sredstava koja mogu ugroziti sigurnost i prikladnost hrane, sprovode se aktivnosti održavanja, čišćenja, dezinfekcije, kao i kontrole štetočina. Objekti i oprema treba da se održavaju u odgovarajućem stanju kako bi olakšati postupke čišćenja i dezinfekcije, funkcionirati kako je predviđeno, spriječili kontaminaciju hrane od štetočina, metalnih djelova, gipsa, hemikalija, drveta, plastike, stakla, papira. Čišćenjem treba ukloniti ostatke hrane i nečistoću koji su izvor kontaminacije, kao i alergene. Nakon čišćenja može biti potrebna dezinfekcija, posebno za površine koje su u kontaktu s hranom. Tokom čišćenja i održavanja treba voditi računa da se ne ugrozi bezbjednost hrane. Treba koristiti sredstva za čišćenje I dezinfekciju koja su pogodna za površine koje dolaze u kontakt sa hranom. Ova sredstva treba koristiti pažljivo i u skladu s uputstvom proizvođača koja se odnose na koncentracij, vrijeme kontakta, način primjene i dr. Treba ih čuvati odvojeno od hrane, u jasno označenim posudama kako bi se izbjegla kontaminacija hrane. Za različite higijenske zone treba koristiti zasebnu opremu i pribor za čišćenje. Oprema za čišćenje treba da se čuva na odgovarajućem mjestu na način da se spriječi kontaminacija. Oprema za čišćenje treba da se održava čistom I treba je povremeno zamijeniti kako ne bi postala izvor unakrsne kontaminacije površina ili hrane. Čišćenje se može sprovoditi posebnom ili kombinovanom upotrebom fizičkih metoda, kao što su toplota, ribanje, čišćenje usisivačem (ili drugim metodama kojima se izbjegava upotreba vode), kemijskim metodama pomoću rastvora deterdženata, alkalija ili kiselina. Treba voditi računa da postupci čišćenja ne dovode do kontaminacije hrane, npr. pranje sprejom pod pritiskom može proširiti kontaminaciju s nečistih područja, kao što su podovi, odvodi na široko područje i kontaminirati površine u kontaktu s hranom ili izloženu hranu. Postupci vlažnog čišćenja uključuju, gdje je to pogodno: uklanjanje grubih vidljivih ostataka sa površina, nanošenje odgovarajućeg rastvora deterdženta, ispiranje vodom (vrućom vodom po potrebi) za uklanjanje odvojenog materijala i ostataka deterdženta. Tamo gdje je potrebno, čišćenje treba da prati hemijska dezinfekcija s naknadnim ispiranjem, osim ako ispiranje prema uputstvu proizvođača nije potrebno. Koncentracije i vrijeme primjene hemikalija koje se koriste za dezinfekciju treba da budu odgovarajuće za upotrebu i da se primjenjuju u skladu s uputstvom proizvođača u cilju postizanja optimalnog dejstva. Ako se čišćenje u cilju uklanjanja nečistoće ne izvede efikasno, onemogućen je kontakt dezinficijensa sa mikroorganizmima, a isto tako ako se koriste subletalne koncentracije dezinficijensa, mikroorganizmi će takođe preživjeti. Treba koristiti pisane postupke čišćenja i dezinfekcije u kojima se navodi koje područje i predmete treba očistiti i dezinfikovati, ko je za to odgovoran, način i učestalost čišćenja i dezinfekcije i aktivnosti praćenja i verifikacije. Djelotvornost postupaka čišćenja i dezinfekcije provjeravati vizuelnim pregledima, kontrolom pH, temperature vode, koncentracije sredstva za čišćenje i dezinficijensa, kao i druge parametre koji su značajni da bi se obezbijedio program čišćenja i dezinfekcije. Mikroorganizmi s vremenom mogu postati otporni na sredstva za dezinfekciju. Periodičnim pregledima treba provjeriti djelotvornost korištenih dezinficijensa. Može se primijeniti rotacija dezinficijensa kako bi se uništile različite vrste mikroorganizama (npr. bakterije i kvasci). Brisevi za testiranje prisustva proteina i alergena ili prisustva patogenih mikroorganizama i indikator mikroorganizama se rade kako bi se povjerila efikasnost programa čišćenja i dezinfekcije. Postupci održavanja, čišćenja i dezinfekcije treba redovno da se kontrolišu. Štetočine - ptice, glodari, insekti itd. predstavljaju veliku prijetnju bezbjednosti hrane. Najezde štetočina se dešavaju tamo gdje su

mjesta za čuvanje hrane. Treba koristiti GHP kako bi se izbjeglo stvaranje okruženja povoljnog za štetočine. Dobar dizajn zgrade, raspored, održavanje i lokacija, zajedno s čišćenjem, pregledom ulaznih materijala i efikasnim nadzorom, mogu minimizirati vjerovatnoću ulaska i zadržavanja štetočina i time smanjiti upotrebu pesticida. Rupe, odvodi i druga mjesta na kojima štetočine imaju pristup treba da budu pokriveni. Okviri od žičane mreže na otvorenim prozorima, vratima i ventilatorima, smanjuju ulazak štetočina. Životinje ne smiju biti u krugu objekta za preradu hrane. Dostupnost hrane i vode podstiče ulazak štetočina. Hranu treba čuvati u posudama otpornim na štetočine iznad zemlje i dalje od zidova. Prostori unutar i izvan prehrambenih objekata treba da budu čisti i bez otpada. Otpad treba čuvati u pokrivenim posudama otpornim na štetočine. Bilo koji potencijalni izvor, kao što je stara i neiskorištena oprema, treba ukloniti. Uređenje okoline prehrambenog objekta treba da bude takvo da na najmanju moguću mjeru privlači štetočine. Objekte i okolno područje treba redovno pregledati na prisustvo štetočina. Detektori i zamke (npr. zamke za insekte) treba da budu izrađeni i smješteni tako da se spriječi potencijalna kontaminacija sirovina, proizvoda ili objekata. Ukoliko dođe do invazije štetočina treba odmah preduzeti odgovarajuće korektivne mjere. Treba utvrditi uzrok zaraze i preduzeti korektivne mjere kako bi se spriječilo ponavljanje problema. Tretiranje hemijskim, fizičkim ili biološkim agensima treba sprovoditi bez ugrožavanja bezbjednosti hrane. Treba voditi evidenciju o praćenju i iskorjenjivanju štetočina. Da bi se osiguralo da osobe koje direktno ili indirektno dolaze u kontakt s hranom ne dovedu do njene kontaminacije, potrebno je da čuvaju lično zdravlje, da održavaju odgovarajući stepen lične higijene i da se ponašaju na odgovarajući način. Osobe koje ne održavaju ličnu higijenu na odgovarajućem nivou, koje imaju određene bolesti ili stanja ili se ponašaju neprimjereno, mogu kontaminirati hranu i hranom prenositi bolesti na potrošače. Subjekti treba da uspostave politike i postupke za održavanje lične higijene i da osiguraju da osoblje bude svjesno važnosti dobre lične higijene. Osobe za koje se ne zna ili se sumnja da su bolesne ili su bolesne od bolesti koje se mogu prenijeti hranom ne bi smjele ući u bilo koje područje rukovanja hranom. Neki simptomi bolesti koje treba prijaviti su: žutica, dijareja, povraćanje, groznica, grlobolja s temperaturom, vidljive inficirane kožne lezije (čirevi, posjekotine itd.); curenje iz uha, oka ili nosa. Osoblje s posjekotinama i ranama treba rasporediti na radna područja u kojima neće imati direktan kontakt s hranom. Rane treba pokriti odgovarajućim vodonepropusnim flasterima i, prema potrebi, rukavicama. Trebalo bi primijeniti odgovarajuće mjere kako bi se osiguralo da flasteri ne postanu izvor zagađenja. (npr. flasteri kontrastne boje u odnosu na hranu i / ili koji se mogu otkriti pomoću detektora metala ili rendgenskog detektora). Osoblje treba da održava visok stepen higijene i prema potrebi da nosi odgovarajuću zaštitnu odjeću, pokrivače za glavu i bradu i obuću. Treba sprovesti mjere za sprečavanje kontaminacije od strane osoblja adekvatnim pranjem ruku i, po potrebi, nošenjem rukavica. Ako se koriste maske za usta i nos, treba primijeniti odgovarajuće mjere kako bi se osiguralo da ne postanu izvor kontaminacije. Ruke posebno treba prati na početku aktivnosti rukovanja hranom, prilikom povratka na posao nakon pauze, odmah nakon korišćenja toaleta i nakon rukovanja bilo kojim kontaminiranim materijalom, poput otpada ili sirove i neprerađene hrane, gdje bi moglo doći do kontaminacije drugih prehrambenih proizvoda. Da ne bi došlo do kontaminacije hrane, posebno treba prati ruke vodom i sapunom, a zatim ih isprati i osušiti na način da se ruke ne kontaminiraju. Sredstva za dezinfekciju ruku treba koristiti tek nakon što su ruke oprane. Prilikom rukovanja hranom, treba isključiti neadekvatno ponašanje koje bi moglo dovesti do kontaminacije hrane, kao što su pušenje, pljuvanje, žvakanje, jedenje, pijenje, dodirivanje usta, nosa ili drugih mjesta moguće kontaminacije, kihanje ili kašljanje nad nezaštićenom hranom. Lični predmeti kao što su nakit, satovi, iglice ili drugi predmeti poput lažnih noktiju, trepavica za oči i dr. ne smiju se nositi ili unositi u područja za rukovanje hranom. Posjetioci prehrambenih preduzeća, kao i radnici na održavanju, treba da budu upućeni i nadzirani, da nose zaštitnu odjeću i da se pridržavaju ostalih odredbi o ličnoj higijeni za osoblje. Nakon razmatranja uslova i aktivnosti u poslovanju s hranom, možda će biti potrebno posvetiti veću pažnju nekim GHP-ima koji su posebno važni za sigurnost hrane. U ovom slučaju mogu se razmotriti sljedeće odredbe. Subjekat koji proizvodi, skladišti ili na drugi način rukuje hranom treba da ima opis hrane. Proizvodi se mogu opisivati pojedinačno ili u grupama na

način koji ne ugrožava razumijevanje opasnosti i dr. Svako grupisanje prehrambenih proizvoda treba da se bazira na sličnostima ulaznih sastojaka, karakteristikama proizvoda (kao što su pH, aktivnost vode (aw), koraka procesa, namjeravane svrhe i sl. Opis hrane obuhvata: namjenu hrane, npr. da li je spremna za jelo ili je namijenjena za dalju preradu od strane potrošača ili drugog poduzeća, na primjer sirovi morski plodovi koji se kuvaju, proizvodi namijenjeni specifičnim ranjivim potrošačkim grupama, npr. adaptirana mliječna hrana ili hrana za posebne medicinske svrhe, sve relevantne specifikacije, npr. sastav sastojaka, aw, pH, vrsta metode konzervisanja koja se koristi, prisustvo alergena, sva relevantna ograničenja koja je za hranu utvrdila nadležna vlast ili subjekat, uputstvo za upotrebu, na primjer, držati zamrznuto do kuvanja, kuvati na određenoj temperaturi određeno vrijeme, rok trajanja proizvoda (rok upotrebe), skladištenje proizvoda (npr. u frižideru / smrznuto / na policama), potrebni uslovi transporta, upotrijebljeni materijal za pakovanje hrane. Subjektat takođe treba da opiše sve korake u procesu za određeni proizvod. Korisno je razviti dijagram toka, koji pokazuje redoslijed i interakciju svih koraka obrade u procesu, Koraci treba da se potvrde preciznim pregledom postupaka procesa na licu mjesta. Na primjer, za restorane, dijagram toka može da se bazira na opštim aktivnostima od prijema sastojaka/sirovina, skladištenja (u hladnjaku, smrznutom, sobne temperature), pripreme prije upotrebe (pranje, odmrzavanje) i kuvanja ili pripreme hrane. Ako se postupci ne kontrolišu na odgovarajući način, hrana može postati nebezbedna za konzumaciju. Kontrola rada postiže se uspostavljanjem odgovarajućeg sistema higijene hrane. Nakon opisivanja proizvoda i procesa, subjekat treba da utvrdi da li su GHP-ovi i drugi programi koji su uspostavljeni dovoljni za rješavanje bezbednosti hrane. Na primjer, rezač mesa zahtijeva specifično i češće čišćenje kako bi se spriječilo razmnožavanje listerije na kontaktnim površinama s mesom, što zahtijeva učestalije čišćenje ili poseban program čišćenja. Kada je takva povećana pažnja na GHP nedovoljna da bi se osigurala bezbednost hranepotrebno je primijeniti HACCP sistem. Subjektat treba da nadgleda higijenske postupke i prakse koji su relevantni za poslovanje i primjenjivi na opasnost koja se kontroliše. Postupci mogu uključivati definisanje metoda praćenja (uključujući definisanje odgovornog osoblja, učestalosti i režima uzorkovanja i sl.) i evidencije praćenja koje treba voditi. Učestalost praćenja treba biti odgovarajuća kako bi se osigurala dosljedna kontrola procesa. Kada rezultati praćenja ukazuju na odstupanje, subjekat treba da preduzme korektivne mjere. Korektivne mjere treba da se sastoje od sljedećih radnji: vraćanje procesa pod kontrolu, na primjer, promjenom temperature ili vremena ili koncentracijom dezinficijensa, izdvajanje ugroženog proizvoda i procjena njegove bezbednosti, adekvatno rukovanje ugroženim proizvodom koji nije prihvatljiv na tržištu, utvrđivanje uzroka koji je doveo do odstupanja, preduzimanje koraka za sprečavanje ponovne pojave. Treba voditi evidenciju o korektivnim radnjama. Subjektat treba da preduzme odgovarajuće aktivnosti verifikacije, kako bi provjerio jesu li GHP postupci djelotvorni, vrši li se nadzor i da li se preduzimaju odgovarajuće korektivne mjere kada zahtjevi nisu ispunjeni. Primjeri aktivnosti verifikacije mogu uključiti sljedeće: pregled GHP procedura, praćenje, korektivne radnje, evidenciju, kontrolu ugroženog proizvoda, procesa i drugih operacija, procjena efikasnosti čišćenja. Neki ključni aspekti GHP-a, poput kontrole vremena i temperature, sprovođenje koraka procesa, mogu se smatrati kontrolnim mjerama koje se primjenjuju na CCP-ima u HACCP sistemu. Neadekvatna kontrola vremena i temperature, npr. tokom kuvanja, hlađenja, obrade i skladištenja, među najčešćim su greškama kontrole. Te greške omogućavaju preživljavanje ili rast mikroorganizama koji mogu izazvati bolesti koje se prenose hranom ili kvarenje hrane. Trebali bi da postoje sistemi koji osiguravaju efikasnu kontrolu temperature tamo gdje ona utiče na bezbednost hrane. Sistemi za kontrolu vremena i temperature treba da uzmu u obzir prirodu hrane, aw, pH, možda početni nivo i vrste patogenih mikroorganizama i mikroflora kvarenja, dejstvo temperature na mikroorganizme u fazi rasta, predviđeni rok trajanja proizvoda, način pakovanja i prerade, kako se proizvod koristi, npr. nakon kuvanja itd. Takvi sistemi treba da navedu prihvatljive granice za promjenu vremena i temperature. Uređaje za nadzor i snimanje temperature treba provjeravati na tačnost i kalibrisati u redovnim intervalima ili prema potrebi. Postoji mnogo pojedinačnih koraka prerade određene hrane koji doprinose proizvodnji bezbednih prehrambenih proizvoda. Oni se razlikuju zavisno od proizvoda i mogu uključivati ključne korake kao što su

kuvanje, hlađenje, zamrzavanje, sušenje i pakovanje. Sastav hrane može biti važan u sprečavanju rasta mikroorganizama i stvaranja toksina, npr. dodavanjem konzervansa. Kada je određeni parametar namijenjen za kontrolu patogena koji se prenose hranom (npr. podešavanje pH ili aw na nivo koji sprečava rast), treba da postoje sistemi koji obezbjeđuju da je proizvod pravilno formulisan i da se kontrolišu kontrolni parametri. Tamo gdje se mikrobiološki, fizički, hemijski i alergeni kriterijumi koriste za bezbjednost hrane, oni treba da se baziraju na zdravim naučnim principima i treba navesti način uzorkovanja, analitičke metode, prihvatljive granice i postupke praćenja. Kriterijumi mogu obezbijediti da sirovine i ostali sastojci odgovaraju svojoj svrsi i da su zagađivači na minimalnom nivou. Treba da postoje sistemi koji sprečavaju ili minimalizuju kontaminaciju hrane mikroorganizmima. Do mikrobiološke kontaminacije hrane dolazi na više načina: direktnim kontaktom ili indirektno preko rukovaoca hranom, kontaktom s površinama, iz opreme za čišćenje, prskanjem ili česticama iz vazduha. Sirove, neprerađena hranu, koja nije spremna za konzumiranje može biti izvor zagađenja i treba je odvojiti od gotove hrane bilo fizički ili vremenski, efikasnim čišćenjem i, prema potrebi, efikasnom dezinfekcijom. Površine, posude, opremu, uređaje treba temeljno očistiti i po potrebi dezinfikovati nakon pripreme sirove hrane, posebno kada se rukuje ili obrađuje sirovinama s potencijalno velikim mikrobiološkim rizikom, kao što su meso, meso živine i riba. Osoblje treba da ima čistu zaštitnu odjeću, uključujući pokrivač za glavu i bradu, obuću, da adekvatno pere i dezinfikuje ruke. U cijelom prehrambenom lancu treba da postoje sistemi kako bi se spriječila kontaminacija hrane stranim materijalima, poput ličnih stvari osoblja, posebno tvrdim ili oštrim predmetima, kao što su nakit, staklo, metalne krhotine, plastika, fragmenti drveta koji mogu prouzrokovati povrede ili gušenje kod potrošača. Trebali bi postojati sistemi koji sprečavaju ili minimalizuju kontaminaciju hrane štetnim hemikalijama, npr. materijali za čišćenje, maziva koja nisu prehrambene namirnice, hemijski ostaci pesticida i veterinarski lijekovi poput antibiotika. Otrova jedinjenja za čišćenje, dezinficijense i pesticide treba označiti, sigurno čuvati i koristiti na način koji sprečava kontaminaciju hrane, površina koje dolaze u kontakt sa hranom i materijala za pakovanje hrane. Aditive za hranu i pomoćna sredstva za preradu hrane koji mogu biti štetni ako se nepravilno koriste treba kontrolisati, tako da se koriste samo kako je predviđeno. Treba da postoje sistemi koji uzimaju u obzir alergenu prirodu neke hrane. Prisustvo alergena, npr. orašasti plodovi, mlijeko, jaja, rakovi, riba, kikiriki, soja i pšenica i ostale žitarice koje sadrže gluten treba da se utvrdi u sirovinama i proizvodu. Prilikom prijema, tokom obrade i skladištenja treba uspostaviti sistem upravljanja alergenima kako bi se utvrdili poznati alergeni. Ovaj sistem upravljanja treba da uspostavi kontrolu kako bi se spriječilo prisustvo alergena u hrani gdje oni ne smiju biti prisutni. Treba sprovesti kontrolu za sprečavanje unakrsnog kontakta hrane koja sadrži alergene s drugom hranom, npr. razdvajanjem ili fizički ili vremenski (uz efikasno čišćenje između procesa proizvodnje različitih profila hrane). Tamo gdje se unakrsni kontakt ne može spriječiti uprkos dobro sprovedenim kontrolama, potrošači treba da budu obaviješteni. Osobe koje rukuju hranom treba da su posebno obučeni o alergenima i praksama proizvodnje hrane za smanjenje rizika za alergične potrošače. Treba koristiti samo sirovine i sastojke koji odgovaraju svrsi. Ulazni materijal, uključujući sastojke hrane, treba nabaviti prema kriterijumima za bezbjednost hrane. Treba nabavljati sirovine od provjerenih dobavljača. Sirovine ili druge sastojke treba pregledati (npr. vizuelnim pregledom, kontrolom datuma upotrebe, prisustva alergena, mjerenjem temperature ohlađene i zamrznute hrane). Mogu se sprovesti laboratorijska ispitivanja kako bi se provjerila bezbjednost sirovina ili sastojaka. Ova ispitivanja može sprovesti dobavljač koji pruža potvrdu o analizi, kupac ili obje strane. Objekt ne bi smio primiti ulazni materijal ako sadrži hemijske, fizičke ili mikrobiološke zagađivače u neprihvatljivim granicama. Zalihe sirovina i ostalih sastojaka treba da se efikasno rotiraju. Treba čuvati dokumentaciju o ključnim informacijama za ulazni materijal (npr. podaci o dobavljaču, datum prijema, količina itd.). Dizajn ambalaže i materijala za hranu treba da budu bezbjedni, da pruže odgovarajuću zaštitu proizvoda kako bi se minimalizovala kontaminacija, spriječilo oštećenje i omogućilo pravilno označavanje. Materijali ili gasovi za pakovanje ne smiju sadržati toksične zagađivače i ne smiju predstavljati prijetnju bezbjednosti hrane pod određenim uslovima skladištenja i upotrebe. Svako pakovanje za višekratnu upotrebu mora biti prikladno izdržljivo, da se lako čisti i

po potrebi dezinfikuje. Voda, kao i led i para napravljeni od vode ne smiju uzrokovati kontaminaciju hrane. Odgovarajuće evidencije za poslovanje sa hranom treba čuvati tokom perioda koji je duži od roka trajanja proizvoda ili kako odredi nadležno tijelo. Postupci opoziva obuhvataju uklanjanje nebezbedne hrane sa tržišta. Subjekti treba da obezbijede efikasan odgovor na propuste u sistemu higijene hrane. On treba da omogući efikasnu identifikaciju problema i uklanjanje proizvoda s tržišta ili vraćanje od strane potrošača bilo koje hrane koja predstavlja rizik za javno zdravlje. Postupci opoziva treba da budu dokumentovani i po potrebi modifikovani. Uklonjeni ili vraćeni proizvodi treba da se drže u sigurnim uslovima dok se ne unište, ne koriste u druge svrhe, utvrdi da su sigurni za ljudsku upotrebu ili se prerađuju na način da se opasnost smanji na prihvatljivi nivo, ukoliko dozvoli nadležni organ. Identifikacija lota ili druge strategije identifikacije su ključne za opoziv proizvoda i pomažu u efikasnoj rotaciji zaliha. Svaka posuda s hranom treba da bude trajno označena kako bi se identifikovao proizvođač i serija. Za označavanje prepakovane hrane primjenjuje se Ošti standard (CXS 1-1985). Sistem sljedivosti - praćenja proizvoda treba da bude izrađen i implementiran u skladu s Načelima za sljedljivost proizvoda (CXG 60-2006), naročito kako bi se omogućio opoziv proizvoda, gdje je to potrebno. Programi edukacije potrošača treba da obuhvate opštu higijenu hrane. Takvi programi treba da omogući potrošačima da shvate važnost svih informacija na etiketi proizvoda i da slijede sva uputstva koja prate proizvode. Potrošači treba da budu informisani o kontroli vremena/temperature, unakrsne kontaminacije i bolesti koje se prenose hranom, kao i o prisustvu alergena. Potrošače takođe treba upoznati sa pet ključnih elemenata Svjetske zdravstvene organizacije i edukovati ih da primjenjuju odgovarajuće mjere higijene hrane (npr. pravilno pranje ruku, adekvatno skladištenje i kuvanje i izbjegavanje unakrsne kontaminacije) kako bi se osiguralo da je njihova hrana bezbjedna za konzumaciju. Hrana treba da bude adekvatno zaštićena tokom transporta. Vrsta potrebnih transportnih sredstava ili kontejnera zavisi od prirode hrane i uslova pod kojima ona treba da se transportuje. Transportna sredstva i kontejneri za hranu u rasutom stanju treba da budu izrađeni tako da ne kontaminiraju hranu ili ambalažu, da se mogu efikasno očistiti, dezinfikovati i osušiti, da se efikasno održava temperatura, vlažnost, atmosfera i drugi uslovi neophodni za zaštitu hrane od nepoželjnog rasta mikroorganizama i kvarenja, da omogućuju provjeru temperature, vlažnosti i drugih uslova okoline. Transportna sredstva i kontejnere za transport hrane treba održavati u ispravnom i čistom stanju. Sredstva za transport hrane u rasutom stanju treba da budu naznačena da se koriste samo u tu svrhu. Kada se isto transportno sredstvo ili kontejner koristi za transport različite potrebno je efikasno čišćenje, dezinfekciju i sušenje između dva utovara. Kontrolne mjere koje su ključne za postizanje prihvatljivog nivoa bezbjednosti hrane treba da budu naučno potvrđene. Menadžment treba da podstiče stalna poboljšanja, koristeći naučna dostignuća, tehnologije i najbolje prakse. Ovi zahtjevi su propisani Uredbom o higijeni hrane (SLCG 13/16), u koju je prenijeta Uredba EU 853/2004 o higijeni hrane. Time je naša zemlja prihvatila zakonsku obavezu primjene preduslovnih programa i načela HACCP sistema bezbjednosti hrane.

25.3. Uredba o higijeni hrane (SLCG 13/16)

Ovom Uredbom propisuju se bliži zahtjevi za opremu i prostorije - objekte u kojima se proizvodi hrana u pogledu snabdijevanja vodom i energijom, uklanjanje otpadaka od hrane, termičku obradu hrane, pakovanje, ambalažiranje i transport hrane u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije, uključujući i primarnu proizvodnju hrane sa pratećim djelatnostima. Pod kontaminacijom se podrazumijeva prisustvo ili unošenje biološke, hemijske ili fizičke opasnosti u hranu; voda za piće je voda koja je namijenjena za ljudsku potrošnju i koja ispunjava propisane zahtjeve kvaliteta vode za piće; čista morska voda (*clean sea water*) je prirodna, vještačka ili prečišćena morska slana voda koja ne sadrži mikroorganizme, štetne supstance ili toksične morske planktone u količinama koje mogu direktno ili indirektno uticati na bezbjednost hrane; pakovanje je omotač ili posuda/kontejner u koji se stavlja hrana i koji je u neposrednom kontaktu sa hranom, a uključuje i sam omotač ili posudu/kontejner; ambalažiranje je stavljanje jednog ili više komada upakovane hrane u drugu posudu ili kontejner, uključujući i samu posudu ili kontejner; prerada je zagrijavanje, dimljenje,

soljenje, zrenje, sušenje, mariniranje, ekstrahovanje, presovanje ili kombinacija ovih postupaka ili bilo koje djelovanje koje bitno mijenja početni proizvod. Subjekat u proizvodnji hrane sa pratećim djelatnostima (transport, skladištenje i dr.) treba da obezbijedi najveći nivo zaštite proizvoda od kontaminacije. To znači da treba da ispuni opšte i posebne zahtjeve higijene.

25.3.1. Opšti zahtjevi higijene u proizvodnji hrane

Higijena hrane obuhvata mjere koje su neophodne za postizanje zdravstvene bezbjednosti hrane. To su mjere za sprečavanje kontaminacije hrane iz vazduha, zemlje, vode, hrane za životinje, đubriva, veterinarskih lijekova, sredstava za zaštitu bilja, biocida tokom skladištenja, rukovanja ili uklanjanja otpada, za kontrolu zaštite zdravlja i dobrobiti životinja i zaštite zdravlja bilja koje imaju uticaj na zdravlje ljudi. Proizvođač hrane mora da čisti i dezinfikuje sve prostorije i objekte za proizvodnju, skladištenje i rukovanje hranom, da čisti i dezinfikuje opremu, posude, kontejnere, sanduke, vozila, ribolovne plovne objekte, da obezbijedi da životinje koje se upućuju na klanje i životinje namijenjene za proizvodnju/uzgoj budu čiste; da koristi vodu za piće ili čistu vodu radi sprečavanja kontaminacije, da obezbijedi da lica koja rukuju hranom ne boluju od bolesti koja se može prenijeti hranom, koja su kliconoše i imaju inficirane rane ili dijareju; da spriječi da životinje i štetočine uzrokuju kontaminaciju, da skladišti i rukuje otpadom i opasnim materijama na način kojim se sprečava kontaminacija; da spriječi unošenje i širenje zaraznih bolesti koje se hranom mogu prenijeti na ljude, da prijavi veterinaru sumnju na izbijanje bolesti; da upotrebljava dodatke hrani za životinje i veterinarske lijekove u skladu sa posebnim propisima. Subjekat poslovanja u primarnoj proizvodnji dužan je da uspostavi dobru higijensku praksu i vodi evidencije o: vrsti i porijeklu hrane kojom hrani životinje; veterinarskim lijekovima ili drugim tretmanima kojima su bile podvrgnute životinje, datumu primjene terapije, datumu prekida terapije i karenci; pojavama bolesti koje mogu da utiču na bezbjednost hrane životinjskog porijekla; rezultatima svih analiza koje su izvršene na uzorcima uzetim od životinja ili drugim uzorcima uzetim u dijagnostičke svrhe, o izvršenim pregledima na životinjama ili proizvodima životinjskog porijekla. Subjekat poslovanja koji proizvodi ili bere biljne proizvode, dužan je da uspostavi dobru higijensku praksu i da vodi evidencije o: upotrebi sredstava za zaštitu bilja i biocida; pojavi štetočina ili bolesti koje mogu uticati na bezbjednost proizvoda biljnog porijekla; o izvršenim analizama na uzorcima bilja ili drugim uzorcima koji su od značaja za zdravlje ljudi. *Prostorije u kojima se posluje hranom* moraju se održavati u čistom i dobrom stanju. Raspored, veličina i položaj prostorija u kojima se rukuje hranom treba da bude takav da obezbijedi odgovarajuće održavanje, čišćenje i dezinfekciju, sprečavanje ili smanjenje kontaminacije putem vazduha, odgovarajući radni prostor koji omogućava higijensko sprovođenje poslova, spriječi nakupljanje prljavštine, kontakt sa toksičnim materijalima, padanje čestica u hranu i stvaranje kondenzacije ili neželjene plijesni na površinama, omogućiti primjenu dobre higijenske prakse pri rukovanju hranom, uključujući zaštitu od kontaminacije i naročito, suzbijanje štetočina i obezbijedi odgovarajuće rukovanje i skladištenje hrane na kontrolisanoj temperaturi. *Prostorije u kojima se posluje hranom* treba da imaju odgovarajući broj toaleta sa tekućom vodom, odgovarajući broj umivaonika za pranje ruku sa toplom i hladnom tekućom vodom, sredstva za pranje i higijensko sušenje ruku, odgovarajuću prirodnu ili vještačku ventilaciju koja onemogućava protok vazduha iz kontaminiranog u čisti dio, odgovarajuće prirodno i vještačko osvjetljenje, sistem za odvod otpadnih voda, odgovarajući garderobni prostor za zaposlene. Sredstva za čišćenje i dezinfekciju mogu se skladištiti u prostorijama u kojima se ne posluje hranom. *Prostorije u kojima se priprema, obrađuje ili prerađuje hrana*, treba da su izgrađene i opremljene tako da obezbjeđuju sprovođenje dobre higijenske prakse. U ovim prostorijama treba da su podne i zidne površine izrađene od nepropustljivog, neupijajućeg, perivog i netoksičnog materijala koji je jednostavan za čišćenje i dezinfekciju, da ima odgovarajući nagib prema odvodnim kanalima i da se održava u dobrom stanju, da su plafoni izgrađeni tako da se spriječi kondenzacija, rast plijesni i padanje čestica u hranu, da su prozori izgrađeni tako da sprečavaju nakupljanje nečistoća i da se otvaraju prema spoljašnjoj sredini, treba da imaju zaštitne mreže koje sprečavaju ulazak insekata i koje se lako skidaju i čiste, da su vrata

jednostavna za čišćenje i dezinfekciju, da su izrađena od nepropustljivog, neupijajućeg, perivog i netoksičnog materijala, da su površine koje dolaze u kontakt sa hranom izrađene od glatkog, perivog i netoksičnog materijala, otpornog na koroziju, koji je jednostavan za čišćenje i dezinfekciju. *Pokretne i/ili privremene prostorije* moraju biti izgrađene i održavane tako da se spriječi opasnost od kontaminacije hrane. Ove prostorije treba da imaju obezbijeđen odgovarajući prostor za održavanje lične higijene (uključujući prostor za higijensko pranje i sušenje ruku, toalete i garderobni prostor), da se površine u kontaktu sa hranom održavaju u dobrom stanju, da imaju odgovarajuće uslove za pranje hrane, da imaju obezbijeđenu dovoljnu količinu tople i/ili hladne vode za piće; da imaju na raspolaganju odgovarajuće posude i/ili prostor za higijensko skladištenje i odlaganje opasnih i/ili nejestivih (tečnih ili čvrstih) proizvoda i otpada; da imaju na raspolaganju odgovarajuću opremu za održavanje i praćenje temperaturnih zahtjeva za hranu; da je hrana smještena tako da se izbjegne opasnost od kontaminacije u svim fazama rukovanja. *Transportna sredstva i/ili kontejneri* i druge posude koji se upotrebljavaju za prevoz hrane moraju se redovno čistiti i održavati u dobrom stanju kako bi se hrana zaštitila od kontaminacije, moraju biti izrađeni tako da se omogući čišćenje i dezinfekcija. Transportna sredstva, kontejneri i druge posude ne smiju se upotrebljavati u druge svrhe osim za prevoz hrane radi sprečavanja kontaminacije. Transportna sredstva i/ili kontejneri koji se koriste za prevoz hrane moraju biti takvi da se hrana u njima može održavati na odgovarajućoj temperaturi koja se može pratiti. *Oprema, predmeti i pribor* sa kojima hrana dolazi u kontakt treba da su detaljno očišćeni i prema potrebi dezinfikovani, izrađeni od odgovarajućeg materijala, da se održavaju u dobrom stanju i da se opasnost od kontaminacije smanji na najmanju moguću mjeru. *Otpaci od hrane i nejestivi nusproizvodi* treba da se uklanjanju iz prostora u kojima se nalazi hrana i odlažu u kontejnere ili posude koje se mogu zatvoriti i koje su jednostavne za čišćenje i dezinfekciju. Odlaganje otpada treba da se vrši u prostorima koji mogu lako da se čiste i dezinfikuju i koji su zaštićeni od ulaska životinja i štetočina. U objektu u kojem se vrši proizvodnja i rukovanje hranom mora biti obezbijeđena dovoljna količina *vode za piće* kako bi se spriječila kontaminacija hrane. Led koji dolazi u kontakt sa hranom ili koji može kontaminirati hranu mora biti napravljen od vode za piće. Para koja se koristi u direktnom kontaktu sa hranom ne smije sadržati supstance koje mogu da predstavljaju opasnost za zdravlje ili koje mogu da kontaminiraju hranu. Proizvođač hrane može da koristi sirovine ili sastojke koji nijesu kontaminirani parazitima, patogenim mikroorganizmima, toksičnim ili drugim stranim supstancama u nedozvoljenim granicama. Sirovine i sastojci koji se koriste za pripremu hrane treba da se skladište u uslovima koji sprečavaju nastanak promjena na hrani i štite ih od kontaminacije. U svim fazama proizvodnje hrana mora biti zaštićena od kontaminacije koja bi je mogla učiniti štetnom po zdravlje ljudi. Proizvođač hrane mora da vrši zaštitu hrane od štetočina i drugih životinja i da je drži na odgovarajućoj temperaturi. Hrana se nakon termičke obrade mora što prije ohladiti na temperaturi koja ne predstavlja rizik po zdravlje ljudi. Hrana se mora odmrzavati na način da ne dođe do razvoja patogenih mikroorganizama ili stvaranja toksina u hrani. Sirovine treba skladištiti odvojeno od gotovih proizvoda. *Za pakovanje i ambalažiranje hrane* koristi se materijal koji ne smije biti izvor kontaminacije. Hrana koja se stavlja na tržište u hermetički zatvorenim posudama treba da je termički obrađena pri čemu se proizvod mora zagrijati do određene temperature određeno vrijeme i spriječiti kontaminacija proizvoda tokom termičke obrade. Termička obrada hrane obuhvata pasterizaciju, ultra visoku temperaturu ili sterilizaciju u skladu sa međunarodnim standardima.

25.4. *Pravilnik o posebnim higijenskim zahtjevima za hranu životinjskog porijekla (SLCG 14/2009)*

Ovim pravilnikom propisuju se bliži uslovi i način ispunjavanja posebnih higijenskih zahtjeva za hranu životinjskog porijekla koje subjekat u poslovanju hranom (subjekat poslovanja) treba da primjenjuje u svim fazama proizvodnje završno sa transportom i distribucijom radi dalje prodaje ili prerade, u skladu sa propisanim opštim higijenskim zahtjevima, zahtjevima za životinjsko i javno zdravlje, dobrobit životinja, identifikaciju životinja, zahtjevima sledljivosti i upravljanje otpacima životinjskog porijekla. Ovaj pravilnik primjenjuje se na neprerađene i prerađene proizvode

životinjskog porijekla koji ulaze u sastav kombinovane hrane. Subjekt poslovanja može da stavi u promet samo proizvod životinjskog porijekla koji je proizveden u registrovanom objektu u skladu sa propisima. Svaka životinja primljena u klanicu treba da bude propisno označena, da je prate odgovarajući podaci u vezi gazdinstva iz kojeg potiče, da ne dolazi iz područja na kojem postoji zabrana kretanja radi zaštite zdravlja ljudi ili životinja, da bude čista, zdrava, u zadovoljavajućem stanju dobrobiti. U slučaju neispunjavanja bilo kojeg od ovih uslova subjekt poslovanja dužan je da bez odlaganja obavijesti veterinarskog inspektora i preduzme propisane mjere. Subjekt poslovanja treba da obezbijedi da proizvod prije otpreme iz objekta bude označen identifikacionom oznakom; da proizvod koji se vadi iz ambalaže ili se dalje prerađuje u drugom objektu bude označen novom oznakom na kojoj mora biti naveden broj odobrenja objekta u kojem se obavljaju ti poslovi. Subjekt poslovanja može da primi u klanicu samo životinje za koje je dobio odgovarajuće podatke o bezbjednosti hrane iz evidencija poljoprivrednog gazdinstva sa kojeg životinje potiču. Podaci o bezbjednosti hrane obuhvataju: status gazdinstva porijekla ili status područja u odnosu na zdravlje životinja, zdravstveno stanje životinja, veterinarske lijekove koji su davani životinjama i karencama, pojave bolesti koje mogu uticati na bezbjednost mesa, rezultate analiza uzoraka uzetih od životinja na bolesti koje mogu uticati na bezbjednost mesa, podatke o ranijim *ante* i *post mortem* pregledima životinja sa istog gazdinstva, podatke o proizvodnji koji su od značaja za procjenu prisutnosti bolesti, ime i adresu veterinara odgovornog za liječenje životinja na gazdinstvu porijekla. Životinje se ne smiju zaklati ni pristupiti njihovoj obradi prije dozvole veterinarskog inspektora. Subjekt poslovanja koji obavlja djelatnost transporta živih životinja (papkara i kopitara) u klanicu dužan je da tokom transporta životinja obezbijedi pažljivo postupanje sa životinjama u cilju izbjegavanja nepotrebnog uznemiravanja. Subjekt poslovanja može obavljati klanje domaćih papkara i kopitara u klanici koja ima odgovarajuće higijenske prostorije za prihvata i privremeni smještaj životinja za klanje (depo) ili torove za držanje životinja prije klanja, koji se lako čiste i dezinfikuju, sa opremom za napajanje i hranjenje životinja i odvozom otpadnih voda. Radi sprečavanja kontaminacije mesa, klanice moraju imati dovoljan broj prostorija - prostoriju za pražnjenje i čišćenje želudaca i crijeva i obezbijedenu prostornu i vremensku odvojenost sljedećih radnih postupaka: omamljivanje i iskrvarenje, šurenje, skidanje čekinja, brijanje, struganje, opaljivanje, vađenje unutrašnjih organa i njihovu dalju obradu, obradu očišćenih želudaca i crijeva, pripremanje, čišćenje i pakovanje drugih proizvoda, otpremanje mesa, opremu koja sprečava dodir mesa s podovima, zidovima, instalacijama i konstrukcijama i linije klanja. Ako u istoj prostoriji postoji više od jedne linije klanja, one moraju biti odvojene na način kojim se sprečava unakrsna kontaminacija. Klanice moraju imati opremu za pranje, čišćenje i dezinfekciju pribora vrućom vodom temperature najmanje 82 °C. Oprema za pranje ruku mora imati slavine kojima se sprečava kontaminacija. Klanice moraju imati obezbijedene posebne, odvojene prostorije koje se zaključavaju za skladištenje zadržanog mesa, kao i mesa koje je ocijenjeno kao nepodesno za ishranu ljudi. Klanica mora imati odvojeni prostor sa odgovarajućom opremom za čišćenje, pranje i dezinfekciju sredstava za transport životinja. Za skladištenje sadržaja digestivnog trakta i đubriva mora postojati poseban prostor. U promet se može staviti samo meso životinja koje su zaklane u klanici. Subjekt poslovanja dužan je da obezbijedi odgovarajuće uslove za pregled životinja prije klanja (*ante mortem* pregled). Radi sprečavanja kontaminacije mesa, omamljivanje, iskrvarenje, skidanje kože, vađenje unutrašnjih organa i drugi postupci obrade moraju se vršiti, bez odlaganja, na sljedeći način: dušnik i jednjak moraju ostati netaknuti tokom iskrvarenja, tokom skidanja kože mora se spriječiti kontakt između spoljašnje strane kože i trupa, a osoblje i oprema koji dolaze u kontakt sa spoljašnjom stranom kože, ne smiju dodirivati meso; spriječiti ispadanje sadržaja digestivnog trakta u toku vađenja unutrašnjih organa i obezbijediti da se vađenje unutrašnjih organa završi u što kraćem roku; spriječiti dodir trupa mlijekom i kolostrumom prilikom uklanjanja vimena. Trupovi ne smiju biti kontaminirani fekalijama. Svaki vidljivo kontaminirani dio mora se odmah ukloniti, odsijecanjem ili na drugi način sa istim efektom. Trupovi i jestivi proizvodi ne smiju doći u dodir s podovima i zidovima. Ako klanica ne raspolaže prostorijama koji su namijenjeni za klanje bolesnih životinja, prostorije i oprema nakon njihovog klanja moraju se očistiti, oprati i dezinfikovati pod nadzorom veterinarskog inspektora prije početka klanja drugih životinja. Subjekt koji obavlja

djelatnost klanja može da stavi u promet meso domaćih papkara i kopitara koji su prinudno zaklani van klanice za ishranu ljudi samo ako: je životinja povrijeđena usljed nezgode, zbog koje nije mogla biti dopremljena u klanicu radi zaštite njene dobrobiti, zdrava i kod koje nijesu utvrđena odstupanja u pogledu zdravlja osim odstupanja nastalih kao posledica nezgode; da je veterinar izvršio *ante mortem* pregled životinje i izdao potvrdu o zadovoljavajućem odnosno urednom nalazu *ante mortem* pregleda s datumom, vremenom i razlogom prinudnog klanja i vrstama liječenja primijenjenim na toj životinji; da je zaklana i iskrvarena životinja prevezena do klanice na higijenski način i bez nepotrebnog odlaganja, s tim što se na licu mjesta, pod nadzorom veterinarskog inspektora, mogu odstraniti unutrašnji organi koji se moraju dopremiti u klanicu označeni tako da je vidljiva njihova pripadnost određenom trupu; subjekat u poslovanju hranom može staviti u promet samo meso prinudno zaklanih životinja ako je označeno posebnom oznakom zdravstvene ispravnosti u skladu sa propisima i to samo na domaćem tržištu. Tokom rasijecanja, odvajanja od kostiju, rezanja na manje komade ili u drugim fazama obrade, ambalažiranja i pakovanja treba da se obezbijedi održavanje temperature mesa na najviše 3 °C za jestive nusproizvode i 7 °C za ostalo meso, putem održavanja sobne temperature na najviše 12 °C. Nakon *post mortem* pregleda meso se u klanici mora ohladiti tako da se u svim djelovima mesa postigne temperatura od najviše 3 °C za jestive nusproizvode i 7 °C za ostalo meso. Meso namijenjeno zamrzavanju mora se zamrznuti bez nepotrebnog odlaganja nakon perioda stabilizacije, kada je to neophodno. Neupakovano meso mora se skladištiti i transportovati odvojeno od upakovanog mesa osim, ako se skladištenje i transport vrše u različito vrijeme ili na način da materijal za pakovanje i način skladištenja ne mogu predstavljati izvor kontaminacije mesa. Subjekt poslovanja koji obavlja djelatnost proizvodnje mljevenog mesa, treba da organizuje obradu mesa na način kojim se sprečava ili svodi na minimum kontaminacija mesa, a za proizvodnju koristi samo meso koje se najviše tri dana održava na temperaturi do 4 °C za živinu, 3 °C za jestive nusproizvode i 7 °C za ostalo meso. Mljeveno meso i mesne prerađevine moraju se odmah nakon proizvodnje upakovati odnosno ambalažirati i rashladiti do temperature od najviše 2 °C za mljeveno meso i 4 °C za mesne prerađevine ili zamrznuti na temperaturi od najviše -18 °C. Ti temperaturni režimi moraju se održavati i tokom skladištenja i transporta. Jednom odmrznuto mljeveno meso, mesne prerađevine i mehanički otkoštено meso ne smiju se ponovo zamrzavati.

Pitanja

Šta obuhvataju preduslovni programi u prerađivačkoj industriji hrane? Šta obuhvata dobra proizvođačka praksa? Šta obuhvata dobra higijenska praksa? Koje uslove moraju da ispune građevinski objekti i oprema za proizvodnju hrane? Koje higijenske zahtjeve mora da ispuni radno osoblje? U čemu se sastoji dobra proizvođačka praksa u pakovanju i čuvanju prehrambenih proizvoda?

26. HACCP SISTEM BEZBJEDNOSTI HRANE

26.1. Definicija i značaj HACCP sistema bezbjednosti hrane

HACCP predstavlja integrisani sistem kontrole bezbjednosti hrane u svim fazama procesa njene proizvodnje i distribucije. On predstavlja pouzdan metod za spečavanje rizika od mikrobioloških, hemijskih i fizičkih opasnosti u proizvodnji hrane. Ovaj sistem se zasniva na preventivnom pristupu, što doprinosi smanjenju rizika po zdravlje stanovništva. On služi za procjenu opasnosti i kontrolu, tj. sprečavanje značajnih opasnosti duž lanca ishrane, umjesto da se uglavnom oslanjaju na ispitivanje krajnjeg proizvoda. HACCP sistem je tokom svoje primjene podložan promjenama, kao što su poboljšanje kvaliteta opreme, postupaka prerade itd. Principi HACCP-a mogu se primijeniti u cijelom lancu hrane - od primarne proizvodnje do potrošnje i njihova primjena treba da bude

zasnovana na naučnim dokazima o rizicima po ljudsko zdravlje. Iako nije uvijek moguće primijeniti sve HACCP principe u primarnoj proizvodnji, neki od principa se mogu primijeniti i uključiti u programe dobre poljoprivredne prakse (GAP). Osim što povećava bezbjednost hrane, HACCP sistem omogućava efikasnije korištenje resursa i manje opoziva, jer sprečava da nebezbedan proizvod doprije na tržište. Uspješna primjena HACCP-a zahtijeva posvećenost upravljačke strukture i svog osoblja preduzeća i znanje i obučenosť u njegovoj primjeni. Zbog toga je veoma važno sprovoditi stalnu obuku za svo osoblje, uključujući i menadžere. Veoma je značajno primjenjivati multidisciplinarni pristup koji obuhvata stručnosť iz oblasti primarne proizvodnje, mikrobiologije, zaštite zdravlja, prehrambene tehnologije, ekologije, hemije, inženjerstva i dr. Akronim HACCP znači: **Hazard**: opasnosť, **Analysis**: analiza, **Critical**: kritično, **Control**: kontrola i **Point**: tačka. Na ovaj način termin HACCP možemo prevesti kao „analiza opasnosti i kritične kontrolne tačke”. Koncept HACCP-a napravljen je još 1960. godine u SAD –u, u preduzeću Pillsbury za potrebe NASA (Američka svemirska agencija), tako da je HACCP sistem prvi put primijenjen prilikom pripreme hrane za astronaute. Komisija Codex Alimentarius-a (formirana 1961. godine od strane FAO - Food Agriculture Organisation - Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih nacija osnovana 1945. g.), pored opštih principa dobre proizvođačke uključila je i principe HACCP sistema u dokument *Opšti principi higijene hrane CXC 1-1969* (General principles of food hygiene CXC 1-1969 (1969), revidiran 1997, 2003, 2020). Codex Alimentarius predstavlja skup međunarodno priznatih standarda, kodeksa dobre prakse, smjernica i drugih preporuka vezanih za hranu, proizvodnju hrane, označavanje i sigurnosť hrane koje objavljuje FAO, a kojoj se 1962. godine pridružila i WHO (World Health Organisation - Svjetska zdravstvena organizacija). Osnovna uloga Komisije Codex Alimentarius-a (CAC) su uspostavljanje međunarodnih standarda za maksimalne koncentracije dozvoljenih aditiva u hrani, zagađivača, toksina, rezidua pesticida i veterinarskih lijekova, uspostavljanje higijene i kodeksa za tehnološke operacije. Komisija *Codex Alimentarius*-a nema zakonska ovlaštenja. Codex Alimentarius je referentni vodič, a ne standard. Međutim, dosta zemalja usvaja *Codex Alimentarius* u svojim propisima, a Svjetska trgovinska organizacija (WTO), u cilju bezbjednosti hrane poziva se na *Codex Alimentarius*. *Codex Alimentarius* je međunarodni referentni dokument za rješavanje međunarodnih trgovinskih sporova koji se tiču bezbjednosti hrane i zaštite potrošača. HACCP sistem čini i sastavni dio međunarodnog standarda ISO 22000:2005. Pored principa HACCP sistema, ovaj standard obuhvata i zahtjeve za preduslovne programe i sistem menadžmenta. Usvajanje ISO standarda 22000 (Sistemi upravljanja bezbjednošću hrane –zahtjevi za svaku organizaciju u lancu hrane - Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain) obezbjeđuje subjektu koji rukuje hranom kompetencije priznate širom svijeta. Zahtjevi za uvođenje HACCP sistema bezbjednosti hrane su takođe propisani Direktivom EU 93/43/ od 1993. godine, Uredbom EU 178/2002 o utvrđivanju opštih načela i uslova zakona o hrani. Uredbom Evropske unije (EU) br. 853/2004 o higijeni hrane, Uredbom EU 853/2004 o utvrđivanju određenih higijenskih pravila za hranu životinjskog porijekla, Uredbom EU 854/2004 o utvrđivanju posebnih pravila organizacija službenih kontrola proizvoda životinjskog porijekla namijenjenih ishrani ljudi i dr. Osim u državama Evropske Unije primjena HACCP sistema je obavezna i u ostalim (“trećim”) državama koje izvoze hranu u EU. Zahtjevi za primjenu preduslovnih programa i načela HACCP sistema propisani su i nacionalnim Zakonom o veterinarstvu (SLCG 30/2012, SLCG 48/2015), Zakonom o bezbjednosti hrane (SLCG 57/2015) i Uredbom o higijeni hrane (SLCG 13/2016).

26.2. Cilj HACCP sistema

HACCP sistem ima za cilj da spriječi kontaminaciju hrane patogenim mikroorganizmima, preživljavanje ili razmnožavanje mikroorganizama u hrani, kao i prisustvo njihovih toksina i proizvoda metabolizma u hrani. Takođe ima za cilj da spriječi hemijsku i fizičku kontaminaciju hrane. HACCP sistem se bazira na tri segmenta, a to su: obezbjeđenje preduslovnih programa, identifikacija i praćenje kritičnih kontrolnih tačaka (CCPs) i sledljivosť. Preduslovni programi treba

da budu dobro uspostavljeni, potpuno operativni i verifikovani gdje god je to moguće, kako bi se omogućila uspješna primjena i implementacija HACCP sistema. Primjena HACCP sistema neće biti efikasna ukoliko se prethodno ne sprovedu preduslovni programi. HACCP sistem identifikuje i pojačava kontrolu značajnih opasnosti, za koje nisu dovoljni samo preduslovni programi. HACCP sistem se zato fokusira na kontrolu kritičnih kontrolnih tačaka. Određivanjem kritičnih granica za mjere kontrole u CCP-ima i korektivnih radnji koje se primjenjuju kada ograničenja nisu ispoštovana, izradom zapisa o sprovedenim radnjama, HACCP pruža dosljednu kontrolu mimo one koja se postiže dobrom higijenskom praksom. HACCP sistem treba periodično revidirati i kada god postoji značajna promjena koja bi mogla uticati na bezbjednost proizvoda.

Obezbjedenje preduslovnih programa podrazumijeva adekvatnu infrastrukturu, usklađenu sa zahtjevima za obavljanje djelatnosti, što je u najvećem broju slučajeva definisano pravilnicima i drugim aktima na nivou države (pravilnici o uslovima koje moraju da ispunjavaju objekti za promet životnih namirnica i dr.). Objekti u kojima se vrši proizvodnja i promet moraju biti usklađeni sa definisanim zahtjevima. Pod preduslovnim programima se podrazumijeva i obezbjeđenje adekvatnog prostora i opreme, adekvatnog osvjetljenja, snabdijevanja vodom i vazduhom odgovarajućeg kvaliteta, zaštita od štetočina (DDD – dezinsekcija, dezinfekcija, deratizacija), čišćenje i održavanje objekata, mašina i alata, zaštitne uniforme itd. *Kritične kontrolne tačke (CCP)* su mjesta ili operacije u procesu proizvodnje na koje se može uticati u cilju obezbjeđenja zdravstvene bezbjednosti proizvoda. Da bi se uspostavile odgovarajuće CCP, neophodno je izvršiti analizu svih operacija u procesu proizvodnje od ulaska sirovine do izlaska krajnjeg proizvoda. Analiza podrazumijeva sagledavanje vjerovatnoće i efekta nastanka fizičkih, hemijskih i bioloških hazarda na posmatranoj operaciji. Za identifikovane CCP neophodno je propisati granice u kojima se posmatrani parametar mora naći, način i odgovornost za kontrolu, korektivne mjere koje treba preduzeti u slučaju da se parametar nađe izvan dozvoljenih granica, kao i odgovornost za nadzor CCP.

Sledljivost podrazumijeva mogućnost praćenja hrane tokom svih faza proizvodnje, obrade i snabdijevanja. Sledljivost je zahtjev koji se mora obezbijediti kroz čitav lanac - od proizvođača sirovine, proizvođača gotovog proizvoda, do krajnjeg potrošača. Ovaj zahtjev je poznat pod sloganom “od njive do trpeze”, a podrazumijeva obezbjeđenje informacija i dokaza o svim sirovinama koje su ušle u posmatrani proizvod, uslovima u kojima je proizveden i korisnicima kojima je isporučen. Na primjer, proizvođač proizvoda od mesa mora uspostaviti takav sistem da se u svakom trenutku, za svaki proizvod ili poluproizvod, u bilo kojoj fazi može znati koje sirovine (meso, začini, aditivi itd.) su ušle u sastav proizvoda (do takvog stepena detaljnosti da se može doći do ušne markice i pasoša životinje, čije meso je u sastavu proizvoda), da li su bili obezbijeđeni svi uslovi radne sredine (temperatura, higijena u objektu itd.), kao i kojim kupcima/korisnicima je isporučena posmatrana serija proizvoda. Kako je HACCP sistem izuzetno važan za bezbjednost i zdravlje krajnjih potrošača, država je kroz zakonsku regulativu obavezala sve subjekte u proizvodnji, pripremi i prometu hrane da uspostave i održavaju HACCP sistem (Zakon o bezbjednosti hrane). Zakonom je obavezno uspostavljanje i održavanje HACCP sistema, ali ne i njegova sertifikacija. To znači da je organizacija nakon što uskladi infrastrukturu sa zahtjevima, uspostavi dokumentovan sistem i obuča zaposlene, ispunila zakonski minimum.

26.3. Principi i koraci HACCP sistema

HACCP sistem bezbjednosti hrane zasnovan je na **sedam osnovnih principa** koje je preporučila *Codex Alimentarius* komisija, a to su:

- **Princip 1.** Sprovesti analizu opasnosti i identifikovati kontrolne mjere (napraviti dijagram toka proizvodnje, prepoznati opasnosti i odrediti kontrolne mjere za njihovo sprečavanje);
- **Princip 2.** Odrediti kritične kontrolne tačke – CPP (stablo odlučivanja);
- **Princip 3.** Odrediti validovane kritične granice (kojima se kontrolišu kritične kontrolne tačke);
- **Princip 4.** Uspostaviti sistem za praćenje – monitoring nad CPP;

- **Princip 5.** Utvrditi korektivne radnje (mjere) koje treba biti preduzeti kada monitoring pokaže da je došlo do odstupanja od kritične granice u CCP.
- **Princip 6.** Validacija HACCP plana (revizija plana i procedura), a zatim verifikacija kako bi se provjerilo da li HACCP sistem radi kako je planirano.
- **Princip 7.** Uspostaviti dokumentaciju u vezi sa svim procedurama primjene HACCP principa.

Da bi se pomenuti principi realizovali, potrebno je sprovesti 12 koraka, a to su:

Princip 1. Analiza rizika

U razvoju HACCP plana, prilikom analize opasnosti neophodno je uraditi analizu (ocjenu) rizika. Rizik predstavlja funkciju vjerovatnoće štetnih efekata neke opasnosti na zdravlje potrošača i ozbiljnosti tog efekta. Rizici se mogu međusobno upoređivati na bazi njihovih utvrđenih kategorija. Procesni korak na kome neka opasnost predstavlja neprihvatljivo visok rizik se smatra kritičnom za bezbjednost tog proizvoda i naziva se kritičnom tačkom. Na toj tački rizik se mora eliminisati ili značajno smanjiti primjenom specifičnih kontrolnih mjera; što se sve zajedno označava kao „kritična kontrolna tačka“ („Critical Control Point“ - CCP).

Analiza rizika je proces sastavljen od tri glavne komponente: **ocjene rizika, upravljanja rizikom i komunikacije rizika.**

Ocjena rizika je naučno zasnovan proces sastavljen od sljedećih elemenata:

- *Identifikacija opasnosti* - određuje se da li neki agens predstavlja opasnost kada je prisutan u hrani i na kojoj tački ulazi u lanac hrane;
- *Karakterizacija opasnosti* - opisuje se priroda šetnog agensa i njegov uticaj na potrošača;
- *Procjena izlaganja* - ocjenjuje se na koji način i koliko ljudi može biti izloženo datoj opasnosti, koliko se često namirnica konzumira, koja je to populacija koja je konzumira (starost, imunitet i dr).
- *Karakterizacija rizika* – ocjenjuje se kolika je ukupna vjerovatnoća da će neka opasnost ispoljiti svoje štetno dejstvo u datoj populaciji i kolika je ozbiljnost mogućih posljedica po zdravlje potrošača. U tom cilju uzimaju se podaci iz prethodna tri elementa ocjene rizika.

Upravljanje (menadžment) rizikom je proces analize - ocjene rizika i sprovođenja mjera u cilju smanjenja nivoa rizika na prihvatljiv nivo.

Komunikacija rizika obuhvata razmjenu informacija o ocjeni rizika i upravljanja rizikom - između ocjenjivača rizika, onih koji upravljaju rizikom, subjekata koji se bave hranom, potrošača i dr. Podrazumijeva identifikovanje svih mogućih rizika u procesu proizvodnje prehrambenog proizvoda. Na primjer, u procesu proizvodnje jogurta bi to bilo sagledavanje mogućih opasnosti *po zdravlje kupca* (uvijek se procjenjuje kako neka opasnost utiče na konačan proizvod, a ne na taj korak) u tehnološkim koracima proizvodnje: prijem mlijeka i izbor sirovine, prečišćavanje, hlađenje, skladištenje sirovog mlijeka, predgrijavanje mlijeka u izmjenjivaču toplote, standardizacija masti u mlijeku, podešavanje suve materije, homogenizacija, dezodorizacija (odstranjivanje neprijatnog mirisa), pasterizacija, hlađenje, inokulacija, skladištenje. Rizik, odnosno vjerovatnoća obolijevanja ljudi kao posljedica konzumiranja kontaminirane hrane je veći ukoliko se ne sprovodi higijensko rukovanje hranom tokom proizvodnje i čuvanja, ne održava higijena uređaja, prostorija, opreme, ne obezbjeđuju adekvatni rashladni uređaji, ne vodi računa o zdravlju zaposlenih lica, o porijeklu hrane, temperaturi obrade i čuvanja hrane i dr. Zavisno od tipa proizvodnje analiza opasnosti, dakle, može početi od gajenja/prikupljanja sirovine, preko procesa obrade/izrade gotovog proizvoda, do prodaje i potrošača. Kada se **opasnost** identifikuje, procjenjuje se **nivo rizika** koji ta opasnost može proizvesti u konačnom proizvodu. Opasnosti mogu biti **mikrobiološke, hemijske ili fizičke prirode.**

Kategorizacija rizika

Postupak kategorizacije rizika je prikazan u tabeli 53:

Tabela 53. Kategorizacija rizika

Vjerovatnoća Posljedice	Vrlo velika	Velika	Srednja	Mala	Neznatna
Katastrofalne	vrlo visok (4*)	vrlo visok (4*)	visok rizik (3)	visok rizik (3)	srednji rizik (2)
Ozbiljne	vrlo visok (4*)	visok rizik (3)	visok rizik (3)	visok rizik (3)	nizak rizik (1)
Umjerene	visok rizik (3)	srednji rizik (2)	srednji rizik (2)	nizak rizik (1)	nizak rizik (1)
Neznatne	srednji rizik (2)	nizak rizik (1)	nizak rizik (1)	nizak rizik (1)	nizak rizik (1)

* neprihvatljivo visok rizik

Procesni korak na kome neka opasnost predstavlja neprihvatljiv rizik pripada kategoriji rizika 4 i u HACCP planu mora da bude tretiran kao CCP, što znači da se primjenjuju specifične kontrolne mjere. Procesni koraci na kojima neka opasnost predstavlja niže kategorije rizika (1, 2 i 3) ne predstavljaju CCP i kontrolne mjere su bazirane na principima GMP/GHP. Neuspješna analiza opasnosti sprečava razvoj svih drugih principa HACCP, jer su oni bazirani na analizi opasnosti. Nakon procjene opasnosti određuju se preventivne – kontrolne mjere potrebne za njihovo snižavanje ili eliminisanje.

Princip 2. Određivanje kritičnih kontrolnih tačaka (CCP)

Nakon analize rizika za svaku pojedinačnu tačku procesa, potrebno je tačno odrediti tačke u navedenom procesu proizvodnje, **koje treba kontrolisati** da bi se uklonio rizik ili smanjila mogućnost njegove pojave. Ukoliko izostane kontrola rizika, to može dovesti u opasnost javno zdravlje, te se takva kontrolna tačka kvalifikuje kao kritična (*Critical Control Point*, CCP). Ako rizik nije veliki, procesna tačka se posmatra kao **kontrolna tačka** (*Control Point*, CP).

Kritična kontrolna tačka (CCP) je tačka, korak ili postupak u procesu gdje se opasnost naročito visokog rizika može ukloniti ili svesti na prihvatljiv nivo. Za svaku opasnost naročito visokog rizika mora da postoji jedna ili više CCP na kojoj će se ta opasnost ukloniti ili smanjiti na prihvatljiv nivo. U cilju identifikovanja kritične kontrolne tačke, koristi se stablo odlučivanja za CCP (Šema 2). Ovaj metod omogućava da se odgovorom na neka pitanja odredi da li određeni korak u procesu proizvodnje hrane predstavlja kritičnu kontrolnu tačku ili ne. Stablo odlučivanja nije specifično za sve operacije sa hranom, i zato treba da se koristi zajedno sa stručnim mišljenjem i u nekim slučajevima uz modifikacije. Ovaj metod je zasnovan na logičnom zaključivanju. Primjena stabla odlučivanja treba da bude fleksibilna i nije pravilo koje treba kruto poštovati. Stablo odlučivanja nije primjenjivo za sve situacije (npr. klanje), zato se primjenjuju i drugi pristupi. Zbog toga stablo odlučivanja nije obavezni element HACCP sistema. U nekom procesu može postojati više od jedne CCP na kojima se primenjuje kontrola za istu opasnost. Stablo odlučivanja može da se koristi kao vodič bilo da je u pitanju proizvodnja, prerada, skladištenje, distribucija ili priprema hrane (slika 91). Ako je kontrola opasnosti u nekom koraku neophodna za bezbjednost proizvoda, a ne postoji efikasna kontrolna mjera u tom koraku, tada ta kontrola mora da se primijeni u nekom drugom koraku. Ukoliko ni u tim drugim koracima ne postoji efikasna kontrolna mjera, tada proizvod ili proces mora da se modifikuje na način koji će omogućiti uključivanje efektivne kontrolne mjere. U identifikaciji kritičnih kontrolnih tačaka (CCPs) razmatra se svaki procesni korak koristeći dijagram toka procesa.

Pri tome se koriste sve informacije o proizvodu i procesu sakupljene na početku razvoja HACCP plana. Za svaku CCP je neophodna bar jedna kritična granica koja pokazuje da li je opasnost pod kontrolom, kao i monitoring i korektivne mjere koje osiguravaju da potencijalno štetni proizvod ne dospije do potrošača. Svako kontrolisanje mora da bude klasifikovano ili kao kritična kontrolna tačka (CCP) ili kao kontrolna tačka (CP) i treba da bude predmet verifikacije procesa. U zavisnosti od analize rizika, potrebno ja praviti razliku između:

- **opasnosti koja zahtijeva posebnu pažnju (CCP).** Kritična kontrolna tačka (CCP) je korak **na kojem mora biti primijenjena kontrola** da bi se spriječio ili eliminisao rizik po bezbjednost hrane ili se rizik smanjio na prihvatljiv nivo.

- **opasnosti koje se mogu kontrolisati na uobičajeni način (CP).** One su predmet standardnih aktivnosti kontrolisanja tokom sprovođenja pojedinačnih ili specifičnih aktivnosti, kao što su nabavka, primjena higijenskih mjera, održavanje, čišćenje, dezinfekcija itd. Vrsta i broj CCP mogu biti veoma različiti zavisno od vrste fabrike i vrste proizvoda koji se ocjenjuje. Veliki broj CCP je veoma skupo, pa pri izradi HACCP plana treba napraviti razliku između kritičnih kontrolnih tačaka (CCP) i kontrolnih tačaka (CP). Razlozi na osnovu kojih je utvrđeno da li je korak u procesu kritična kontrolna tačka (CCP) ili ne, moraju biti identifikovani, dokumentovani i sledljivi. Oni se obično zabilježe u obliku tabele. Kritične kontrolne tačke, identifikovane za proizvod mogu se mijenjati prilikom: izmjene u proizvodnom procesu, zamjene djelova ili cjelokupne opreme, promjene u programu sanitarnih mjera ili podrške. Primjeri nekih kritičnih kontrolnih tačaka (CCP) u fabrikama prehrambene industrije su: pasterizacija, sterilizacija, hlađenje, smrzavanje, prisustvo rezidua hemijskih sredstava, čistoća proizvoda, pH vrijednost proizvoda, prisustvo čestica metala, čišćenje i sanitacija opreme, aw gotovog proizvoda, rukovanje hranom od strane osoblja (mjere održavanja higijene).

Primjer: nakon analize rizika utvrđeno je, preko stabla odlučivanja, da je pasterizacija mlijeka **kritična kontrolna tačka (CCP)** u liniji proizvodnje jogurta, jer je to korak koji je neophodno uraditi dobro da bi dobili bezbjedan proizvod. Ako se pasterizacija ne uradi dobro, nijedan naredni korak procesa neće uništiti patogene mikroorganizme, **zbog toga je pasterizacija CCP**. Nedovoljna kontrola pasterizatora može dovesti do zdravstvenih posljedica kod potrošača. S druge strane, **prečišćavanje je kontrolna tačka (CP)**, jer ono nema odlučujuću ulogu po bezbjednost proizvoda. Slično ovome, važno je da proizvođač kontroliše sastav proizvedene hrane, masu pakovanja u kutiji ili boci, detalje na naljepnici itd., ali takve tačke se jedino mogu označiti kao CP.

Kritične tačke u proizvodnji sirovog mlijeka su: muža (interval muže i vrsta muže), način i dužina hlađenja mlijeka, organizacija sakupljanja mlijeka i transport do mljekare. Kod mašinske muže kritične tačke su: tip mašine za mužu, instalacija mašina za mužu, stanje i održavanje mašina za mužu. Kod ručne muže kritične tačke su: zdravlje mužača, higijena ruku, higijena vimena. Kritične kontrolne tačke u proizvodnji pasterizovanog mlijeka su pasterizacija mlijeka.

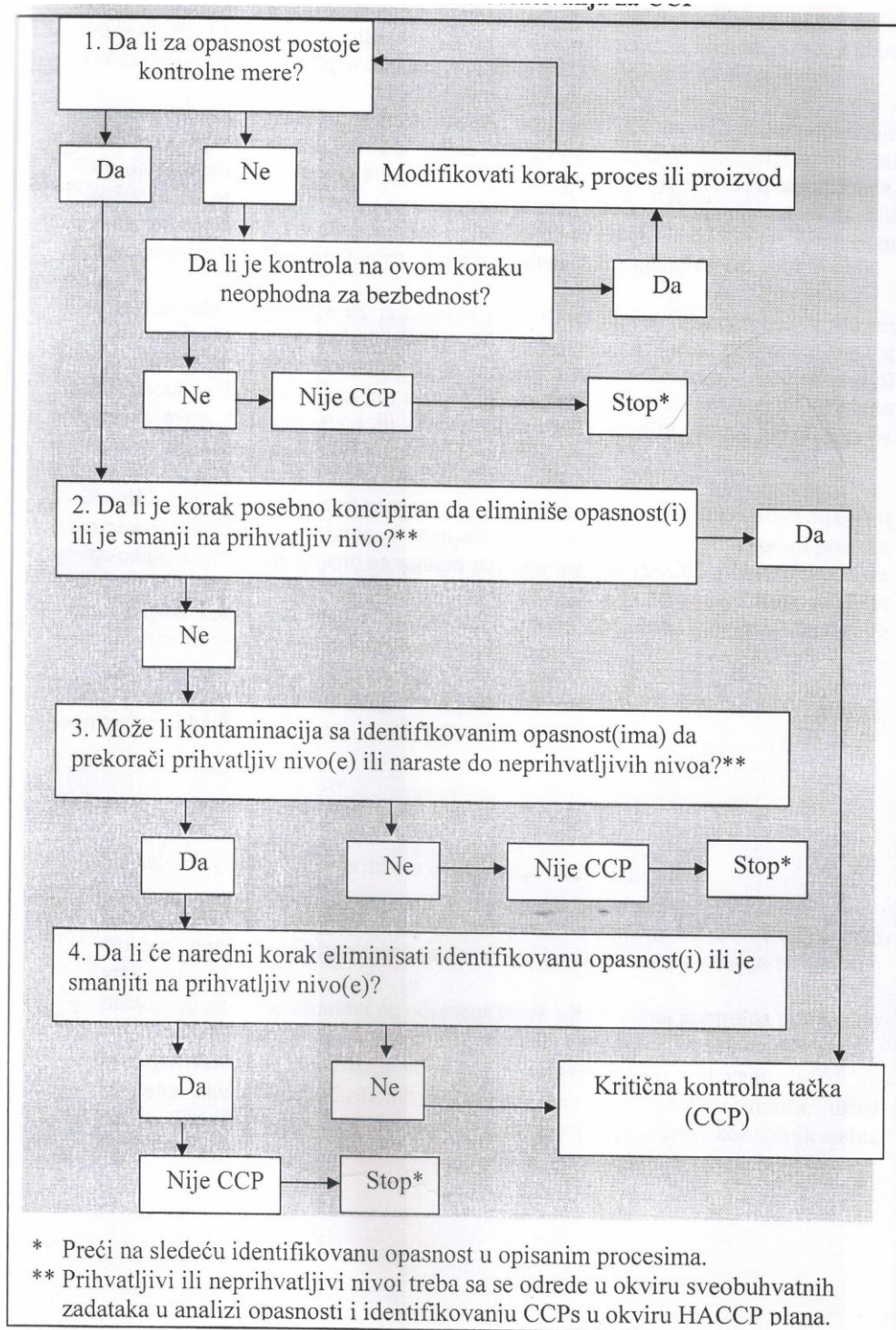
Kritične tačke u proizvodnji mesa i proizvoda od mesa su: žive životinje, odsijecanje ekstremiteta, evisceracija, skidanje kože, pregled, pranje trupova, pranje glava, mjerenje, hlađenje, rasijecanje trupa.

Kritične tačke u proizvodnji i preradi ribe su: žive ribe, prisustvo otrovnih supstanci (olovo, arsen, kadmijum, živa), prisustvo pesticida, histamina, polihlorovanih bifenila, metod hvatanja ribe, temperatura vode i vazduha tokom obrade ribe, metoda hlađenja ulova, ocjena datuma uginuća, soljenje, salamurenje, dimljenje i sušenje. Kod mekušaca iz mora mogu se naći patogeni mikroorganizmi porijeklom od ljudi i životinja kao i oni koji se tu normalno nalaze. Zbog toga se preporučuje hlađenje ribe i proizvoda od ribe na određenoj temperaturi i određeno vrijeme. Preporučeno vrijeme hlađenja i temperature: zamrzavanje i skladištenje: -20 stepeni ili niže (za 7 dana); zamrzavanje: -35 stepeni ili -20 stepeni (u toku 24h). Ribu treba staviti na led ili u frižider u morskoj ili slanoj vodi na 4.4 stepena ili nižoj u toku 12h nakon ubijanja, ili je smjestiti u frižider sa morskom ili slanom vodom na 10 stepeni ili manje u toku 9 h od ubijanja.

Kritične tačke u proizvodnji stočne hrane su sve operacije od: prijema materijala, proizvodnje, pakovanja, obilježavanja, ponovnog obilježavanja, kontrole, puštanja, skladištenja, distribucije itd;

stepen sušenja travne mase za spremanje sijena, kod silaže određena vlažnost, PH, čuvanje, pakovanje, distribucija itd.

Slika 91. Stablo odlučivanja



Princip 3. Uspostavljanje kritičnih granica za svaku CCP

Kritična granica je najviša ili najniža vrijednost određenog parametra koja pokazuje da je proces na prihvatljivom higijenskom nivou i da je ispunjen preduslov da bi proizvod bio bezbjedan. Kada se ova vrijednost prekorači, smatra se da CCP više nije pod kontrolom. Kritična granica predstavlja

kriterijum koji odvaja prihvatljivo od neprihvatljivog. Ove granice su mjerljive, zasnovane na naučnim saznanjima i mora biti izvršena njihova validacija. Kriterijumi ili parametri koji se često koriste su: temperatura, vrijeme, vlažnost, pH, aw, sadržaj slobodnog hlora, senzorna svojstva proizvoda kao što su izgled i građa. Kritična granica nije uvijek brojčana vrijednost, naročito kada se procedure kontrole baziraju na vizuelnom opažanju - na primjer da li postoji vidljiva fekalna kontaminacija trupa na liniji klanja ili da li postoji promjena nekih fizičkih svojstava hrane za vrijeme njenog pripremanja u restoranu. Na primjer, kritična granica kod pasterizacije mlijeka je minimalna temperatura 72°C. Ako se prilikom pasterizacije mlijeka ne postigne ova temperatura, mlijeko mora ići ponovo na pasterizaciju.

Princip 4. Uspostavljanje procedure monitoringa (sistema nadzora, kontrole kritičnih kontrolnih tačaka)

Monitoring - sistematsko praćenje je isplanirano mjerenje ili posmatranje kritične kontrolne tačke u odnosu na njenu kritičnu granicu. Korekcija procesa treba da se izvrši čim rezultati monitoringa pokažu trend ka gubitku kontrole na CCP. Fizičkim i hemijskim mjerenjima, ukoliko mogu da se koriste kao parametri relevantni za mikrobiološku kontrolu proizvoda često se daje prednost u odnosu na mikrobiološko testiranje, zato što se urade brže. Svi zapisi i dokumenti vezani za monitoring nad CCPs moraju biti potpisani od strane osobe koja vrši monitoring. Prilikom utvrđivanja monitoringa mora da se odredi kako, kada, ko i koliko često će vršiti provjere. Sva mjerenja treba da budu zapisana, kao i vrijeme kada su vršena. Monitoring nekada može da bude jednostavna procedura, kao što je provjera temperature u uređajima za hlađenje ili smrzavanje uz pomoć kalibrisanog termometra. Treba da se provjerava oprema koja se koristi u monitoringu, da bi postojalo povjerenje u njenu ispravnost i tačnost. Kada monitoring nije kontinuiran, treba da se odredi koliko često će provjere biti vršene (na primer, triput dnevno ili na svaki sat; svaki proizvod ili svaki deseti).

Princip 5. Uspostavljanje korektivnih mjera

Korektivne mjere moraju biti razvijene za svaku CCP u HACCP sistemu, kojima se rješavaju greške i odstupanja procesa kada se one pojave. Korektivne mjere moraju da osiguraju dovodenje CCP pod kontrolu. One uključuju uklanjanje ili ponovnu preradu neusaglašenog proizvoda, što mora biti dokumentovano u HACCP evidenciji. Korektivne mjere su prethodno planirane mjere, čija primjena počinje onog momenta kada se ustanovi da je došlo do prekoračenja kritične granice na datoj CCP, a koje služe da se ponovo uspostavi kontrola nad CCP, preduprijedi da potencijalno škodljiva hrana dospije do potrošača i spriječi da se ponovo desi odstupanje. Na primjer, ako pri pasterizaciji mlijeka nije postignuta temperatura od 72°C, primjenjuje se korektivna mjera – ponovna pasterizacija. Brza korektivna mjera je dokaz kompetentnosti i odgovornosti subjekta koji posluje hranom. Treba obezbijediti da osoblje koje je odgovorno za korektivne mjere dobije jasna uputstva i da dobro razumije šta treba da radi ako se problem pojavi. Dobra praksa je da se osoblju na samoj liniji proizvodnje povjeri odgovornost u vezi korektivnih mjera, kao i u vezi izvještavanja o problemima, ali da ih osoba za nadzor u tome kontroliše. To može biti korisno u određivanju da li HACCP sistem radi dobro (u verifikaciji), ili su potrebne neke promjene ili ponovno ocjenjivanje. Ako se primijeti da se korektivne mjere često ponavljaju u istom procesu, to ukazuje da postoji ozbiljan problem u sistemu za upravljanje bezbjednošću hrane. Ovo zahtijeva hitno ispitivanje o mogućim uzrocima problema (nejasne instrukcije osoblju, nepravilno korišćenje opreme, nedovoljna obuka i dr.).

Princip 6. Uspostavljanje procedura za validaciju i verifikaciju

HACCP sistem se mora redovno provjeravati da bi se obezbijedila njegova efektivnost. Provjere se sastoje iz dva dijela **validacije** - provjere tačnosti i kompletnosti **prije** nego što je plan implementiran i **verifikacije** - provjere funkcionisanja **nakon** implementacije plana. Za validaciju i verifikaciju

potrebno je odrediti: **koje** validacione i verifikacione provjere treba da se izvedu i **kada**; **ko** je odgovoran za njihovo izvođenje; **koje** informacije će biti zapisivane, **gdje** i od **koga**; **ko** će provjeriti da li su validacija i verifikacija sprovedene na pravi način; i **gdje** i **kako** će provjere biti zabilježene.

Validacija HACCP plana

Validacija se vrši prije implementacije HACCP sistema, a predstavlja potvrdu da su uspješno razvijeni svi elementi HACCP sistema. To znači potvrdu da će HACCP plan, kada se jednom primijeni, kontrolisati bezbjednost hrane na adekvatan način. Validacija treba da se ponovi kad god nastane neka promjena u HACCP planu. Da bi se izvršila validacija ispravnosti i kompletnosti HACCP plana, prvo treba provjeriti okvir plana, relevantne podatke iz preduslovnih programa (GMP/GHP), dijagram toka, analizu opasnosti i stvarnu efikasnost mjera za koje je navedeno da će se koristiti za kontrolu opasnosti po bezbjednost hrane. Tek potom provjeravaju se identifikacija kontrolnih tačaka, određivanje kritičnih granica, monitoring i planovi korektivnih mjera. Poslovi i procesi sa hranom mogu da uključuju složena tehnička pitanja, kao što su hlađenje velikih količina hrane ili njihova toplotna obrada sa adekvatnim temperaturama da bi se postigla bezbjednost hrane. U takvim slučajevima, u validaciju treba uključiti savjete stručnih/naučnih lica iz tih oblasti. Preporučuje se da se, nakon što HACCP tim sprovede sopstvene validacione provjere, u validaciju uključi i nezavisan ekspert, da bi ocjena bila što objektivnija.

Verifikacija HACCP sistema

Verifikacija HACCP plana je potvrda nakon njegove implementacije, da je taj plan ispoštovan, efikasno primijenjen i da je efektivan – da su opasnosti za bezbjednost hrane pod kontrolom. Za obavljanje verifikacije opisane u HACCP planu je odgovoran sam subjekat koji se bavi hranom, koji je i organizuje. Međutim, u verifikaciju treba uključiti nezavisne spoljne konsultante/savjetnike, koji imaju potrebnu obuku, iskustvo i objektivnost. Osim ako ne postoji druga opcija, ljudi koji su odgovorni za sprovođenje monitoringa i korektivnih mjera ne bi trebalo i da učestvuju u verifikaciji HACCP plana. Po svojoj prirodi i pristupu, verifikacija HACCP je vrlo slična službenoj provjeri HACCP za koju je odgovoran i koju organizuje nadležni organ. Učestalost verifikacionih provjera treba da bude onolika koliko je to potrebno da bi se održalo povjerenje u procedure zasnovane na HACCP. Učestalost verifikacije zavisi od faktora kao što su priroda opasnosti, visina rizika po potrošača hrane, frekvencija monitoringa, konačne upotrebe proizvoda, sposobnosti osoblja i brojakritičnih granica koji su prekoračeni. Rezultati mikrobioloških testova ili eventualne žalbe potrošača mogu takođe da utiču na učestalost verifikacije. Kao minimum, u situaciji kada nije bilo ozbiljnijih problema, cjelokupna verifikacija HACCP sistema treba da se vrši jednom godišnje. Međutim, bitno je naglasiti da prilikom verifikacije ne moraju svi aspekti biti provjeravani u isto vrijeme. Prilikom verifikacije HACCP sistema, treba provjeriti:

- procedure GMP/GHP, a narocito održavanja higijene (čišćenje/sanitacija, održavanje objekata, uređaja i opreme) i obuke osoblja;
- dokumentaciju HACCP (okvir, dijagram toka, analizu opasnosti, kritične tačke, procedure monitoringa, korektivne mjere, planove validacije i verifikacije);
- zapise GMP/GHP i HACCP, a naročito u vezi kalibrisanja, monitoringa, korektivnih mjera, validacije i verifikacije.

Da bi se uočili problemi u vezi procedura održavanja opšte higijene, kao i higijenskih aspekata samih proizvodnih operacija, potrebno je naročito pažljivo analizirati:

- mikrobiološke rezultate i njihove trendove;
- žalbe potrošača;
- izvještaje o ocjeni HACCP od strane nezavisnih osoba koje su vršile provjere; i
- sve situacije kada se prekoračuju kritične granice i preduzimaju korektivne mjere.

U sklopu verifikacije treba vršiti i direktnu inspekciju proizvodnog procesa, fizičkim prolaskom i posmatranjem svih koraka u proizvodnom procesu. Tako se može:

- utvrditi da li se sprovode i provjeravaju procedure održavanja higijene, naročito u kritičnim kontrolnim tačkama naznačenim u HACCP planu;
- utvrditi da li je tačno definisan dijagram toka;
- provjeriti kompetentnost osoblja koje je odgovorno za sprovođenje monitoringa i korektivnih mjera (posmatranjem i postavljanjem pitanja);
- provjeriti da li je mjerna oprema (naročito za monitoring) kalibrisana;
- vizuelno provjeriti proizvod na različitim koracima i/ili uzeti uzorke (nasumično ili ciljano) za laboratorijska testiranja.

U cilju verifikacije se uvode dodatni testovi i paralelne provjere da bi se osigurala kontrola funkcionisanja sistema HACCP. Na primjer, jedna od verifikacija bi bila kontrola termometra na pasterizatoru pomoću dodatnog baždarenog termometra. Validaciju i verifikaciju moraju da sprovode stručna, obučena i iskusna lica.

Princip 7. Uspostavljanje dokumentacije i evidencije

Dokumentacija ukupnog HACCP sistema bezbjednosti hrane u subjektu koji posluje hranom obuhvata dokumentaciju koja se odnosi na preduslovne programe (GMP/GHP), kao i dokumentaciju koja se odnosi na HACCP plan. Uredno održavanje dokumentacije je od ogromnog značaja u primjeni HACCP sistema. Sve procedure u HACCP-u moraju da budu dokumentovane. Dokumentacija predstavlja pisani dokaz za subjekat koji se bavi hranom, potrošače i one koji vrše kontrolu bezbjednosti proizvoda. Dokumentacija i evidencija treba da se podese prirodi i obimu posla. Dokumentacija obuhvata analizu opasnosti, određivanje CCP i utvrđivanje kritične granice, a evidencija *zapise* HACCP koji se odnose na monitoring i korektivne mjere vezane za njih. Svi dokumenti i evidencija treba da budu potpisani od strane odgovornog lica. Dokumenti i evidencija treba da se čuvaju u računar, ali i na papiru, tako da su dostupni za pregled u obje forme. Dokumenti se čuvaju u *knjizi*, a zapisi u *dnevniku* sistema. Dokumentacija i evidencija sistema GMP/GHP i HACCP treba da sadrži *najmanje*:

a) dokumenta koja se odnose na:

- opis i cilj HACCP plana;
- naziv, opis načina proizvodnje i distribucije proizvoda;
- dijagram toka procesa;
- analizu opasnosti;
- određivanje kritičnih kontrolnih tačaka i kontrolnih mjera;
- utvrđene kritične granice za CCPs;
- utvrđene procedure monitoringa za CCPs;
- utvrđene korektivne mjere za CCPs.

b) zapise koji se odnose na:

- identifikaciju i sledljivost proizvoda;
- dobavljače;
- kalibraciju;
- čišćenje/sanitaciju;
- dezinsekciju i deratizaciju;
- validaciju kritičnih granica;
- rezultate monitoringa nad CCPs;
- preduzete korektivne mjere;
- rezultate verifikacije i službenih provjera;
- zabranu stavljanja u promet nekog proizvoda.

Manjim subjektima koji posluju hranom dozvoljava se nešto pojednostavljen sistem za dokumentaciju. Neadekvatna dokumentacija i evidencija onemogućava sagledavanje stvarnog stanja i preduzimanja pravih mjera u cilju očuvanja bezbjednosti hrane.

26.4. Postupak sprovođenja HACCP sistema

Postupak izvođenja HACCP Sistema se odvija u 12 koraka, a to su:

1. Sastavljanje HACCP tima,
2. Opis proizvoda,
3. Utvrđivanje namjeravane upotrebe i korisnika,
 4. Izrada dijagrama toka proizvodnje,
5. Potvrda dijagrama toka proizvodnje na licu mjesta,
6. Analiza potencijalnih opasnosti u svakoj fazi proizvodnje (princip 1.),
7. određivanje kritičnih kontrolnih tačaka (princip 2),
8. Uspostaviti validovane kritične granice za svaku CCP (Princip 3),
9. Uspostaviti sistem praćenja za svaku CCP (Princip 4),
10. Uspostaviti korektivne mjere (Princip 5),
11. Validacija HACCP plana i procedure verifikacije (Princip 6) i
12. Uspostaviti dokumentaciju i vođenje evidencije (Princip 7)

1. Korak: sastavljanje HACCP tima

Subjekat u rukovanju hranom treba da obezbijedi dostupnost odgovarajućeg znanja i stručnosti potrebnog za razvoj efikasnog HACCP sistema. To se može postići formiranjem multidisciplinarnog tima odgovornog za različite aktivnosti, kao što su proizvodnja, održavanje, kontrola kvaliteta, čišćenje i dezinfekcija. HACCP tim je odgovoran za razvoj HACCP plana. HACCP tim treba da utvrdi obim HACCP sistema i preduslovne programe. Obim bi trebao da opiše koji su i proizvodi i procesi obuhvaćeni.

2. Korak: Opis proizvoda

Treba napraviti potpuni opis proizvoda, sa informacijama kao što su: sastav (tj. sastojci), fizičke karakteristike, hemijske karakteristike (npr. aw, pH, konzervansi, alergeni), metode i tehnologije prerade (toplotna obrada, zamrzavanje, sušenje, salamurenje, dimljenje itd.), pakovanje, trajnost i rok trajanja, uslovi skladištenja i način distribucije. Treba uzeti u obzir ograničenja koja su već propisana za taj prehrambeni proizvod, na primjer granice za aditive u hrani, mikrobiološke kriterijume, maksimalno dozvoljene ostatke veterinarskih lijekova, vrijeme i temperatura termičke obrade i dr.

3. Korak: Utvrđivanje namjeravane upotrebe i korisnika

Opisati namjenu i predviđenu upotrebu proizvoda. Ukoliko se na primjer proizvodi hrana za ranjivu populaciju stanovništva, najvjerovatnije treba poboljšati kontrolu procesa, češće vršiti kontrolu i druge aktivnosti u cilju postizanja visokog stepena bezbjednosti proizvoda.

4. Korak: Izrada dijagrama toka proizvodnje

Treba izraditi dijagram toka koji pokriva sve korake u proizvodnji određenog proizvoda. Dijagram toka treba da obuhvati sve ulazne podatke, uključujući sastojke proizvoda i materijale koji dolaze u kontakt s hranom, takođe vodu i vazduh. Složene proizvodne operacije mogu se podijeliti na više dijagrama toka koji su međusobno povezani. Dijagram toka se koristi prilikom sprovođenja analize

opasnosti kao osnova za procjenu moguće pojave, povećanja, smanjenja ili uvođenja opasnosti. U tom cilju dijagrami toka treba da budu jasni, tačni i dovoljno detaljni. Dijagrami toka bi trebali da uključe: redoslijed i interakciju koraka u operaciji, mjesto gdje ulaze sirovine, vrstu i porijeklo sastojaka, pomoćna sredstva za preradu, materijale za pakovanje, nusproizvodi i komunalne usluge, prerada ili reciklaža nusproizvoda, mjesto gdje se dobijaju krajnji proizvodi, intermedijarni proizvodi, otpad i nusproizvodi i dr.

5. *Potvrda dijagrama toka proizvodnje na licu mjesta*

Treba sprovesti aktivnosti u cilju potvrde dijagrama toka na licu mjesta tokom svih faza i sati rada i ukoliko je potrebno treba ga korigovati. Potvrdu dijagrama toka treba da urade lica koja imaju dovoljno znanja o datoj operaciji.

6. *Analiza potencijalnih opasnosti u svakoj fazi proizvodnje (princip 1.)*

Analiza opasnosti sastoji se od utvrđivanja i ispitivanja potencijalnih opasnosti koje su od značaja za konkretnu operaciju. HACCP tim treba da utvrdi vjerovatnoću pojave ovih opasnosti u svakom koraku (uključujući sve inpute u tom koraku) procesa. Opasnosti treba da budu tačno opisane, npr. metalni djelovi, a takođe treba opisati izvor ili razlog prisutnosti (npr. metal od slomljenih noževa nakon rezanja). HACCP tim zatim procjenjuje opasnosti čije je sprečavanje, eliminacija ili smanjenje na prihvatljive nivoe od suštinskog značaja za proizvodnju bezbjedne hrane. To znači da treba utvrditi značajne opasnosti koje se moraju riješiti HACCP sistemom. Prilikom sprovođenja analize da li postoje značajne opasnosti, treba uzeti u obzir sljedeće: opasnosti povezane s proizvodnjom ili preradom hrane, uključujući njene sastojke i procesne korake (na osnovu istraživanja, uzorkovanja i testiranja opasnosti u lancu hrane, opoziva, informacija u naučnoj literaturi ili epidemioloških podataka); vjerovatnoću nastanka opasnosti, uzimajući u obzir preduslovne programele; vjerovatnoću i ozbiljnost štetnih zdravstvenih efekata od potencijalnih opasnosti u hrani u odsustvu kontrole; propisane prihvatljive nivoe opasnosti u hrani; prirodu objekta i opreme koja se koristi za izradu prehrambenog proizvoda; preživljavanje i razmnožavanje patogenih mikroorganizama; proizvodnja i postojanost toksina u hrani (npr. mikotoksini), hemikalija (npr. pesticidi, ostaci lijekova, alergeni) ili fizičkih agenasa (npr. staklo, metal); namjeravanu upotrebu i vjerovatnoću pogrešnog rukovanja proizvodom od strane potencijalnih potrošača što bi moglo učiniti hranu nebezbednom i dr. Analizom opasnosti treba da uzeti u obzir ne samo namjeravanu upotrebu, već i svaku moguću nenamjernu upotrebu. Opasnosti čije je sprečavanje, eliminacija ili smanjenje na prihvatljive nivoe od ključnog značaja za proizvodnju bezbjedne hrane (jer postoji opravdana vjerovatnoća da će se pojaviti u nedostatku kontrole i uzrokovati bolest ili povredu ako su prisutne) treba identifikovati i kontrolisati mjerama kojima će se spriječiti ili ukloniti ove opasnosti ili se smanjiti na prihvatljiv nivo. U nekim slučajevima, to se može postići primjenom postupaka dobre higijenske prakse, od kojih neki mogu biti usmjereni na specifičnu opasnost (na primjer, higijenske mjere za kontrolu kontaminacije gotove hrane sa *Listeria monocytogenes* sprečavanje prenošenja alergena hrane na hranu koja ne treba da sadrži taj alergen). U drugim slučajevima, dodatne kontrolne mjere će se morati primijeniti na kritičnim kontrolnim tačkama. Treba razmotriti koje se mjere kontrole mogu primijeniti za svaku opasnost. Za kontrolu određene opasnosti može biti potrebno više od jedne kontrolne mjere. Na primjer, za suzbijanje *L. monocytogenes* potrebna je toplotna obrada kako bi se uništio ovaj mikroorganizam u hrani, ali i čišćenje i dezinfekcija kako bi se spriječila kontaminacija iz radne okoline. S druge strane, jednom mjerom kontrole može se kontrolisati više opasnosti. Na primjer, termička obrada može kontrolisati i salmonelu i *E. coli* O157:H7 prisutne u hrani. U tabeli 54. su prikazane razlike kontrolnih mjera dobre higijenske prakse i HACCP sistema.

Tabela 54. Poređenje kontrolnih mjera dobre higijenske prakse i HACCP sistema

	<i>Kontrolne mjere primijenjene kao DHP</i>	<i>Kontrolne mjere koje se primjenjuju na CCP</i>
Obim	Opšti uslovi i aktivnosti za održavanje higijene, kako bi se obezbijedila proizvodnja bezbjedne hrane. Nisu specifični za određenu opasnost, ali dovode do smanjenja vjerovatnoće nastanka opasnosti.	Specifične su za korake proizvodnog procesa i proizvod i neophodni su da bi se značajna opasnost eliminisala ili smanjila na prihvatljiv nivo.
Kada su identifikovane?	Nakon analize uslova i aktivnosti potrebnih za podršku proizvodnji bezbjedne hrane.	Nakon što se uradi analiza opasnosti, za svaku opasnost identifikovanu kao značajnu, uspostavljaju se kontrolne mjere u koracima (CCP) u kojima bi odstupanje rezultiralo proizvodnjom potencijalno nebezbjedne hrane.
Validacija kontrolnih mjera	Tamo gdje je potrebno (najčešće se koriste podaci o validaciji koje daju nadležni organi, naučna literatura, informacije od proizvođača opreme i dr., informacije o sastojcima, opremi za čišćenje i dr. potvrđuje proizvođač i koriste se prema uputstvu proizvođača).	Validaciju treba izvršiti (prema dokumentu Smjernice za validaciju mjera kontrole sigurnosti hrane CXG 69-2008)
Kriterijumi	Mogu biti vidljivi (npr. vizuelne provjere, izgled) ili mjerljivi (npr. testovi čišćenja opreme, koncentracija dezinficijensa), a odstupanja mogu zahtijevati procjenu uticaja na bezbjednost proizvoda (npr. da li je adekvatno čišćenje opreme kao što su npr. aparati za rezanje mesa).	Kritične granice u CCP-ima koje razdvajaju prihvatljivu od neprihvatljive hrane: • mjerljivi (npr. vrijeme, temperatura, pH, aw), ili • vidljivi (npr. vizuelne provjere brzine transportne trake ili postavke pumpe, stvaranje leda koji pokriva proizvod i dr).
Monitoring	Kada je prikladno i potrebno, kako bi se osiguralo da se procedure i prakse pravilno primjenjuju. Učestalost zavisi od uticaja na bezbjednost proizvoda.	Neophodno da bi se osiguralo ispunjenje kritične granice: • kontinuirano tokom proizvodnje ili • ako nije kontinuirano, na odgovarajućoj frekvenciji koja osigurava da je u najvećoj mogućoj mjeri zadovoljena kritična granica

Korektivne radnje kada je došlo do odstupanja	Korektivne mjere treba razmotriti od slučaja do slučaja	Za svaku CCP u HACCP planu treba razviti posebne pismene korektivne radnje kako bi se efektivno odgovorilo na odstupanja kada se dogode. Korektivne radnje treba da osiguraju da je CCP stavljen pod kontrolu i da se hranom koja je potencijalno nebezbedna postupa na odgovarajući način i kako ne bi stigla do potrošača.
Verifikacija	Kada je prikladno i potrebno, obično se planira (npr. vizuelno promatranje da je oprema čista prije upotrebe)	Neophodna je planirana provjera implementacije kontrolnih mjera, npr. kroz pregled evidencije, uzorkovanje i ispitivanje, kalibraciju mjerne opreme, internu reviziju.
Vođenje evidencije (npr. evidencije praćenja i dr.)	Kada je prikladno i potrebno	Neophodno voditi zapise o kontinuiranoj kontroli značajnih opasnosti
Dokumentacija (npr. dokumentovane procedure)	Kada je prikladno i potrebno, kako bi se obezbijedilo da se GHP pravilno implementira	Neophodno da bi se osigurala pravilna implementacija HACCP sistema.

7. Korak: Određivanje kritičnih kontrolnih tačaka (princip 2)

Subjekat u rukovanju hranom treba da razmotri koje od dostupnih kontrolnih mjera (korak 6, princip 1), treba primijeniti na CCP. Kritične kontrolne tačke se određuju samo za opasnosti koje su identifikovane kao značajne kao rezultat analize opasnosti. CCP se uspostavljaju u koracima gdje je kontrola neophodna i gdje bi odstupanje moglo rezultirati proizvodnjom potencijalno nebezbedne hrane. Kontrolne mjere CCP-a treba da dovedu opasnost do prihvatljivog nivoa. Može postojati više od jedne CCP u procesu u kojem se primjenjuje kontrola kako bi se riješila

ista opasnost (npr. korak kuvanja može biti CCP za uništavanje vegetativnih ćelija sporogenih bakterija, ali korak hlađenja može biti CCP za sprečavanje stvaranja i klijanja spora). Slično, CCP može kontrolisati više od jedne opasnosti (npr. kuvanje može biti CCP za uništavanje više mikrobnih patogeni). Prilikom određivanja da li je korak u kojem se kontrolna mjera primjenjuje kritična kontrolna tačka, može se koristiti stablo odlučivanja. Stablo odlučivanja se može prilagoditi u zavisnosti da li se radi o proizvodnji, klanju, preradi, skladištenju, distribuciji ili drugim procesima. Takođe se mogu koristiti i konsultacije stručnjaka. Bez obzira da li se koristi stablo odlučivanja ili neki drugi pristup, treba uzeti u obzir sljedeće: procijeniti da li se kontrolna mjera može koristiti u koraku procesa koji se analizira; ako se kontrolna mjera ne može koristiti u ovom koraku, onda ovaj korak ne može biti CCP za određenu opasnost; ako se kontrolna mjera može koristiti u koraku koji se analizira, ali se može koristiti i kasnije u procesu, ili postoji druga kontrolna mjera za istu opasnost u drugom koraku, korak koji se analizira nije CCP; odrediti da li se kontrolna mjera u koraku koristi u kombinaciji sa kontrolnom mjerom u drugom koraku za istu opasnost - ako je tako, oba koraka su CCP. Identifikovane CCP mogu se prikazati tabelarno (slika). Ako ni u jednom koraku ne postoje mjere kontrole za identifikovanu značajnu opasnost, tada proizvod ili proces treba modifikovati.

8. *Uspostaviti validovane kritične granice za svaku CCP (Princip 3)*

Kritične granice određuju da li CCP ima kontrolu i pritom se mogu koristiti za odvajanje prihvatljivih proizvoda od neprihvatljivih. Ove kritične granice treba da budu mjerljive ili vidljive. U nekim slučajevima, više od jednog parametra može imati naznačenu kritičnu granicu u određenom koraku (npr. toplotni tretmani obično uključuju kritične granice za vrijeme i temperaturu). Kriterijumi koji se često koriste su minimalne i maksimalne vrijednosti za kritične parametre povezane s kontrolnom mjerom kao što su mjerenje temperature, vremena, nivoa vlage, pH, aw, dostupnog hlora, kontaktnog vremena, brzine transportne trake, viskoziteta, provodljivosti, brzine protoka, ili, gdje je potrebno, parametri koji se mogu posmatrati, kao što je podešavanje pumpe. Odstupanje od kritične granice ukazuje da je proizvedena hrana nebezbedna. Kritične granice za mjere kontrole u svakoj CCP treba da budu specificirane i naučno potvrđene kako bi se dobili dokazi da se njima mogu kontrolisati opasnosti do prihvatljivog nivoa ako se pravilno primijene. Validacija kritičnih granica može uključivati sprovođenje istraživanja od strane subjekta (npr. ispitivanja inaktivacije mikrorganizama). Kritične granice mogu se zasnivati i na postojećoj literaturi, propisima ili smjernicama nadležnih tijela, ili studijama koje je sprovedla treća strana - proizvođač opreme i sl.

9. *Korak: Uspostaviti sistem praćenja za svaku CCP (Princip 4)*

Praćenje CCP predstavlja planirano mjerenje ili posmatranje kritičnih granica u CCP. Procedurama praćenja treba omogućiti otkrivanje odstupanja u CCP-u. Metode i učestalost praćenja treba blagovremeno da otkriju bilo kakvo odstupanje od kritičnih granica, kako bi se omogućila pravovremeno odstranjivanje ili korekcija proizvoda. Metoda i učestalost praćenja treba da uzmu u obzir prirodu odstupanja (npr. brzi pad temperature tokom pasterizacije ili postepeno povećanje temperature u hladnjači, slomljeno sito i dr.). Gdje god je moguće, praćenje CCP-a treba da bude kontinuirano. Praćenje mjerljivih kritičnih granica kao što su vrijeme obrade i temperatura često se može pratiti kontinuirano. Druge mjerljive kritične granice kao što su nivo vlage i koncentracija konzervansa ne mogu se kontinuirano pratiti. Kritične granice koje se vizuelno prate, poput rada pumpe ili ispravnost informacija o alergenima na etiketama rijetko se kontinuirano prate. Ako praćenje nije kontinuirano, tada bi učestalost praćenja trebala da da sigurnost da je kritična granica ispoštovana. Fizička i hemijska mjerenja se obično preferiraju, jer se fizički i hemijski testovi mogu obaviti brzo i često mogu ukazivati na kontrolu mikrobioloških opasnosti povezanih s proizvodom i procesom. Osoblje koje vrši monitoring treba da bude osposobljeno za odgovarajuće korake koje treba preduzeti kada praćenje ukazuje na odstupanja. Rezultate praćenja treba da analizira

kompetentna i ovlaštena osoba i da izvrši korektivne mjere kada je to potrebno. Svi zapisi i dokumenti vezani za praćenje CCP-a treba da budu potpisani od strane osobe koja vrši monitoring i treba da daju informacije o rezultatima i vremenu izvršenih aktivnosti.

10. Korak: Uspostaviti korektivne mjere (Princip 5)

Za svaku CCP u HACCP sistemu treba razviti posebne pisane korektivne radnje kako bi se efektivno odgovorilo na odstupanja kada se dogode. Kada se kritične granice u CCP kontinuirano prate i dođe do odstupanja, svaki proizvod koji se proizvodi u vrijeme kada se odstupanje dogodi je potencijalno nesiguran. Kada dođe do odstupanja u ispunjavanju kritične granice i praćenje nije bilo kontinuirano, onda FBO treba da utvrdi na koji proizvod je možda uticalo odstupanje. Korektivne radnje koje se preduzimaju kada dođe do odstupanja treba da obezbijede da je CCP stavljena pod kontrolu i da se hranom koja je potencijalno nebezbedna postupa na odgovarajući način i da ne stigne do potrošača. Preduzete radnje trebale bi uključivati odvajanje nebezbednog proizvoda i analizu njegove ispravnosti kako bi se osiguralo pravilno odlaganje. Može se utvrditi da se proizvod može ponovo obraditi (npr. pasterizovati) ili se proizvod može preusmjeriti na drugu upotrebu. U drugim situacijama, proizvod će biti potrebno uništiti (npr. kontaminacija enterotoksinom *Staphylococcus*). Treba uraditi analizu uzroka odstupanja kako bi se smanjila mogućnost pojavljivanja ponovnog odstupanja. Opis korektivnih radnji, uključujući uzrok odstupanja i postupke odlaganja proizvoda, treba da budu dokumentovani u HACCP zapisima.

11. Korak: Validacija HACCP plana i procedure verifikacije (Princip 6)

Prije nego što se HACCP plan implementira, potrebna je njegova validacija. Ona treba da potvrdi da će svi dokumentovani elementi obezbijediti kontrolu značajnih opasnosti u rukovanju hranom. Ti elementi su: identifikacija opasnosti, kritične kontrolne tačke, kritične granice, kontrolne mjere, učestalost i vrsta praćenja CCP-a, korektivne mjere, učestalost i vrsta verifikacije i vrsta informacija koje treba zabilježiti. Validacija kontrolnih mjera i njihovih kritičnih granica vrši se tokom izrade HACCP plana. Validacija uključuje pregled korištene naučne literature, korištenih matematičkih modela, studija validacije i smjernica koje su razvili priznati stručnjaci. nakon što se implementira HACCP sistem, treba uspostaviti procedure koje će potvrditi da HACCP sistem funkcioniše efikasno. To uključuje procedure za verifikaciju da se HACCP plan poštuje - da se opasnosti stalno i uspješno kontrolišu kako je predviđeno. Aktivnosti verifikacije treba da se obavljaju kontinuirano. Verifikacija, koja uključuje zapažanja, reviziju (internu i eksternu), kalibraciju, uzorkovanje, testiranje, pregled zapisa, može se koristiti da se utvrdi da li HACCP sistem radi ispravno i kako je planirano. Primjeri aktivnosti verifikacije uključuju: pregled evidencije praćenja kako bi se potvrdilo da se CCP drže pod kontrolom, pregled evidencije o korektivnim radnjama i svaku analizu kako bi se utvrdio osnovni uzrok odstupanja, kalibraciju ili provjeru tačnosti instrumenata koji se koriste za praćenje ili verifikaciju, praćenje da se mjere kontrole sprovode u skladu sa HACCP planom, uzorkovanje i testiranje (na primjer ispitivanje patogenih i indikator mikroorganizama), hemijske opasnosti kao što su mikotoksini, ili fizičke opasnosti kao što su metalni djelovi i dr, uzorkovanje i testiranje okoline na mikrobne zagađivače i njihove indikatore, kao što je ispitivanje na prisustvo *Listeria*, pregled HACCP sistema, uključujući analizu opasnosti i HACCP plan (npr. interne revizije i/ili revizije treće strane). Provjeru ne može da vrši ista osoba koja je odgovorna za praćenje i sprovođenje korektivnih radnji. Kada se određene aktivnosti verifikacije ne mogu obavljati od strane subjekta, verifikaciju treba da izvrše stručnjaci sa strane. Učestalost aktivnosti verifikacije treba da bude dovoljna da potvrdi da HACCP sistem funkcioniše efikasno. Provjeru implementacije kontrolnih mjera treba sprovoditi dovoljno često kako bi se utvrdilo da se HACCP plan pravilno primjenjuje. Verifikacija treba da sprovodi sveobuhvatan pregled (npr. ponovnu analizu ili reviziju) HACCP sistema periodično, prema potrebi, ili kada dođe do promjena, kako bi se potvrdila efikasnost svih elemenata HACCP sistema. Ovaj pregled HACCP sistema treba da potvrdi da su identifikovane odgovarajuće značajne opasnosti, da su mjere kontrole i kritične granice adekvatne za kontrolu

opasnosti, da se aktivnosti praćenja i verifikacije odvijaju u skladu sa planom i da su u stanju da identifikuju odstupanja i da su korektivne radnje prikladne za odstupanja koja su se dogodila.

12. Korak: Uspostaviti dokumentaciju i vođenje evidencije (Princip 7)

Efikasno i tačno vođenje evidencije je od ključnog značaja za primjenu HACCP sistema. HACCP procedure treba da budu dokumentovane. Dokumentacija i vođenje evidencije treba da odgovaraju prirodi i veličini operacije i dovoljni da pomognu poslovanju i da potvrde da su HACCP kontrole uspostavljene i da se održavaju. Stručno razvijeni HACCP vodiči mogu se koristiti kao dio dokumentacije, pod uslovom da ti materijali odražavaju specifične operacije u poslovanju hranom. Primjeri dokumentacije uključuju: sastav HACCP tima, analiza opasnosti i korišćena naučna literatura, određivanje CCP, određivanje kritičnih granica potkrijepljeno korišćenom naučnom literaturom, validacija kontrolnih mjera, izvršene izmjene u HACCP planu itd. Primjeri zapisa mogu biti: aktivnosti praćenja CCP-a, odstupanja i povezane korektivne radnje, izvršene procedure verifikacije i dr. Sistem vođenja evidencije treba da bude efikasan i jednostavan za korišćenje. Gdje je to prikladno, evidencija se može voditi elektronskim putem.

Obuka osoblja

Obuka osoblja u subjektima za rukovanje hranom, vladi i akademskoj zajednici o principima i primjeni HACCP-a je vrlo značajna za efikasnu implementaciju HACCP Sistema. Saradnja između subjekata koji rukuju hranom, trgovinskih preduzeća, udruženja potrošača i nadležnih organa je od ključnog značaja. Treba stvarati mogućnosti za zajedničku obuku ovih organizacija kako bi se postigao uspjeh u praktičnoj primjeni HACCP-a.

26.5. Primjena HACCP sistema u malim subjektima

Prema broju zaposlenih i profitu koji ostvaruju subjekti koji se bave hranom mogu biti veliki, srednji i mali. Malim subjektima u poslovanju hranom (MSPH) se smatraju oni koje imaju do 50 zaposlenih, srednjim koji imaju 50-250 zaposlenih i velikim koji imaju više od 250 zaposlenih. Neki MSPH mogu da budu klasifikovani kao „mikro-subjekti“ (do 10 zaposlenih) i samostalne radnje u kojima radi samo vlasnik. Čak i u veoma razvijenim zemljama, mali subjekti koji posluju hranom su od veoma velikog značaja. Na primjer, u Velikoj Britaniji 99% svih kompanija u industriji hrane su male, ali one zapošljavaju oko 50% radne snage i izvrše 38% obrta finansijskih sredstava. Stoga, uvođenje sistema HACCP u MSPH je vrlo značajno, ali i izazovno. Problemi pri uvođenju HACCP sistema u MSPH su vezani za nedostatak materijalnih sredstava, stručno znanje osoblja, nedostatak motivacije. MSPH uglavnom vjeruju da već proizvode bezbjednu hranu. Za mnoge MSPH, vođenje dokumentacije predstavlja veliko opterećenje. Takođe, procesi validacije i verifikacije predstavljaju veliki problem, najčešće zbog nedostatka novca i vremena. Značajno je da vlasnici MSPH razumiju da je cilj HACCP da osigura bezbjednost hrane sa minimumom neophodne kontrole. Da bi se olakšala implementacija HACCP planova u MSPH, moguće su određene modifikacije u sprovođenju postojećih principa. Primjeri mogućih modifikacija:

- Princip 1 (analiza opasnosti): grupisati slične opasnosti i kontrole nad njima da se olakša primjena HACCP;
- Princip 2 (određivanje CCP): Pripremiti opšti vodič koji će olakšati korišćenje stabla odluke; definisati potencijalne kritične kontrolne tačke, da bi se olakšao razvoj HACCP, ali uz vođenje računa da se CCP posebno razviju u svakoj MSPH a ne da se prepisuju.
- Princip 3 (kritične granice): Validacija kritičnih granica za CCP se uglavnom vrši na osnovu naučne i stručne literature. Ovo često predstavlja teškoću za MSPH, koji nemaju pristup takvoj pomoći ili mogućnost da je razumiju. Zato se mogu koristiti opšte korišćene kritične granice (koje su obično navedene i u različitim propisima), koje se zatim validuju kroz naučnu literaturu i zatim preporučuju kao bezbjedne.

- Princip 4 (monitoring): Koristiti pojednostavljene metode monitoringa, gdje je to moguće. Na primjer, u slučajevima kada za dati proizvod na nekoj CCP postoji dokazana korelacija između promjene izgleda proizvoda (npr. boje i strukture) i dostignutih kritičnih granica (na primjer, određene temperature kod zagrijavanja), monitoring mjerenjem i bilježenjem temperature se može zamijeniti vizuelnim monitoringom.
- Princip 5 (korektivne mjere): Ne postoje alternativne strategije za ovaj princip.
- Princip 6 (dokumentacija): Pojednostaviti procedure dokumentacije i evidencije, tj. bilježiti samo eventualno nastale probleme i preduzete korektivne mjere.
- Princip 7 (verifikacija): razviti i koristiti „trampa“ program između sličnih MSPH, gdje je vlasnik/menadžer jedne MSPH interni verifikator za drugu kompaniju i obratno; dopustiti osobi iz MSPH da vrši internu verifikaciju, ali da eksterni „verifikator“ vrši provjeru efektivnosti te interne verifikacije.

26.6. Obaveze subjekta i nadležnog organa u pogledu sprovođenja HACCP sistema

Opšta pravila EU (Uredba 852/2004/EC) su da su subjekti koji posluju hranom primarno odgovorni za bezbjednost hrane. Obaveze subjekata su da zadovolje opšte (Uredba 852/2004/EC) i posebne (Uredba 853/2004/EC) higijenske zahtjeve relevantne za njihovu djelatnost, razviju i primijene procedure bazirane na principima HACCP i ažurno održavaju dokumentaciju. Nadležni organ obavlja službene kontrole u cilju verifikacije da subjekti koji posluju hranom zadovoljavaju zahtjeve sljedećih EU propisa: Uredba EC (Regulation EC) No 852/2004, Uredba EC (Regulation EC) No 853/2004 i Uredba EC (Regulation EC) No 1774/2002 (Uredba kojom se utvrđuju zdravstvena pravila o nusproizvodima životinjskog porijekla). Službene kontrole uključuju i provjeru dobre higijenske prakse i procedura baziranih na HACCP.

26.6.1. Službena provjera HACCP sistema

Prilikom *ocjene upravljanja* sistemom HACCP treba uzeti u obzir poštovanje propisa, obuke iz higijene hrane, kao i tehničko znanje unutar subjekta. *U ocjeni razvoja* HACCP plana treba uzeti u obzir tačnost opisa i namjene proizvoda i procesa, tačnost dijagrama toka procesa, adekvatnost preduslovnih programa i dr. *U ocjeni analize opasnosti* treba uzeti u obzir da li su sve opasnosti identifikovane. *U ocjeni efikasnosti kontrolnih mjera* naročito treba uzeti u obzir: da li kontrolne mjere eliminišu ili smanjuju opasnosti na prihvatljiv nivo, da li su sve CCP identifikovane, da li su utvrđene adekvatne kritične granice, da li monitoring tih granica obezbjeđuje adekvatnu kontrolu opasnosti, da li je obuka osoblja na CCP i njihovom monitoringu adekvatna, da li su korektivne mjere u stanju da ponovo uspostave kontrolu. *U ocjeni sistema dokumentacije* treba uzeti u obzir: opis proizvoda i njegovog korišćenja, dijagram toka procesa sa lociranim CCP i njihovim parametrima, dokumente o opasnostima, kontrolnim mjerama, kritičnim granicama, monitoringom i korektivnim akcijama, rezultate iz monitoringa i verifikacije, evidencije iz preduslovnih programa. *U ocjeni procedura verifikacije* treba uzeti u obzir: šta, kako i kada su izvršavane procedure verifikacije, da li su te procedure adekvatne i efektivne, razmatranje podataka iz validacije, razmatranje rezultata laboratorijskog ispitivanja, razmatranje dokumentacije internih i spoljnih provjera, učestalost i kompletnost verifikacije, koje su mjere preduzete kao rezultat neadekvatnosti u HACCP planu i preduslovnim programima. *U ocjeni implementacije sistema HACCP* treba uzeti u obzir: da li se preduslovni programi i HACCP plan primjenjuju u praksi, da li preduslovni programi i HACCP plan efektivno funkcionišu, da li se podaci iz monitoringa i verifikacije sakupljaju kako je opisano u planu, da li se ti podaci analiziraju. Ocjenjivači moraju da posjeduju kompetencije neophodne za službenu provjeru HACCP sistema. Lista provjere predstavlja listu elemenata koji bi trebalo da se razmotre tokom provjere HACCP sistema, a koji se odnose na preduslovne programe (GMP/GHP) i glavne elemente HACCP plana (kompletnost, tačnost, implementaciju i održavanje). Forma i sadržaj liste provjere treba da omoguće razmatranje da li su i kako ispoštovani minimalni

kriterijumi iz odgovarajućeg propisa. Da bi se primjena liste provjere olakšala, potrebno je da se istovremeno koristi i vodič/priručnik o primjeni GMP/GHP i HACCP i njihovom ocjenjivanju u odgovarajućim industrijama - kao referentni materijal. Lista uvijek sadrži razmatranje najvažnijih elemenata uključujući: primjenu preduslovnih programa (GMP/GHP), opis i specifikaciju proizvoda, dijagram toka proizvodnog procesa, analizu opasnosti, identifikaciju CCP, kritične granice, procedure monitoringa, korektivne mjere, evidenciju i dokumentaciju, validaciju i verifikaciju.

26.6.2. Glavni obrasci HACCP plana (Bunčić, 2009.)

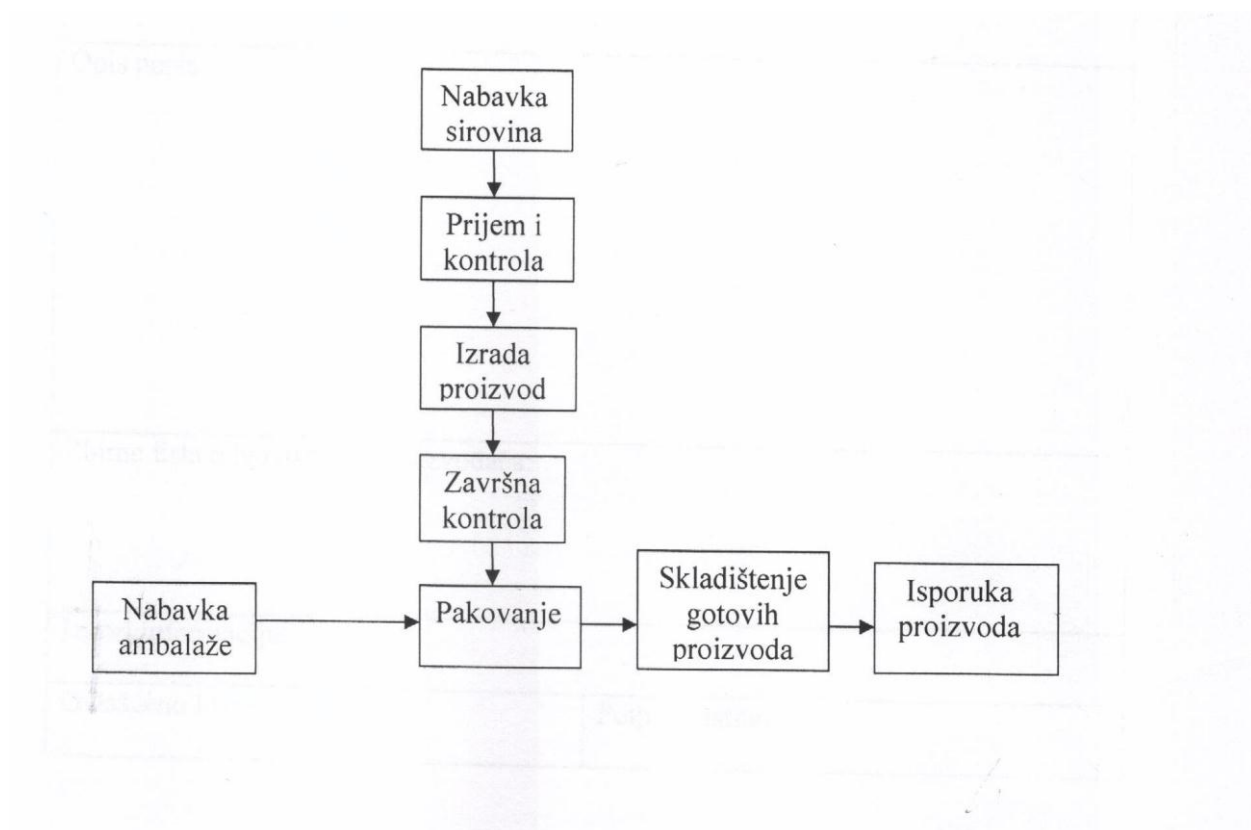
Obrazac 1: Sastav HACCP tima

Ime i prezime	Zvanje i radno mjesto	Kome je odgovoran i ko njemu odgovara	Uloga i dužnosti u HACCP timu	Ime i prezime zamjenika	Napomena
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
Itđ.					

Obrazac 2: Opis proizvoda i njegove namijenjene upotrebe

Naziv proizvoda pod kojim se stavlja u promet	
Važne karakteristike proizvoda bitne za bezbjednost tog proizvoda	
Nazivi ulaznih sirovina i pomoćnih materijala	
Metodi konzervisanja proizvoda	
Način i materijali pakovanja	
Uslovi skladištenja	
Način distribucije	
Uslovi čuvanja kod prodaje	
Rok upotrebe pod definisanim uslovima čuvanja	
Namjena/način upotrebe: a) od sljedećeg prerađivača ili maloprodaje b) od strane potrošača	
Gdje će proizvod biti prodavan: a) izvozno tržište b) lokalno tržište	
Uputstva za potrošače	
Potencijalni korisnici proizvoda	

Obrazac 3: Dijagram toka procesa proizvodnje hrane



Obrazac 4: Standardne radne operacije (SOP)

Proces: naziv/broj	
Procesni korak: naziv/broj	
Opis posla:	
Zbirna lista odgovornosti proizvođača:	
Izvori informacija:	
Ovlašćeno lice:	Potpis i datum:

Obrazac 5: Zbirne analize opasnosti/hazarda

Procesni korak	Opasnost - identifikacija - karakterizacija	Ocjena rizika			Da li je procesni korak CCP?	Kontrolne mjere
		Vjerovatnoća	Ozbiljnost posljedica	Kategorija rizika*		

Obrazac 6: Kritične kontrolne tačke, kritične granice, monitoring i korektivne mjere

Kritične kontrolne tačke	Kritične granice	Monitoring				Korektivne mjere		
		Postupak	Učestalost	Odgovornost	Zapisi	Postupak	Odgovornost	Zapisi
CCP 1								
CCP 2								
CCP 3								
CCP 4								
CCP 5								
CCP 6								
itd.								
Ovlašćeno lice:								Potpis i datum:

Obrazac 7: Evidencija monitoringa

CCP: naziv/broj	Datum i vrijeme:	Napomene
Procesni korak		
Opasnost(i):		
Šta je i kolika je, kritična granica		
Kada je ispitano/mjereno?		
Kako je ispitano/mjereno?		
Ko je ispitao/merio?		
Da li treba preduzeti korektivne mjere?		
Zapisi?		
Ko potvrđuje (verifikuje) izvršeni monitoring?		

Obrazac 8: Evidencija preduzetih korektivnih mjera

Korektivne mjere: evidencija		
Proizvod:		Oznaka proizvodne partije:
Datum:	Vrijeme:	Odgovorno lice:
Neusaglašenost/devijacija:		
Uzrok neusaglašenosti:		
Uzrok neusaglašenosti eliminisao/la:		
CCP pod kontrolom, nakon sprovedene korektivne mjere:		
Preventivne mjere:		
Dispozicija proizvoda:		
Verifikacija:		

Obrazac 9: Validacija HACCP Plana

Provjera PRE uvođenja HACCP				DA/NE
Okvir HACCP-a je ispravan?				
Dijagram toka procesa je kompletan?				
Svi hazardi su navedeni?				
Kontrolne mjere su određene?				
CCPs su opravdane?				
Kritični limiti su prihvatljivi?				
Procedure monitoringa su određene?				
Dokumentacija i evidencija je adekvatna?				
Da li plan pokriva sve hazarde?				
Da li plan kontroliše sve hazarde?				
Validacija izvršena od strane	Ime:	Pozicija:	Datum:	Potpis:

Obrazac 10: Verifikacija HACCP plana

Provjera POSLIJE uvođenja HACCP	Lice koje je izvršilo verifikaciju	Elementi koji su verifikovani (sa datumom i potpisom lica koje je verifikovalo)	Zahtjev za korekcije (sa datumom i potpisom lica koje zahteva)	Potvrda da su korekcije izvršene (sa datumom i potpisom lica koje ih je sprovelo)
Naziv dijela HACCP plana koji je verifikovan				
Naziv dijela HACCP plana koji je verifikovan				
Naziv dijela HACCP plana koji je verifikovan				
Cio HACCP plan je verifikovan				

Obrazac 11: Lista provjere sistema HACCP

Ocjena elemenata preduslovnih (GMP/GHP) programa		
Element	Odlično/ Dobro/ Prihvatljivo/ Nezadovoljavajuće/ Ne postoji	Napomena
Ocjena higijensko-tehničkih rješenja objekta		
Lokacija		
Prostorije		
Oprema		
Instalacije		
UKUPNO: Ocjena higijensko-tehničkih rješenja objekta?		
Ocjena održavanja i opšte higijene		
Održavanje		
Čišćenje i sanitacija		
Kontrola štetočina		
Uklanjanje otpada		
Praćenje efektivnosti gornjih postupaka		
Standardne radne procedure (SOP) za gornje postupke		
UKUPNO: Ocjena održavanja i opšte higijene?		
Ocjena kontrole rada		
Snabdijevanje vodom		
Kontrole temperatura		
Uslovi za materijal koji se doprema		
Pakovanje		
Transport		
Sledljivost		
Dokumentacija i postupci povlačenja i opoziva		
Standardne radne procedure (SOP) na pojedinim proizvodnim koracima		
UKUPNO: Ocjena kontrole rada?		
Ocjena stanja osoblja		
Kontrolisanost zdravstvenog stanja		
Lična higijena		
Obuka		
UKUPNO: Ocjena stanja osoblja?		

Obrazac 12: Lista provjere sistema HACCP

Ocjena elemenata preduslovnih (GMP/GHP) programa		
Element	Odlično/ Dobro/ Prihvatljivo/ Nezadovoljavajuće/ Ne postoji	Napomena
Ocjena organizacije i upravljanja HACCP		
Odlučnost rukovodstva (dokazi za to) za uspješno korišćenje HACCP		
Sastavljanje HACCP tima		
Ekspertize u timu		
Nivo znanja (dokazi o obuci, kvalifikacija i iskustvo) članova tima		
Korišćena spoljna ekspertiza (konsultanti) gdje je to potrebno		
Autoritet i uticaj vođe tima pridonosenju odluka HACCP tima		
Formulisana politika u oblasti bezbjednosti hrane		
Uklapanje HACCP sistema u ukupni program bezbjednosti hrane i sistem upravljanja kvalitetom		
Definisanaost okvira i ciljeva HACCP sistema		
Jasnoća strukture HACCP sistema		
UKUPNO: Ocjena organizacije i upravljanja HACCP		
Ocjena HACCP Principa 1 (Analiza opasnosti)		
Opis proizvoda		
Identifikacija unutrašnjih kontrolnih mjera		
Tačnost i adekvatnost dijagrama tokaprocasa (kompletnost, detaljnost, jasnoća)		
Identifikacija provjerivača tačnost idijagrama toka procesa		
Uključenost svih sirovina i proizvodnih aktivnosti u dijagram toka procesa (ponovna prerada može biti uključena kao jedna sirovina)		
Ažuriranje promjena u dijagramu toka procesa od njegovog prvog formiranja		
Obavješćavanje HACCP tima kada dođe do promjena u parametrima procesa ili proizvoda		
Postupak odobravanja i evidentiranja promjena u dijagramu toka procesa		
Razmatranje projmena u dijagramu toka procesa odstrane HACCP tima prije njihovog uvođenja u praksu		
Timska analiza opasnosti		
Identifikovanje svih relevantnih, ali samo značajnih, opasnosti		

Tačnost i kompletnost naznačenih sirovina (uključujući one iz ponovne prerade)		
Tačnost i kompletnost svih proizvodnih koraka u procesu		
Specifična identifikacija svih opasnosti prema njihovom izvoru i/ili vrsti		
Korišćenje adekvatnih izvora informacija u razmatranju opasnosti		
Identifikacija odgovarajućih kontrolnih mjera za svaku opasnost		
Validacija kontrolnih mjera za svaku opasnost		
Stvarna raspoloživost i stvarno korišćenje kontrolnih mjera		
UKUPNO: Ocjena primjene HACCP Principa 1		
Ocjena HACCP Principa 2 (Utvrđivanje kritičnih kontrolnih tačaka; CCP)		
Identifikacija svih CCP uz prethodno razmatranje od strane multidisciplinarnog tima		
Korišćenje ekspertskih mišljenja (konsultanti) u identifikaciji CCP		
Korišćenje stabla odlučivanja u identifikaciji CCP		
Postojanje svih nepходnih CCP		
Postojanje drugih načina kontrole opasnosti, za one koji nisu kontrolisani preko CCP		
UKUPNO: Ocjena primjene HACCP Principa 2		
Ocjena HACCP Principa 3 (Utvrđivanje kritičnih granica)		
Utvrđivanje kritičnih granica uz prethodno razmatranje od strane multidisciplinarnog tima		
Korišćenje ekspertskih mišljenja (konsultanti) u utvrđivanju kritičnih granica		
Raspoloživost izvora/dokaza na osnovu kojih su kritične granice utvrđene (npr: rezultati ispitivanja, literaturni podaci...)		
Validacija da utvrđene kritične granice za ista kontrolišu identifikovane opasnosti		
Ako razlike postoje, opravdanost razlika između utvrđenih kritičnih granica i drugih operativnih granica u proizvodnom procesu		
UKUPNO: Ocjena primjene HACCP Principa 3		
Ocjena HACCP principa 4 (Utvrđivanje monitoringa na CCP)		
Stvarna izvodljivost utvrđenih monitoring procedura		
Postojanje jasnih procedura monitoringa na svim pojedinačnim CCP		
Pouzdanosti utvrđenih procedura monitoringa		
Stvarno stanje opreme/uređaja koji se koriste u monitoringu u odnosu na očekivano funkcionalno stanje		
Postojanje adekvatne evidencije (npr: podaci o kalibrisanju) o funkcionalnosti mjerne opreme		

Postojanje zapisa na svim CCP		
Ažurnost zapisa na svim CCP		
Redovnost i tačnost izvršavanja planiranih procedura monitoringa		
Opravdanost učestalosti procedura monitoringa da se potvrdi uspješna kontrola CCP		
Statistička validnost planova uzorkovanja za monitoring		
Korišćenje, svakodnevno, evidencije za potvrdu da je proces pod kontrolom		
Sposobnost osoblja zaduženog za monitoring, kao i njihovih zamjenika		
Nadzor nad evidencijom monitoringa od strane drugih, odgovornih pojedinaca		
UKUPNO: Ocjena primjene HACCPPrincipa 4		
Ocjena HACCP Principa 5 (Utvrdjivanje korektivnih mjera)		
Sposobnost korektivnih mjera da brzo uspostave kontrolu nad CCP u slučaju njenog gubitka		
Dokazi da se korektivne mjere zaista koriste u svakoj situaciji gubitka kontrole nad CCP		
Dokazi efikasnosti korektivnih mjera		
Kompletnost i tačnost evidencije o korišćenju korektivnih mjera		
Potrebna ovlaštenja osoblja za korišćenje korektivnih mjera		
Evidencija proizvoda podvrgnutih korektivnim mjerama		
Jasnoća postupka sa proizvodima podvrgnutim korektivnim mjerama		
UKUPNO: Ocjena primjene HACCP Principa 5		
Ocjena HACCP principa 6 (Evidencija i dokumentacija)		
Dokumentovanost cijelog HACCP sistema		
Sistem kontrole koji obezbjeđuje ažurnost vođenja evidencije i dokumentacije		
Lakoća i brzina raspoloživosti evidencije i dokumentacije		
Identifikacija dokumenata jedinstvenim označavanjem		
Kompletnost i tačnost svih dokumenata		
Dokumentacija o procedurama verifikacije		
Jasnoća sistema za uvođenje bilo kakvih promjena		
UKUPNO: Ocjena primjene HACCP principa 6		
Ocjena HACCP principa 7 (Utvrdjivanje procedura verifikacije)		
Validacija HACCP plana prije njegove implementacije		
Ekspertiza uključena u validaciju		
Uključenost razmatranja funkcionisanja preduslovnih programa u procedure verifikacije HACCP		

Uključenost razmatranja funkcionisanja preduslovnih programa u procedure verifikacije HACCP		
Poznavanje procedura verifikacije od strane cjelokupnog relevantnog osoblja		
Posjedovanje odgovornosti i ovlaštenja zaizvođenje procedura verifikacije odstrane odgovornih lica		
Redovnost i tačnost obavljanja procedura verifikacije		
Uključenost svih CCP u program verifikacije		
Ažurnost evidencije o verifikaciji		
Postojanje sistema koji može da ukaže kada je potrebno da se procedure verifikacije dopune		
Postizanje utvrđenih parametara na kojima se bazira verifikacija		
Korišćenje drugih parametara za potvrdu da proizvodni proces dobro radi		
Korišćenje podataka sakupljenih u okviru HACCP za ukupno unapređenje proizvodnog procesa		
Uključenost podataka o žalbama potrošača u sistem za verifikaciju		
Razmatranje i korišćenje slučajeva gubitaka kontrole nad CCP i preduzetih korektivnih mjera za unapređenje HACCP		
UKUPNO: Ocjena primjene HACCP principa 7		
Ukupna ocjena sistema HACCP		
Kakva je efektivnost sistema HACCP -ukupno?		
Ovlašćeno lice:		

26.7. Ekonomski aspekti primjene HACCP sistema

Usljed nesprovođenja sistema HACCP nastaju troškovi na tri nivoa: društvenom, nivou subjekta koji posluje hranom i individualnom - na nivou potrošača. Na društvenom nivou, troškovi se definišu kao bolnički i medicinski troškovi, gubici produktivne sposobnosti oboljelih potrošača, troškovi nadzora bolesti, troškovi istražnog postupka i gubitak života. Na nivou subjekta koji posluje hranom, nastaju troškovi usljed gubitka prodaje i potrošnje, povlačenja ili odbacivanja proizvoda, pravni troškovi i troškovi poravnjanja. Na nivou potrošača, troškovi imaju specifičan individualni uticaj koji se manifestuje u vidu bola, patnje, beskorisnog vremena, putovanje i obilazak medicinskog radnika od bolnice do pacijenta, i spremnost za plaćanje nastalih troškova. Da bi HACCP plan stvorio određenu vrstu dobiti, on zahtijeva kontinuiranu obuku zaposlenih.

Pitanja

Šta označava akronim HACCP? Koji je osnovni cilj HACCP sistema? Koje su oblasti primjene HACCP sistema? Na čemu se zasniva HACCP sistem? Koji su principi HACCP sistema? Koji su koraci HACCP sistema? Šta su kontrolne tačke? Šta su kritične kontrolne tačke? Šta je neophodno poznavati u cilju određivanja kritičnih kontrolnih tačaka? Koji je postupak izvođenja HACCP studije?

27.DOBRA PROIZVOĐAČKA PRAKSA I HACCP SISTEM U PROIZVODNJI I PRERADI MLIJEKA

27.1. Osnovne osobine mlijeka

Kako je i definisano Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za mleko, mlečne proizvode, kompozitne mlečne proizvode i starter kulture (Sl. list SRJ, br. 26/2002, Sl. listu SCG br. 56/03, 4/04 i 5/04), mlijeko je proizvod mliječne žlijezde dobijen neprekidnom, potpunom i redovnom mužom zdravih, pravilno hranjenih krava najmanje 15 dana prije i 5 dana poslije teljenja i kome ništa nije dodato niti oduzeto. U zavisnosti od vrste muzne stoke od koje se dobija, mlijeko se stavlja u promet kao kravlje, ovčije, kozje i bivolje mlijeko. Kravlje mlijeko, koje se označava sa "mlijeko" treba da ispunjava sljedeće zahtjeve: da ne sadrži kolostrum, da su miris, ukus i boja svojstveni, da tačka mržnjenja ne smije biti veća od $-0,530^{\circ}\text{C}$, ili da broj refrakcije nije manji od 39, da sadrži najmanje 3,2% mliječne masti, da sadrži najmanje 2,9% proteina, da sadrži najmanje 8,5% suve materije bez masti, da kiselost nije veća od $7,6^{\circ}\text{SH}$, da je najkasnije u roku od 2h nakon muže ohlađeno na temperaturi ispod 8°C , a u toku sljedeća 2h na temperaturu od 4°C , da ukupan broj somatskih ćelija ne prelazi 400000 u jednom mililitru mlijeka. Za sprečavanje rizika od kontaminacije hrane primjenjuju se principi dobre proizvođačke prakse i HACCP sistema. Ovi principi su regulisani zakonskim propisima iz oblasti bezbjednosti hrane i samim tim proizvođači su u obavezi da ih sprovode. Mleko se dobija ručnom ili mašinskom mužom, sa obaveznom predmužnom probom. Za mlijeko koje se dobija ručnom mužom moraju se koristiti sudovi od alu-legura, nerđajućeg čelika ili stakla. Mlijeko mora da se prečišćava, hladi i skladišti na temperaturi ispod 4°C do 48h skladištenja. Uređaji i posude za mužu i transport mlijeka moraju biti napravljeni od alu-legura, nerđajućeg čelika ili stakla. Od farme se mlijeko mora prevoziti samo u opremi namijenjenoj za tu svrhu (kante, cistijerne). Prevoz mlijeka mora se obavljati u transportnoj cistijerni, gdje se temperatura mlijeka neće tokom transporta promijeniti više od 2°C .

27.2. Osnovne osobine proizvoda od mlijeka

U mliječne proizvode i kompozitne mliječne proizvode spadaju: pasterizovano mlijeko i kompozitno pasterizovano mlijeko, sterilizovano mlijeko i kompozitno sterilizovano mlijeko, mlječni napici i kompozitni mlječni napici, fermentisani mlječni proizvodi i kompozitni fermentisani mlječni proizvodi, kondenzovano mlijeko i kompozitno kondenzovano mlijeko, mlijeko u prahu i kompozitno mlijeko u prahu, pavlaka, maslac i maslac od surutke, maslac sa smanjenim sadržajem masti i kompozitni maslac sa smanjenim sadržajem masti, mlaćenica i mlaćenica u prahu, maslo, anhidrovana mlječna mast, kajmak ili skorup, sir i kompozitni sir, topljeni sir i kompozitni topljeni sir, mlječni pudging i kompozitni mlječni pudging, mlječni dezert i kompozitni mlječni dezert, mlječni namaz i kompozitni mlječni namaz, surutka i proizvodi od surutke, kazein, kazeinati i koprecipitati, smješa za sladoled, sladoled, sladoledni dezerti, funkcionalni sladoled i funkcionalni sladoledni dezerti. Kompozitni mlječni proizvodi su proizvodi na bazi mlijeka kod kojih su mliječne komponente dominantne. Nemlječne komponente ne mogu biti zamjena za bilo koju komponentu mlijeka. Pasterizovano mlijeko je mlijeko koje je najkasnije za 48h poslije muže zagrijevano određeno vreme na temperaturi ispod 100°C jednim od metoda pasterizacije i odmah poslije toga ohlađeno na temperaturi od $1-4^{\circ}\text{C}$. Pasterizovano mlijeko se stavlja u promet kao homogenizovano i nehomogenizovano. Uloga homogenizacije mlijeka je da za 24h dođe do stvaranja vidljivog sloja pavlake. Pasterizovano mlijeko se stavlja u promet kao pasterizovano mlijeko sa najmanje 3,2% mliječne masti, pasterizovano djelimično obrano mlijeko sa sadržajem mliječne masti između 0,5% i 3,2%, pasterizovano obrano mlijeko sa najviše 0,5% mliječne masti. Rekonstituisano mlijeko se dobija rastvaranjem mlijeka u prahu ili miješanjem takvog mlijeka sa nerekonstituisanim mlijekom,

a zatim njegovom pasterizacijom. Ovo mlijeko se stavlja u promet kao rekonstituisano pasterizovano mlijeko. Sterilizovano mlijeko je mlijeko koje je poslije muže zagrijavano na temperaturi od 135 do 150 °C, zatim ohlađeno i punjeno u aseptičnim uslovima. Sterilizovano mlijeko treba da bude homogenizovano. Mlječni napici su proizvodi na bazi pasterizovanog ili sterilizovanog mlijeka, mlaćenice i surutke uz dodatak šećera, kakaoa, čokolade, kafe, voća, proizvoda od voća i drugih sličnih prirodnih dodataka i aroma. Mlječni napici se proizvode u skladu sa proizvođačkom specifikacijom. Jogurt je mlječni proizvod dobijen procesom mlječne fermentacije uz pomoć bakterija *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* i *S. thermophilus* sa dodacima ili bez dodataka. Gotovi proizvod mora da sadrži veliki broj dodatih živih bakterija mlječne kiseline. Jogurt se proizvodi od pasterizovanog mlijeka, koncentrovanog mlijeka, pasterizovane pavlake, ili kombinacijom dva ili više navedenih proizvoda. U proizvodnji jogurta mogu da se koriste dodaci kao što su: mlijeko u prahu, nefermentisana mlaćenica, koncentrovana surutka, surutka u prahu, proteini surutke, koncentracije proteina surutke, proteini mlijeka rastvorljivi u vodi, jestivi kazein, kazeinati proizvedeni iz pasterizovanih proizvoda. Jogurt koji se stavlja u promet treba da ispunjava sljedeće zahtjeve: da je bijele do bijeložućkaste boje, da ima svojstven miris i prijatno kiseo ukus, da je čvrsto-homogene ili gusto-tečne konzistencije, da pH nije manji od 4.0. Kiselo mlijeko je mlječni proizvod dobijen miječnom fermentacijom aktivnošću termofilnih ili mezofilnih bakterija mlječne kiseline. Kiselo mlijeko može da se proizvodi od kravljeg, ovčijeg, kozijeg, bivoljeg ili miješanog mlijeka. Kiselo mlijeko koje se stavlja u promet treba da je bijele do blijedožućkaste boje, svojstvenog mirisa i prijatnog kiselog ukusa, da je čvrsto homogene konzistencije, da pH nije manji od 4,0. Kefir koji se stavlja u promet treba da je bijele do bijelo-žućkaste boje, svojstvenog mirisa i ukusa, gusto-tečne i pjenušave konzistencije, da pH nije manji od 4.0. Kondenzovano mlijeko je proizvod koji se dobija odstranjivanjem dijela vode iz mlijeka, sa dodatkom ili bez dodatka šećera. Mlijeko u prahu je proizvod koji se dobija sušenjem mlijeka. Pavlaka je proizvod koji se dobija koncentrisanjem masti iz mlijeka i koji je u obliku emulzije koji mast ima u mlijeku. Pavlaka treba da sadrži najmanje 10% mlječne masti. Kisela pasterizovana pavlaka je proizvod koji se dobija fermentacijom pasterizovane pavlake sa maslačnom kulturom koju čine *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *cit+* *Lactococcus*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris*. Maslac je proizvod od mlječne masti dobijen od pasterizovane pavlake. Maslac od surutke je proizvod od mlječne masti dobijen od pasterizovane pavlake iz surutke. U proizvodnji maslaca od surutke može se koristiti i pasterizovana pavlaka. Maslac i maslac od surutke su proizvodi u obliku emulzije, tipa voda u ulju. Mlaćenica je proizvod koji se dobija pri proizvodnji maslaca. Mlaćenica u prahu je proizvod dobijen sušenjem mlaćenice. Kajmak ili skorup je masni sloj ili kora koja se odvaja sa kuvanog i ohlađenog mlijeka i tokom zrenja se stvara specifičan proizvod. Proizvodi se od kravljeg, ovčijeg ili miješanog mlijeka. Zavisno od stepena zrelosti, kajmak ili skorup se stavljaju u promet kao mladi kajmak, odnosno skorup ili kao zreo kajmak ili skorup. Sir je zreo ili svjež čvrst ili polučvrst proizvod dobijen koagulacijom mlijeka, pavlake, surutke, mlaćenice, djelovanjem sirila ili drugih sredstava za koagulaciju (sirćetna, limunska, mlječna i druge organske kiseline) i djelimičnim izdvajanjem surutke kao posljedice koagulacije. Sir proizveden upotrebom genetički modifikovanih sirila mora biti označen na deklaraciji. U proizvodnji sireva mogu se koristiti aditivi dozvoljeni Pravilnikom. Dodaci koji se koriste u proizvodnji sira treba da budu jasno deklarirani, ne mogu zamijeniti bilo koju komponentu sira i mogu se koristiti samo u količinama potrebnim popravljanje ukusa. Sirevi se dijele na sireve sa zrenjem, sireve sa plijesnima, sireve u salamuri, sireve parenog tijesta i sireve bez zrenja. Sirevi sa zrenjem nisu spremni za potrošnju neposredno poslije proizvodnje, već treba da zriju u definisanim uslovima određeni vremenski period u toku kojeg sirevi dobijaju svoje specifične senzorne karakteristike. U toku zrenja na površini sireva se može razviti karakteristična površinska mikroflora, koja doprinosi stvaranju ukusa i mirisa tih sireva. U zrenju sireva sa plijesnima učestvuju specifične plijesni koje se razvijaju u unutrašnjosti ili na površini sira. Sirevi u salamuri zriju i čuvaju se do potrošnje u salamuri. Salamura predstavlja rastvor koji se dobija rastvaranjem soli u vodi ili surutki. Sireve parenog tijesta odlikuje termička obrada zrele sirne grude. Sirevi parenog tijesta se stavljaju u promet kao zreli sirevi ili kao svježi sirevi parenog tijesta. Sirni namazi se dobijaju

termičkom obradom svježih sireva. Svježi bijeli sirevi dobijaju se enzimskom koagulacijom termički obrađenog mlijeka. Karakterišu se mekom konzistencijom, prijatnim blagim do mlječno kiselim ukusom i bijelom bojom. Do se potrošnje mogu čuvati u surutki. Ako se svježi bijeli sirevi ne stave u promet neposredno nakon proizvodnje, mogu se podvrći zrenju u salamuri i tako preći u grupu sireva u salamuri. Sir od surutke je polučvrst ili čvrst svjež ili zreo proizvod koji se dobija izdvajanjem bjelančevina surutke. U promet se stavlja kao albuminski sir (urda, bjelava) ili po proizvođačkoj specifikaciji. Sir od surutke, osim ako nije u pitanju sir proizveden po proizvođačkoj specifikaciji, treba da ispunjava sledeće zahtjeve: da je bijele do bijelosivkaste boje, da je homogene mazive konzistencije, bez grudvica i bez otpuštanja surutke, da ima ukus i miris koji je specifičan za albuminske sireve, da suva materija bude najmanje 20%, 10-33% masti u suvoj materiji. Prema količini mlječne masti u suvoj materiji sir se dijeli na ekstra masni sa najmanje 60% masti, punomasni sa 45% masti, polumasni sa najmanje 25% masti, niskomasni sa najmanje 10% masti, obrani sa manje od 10% masti. Prema reološkim karakteristikama sirevi sa zrenjem stavljaju se u promet kao: ekstra tvrdi sirevi, tvrdi sirevi, polutvrđi sirevi, meki sirevi. Osobine pojedinih sireva, kao što su oblik, veličina, spoljni izgled, izgled presjeka, ukus, miris, konzistencija treba da budu navedene u proizvođačkoj specifikaciji. Ekstra tvrdi sirevi ne mogu da imaju sadržaj vode u bezmasnoj materiji sira veći od 51%; tvrdi sirevi mogu da imaju sadržaj vode u bezmasnoj materiji sira od 49% do 56%; polutvrđi sirevi mogu imati sadržaj vode u bezmasnoj materiji od 54% do 69%. Meki sirevi ne mogu da imaju sadržaj vode u bezmasnoj materiji sira ispod 67%. Sir može u imati oznaku autohtoni sir ako je proizveden od mlijeka koje karakteriše originalnost porijekla (npr. od ovčijeg ili kravljeg mlijeka) i da ispunjava uslove za geografsku oznaku porijekla. Kora ekstratvrdih, tvrdih i polutvrdih sireva se može zaštititi parafinisanjem ili plastičnim premazima, bojenjem dozvoljenim bojama ili konzerviranjem dozvoljenim sredstvima za konzerviranje prema Pravilniku. U proizvodnji sireva mogu se koristiti aditivi iz Topljeni sir je proizvod dobijen mljevenjem, miješanjem, topljenjem i emulgovanjem jedne ili više vrsta sireva uz dodatak proizvoda od mlijeka, zagrijavanjem i upotrebom sredstava za emulgovanje. Mlječni pudging je proizvod koji se dobija pasterizacijom ili sterilizacijom smješe mlijeka, proizvoda od mlijeka i skroba. Surutka je proizvod dobijen tokom proizvodnje sira i kazeina. Surutka se u promet stavlja prema proizvođačkoj specifikaciji. Napici od surutke se proizvode po proizvođačkoj specifikaciji. Koncentrati proteina surutke se dobijaju ultra filtracijom/dija filtracijom (UF/DF) surutke i sadrže 10-90% proteina. Kazein je proizvod koji se dobija koagulacijom i precipitacijom kazeina iz obranog mlijeka protelitičkim enzimom, kiselinom ili mlječnom fermentacijom. Koprecipitati su proizvodi koji se dobijaju precipitacijom kazeina i kompleksa kazeina i proteina surutke, koji se stvara prilikom termičkog tretmana mlijeka na temperaturi iznad 85 °C, pomoću kiseline, kalcijum hlorida ili njihove smješe. Mlječni proizvodi se mogu proizvoditi i kao funkcionalna hrana. Starter kulture su kulture jednog ili više vrsta mikroorganizama koji svojom aktivnošću usmjeravaju tehnološki proces proizvodnje fermentisanih proizvoda od mlijeka i daju im određena senzorna svojstva. Koriste se dva tipa starter kultura, mezofilni i termofilni. Starter kulture mogu biti tečne, liofilizovane ili smrznute. Liofilizovane kulture mogu biti u obliku granula ili praha. Tečne starter kulture imaju rok trajanja do pet dana na temperaturi do 4 °C. Liofilizovane starter kulture imaju rok trajanja do osam mjeseci na temperaturi -18 °C, do šest nedelja na temperaturi +4 °C i do deset dana na sobnoj temperaturi. Duboko smrznute starter kulture u tečnom azotu imaju rok do deset meseci na temperaturi -45 °C. Svaka proizvođačka specifikacija treba da sadrži kratak opis tehnološkog postupka proizvodnje proizvoda, podatke o dodatim sastojcima, osnovne zahtjeve kvaliteta proizvoda (fizička, hemijska, fizičko-hemijska i senzorska svojstva), rezultate ispitivanja higijenske ispravnosti, način deklarisanja i dr.

27.3. Dobra proizvođačka praksa i dobra higijenska praksa u proizvodnji mlijeka

Pravilnikom o posebnim higijenskim zahtjevima za hranu životinjskog porijekla (SLCG 14/2009) propisani su posebni zahtjevi za mlijeko i proizvode od mlijeka:

Zdravstveni zahtjevi za proizvodnju sirovog mlijeka

Subjekt koji proizvodi ili sakuplja sirovo mlijeko (primarna proizvodnja) dužan je da ispuni sljedeće zahtjeve: sirovo mlijeko mora da potiče od životinja koje ne pokazuju simptome zaraznih bolesti prenosivih na ljude, koje su dobrog opšteg zdravstvenog stanja, koje ne pate od infekcije polnih organa, enteritisa, proliva, povišene temperature ili od upale vimena, koje nemaju povrede vimena koje bi mogle kontaminirati mlijeko, kojima nijesu davane nedozvoljene supstance i koje nijesu nedozvoljeno liječene i dr.

Higijena na gazdinstvima za proizvodnju mlijeka i zahtjevi za prostorije i opremu

Oprema za mužu i prostorije u kojima se rukuje mlijekom, u kojima se mlijeko čuva i hladi, moraju biti izgrađene tako da je spriječena kontaminacija mlijeka. Prostorija za skladištenje mlijeka mora biti zaštićena od štetočina i odvojena od prostora u kojem su smještene životinje i mora imati uređaj za hlađenje. Površine opreme koje dolaze u kontakt s mlijekom (pribor, posude, cistijerne za sakupljanje i transport) treba da se lako čiste, dezinfikuju i održavaju u dobrom stanju. Za njihovu izradu se koriste glatki, lako perivi i netoksični materijali. Nakon upotrebe oprema se mora očistiti i prema potrebi, dezinfikovati. Za dezinfekciju vimena se koriste samo sredstva odobrena od nadležnog organa. Nakon muže mlijeko se mora držati na čistom mjestu na kojem je onemogućena njegova kontaminacija. Ako se mlijeko svakodnevno sakuplja, mora odmah ohladiti do temperature do 8 °C, a ako se ne sakuplja svakodnevno, na temperaturi ne većoj od 6 °C. Tokom transporta neophodno je da se održava hladni lanac, tako da pri dolasku u mljekaru temperatura mlijeka ne bude viša od 10 °C.

Higijena osoblja

Lica koje obavljaju mužu i rukuju sirovim mlijekom trebaju da nose čistu radnu odjeću i da održavaju visoki stepen lične higijene. Na mjestima na kojem se obavlja muža i rukuje mlijekom mora biti obezbijeđena oprema za pranje ruku radnika.

Kriterijumi za sirovo mlijeko

Proizvedeno sirovo mlijeko treba da ispunjava sljedeće zahtjeve: sirovo kravlje mlijeko može imati broj kolonija mikroorganizama (po ml) na 30 °C $\leq 1\ 000\ 000$, broj somatskih ćelija (po ml): $\leq 400\ 000$. Sirovo mlijeko drugih vrsta životinja može imati broj kolonija mikroorganizama (po ml) na 30 °C $\leq 500\ 000$.

Zahtjevi proizvodnje za mliječne proizvode

Po dolasku u objekat za preradu mlijeko treba brzo da se ohladi do temperature najviše 6 °C i da se na toj temperaturi održava do trenutka prerade. Ako se sirovo mlijeko i proizvodi od mlijeka termički obrađuju, za postupak pasterizacije treba obezbijediti visoku temperaturu kratko vrijeme (najmanje 72 °C kroz 15 sekundi), nisku temperaturu kroz duže vrijeme (najmanje 63 °C kroz 30 minuta), drugu kombinaciju vremena i temperature sa istim efektom. Za obradu ultra visokom temperaturom (UHT) treba obezbijediti visoku temperaturu kroz kratko vrijeme (ne manje od 135 °C u kombinaciji s odgovarajućim vremenom trajanja) tako da ne bude preživjelih mikroorganizama i njihovih spora koje bi se mogle razviti na sobnoj temperaturi, koja obezbjeđuje da proizvod ostane mikrobiološki stabilan nakon inkubacije od 15 dana na temperaturi od 30 °C ili 7 dana na 55 °C. Pakovanje proizvoda mora se zatvoriti odmah nakon punjenja pomoću uređaja za zatvaranje, tako da je spriječena kontaminacija. Postupak zatvaranja mora biti takav da nakon otvaranja postoji dokaz da je pakovanje otvoreno. Pored propisanih zahtjeva za označavanje i deklarisanje hrane, na deklaraciji

moraju biti jasno navedene riječi: "sirovo mlijeko" - ako se radi o sirovom mlijeku direktno namijenjenom ishrani ljudi; "napravljeno od sirovog mlijeka" - za proizvode na bazi sirovog mlijeka. U sklopu identifikacione oznake se navodi broj odobrenja objekta.

27.4. Strane materije koje se mogu naći u mlijeku i proizvodima od mlijeka

U mlijeku se mogu naći strane materije, koje se, dakle, normalno ne nalaze u mlijeku dobijenom na prirodan način. Zagađenje mlijeka je najčešće posljedica upotrebe hemijskih materija koje se koriste u cilju zaštite zdravlja stoke ili povećanja proizvodnje. Na kontaminaciju mlijeka stranim materijama značajno utiče i zagađenje životne sredine. Muzne životinje unose strane materije preko hrane, vode i vazduha. U organizmu životinja strane materije se metabolišu, deponuju u tkiva ili izlučuju fecesom, mokraćom i mlijekom. Imajući u vidu pomenute izvore kontaminacije, strane materije koje se najčešće mogu naći u mlijeku, ali i u drugim namirnicama su: aditivi (dodate materije), rezidue (veterinarski lijekovi i agrohemijske), zagađivači (kontaminanti – ekohemijske i teški metali). Aditivi su materije koje se namjerno dodaju hrani s ciljem da se poboljšaju senzorne osobine, produži trajnost i olakša čuvanje proizvoda od mlijeka. Od aditiva se pri proizvodnji nekih sireva i proizvoda od mesa koriste nitriti. Iz nitrita nastaju nitrozoamini (proizvod reakcije između amina i azotmonoksida (NO)), koji utiču na stvaranje tumora. Rezidue su krajnji proizvodi namjerno korišćenih materija ili preparata u lancu proizvodnje hrane, s ciljem da se održi proizvodnja. U proizvodnji mlijeka i mliječnih proizvoda, kao i drugih namirnica animalnog porijekla najčešće rezidue su veterinarski lijekovi i pesticidi. Rezidue su krajnji proizvodi razgradnje ovih materija u organizmu. Rezidue veterinarskih lijekova su farmakološki aktivne supstance koje nakon aplikacije lijeka ostaju u tkivima životinja. To su antibiotici, antiparazitici, dezinficijensi, hormoni. Mlijeko i proizvodi od mlijeka ne smiju da sadrže antibiotike. Rezidue antibiotika izazivaju alergije (1-5% populacije ljudi je osjetljivo na penicilin), urtikarije, poremećaj disanja, anafilaktički šok. Imaju mutageno, kancerogeno i teratogeno djelovanje. Djeluju toksično (streptomycin - na periferni nervni sistem, tetraciklini - na krvne ćelije, jetru i bubrege; hloramfenikol – na očni nerv, hematopoetične organe, dovodi do anemije, leukopenije, blokade ćelularne odbrane, poremećaja mikroflore digestivnog trakta. Mikroorganizmi stvaraju rezistenciju na antibiotike. Sa stanovišta proizvodnje, rezidue antibiotika ometaju proces fermentacije prilikom proizvodnje fermentisanih proizvoda kao što su sir, jogurt i drugi. Rezidue veterinarskih lijekova u mlijeku posljedica su liječenja muznih životinja ili preventivnog davanja preparata protiv zaraznih parazitskih bolesti i dr. Antibiotici za terapiju mastitisa krava u zasušenju apliciraju se u vime pred samo zasušenje krava. To su uljane suspenzije koje sadrže antibiotike u visokoj koncentraciji. Treba imati u vidu da se zadržavaju u vimenu oko 56 dana. Za vrijeme laktacije apliciraju se antibiotici namijenjeni za terapiju mastitisa krava u laktaciji. To su vodene suspenzije koje sadrže nižu koncentraciju antibiotika i izlučuju se putem mlijeka najmanje za tri dana. Najčešći uzroci nalaza rezidua antibiotika u mlijeku su: upotreba mlijeka liječenih krava, upotreba istih muznih jedinica za mužu liječenih i neliječenih krava, upotreba mlijeka neliječenih četvrti, bez obzira što je odbačeno mlijeko liječenih četvrti. Treba imati u vidu da se rezidue antibiotika izlučuju i putem neliječenih četvrti mliječne žlijezde. Nalaz rezidua antibiotika u mlijeku krava na početku laktacije često su posljedica liječenja krava u periodu zasušenja. Pesticidi su supstance koje se upotrebljavaju u proizvodnji namirnica s ciljem da se unište štetočine. Organohlorna jedinjenja, pošto su slabo razgradiva, predstavljaju glavne zagađivače životnih namirnica organskim stranim materijama. Zajedno sa radioaktivnim izotopima su najvažniji hemijski zagađivači mlijeka. Organohlorni pesticidi se su zabranjeni za upotrebu, jer su vrlo toksična i slabo razgradiva u prirodi. Sredstva koja se koriste za pranje i dezinfekciju u stočarstvu i mljekarstvu takođe mogu ostaviti rezidue u mlijeku. Zagađivači (kontaminanti) su supstance koje nisu namjerno korišćene u proizvodnji hrane, nego su u nju dospjele prilikom kontakta sa spoljašnjom sredinom (vazduh, voda, zemljište, oprema i sl.). Najznačajniji su teški metali, organohlorna jedinjenja i radionuklidi. Teški metali - olovo, kadmijum, živa i dr. u organizam životinje unose se kontaminiranim hranom. Od organohlornih jedinjenja najznačajniji su polihlorovani bifenili i

dioksini. *Polihlorovani bifenili* (PCB) su jedinjenja elementarnog hlora sa bifenilima. Jedinjenja sa većim brojem atoma hlora teže se razgrađuju i zato su veći problem za životnu sredinu. Rastvorljivi su u mastima, nepolarnim organskim rastvaračima, a nerastvorljivi u vodi. Otporni su na dejstvo baza, kiselina, oksidacionih sredstava. Perzistentni su i deponuju se u masnom tkivu. Hrana je glavni izvor kontaminacije ljudi PCB, a naročito hrana bogata mastima: ribe, mlijeko, mliječni proizvodi, meso. Često kao nečistoće sadrže veoma toksične polihlorovane dibenzdioksine (PCDD) i polihlorovane dibenzofurane (PCDF) koji takođe imaju kancerogeno dejstvo. Polihlorovani bifenili u mlijeku posljedica su primjene impregnacionih sredstava u štalama i upotrebe zagađenih hraniva. *Dioksini* su halogenovani aromatični ugljovodonici. Mogu da sadrže 1-8 atoma hlora. Najčešće se u organizam unose hranom (94%). Dioksini se stvaraju tokom sagorijevanja bolničkog otpada, uglja, treseta ili drva. Takođe nastaju u prirodnim procesima vulkanske erupcije. Izloženost ljudi dioksinima ima za posljedicu: povećan rizik od teških oštećenja kože, poremećaja funkcije jetre i metabolizma lipida, opštu slabost i nagli gubitak tjelesne mase, depresiju imunog sistema, promjenu u funkciji nervnog i endokrinog sistema, teratogenu aktivnost, pojavu karcinoma jetre. Od svih namirnica najveći značaj u unosu dioksina imaju namirnice animalnog porijekla (90%), od čega mlijeko i proizvodi od mlijeka učestvuju sa 43,4%. Zbog liposolubilne prirode dioksini se koncentrišu u mliječnoj masti, zbog čega je njihova koncentracija najveća u proizvodima bogatim mliječnom mašću. Izvori radioaktivnog zagađenja su unutrašnje zagađenje i izlaganje radioaktivnom zračenju. Unutrašnje zagađenje živih bića nastaje kada se radionuklidi unijeti hranom deponuju u živom organizmu. Njihovo izlučivanje iz organizma je veoma sporo, zadržavaju se u tkivima dugo vremena i za to vrijeme njihovo zračenje neprekidno oštećuje živi organizam. Spoljašnje zračenje živih organizama nastaje njihovim izlaganjem nekom spoljašnjem radioaktivnom izvoru. Radionuklidi za koje je utvrđeno da se izlučuju mlijekom su tritijum-3, jod-131, cezijum-137, stroncijum-90 i dr. Do kontaminacije životinja ovim elementima najčešće dolazim preko hrane biljnog porijekla. Prilikom konzumacije mlijeka kontaminiranog jodom 131 i stroncijumom 90, dolazi do njihovog deponovanja u štitnoj žlijezdi i kostima i dovode do trajnog oštećenja organizma. Putem mlijeka se izlučuje značajna količina radionuklida. Mlijeko kontaminirano radioaktivnim materijalom nije za upotrebu. *Mikotoksini* su proizvodi metabolizma nekih vrsta plijesni (200-300 vrsta). Veći broj vrsta plijesni iz rodova *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium* stvaraju mikotoksine. Neke od njih se mogu razmnožavati i na -10 °C, a njihovi toksini se ne uništavaju kuvanjem. Ove plijesni kontaminiraju hranu i hranu za životinje i tako utiču na njihovu bezbjednost po zdravlje. Hrana je veoma dobar supstrat za razvoj plijesni. Do trovanja ljudi mikotoksinima može doći nakon konzumacije hrane biljnog ili životinjskog porijekla na kojoj se razvila plijesan. To su tzv. primarne mikotoksikoze. Međutim, do trovanja ljudi dolazi i nakon unošenja mikotoksina hranom animalnog porijekla koja potiče od životinja hranjenih pljesnivom hranom (sekundarne mikotoksikoze). Životinje hranjene pljesnivom hranom izlučuju mikotoksine putem mlijeka, a u mišićnom tkivu i drugim organima se deponuju. Na taj način meso ovih životinja može, nakon konzumacije, biti opasno po ljudsko zdravlje. Akutne mikotoksikoze se mogu završiti smrću. Pri hroničnim trovanjima, mikotoksini ispoljavaju različita dejstva, u zavisnosti od vrste mikotoksina. To su: hepatotoksično (aflatoksini, sterigmatocistin), nefrotoksično (citrinin, ohratoksin), kardiotoksično (penicilinska kiselina), neurotoksično (patulin), estrogeno (zearalenon), dermatotoksično (sporodezmin), gastrotoksično (skirpeni). Mikotoksini djeluju imunosupresivno i na ćelijski i na humoralni imunitet. Kombinacije mikotoksina imaju jače biološko dejstvo nego mikotoksini pojedinačno. Aflatoksin stvaraju *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*, ohratoksin - *Aspergillus ochraceus*, sterigmatocistin - *Aspergillus versicolor*, mikrofenoilnu kiselinu - *Penicillium roqueforti*, roquefortin - *Penicillium roqueforti*, ciklopiazonsku kiselinu - *Penicillium camemberti*. Biogeni amini se stvaraju u namirnicima kao proizvodi metabolizma mikroorganizama – tokom reakcije dekarboksilacije aminokiselina. Na primjer, tokom zrenja sira mogu nastati neki biogeni amini kao što su histamin, tiramin, putrescin, kadaverin, etanolamin, beta fenil etanol amin (tabela 55).

Tabela 55. Biogeni amini i njihovi prekursori

Amin:	Aminokiselina - prekursor
Tiramin	Tirozin
Histamin	Histidin
Putrescin	Ornitin
Kadaverin	Lizin
Triptamin	Triptofan
Feniletanolamin	Fenilalanin

Tiramin je vazoaktivan amin, izaziva hipertenziju, glavobolju, groznicu, povraćanje, znojenje. Histamin je kapilarni dilatator, izaziva hipotenziju, gađenje, povraćanje, facijalne tikove, glavobolju, bolove u stomaku i otok usana. Triptamin ima dejstvo slično tiraminu.

27.5. Higijena dobijanja mlijeka

27.5.1. Higijena muže

Higijenski ispravno mlijeko može se dobiti samo onda ako se muzna životinja drži u higijenskim uslovima. Zdravlje mužača, njegova lična higijena, higijena odjeće su takođe veoma značajni za higijensku ispravnost mlijeka. Osnovni uslov za dobijanje higijenski ispravnog mlijeka je zdrava muzna životinja držana u odgovarajućim higijenskim uslovima. Održavanje čistoće kože organizma, posebno kože vimena i papila je naročito važno za higijenu mlijeka. Adekvatna mikroklima u štali, čistoća podova i same životinje zajedno obezbjeđuju dobijanje higijenski ispravnog mlijeka. Mlijeko nije upotrebljivo za ishranu ljudi najmanje 3-5 dana od poslednje aplikacije lijeka životinji. Stočna hrana ne smije imati neprijatan miris i štetne materije, jer se oni prenose na mlijeko. Muža životinja može biti ručna i mašinska. Prisustvo stranih osoba pred mužu ili buka mogu da izazovu lučenje adrenalina, što može dovesti do potpune blokade spuštanja mlijeka. Zaostalo mlijeko između dvije muže dovodi do povećanja intramamarnog pritiska i smanjene sekrecije mlijeka. Postupci tokom muže su: priprema za mužu, predmuzna poba, pranje i dezinfekcija vimena prije muže (papile treba da su čiste i suve), postavljanje aparata za mužu, prilagođavanje aparata za mužu, kraj muže, uklanjanje aparata za mužu, dezinfekcija papila poslije muže. Za izvođenje muže treba pripremiti muznu životinju, mužača i opremu za prihvatanje mlijeka. Tokom pripreme muzne životinje vrši se redovno pranje papila i vimena mlakom vodom, a nakon toga čišćenje čistim krpama ili papirnim ubrusima za jednokratnu upotrebu. Nakon pranja ispituju se prvi mlazevi izmuzanjem mlijeka na posebnu posudu. Ova posuda ima crnu površinu na kojoj se mogu lako uočiti promjene u mlijeku. Prvi mlazevi sadrže najveći broj mikroorganizama, pa se predmuznom probom smanjuje i broj mikroorganizama u mlijeku. Mužač mora da ima adekvatnu i čistu opremu za mužu (radno odijelo ili mantil, kećelja, kapa, čizme). On mora imati osnovno znanje iz održavanja lične higijene i tehnike muže. Bolesne i liječene krave se moraju musti na kraju. U cilju pravilne mašinske muže koja neće dovesti do pojave mastitisa treba obezbijediti stabilan vakuum od 45-50 kPa, 50-60 pulzacija/ min, fazu sisanja u trajanju 65-75%, odgovarajući promjer crijeva za oticanje mlijeka, stalan odvod mlijeka pri vakuumu. Prije nego se skine aparat treba isključiti vakuum, a zatim sačekati nekoliko trenutaka. Na taj način će se spriječiti oštećenje epitela sisnog kanala. Nakon završetka muže aparat za mužu treba temeljno oprati i dezinfikovati. Nakon muže, mlijeko treba pravilno čuvati, kako se mikroorganizmi ne bi u njemu razmnožavali i tako sačuvao njegov kvalitet. Obrada mlijeka poslije muže se obavlja u posebnim prostorijama - mljekarnicama i obuhvata prečišćavanje, provjetravanje i hlađenje mlijeka. Prečišćavanjem mlijeka se iz njega odstranjuje gruba nečistoća. Ono se izvodi filtriranjem - cijedenjem mlijeka pomoću otvorenih cjediljki ili protočnih filtera ugrađenih u sistem cijevi za prijem mlijeka ili centrifugovanjem. Provjetravanje mlijeka je takođe veoma važno, a

podrazumijeva dovođenje mlijeka tokom obrade u kontakt sa čistim vazduhom. Zbog toga poklopac kanti i bazena moraju da budu takvi da dozvoljavaju oslobađanje stranih mirisa. Hlađenjem mlijeka se zaustavlja razmnožavanje mikroorganizama. Uporedo sa mužom ili odmah poslije muže, a najkasnije do 2h poslije muže mlijeko treba rashladiti na temperaturi od $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ako je sakupljanje dnevno, na $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ako sakupljanje nije dnevno, a za duže čuvanje na $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$. U zavisnosti u kojim sudovima se hladi, hlađenje mlijeka može biti na više načina. Hlađenje u kantama (slika 92.) se vrši tako što se kante s mlijekom potope u rashladno sredstvo, polivaju hladnom vodom, ili se u njih uranjaju hladionici koji miješaju mlijeko. Kroz hladionike struji hladna voda ili neko drugo sredstvo za rashlađivanje.



Slika 92. Kante za prenos i hlađenje mlijeka
<http://www.itc.ba/index.php/prodajni-program/mljekarska-oprema>

Hlađenje mlijeka može da se vrši i uz pomoć hladionika, koji mogu biti cjevasti - otvoreni i pločasti - zatvoreni. Hlađenje u otvorenim hladionicima se odvija tako što tečnost cirkuliše kroz zatvoreni sistem cijevi, a mlijeko teče preko površina cijevi i istovremeno se provjetrava i rashlađuje. Hlađenje u pločastim – zatvorenim hladionicima se odvija tako što sa jedne strane ploča struji ledena voda, a s druge strane mlijeko. Mlijeko i tečnost se kreću u suprotnim pravcima, a hlađenje se zbog tankog sloja mlijeka obavlja trenutno. U rashladnim bazenima koji se zovu laktofrizi (slika 93.) - tečnost za rashlađivanje struji kroz zatvoreni sistem oko bazena i tako rashlađuje mlijeko. Rashlađivanje se može ubrzati miješanjem mlijeka. Kao tečnost za rashlađivanje najčešće se koristi freon. Cio rashladni proces može da se reguliše automatski.



Slika 93. Laktofriz
<https://www.preduzetnickiportalsrpske.net/sipovo-javni-poziv-za-raspodjelu-laktofriza/>

Radi lakše kontrole i čuvanja mlijeka prije dopremanja u mljekaru mlijeko se može sakupljati u sabirnim mjestima. Na sabirnom mjestu se vrši primarna obrada mlijeka - prečišćavanje i hlađenje i ispituje kvalitet mlijeka. Organoleptički pregled mlijeka obuhvata ispitivanje prisustva grube nečistoće, promjenu boje, mirisa, konzistencije i dr. Svježina mlijeka se provjerava alkoholnom probom. Dodata voda u mlijeku se može okriti mjerenjem gustine mlijeka. Na kraju se uzimaju

uzorci mlijeka za utvrđivanje broja somatskih ćelija, sadržaja masti, proteina, suve materije bez masti. Uslovi koje treba da ispunjava sabirno mjesto treba da budu isti kao i u mljekarniku. Transport mlijeka se obavlja u kantama ili cistijernama. Temperatura mlijeka pri transportu ne smije da bude veća od 10 °C. Upotrebom cistijerni koje imaju termoizolaciju može se održavati potrebna temperatura mlijeka.

27.5.2. *Pranje i dezinfekcija u mljekarstvu*

Sve površine aparata i pribora koji se koriste za mužu, obradu, preradu i čuvanje mlijeka poslije svake upotrebe treba da se očiste, operu i dezinfikuju. Čišćenjem se uklanjaju ostaci mlijeka i proizvoda od mlijeka, pranjem se rastvara i uklanja nečistoća, a dezinfekcijom se ubijaju mikroorganizmi. Takođe je potrebno stvoriti aseptične uslove za rad, jer se tako tokom proizvodnje sprečava kontaminacija proizvoda mikroorganizmima. Površine se čiste odgovarajućim priborom. Površine uređaja se peru upotrebom vodenih rastvora deterdženata. Postupak pranja se sastoji iz tri faze, a to su: rastvaranje nečistoće, dispergovanje rastvorene nečistoće i zadržavanje ostataka nečistoće u disperziji. Da bi se ostvario kontakt između rastvora za pranje i sloja nečistoće vodi se dodaju sredstva za kvašenje (površinski aktivna sredstva) radi snižavanja napona na površinama tečnosti. Ova sredstva ulaze u sastav deterdženata. Deterdžent može da sadrži alkalije (masna soda, natrijum karbonat, natrijum meta silikat), polifosfate (natrijum fosfat i kompleks fosfata), surfaktante (površinski aktivni agensi ili agensi kvašenja), helatne agense (EDTA (etilen-diamintetraacetilska kiselina), NTA (nitro-triacetilska kiselina) i limunska kiselina. Surfaktanti mogu biti anjonski, nejonizujući i katjonski. Alkalni deterdžent rastvara proteine. Postupak pranja obuhvata sljedeće faze: rekuperaciju (otklanjanje) ostataka proizvoda (vodom, vazduhom), predpranje vodom, pranje deterdžentom, ispiranje čistom vodom, dezinfekciju i sušenje površina vrelim vazduhom. Predpranje vodom je faza pranja koja se vrši upotrebom vode zagrijane na temperaturi do 50 °C. Pranje deterdžentom obuhvata upotrebu rastvora masne sode (NaOH) koncentracije 1-2% zagrijanog na temperaturi 70 °C-90 °C uz njegovo snažno miješanje, zatim upotrebu vodenog rastvora azotne kiseline koncentracije 0,5 do 1% i na kraju ispiranje čistom vodom. Danas mljekare uglavnom koriste sistem za pranje u mjestu (*cleaning in place* – CIP). Ovaj sistem predstavlja automatsko cirkulaciono pranje i ispiranje koje se vrši uz pomoć pumpi koje potiskuju tečnost. Prvo se vrši predpranje vrši vodom zagrijanom na 35-43 °C. Ovu temperaturu treba ispoštovati, jer na temperaturi većoj od 50 °C dolazi do lijepljenja proteina za površinu opreme, a ako je temperatura vode ispod 34 °C dolazi do očvršćavanja masti. Zatim slijedi ciklus pranja koji se sastoji od primjene alkalnog sredstva temperature od 70 °C u trajanju od 10 min, primjene kiselog sredstva pri temperaturi 35-43 °C u trajanju od 5 min i na kraju dezinfekcija. Dezinfekcija u mljekarstvu se sprovodi fizičkim metodama – upotrebom pregrijane vodene pare ili pregrijanog vazduha i hemijskim sredstvima, koja mogu biti kisela, bazna i neutralna. Najviše se koriste neutralni dezinficijensi, jer nisu korozivni. Tu spadaju kvaternarna amonijumova jedinjenja i razni halogeni i amfoterni surfaktanti. Od njih se u mljekarstvu najviše koriste natrijum hipohlorit i hloramini. Po ispuštanju rastvora za dezinfekciju, vrši se ispiranje vodom. Uspješnost dezinfekcije se provjerava vizuelnim pregledom opranih i dezinfikovanih površina i bakteriološkim pregledom.

27.6. *Mikrobiologija mlijeka*

Mikroorganizmi koji kontaminiraju mlijeko vode porijeklo iz žive i nežive prirode. Najčešći izvori kontaminacije mlijeka iz žive prirode su: muzne životinje, radno osoblje, insekti, kao što su muve, a iz nežive prirode: zemljište, voda, vazduh, mljekarski pribor, stočna hrana, prostirka, balega, mokraća, i dr. Tokom muže, obrade, transporta i čuvanja, mlijeko je u kontaktu s površinama na kojima se nalaze različiti mikroorganizmi. Zahvaljujući svom hemijskom sastavu, mlijeko je *pogodna sredina* za razmnožavanje mikroorganizama. Osnovne komponente kravljeg mlijeka su: voda (87,5%), bjelanjčevine (3,4%), mliječna mast (3,7%), laktoza (4,7%), neorganske soli (Ca, K,

Na, P i dr.) oko 0,7%. Mlijeko je neutralne do slabo kisele reakcije (pH 6,6). Pored sastava mlijeka, na brzinu razmnožavanja mikroorganizama značajno utiču i drugi faktori kao što su temperatura, pH itd. Mikroorganizmi svojom aktivnošću mogu uticati pozitivno ili negativno na kvalitet mlijeka i proizvoda od mlijeka. Osim saprofitskih mikroorganizama koji izazivaju kvarenje mlijeka, u njemu se mogu naći i razmnožavati i patogeni mikroorganizmi. Zato se teži da se maksimalno smanji mogućnost dospijevanja mikroorganizama u mlijeko i onemogući njihovo razmnožavanje kada se u njemu nađu. Bakterije koje se najčešće nalaze u mlijeku, prema metaboličkim osobinama se klasifikuju u acidogene bakterije - bakterije mliječne kiseline, koje vrenjem – fermentacijom šećera stvaraju kiseline, eventualno gasove i alkohol, acidoproteolitičke bakterije koje fermentišu šećere, ali vrše i hidrolizu bjelancevina i masti i truležne bakterije, koje energično razlažu bjelancevine. Od nepoželjnih mikroorganizama koji dospijevaju u proizvode od mlijeka, naročito treba imati u vidu: *koliiformne, bakterije buterne kiseline, patogene bakterije i bakterije trovače hrane*. Izvori iz kojih ovi mikroorganizmi dospijevaju u proizvode od mlijeka veoma su brojni: mlijeko (nepasterizovano), sirilo, pribor, alat i oprema, kalupi za sireve, ruke i odjeća radnika, vazduh, voda, kuhinjska so itd. Mikroorganizmima uzrokuju pojavu mana mlijeka koje predstavljaju promjene fizičkih, hemijskih i organoleptičkih osobina mlijeka. Najčešće mane mlijeka izazvane mikroorganizmima su: mane konzistencije, ukusa, mirisa i boje mlijeka. Najčešće mane konzistencije mlijeka su sluzavost i slatko zgrušavanje mlijeka. Sluzavost mlijeka izazivaju bakterije koje stvaraju kapsulu. Prouzrokovajući sluzavosti, uz povećanje kiselosti mlijeka, su *Enterobacter aerogenes* i *Enterobacter cloacae*. Ove vrste se razvijaju i na nižim temperaturama, pri čemu obilno stvaraju kapsule. Sluzavo mlijeko ima neprijatan miris i ukus. *Alcaligenes viscolactis* i *Micrococcus freudenreichii* izazivaju sluzavost mlijeka sa pojavom alkalne reakcije. Slatko zgrušavanje mlijeka se javlja najčešće kod kuvanog, pasterizovanog i sterilisanog mlijeka, rijetko kod sirovog mlijeka. Prouzrokovajući ove mane su sporogene bakterije: *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus mycoides*, *Bacillus calidolactis*. Pored sporogenih vrsta bakterija, slatko zgrušavanje mlijeka mogu da izazovu i neke termorezistentne vrste mikrokoka, koje stvaraju proteolitičke fermente slične himozinu. Uslijed razlaganja bjelancevina mlijeko dobija gorak ukus. Mane ukusa i mirisa mlijeka mogu da se jave samostalno ili zajedno sa drugim manama. Gorko mlijeko uglavnom uzrokuju sporogeni i asporogeni oblici proteolitičkih bakterija. Alkalni - sapunasti ukus mlijeka takođe uzrokuju bakterije koje razlažu bjelancevine (*Pseudomonas fluorescens*, *Alcaligenes faecalis*, *Alcaligenes viscolactis*, *Micrococcus ureae*). Neprijatni mirisi mlijeka, koji podsjećaju na staju za stoku, nastaju uslijed razvića koliiformnih bakterija. Mane boje mlijeka uzrokuju mikroorganizmi koji stvaraju pigmente. Pojavu plavoobojenog mlijeka izaziva *Pseudomonas syncyanea* i aktinomicete, žutog mlijeka - *Pseudomonas synxantha*, pojedinačnih žutih mrlja na površini mlijeka - *Sarcina lutea* i *Micrococcus luteus*. Blijedožutu boju mlijeka daju i neke vrste bakterija iz roda *Flavobacterium*. Do pojave crvene boje mlijeka dolazi uslijed razmnožavanja mikroorganizama, kao što su: *Serratia*, *Micrococcus roseus*, *Torula rosei*. Mikroorganizmi koji uzrokuju mane mlijeka najčešće potiču iz nežive prirode (balega, voda, posuđe za mlijeko). Zato se zaštita mlijeka od pojave mana može, uglavnom, izvršiti sprečavanjem kontaminacije mlijeka mikroorganizmima, odnosno adekvatnom higijenom u procesu dobijanja, transporta i obrade mlijeka.

27.7. Tehnologija proizvodnje mliječnih proizvoda

U proizvodnji *kiselog mlijeka i jogurta*, potrebno je sirovo mlijeko pasterizovati zagrijavanjem na temperaturi 80-90 °C, ohladiti na 45-48 °C i dodati starter kulturu u količini 1,5-2%. Fermentacija mlijeka traje oko 2h. Za dobijanje kiselog mlijeka i jogurta koriste se iste vrste bakterija mliječne kiseline. U procesu fermentacije bakterije mliječne kiseline razlažu mliječni šećer u mliječnu kiselinu. Mliječna kiselina sa kalcijumom iz kalcijum kazeinata stvara laktate. Nakon izdvajanja kalcijuma molekuli kazeina se grupišu u micle koje se međusobno spajaju. Na taj način, mlijeko iz tečne faze prelazi u gel, polučvrsto, pihtijasto stanje. Jogurt se, za razliku od kiselog mlijeka, nakon fermentacije i hlađenja homogenizuje i prevodi u tečno gusto stanje. *Kefir* se dobija tako što se kravlje

mlijeko pasteurizuje, ohladi na temperaturu 20-22 °C i unesu kefirna zrna. Nakon 8-10h kefirna zrna se postupkom cijedenja izdvajaju iz mlijeka (slika 94.), a mlijeko se naliva u boce. Zatvorene položene boce s mlijekom se ostavljaju 2-3 dana na temperaturi od 16-18 °C, da bi se fermentacija dovršila i kefir sazrio. U proizvodnji kefiru se, pored bakterija mliječne kiseline, koriste i kvasci, tako da se pored mliječne fermentacije u isto vrijeme odvija i alkoholna fermentacija mliječnog šećera. Stvoreni etilalkohol i CO₂ daju kefiru specifičan ukus i miris, s izraženom nijansom reskosti i osvježavajući je napitak posebno u toplim ljetnim danima. Pored bogatog sadržaja u bjelančevinama, kefirna zrna pokazuju i povećan sadržaj vitamina B grupe.



Slika 94. Cijedenje kefirnih zrna

<http://www.zurnal24.si/probiotik-brez-aditivov-clanek-218980>

Kumis se proizvodi slično kefiru, s tim što se priprema od kobiljeg mlijeka. U fermentaciji mlijeka učestvuju bakterije mliječne kiseline *Lactococcus lactis* i *Lactobacillus casei* (ili *Lactobacillus bulgaricus*), a od kvasaca vrste iz roda *Torula*. Za dobijanje *acidofilnog mlijeka* za fermentaciju se koristi *Lactobacillus acidophilus*. Ovo mlijeko pozitivno djeluje na rad crijeva. *Sirevi* se dobijaju koagulacijom bjelančevina mlijeka, pri čemu se iz formiranog gruša djelimično izdvaja surutka. Bjelančevine mlijeka se uz pomoć enzima sirila razlažu na najmanje dvije frakcije: kalcijumparakazeinat (koji čini grušu) i rastvorljivu frakciju koja prelazi u surutku (surutkin protein). Način obrade gruša i uslovi zrenja imaju veliki uticaj na razvoj mikroflore i formiranje osobina sireva. Proizvodnja sira obuhvata više tehnoloških operacija, a to su: priprema mlijeka za podsiravanje (prečišćavanje mlijeka cijedenjem ili centrifugalnim separatorom, pasterizacija mlijeka, dozrijevanje mlijeka, zagrijavanje mlijeka na temperaturu podsiravanja), podsiravanje mlijeka, obrada gruša, presovanje gruša i oblikovanje sira, soljenje i zrenje sira. Svaka vrsta sira ima svoj specifičan hemijski sastav i organoleptička svojstva. Međutim, ukoliko tokom zrenja dođe do razmnožavanja nepoželjnih mikroorganizama, dolazi do pojave mana sira –tj. promjene boje, mirisa, ukusa, konzistencije, nadimanja sireva. Može da se pojavi *rano* i *kasno nadimanje sireva*. Rano nadimanje počinje dok se sir nalazi pod presom, ili odmah nakon presovanja i soljenja. Rano nadimanje najčešće izazivaju koliformne bakterije. Kasno nadimanje sireva se javlja najviše kod tvrdih sireva, kod kojih je zrenje duže i kod kojih se na površini formira čvrsta kora. Do kasnog nadimanja uglavnom dovode bakterije buterne kiseline, kao što su: *Clostridium sporogenes*, *Clostridium lentoputrescens*, *Clostridium pasterianum*, *Clostridium butyricum* i dr.

27.8. Primjena HACCP sistema u proizvodnji mlijeka i proizvoda od mlijeka

HACCP je sistem kojim se identifikuje opasnost značajna za bezbjednost hrane i utvrđuju tačke u procesu u kojima se identifikovana opasnost može spriječiti, eliminisati ili svesti na prihvatljiv nivo. *Opasnost ili hazard* je biološki, hemijski, ili fizički agens koji može dovesti do pojave bolesti ili na drugi način ugroziti zdravlje ljudi, ako nad njim izostane kontrola. HACCP plan je pisani dokument koji sadrži opis postupaka potrebnih da se ispune HACCP principi. Sistem HACCP zahtijeva implemenaciju preduslovnih programa i HACCP plana. HACCP sistem treba da bude funkcionalan,

jednostavan i ekonomičan. Da bi se implementirao HACCP sistem, neophodno je da se formira HACCP tim, opiše proizvod i njegova namjena, napravi dijagram toka proizvodnje za dati proizvod I potvrdi dijagram toka na liniji proizvodnje. Nakon toga se razmatraju sedam HACCP principa: analiza opasnosti, određivanje kritičnih kontrolnih tačaka, određivanje kritičnih granica, praćenje kritičnih kontrolnih tačaka, korektivne mjere, validacija i verifikacija i dokumentacija.

27.9. Primjena HACCP sistema u proizvodnji jogurta

Jogurt je pogodan za razvoj mikroorganizama i tako može ugroziti zdravlje potrošača. Opasnosti koje se javljaju u procesu proizvodnje jogurta se mogu kontrolisati. Nakon implementacije preduslovnih programa proizvođač jogurta treba da razvije HACCP plan. Izrada HACCP plana se sastoji iz dvanaest koraka. Jedan od početnih koraka je opis proizvoda koji je podloga za naredne korake u implementaciji HACCP. Opis proizvoda – jogurt prikazan je u tabeli 56,

Tabela 56. Opis proizvoda - jogurt

Proces	Prerada mlijeka
Podproces	Proizvodnja jogurta
Grupa proizvoda	Jogurt
Naziv proizvoda na tržištu (prema deklaraciji)	Tečni jogurt, 3,2% mliječne masti
Način korišćenja	Kao napitak ili dodatak tokom izrade druge hrane u domaćinstvu ili u restoranima
Ambalaža pakovanje	Boca od 1 L izrađene od PET (predforma 28 g) Boca od 0,5 L izrađene od PET (predforma 24 g) Čaše izrađene od PET sa poklopcem od aluminijuma
Rok upotrebe I u kojim uslovima (temperatura, i drugi parametri)	Rok upotrebe 30 dana, uz uslov čuvanja na temperaturi 4-8 °C
Mjesto prodaje (tržište i uslovi prodaje)	Prodaja u maloprodajnim objektima, uz obavezu čuvanja u rashladnim vitrinama
Korisnici proizvoda (opšta namjena ili ciljana kategorija potrošača)	Sve kategorije stanovništva
Sastav proizvoda (osnovne sirovine, dodaci)	Pasterizovano mlijeko s 3,2% mliječne masti, jogurtna kultura (<i>St. thermophilus</i>)
Informacije za potrošača (na deklaraciji - etiketa / pakovanje) .	Alergen info: sadrži mlijeko. Protresti prije upotrebe
Uslovi transportovanja	Prevoz u hladnjači, temperatura max. 4-8 °C
Uslovi skladištenja i čuvanja	Temperatura 4-8 °C

Dijagram toka proizvodnje jogurta (redosljed operacija) prikazan je u tabeli 57.

Tabela 57. Dijagram toka proizvodnje jogurta (redosljed operacija)

Prijem sirovog mlijeka
Hlađenje
Pasterizacija, 90-92 °C,
Homogenizacija
Hlađenje, 42-45 °C
Inkubacija
Fermentacija, 42-45 °C, 6h

Hlađenje
Pakovanje
Skladištenje, 4-8 °C
Isporuka, 4-8 °C

U procesu proizvodnje se može identifikovati pet kritičnih kontrolnih tačaka (CCP), tri se odnose na biološke, jedna na hemijske i jedna na fizičke opasnosti.

Praćenje kritične kontrolne tačke 1. je prikazano u tabeli 58.

Tabela 58. Praćenje kritične kontrolne tačke 1. (CCP1) (Savanović i sar., 2017)

Procesna faza	Prijem sirovog mlijeka	
Opasnosti	Prisustvo antibiotika Prisustvo inhibitora Povećan sadržaj aflatoksina M1	
Kritične granice	Bez prisustva antibiotika Bez prisustva inhibitora Maksimalan sadržaj aflatoksina M1 0,05 µg/kg	
Postupak praćenja	Šta se prati	Prisustvo antibiotika u mlijeku Prisustvo inhibitora u mlijeku Sadržaj aflatoksina M1 u mlijeku
	Ko vrši praćenje	Laborant
	Učestalost praćenja	Prisustvo antibiotika – svaka relacija otkupa Prisustvo inhibitora – svaka relacija otkupa (u slučaju pozitivnog rezultata na prisustvo antibiotika) Sadržaj aflatoksina M1 – svaka relacija otkupa + 2x mjesečno svako otkupno mjesto i svaka farma
	Kako	Prisustvo antibiotika – <i>Snap test</i> Prisustvo inhibitora – <i>Delvo test</i> Sadržaj aflatoksina M1 – <i>Alfasensor test, Elisa test</i>
Korektivne mjere	Ne vršiti prijem mlijeka u kome je dokazano prisustvo antibiotika, inhibitora ili povećan sadržaj aflatoksina M1.	
	Sa neuslovnim mlijekom postupiti prema proceduri za neusaglašene proizvode.	
	Informisati dobavljača o rezultatima ispitivanja mlijeka.	
	Izdati pismeno upozorenje dobavljaču mlijeka kod koga je utvrđeno prisustvo antibiotika ili inhibitora	
Verifikacija	1x godišnje analiza istog uzorka na prisustvo antibiotika i inhibitora i sadržaj aflatoksina M1 u eksternoj laboratoriji	
	Interna provjera sistema HACCP	
	Provjera zdravstvenog stanja krava od kojih se dobija mlijeko	
Dokumentacija	Zapisnik o prijemu sirovina, Zapisnik ulazne kontrole, Upozorenje proizvođača sirovog mlijeka, Izvještaj o kontroli zdravstvenog stanja krava Izvještaj sa interne provjere sistema HACCP	

Praćenje kritične kontrolne tačke 2. (CCP2) je prikazano u tabeli 59.

Tabela 59. Praćenje kritične kontrolne tačke 2. (CCP2)

Procesna faza	Prijem sirovog mlijeka	
Opasnosti	Prisustvo dlaka i drugih mehaničkih nečistoća u sirovom mlijeku	
Kritične granice	Bez prisustva nečistoća vidljivih golim okom	
	Šta se prati	Prisustvo vidljivih mehaničkih nečistoća
	Ko vrši praćenje	Radnik na prijemu mlijeka
	Učestalost praćenja a	Prilikom svakog prijema mlijeka
	Kako	Vizuelno
Korektivne mjere	Provesti filtraciju mlijeka	
	Upućivanje reklamacije prema dobavljačima po pojedinim relacijama	
	Pregled stanja higijenskih uslova u otupnim centrima za mlijeko	
Verifikacija	Pregled reklamacija potrošača u vezi prisustva stranih tijela u gotovim proizvodima	
	Interna provjera sistema HACCP	
	Pregled stanja uređanja za filtraciju mlijeka	
Dokumentacija	Zapisnik o prijemu sirovina	
	Zapisnik ulazne kontrole	
	Upozorenje proizvođača sirovog mlijeka	
	Izveštaj o kontroli higijenskih uslova u primarnoj proizvodnji	
	Izveštaj sa interne provjere sistema HACCP	

Praćenje kritične kontrolne tačke 3. je prikazano u tabeli 60:

Tabela 60. Praćenje kritične kontrolne tačke 3. (CCP3)

Procesna faza	Pasterizacija mlijeka	
Opasnosti	Neadekvantna temperatura i neadekvatno vrijeme pasterizacije	
Kritične granice	Temperatura pasterizacije min. 92 °C, vrijeme trajanja pasterizacije 10 minuta	
Postupak praćenja	Šta se prati	Temperatura mlijeka tokom pasterizacije, vrijeme pasterizacije
	Ko vrši praćenje	Radnik na pasterizatoru
	Učestalost praćenja	Kontinuirano
	Kako	Prati podatke na displeju i iste zapisuje
Korektivne mjere	Ukoliko nije moguće postići temperaturu pasterizacije zaustaviti rad linije	
	Mlijeko sakupiti u posudu i vratiti ga u tank za prijem mlijeka	
	Obavijestiti službu održavanja o nastalom problemu i pristupiti otklanjanju kvara	
	Izvršiti sanitaciju linije prije ponovnog početka rada	
Verifikacija	Pregled zapisa od strane rukovodioca proizvodnje 1x dnevno	
	Pregled reklamacija potrošača u vezi mikrobiološke neispravnosti jogurta	
	Mikrobiološka analiza proizvoda prema planu samokontrole	
	Kalibracija mjernih uređaja za praćenje temperature pasterizacije	
	Interna provjera sistema HACCP	
Dokumentacija	Zapisnik o pasterizaciji	
	Izveštaj o kontroli i preduzetim korektivnim mjerama	
	Izveštaj o reklamacijama potrošača	

	Zapisnik o rezultatima mikrobiološke analize proizvoda Izveštaj sa interne provjere sistema HACCP

Praćenje kritične kontrolne tačke 4. (CCP4) je prikazano u tabeli 61.

Tabela 61. Praćenje kritične kontrolne tačke 4. (CCP4)

Procesna faza	Fermentacija mlijeka	
Opasnosti	Neadekvantna temperatura i neadekvatno vrijeme fermentacije	
Kritične granice	Temperatura fermentacije 42-45 °C u trajanju 6h pH vrijednost 4,60-4,65	
Postupak praćenja	Šta se prati	Temperatura mlijeka tokom inokulacije i fermentacije, vrijeme fermentacije, promjena pH mlijeka
	Ko vrši praćenje	Radnik u pogonu
	Učestalost praćenja	Prilikom svake fermentacije
	Kako	Svakih pola sata mjeri i zapisuje temperaturu i pH
Korektivne mjere	U slučaju spore promjene pH treba produžiti vrijeme fermentacije	
	U slučaju da prethodna mjera nije dala rezultat te da je formirani jogurt loših senzornih svojstava postupiti prema Proceduri za neusaglašene proizvode	
Verifikacija	Kalibracija uređaja za mjerenje temperature i pH vrijednosti	
	Pregled zapisa od strane rukovodioca proizvodnje 1x dnevno	
	Pregled reklamacija potrošača u vezi mikrobiološke neispravnosti jogurta	
	Mikrobiološka analiza proizvoda prema planu samokontrole	
	Kontrola pH vrijednosti jogurta u eksternoj laboratoriji	
Dokumentacija	Interna provjera HACCP sistema	
	Zapisnik o fermentaciji; Izveštaj o kontroli i preduzetim korektivnim mjerama ; Izveštaj o reklamacijama potrošača; Zapisnik o provedenom testu na prisustvo antibiotika; Izveštaj o kontroli preduzetim korektivnim mjerama ; Izveštaj sa interne provjere sistema HACCP	

Praćenje kritične kontrolne tačke 5. (CCP5) je prikazano u tabeli 62.

Tabela 62. Praćenje kritične kontrolne tačke 5. (CCP5)

Procesna faza	Skladištenje jogurta u rashladnoj komori	
Opasnosti	Neadekvantna temperatura skladištenja	
Kritične granice	Temperatura skladištenja od +4 °C do +8 °C	
Postupak praćenja	Šta se prati	Temperatura skladišta
	Ko vrši praćenje	Radnik u skladištu
	Učestalost praćenja	Svaki 8 sati

	Kako	Radnik prati temperaturu na displeju svakih 8 sati i istu zapisuje
Korektivne mjere	U slučaju rasta temperature skladištenja obavijestiti službu održavanja	
	Premjestiti proizvode u drugu rashladnu komoru	
	Izvršiti mikrobiološko ispitivanje proizvoda ukoliko je temperatura bila povišena (iznad +12 °C) duži period	
	Postupiti sa proizvodom koji su skladišteni na povišenoj temperaturi skladištenja prema Proceduri za neusaglašene proizvode	
Verifikacija	Kalibracija uređaja za mjerenje temperature	
	Pregled zapisa od strane rukovodioca proizvodnje 1x dnevno	
	Pregled reklamacija potrošača u vezi mikrobiološke neispravnosti jogurta	
	Interna provjera HACCP sistema	
Dokumentacija	Zapisnik o skladištenju; Zapisi o kalibraciji mjerne opreme; Izvještaj o reklamacijama; Izvještaj o kontroli i preduzetim korektivnim mjerama; Izvještaj sa interne provjere sistema HACCP	

27.10. Primjena HACCP sistema u proizvodnji tvrdog sira

Uvođenjem HACCP sistema u proizvodnji sira poboljšava se opšta higijena objekta, opreme i osoblja, a rizici od kontaminacije proizvoda su svedeni na minimum. HACCP sistem se bazira na analizi i kontroli samih procesa proizvodnje u kojima se nastoje eliminisati potencijalni rizici biološkog, hemijskog i fizičkog zagađenja hrane. Biološke opasnosti predstavljaju patogeni mikroorganizmi iz roda *Salmonella* i *Listeria*, kao i *Staphylococcus aureus*. Hemijske opasnosti mogu biti pesticidi, antibiotici, sredstva za održavanje higijene. Fizičke opasnosti kao što su staklo, metal, drvo, plastika se mogu javiti u svakoj fazi proizvodnje. Preduslovni programi HACCP sistema koje treba implementirati i u proizvodnji sira su dobra proizvođačka praksa, (Good Manufacturing Practice – GMP), dobra higijenska praksa (Good Hygienic Practice - GHP), sistem standardnih operativnih postupaka (SOP), sistem standardnih sanitarnih postupaka (SSOP), sistem sledljivosti. *Higijensko tehnološki uslovi* za proizvodnju sira podrazumijevaju obezbjeđivanje higijene i kvaliteta mlijeka koje se koristi u proizvodnji, dodataka, ambalaže, objekta i prostorija za proizvodnju, opreme, transporta, higijenu radnog osoblja i dr. Neophodno je sprovođenje i kontrola sanitarnih mjera u pogonu za proizvodnju i mjere koje se sprovode u cilju povlačenja neusaglašenih proizvoda. Za sprovođenje samog HACCP sistema HACCP tim donosi *opis proizvoda* (koji obuhvata hemijski sastav, senzorne osobine, tehnološke operacije proizvodnje (grijanje, zamrzavanje, sušenje), deklaraciju, opis pakovanja, rok upotrebe itd. Pored opisa proizvoda potrebno je utvrditi grupu potrošača kojima je namijenjen proizvod i ukazati na uslove upotrebe od strane osjetljivog dijela populacije. *Dijagram toka proizvodnje* obuhvata i analizira sve procese proizvodnje određenog proizvoda. Nakon uspostavljanja dijagrama toka, vrši se njegova potvrda na licu mjesta od strane HACCP tima. Dijagram toka *obuhvata procese sabiranja mlijeka i proizvodnje tvrdog sira*. Mlijeko se od farmera preuzima na sabirališta odmah nakon muže. Mljekomjerom se mjeri količina primljenog mlijeka, a zatim se skladišti u hladionike za mlijeko –laktofrize. Do prikupljanja mlijeka u cistijernu za transport u mljekaru mlijeko se čuva u hladionicima na temperaturi ispod 6 °C. Postupak pranja i dezinfekcije opreme treba da bude propisan internim uputstvom. Ukoliko bi

temperatura bila veća, a vrijeme skladištenja duže od propisanih vrijednosti, došlo bi do porasta broja patogenih bakterija i količine njihovih toksina u skladištenom mlijeku. Zbog toga se faza hlađenja mlijeka smatra kritičnom kontrolnom tačkom, jer će sirovo mlijeko kontaminirano nedozvoljenim brojem patogenih i drugih štetnih mikroorganizama i njihovih toksina i nakon kasnije sprovedene pasterizacije i prerade u sir uticati negativno na zdravlje ljudi. Prve dvije kritične kontrolne tačke, a to su skladištenje mlijeka na sabiralištu i skladištenje mlijeka u mljekari imaju isti cilj, ali se zbog različitih mjesta i vremena odvijanja posmatraju i prate odvojeno. Pasterizacija je na osnovu analize opasnosti određena kao vrlo važan proces za zdravstvenu sigurnost proizvoda i uništavanje patogenih mikroorganizama u mlijeku za proizvodnju sira i određena je kao treća kritična kontrolna tačka.

27.11. Primjena HACCP sistema u proizvodnji sladoleda

Sladoled je proizvod u čiji sastav ulazi mlijeko, obrano mlijeko, pavlaka, šećer, stabilizatori, emulgatori, kao i svježe i sušeno voće, dijetetska vlakna i sl. S obzirom na hemijski sastav i neutralnu pH vrijednost, sladoledi su veoma rizični po zdravlje, jer mogu biti kontaminirani patogenim bakterijama. Zbog toga je veoma važno sprovoditi propisane higijenske mjere, zahtjeve u pogledu temperature tokom proizvodnog procesa, čuvanja, transporta, prodaje. Pored pomenutih sastojaka, u sastav sladoleda ulazi voda i vazduh koji povećavaju zapreminu sladoleda, utiču na konzistenciju i smanjeni osjećaj hladnoće za vrijeme konzumiranja. Proizvodnja sladoleda obuhvata više operacija, a to su: priprema sladoledne smješe, miješanje sladoledne smješe, pasterizacija sladoledne smješe (83-85 °C 15 minuta), homogenizacija, zrenje sladoledne smješe, nepotpuno smrzavanje sladoledne smješe i uduvavanje vazduha, oblikovanje i pakovanje sladoleda, očvršćavanje i čuvanje sladoleda. O mikrobiološkoj ispravnosti sastojaka koji se koriste za proizvodnju sladoledne smješe mora se strogo voditi računa. Kako bi se spriječio razvoj nepoželjnih mikroorganizama tokom čuvanja ovih sastojaka, moraju se poštovati propisani uslovi. Miješanje sladoledne smješe se vrši u duplikatorima uz pomoć miješalice na temperaturi 50-60 °C. Nakon završenog procesa miješanja vrši se pasterizacija smješe na temperaturi 83-85 °C 15 minuta. Cilj postupka pasterizacije ima za cilj uništavanje patogenih mikroorganizama i postizanje topljivosti sastojaka, kako bi se postigla ujednačena konzistencija sladoleda. Nakon pasterizacije se vrši hlađenje smješe na temperaturi od 5 °C i prebacivanje u tank za zrenje. Hlađenje sladoledne smješe nakon pasterizacije se sprovodi kako bi se spriječio rast nepoželjnih mikroorganizama. Zrenje se obavlja na temperaturi 2-5 °C, u trajanju 2-12h (najčešće 2-4h), uz lagano miješanje. Tokom zrenja dolazi do pojave poželjnih fizičko-hemijskih promjena na mastima i bjelancevinama i povećanja viskoznosti smješe. Arome i boje se u smješu dodaju obično prije faze zrenja. Proces smrzavanja sladoledne smješe značajno utiče na senzorne karakteristike sladoleda. Djelimično smrzavanje sladoledne smješe, kao i uduvavanje vazduha sprovodi se u uređajima koji se zovu frizeri. Frizer se sastoji iz dva cilindra, u spoljašnjem se nalazi sredstvo za rashlađivanje, a u unutrašnjem smješa koja se smrzava. Stvoreni sloj smrznute smješe se struže sa površine noževima i miješa sa nesmrznutom smješom. Proces smrzavanja mora da se odvija veoma brzo, kako bi se formirali što manji kristali. Povećanje zapremine smješe čak i do 100% se postiže uduvavanjem vazduha. Vazduh se uduvava sprovođenjem lupanja sladoledne smješe. Vazduh utiče na smanjenje hladnoće sladoledne smješe, pa se prilikom konzumiranja ne stvara osjećaj neprijatne hladnoće. Uduvani vazduh mora biti higijenski ispravan i zbog toga se prečišćava propuštanjem kroz mikrofiltere prečnika pora 0,65 µm. Sladoled se može pakovati na više načina: u obliku štapića, korneta, u plastičnim čašama, kutijama i dr. Pakovanje se obavlja uz pomoć posebnih uređaja. Pakovani proizvodi se podvrgavaju procesu očvršćavanja prolaskom kroz rashladni tunel, tako što se vrši njihovo rashlađivanje jakim strujanjem vazduha temperature od -35 do -40 °C. Zamrzavanje je završeno onog trenutka kada se u sredini proizvoda postigne temperatura od -18 °C. Gotovi sladoledi se skladište na temperaturi od najmanje -25 °C s rokom trajanja do 18 mjeseci. Uslovi proizvodnje i skladištenja sladoleda značajno utiču na njegov fizički, hemijski i mikrobiološki kvalitet. Obrano mlijeko u prahu može biti kontaminirano bakterijom *Bacillus cereus*, kojadovodi do grušanja i kvarenja sladoledne smješe. Na mikrofloru sladoleda utiče i higijena održavanja opreme i prostora u kojem se sladoled proizvodi i prodaje. Sladoledna smješa može biti

kontaminirana salmonelama i sa *E. coli*. Veoma često dolazi do kontaminacije rinfuznog sladoleda na prodajnim mjestima. Tokom prodaje rinfuznog sladoleda, hvataljka se najčešće drži u posudi sa vodom, pa ukoliko se voda redovno ne mijenja, predstavlja potencijalni izvor kontaminacije. Takođe je veoma značajna higijena ruku radnika koji prodaju sladoled, higijena posude u kojoj se sladoled servira, kao i temperatura pri kojoj se vrši serviranje. Zbog toga treba sprovoditi temeljnu obuku proizvođača iz oblasti dobre higijenske i dobre proizvođačke prakse. Razvoj biofilma u prostorijama za proizvodnju sladoleda je rizik za dalje širenje patogenih bakterija kao što su enterobakterije, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, kao i bakterija mliječne kiseline iz rodova *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* i dr.). Glavni pokazatelji mikrobiološke kontaminacije sladoleda su *Salmonella spp.*, *E. coli*, *Listeria monocytogenes* i *S. aureus*. Dokazano je da broj živih ćelija *L. monocytogenes* ostaje isti od početka proizvodnje do tri mjeseca nakon čuvanja na temperature od -18 °C. Prisustvo bakterija iz familije *Enterobacteriaceae*, *E. coli* i aerobnih mezofilnih bakterija u sladoledu ukazuje na neadekvatno sprovođenje higijenskih mjera tokom proizvodnje, čuvanja i prodaje sladoleda. Prije uspostavljanja HACCP sistema, neophodno je razviti preduslovne programe dobre proizvođačke prakse i dobre higijenske prakse. Kritične kontrolne tačke u proizvodnji sladoleda najčešće su: kontrola sirovina (obrano mlijeko u prahu – kontrola na prisustvo *Salmonella spp.* i hemijskih rezidua), kontrola vode (redovna hemijska i mikrobiološka kontrola), pasterizacija (kontrola temperature i vremena trajanja pasterizacije), hlađenje (kontrola brzine i temperature hlađenja smješe), sazrijevanje redovna kontrola temperature sladoledne smješe), postupci čišćenja (redovna kontrola čišćenja uređaja). Mikrobiološki kvalitet i zdravstvena bezbjednost sladoleda zavisi od mikrobiološke ispravnosti sirovina, kao i higijene proizvodnje i radne sredine. Nalaz bakterija *Salmonella*, *Shigella*, *E. coli* nakon procesa pasterizacije ukazuje na loše sprovedenu pasterizaciju ili na naknadnu kontaminaciju. Postupci pasterizacije, zamrzavanja i očvršćavanja su ključni za ubijanje i inhibiciju rasta mikroorganizama.

Pitanja

Koje su osnovne osobine mlijeka? Koje su osnovne osobine proizvoda od mlijeka? Koja je dobra proizvođačka praksa u proizvodnji mlijeka? Koji su zdravstveni zahtjevi za proizvodnju sirovog mlijeka? Koje higijenske zahtjeve i uslove u pogledu prostorija i opreme treba ispuniti u proizvodnji mlijeka? Koji su kriterijumi za sirovo mlijeko? Koji su zahtjevi proizvodnje za mliječne proizvode? Koje strane materije se mogu naći u mlijeku i proizvodima od mlijeka? Koje higijenske zahtjeve treba ispuniti tokom muže? U čemu se sastoji postupak pranja i dezinfekcije tokom muže? Koji mikroorganizmi najčešće mogu da kontaminiraju mlijeko? Opišite tehnologiju proizvodnje mliječnih proizvoda. Koji su preduslovni programi u proizvodnji sira? Kako se sprovodi HACCP sistem u proizvodnji sira? Kako se sprovodi HACCP sistem u proizvodnji jogurta? Šta je sladoled? Opišite tehnologiju proizvodnje sladoleda? Koje su opasnosti od kontaminacije sladoleda? Koji su faktori rizika od mikrobiološke, hemijske i fizičke kontaminacije sladoleda? Koja je dobra proizvođačka praksa u proizvodnji sladoleda? Kako se sprovodi HACCP sistem u proizvodnji sladoleda?

28. PREDUSLOVNI PROGRAMI I HACCP U PROIZVODNJI MESA I PROIZVODA OD MESA

28.1. Osnovne osobine mesa

Pod mesom se podrazumijeva skeletna muskulatura zaklanih životinja prožeta masnim i vezivnim tkivom, krvnim i limfnim sudovima, limfnim čvorovima i nervima. Iznutrice su jetra, pluća, bubrezi, mišićni dio srca, jezik, jednjak, mozak, kičmena moždina, slezina, sjemenici, predželuci preživara, želudac svinja, a kod živiine i ptica jetra, srce i mišićni želudac. Proizvodi od mesa se dobijaju postupcima kao što su: usitnjavanje, soljenje, salamurenje, miješanje, zamrzavanje, mariniranje, emulgovanje, punjenje, pakovanje, dimljenje, fermentacija, sušenje, ekstrakcija, termička obrada mesa, dodavanje aditiva, začina, ekstrakata začina, aroma, ugljenih hidrata, enzima, bjelančevinastih proizvoda.

28.2. Osnovne osobine proizvoda od mesa

Proizvodi od mesa su: usitnjeno meso, kobasice, dimljeni proizvodi, suhomesnati proizvodi, konzerve, slanina, masti, jela od mesa i dr. *Usitnjeno – mljeveno meso* je proizvod dobijen mljevenjem ili usitnjavanjem mesa, kojem se mogu dodati aditivi, začini, voda, bjelančevinasti proizvodi, vlakna i namirnice. Upakovano mljeveno meso se čuva na temperaturi od 4 °C do 48h, a na temperaturi od -18 °C do 60 dana. Za datum proizvodnje usitnjenog mesa se smatra datum njegovog usitnjavanja. Mljeveno meso treba da ima stabilnu ružičastu do ružičastocrvenu boju, kao i miris i ukus koji su karakteristični za određenu vrstu mesa. Usitnjeno meso ne smije da se proizvodi od prethodno odmrznutog mesa. U njegovoj proizvodnji ne mogu da se upotrebljavaju nitriti, nitrati, sumpordioksid, sulfiti i fosfati. U odnosu na sastav, tehnološki postupak proizvodnje i način konzervisanja, *kobasice* se stavljaju u promet kao *fermentisane, barene, kuvane ili svježe kobasice*. *Fermentisane kobasice* se nakon punjenja nadjeva u prirodne ili vještačke omotače konzervišu postupcima fermentacije i sušenja, sa ili bez primjene postupka dimljenja. *Fermentisane kobasice* koje se ne dime označavaju se oznakom "sušene na vazduhu". Prema sadržaju vode, fermentisane kobasice se dijele na *fermentisane suve, fermentisane polusuve i fermentisane kobasice za mazanje*. *Fermentisane suve kobasice* (kulen, zimski salama, sremska kobasica, njeguška kobasica, sudžuk i dr.) treba da sadrže ispod 35% vode. Ove kobasice se čuvaju na temperaturi do 15 °C, dok se naresci kobasica u originalnom pakovanju čuvaju na temperaturi do 10 °C. Površina kobasica ne smije biti deformisana, omotač treba dobro da je priljubljen uz nadjev, sastojci nadjeva treba da su ravnomjerno raspoređeni i međusobno čvrsto povezani, na presjeku u vidu mozaika sastavljenog od približno jednakih komadića mišićnog tkiva crvene boje i čvrstog masnog tkiva bjeličaste boje. Na presjeku kobasica ne smije biti šupljina i pukotina, treba da imaju stabilnu boju i prijatnu aromu zrelog proizvoda. *Fermentisane polusuve kobasice* (panonska, čajna i dr.) čuvaju se na temperaturi do 15 °C, a zapakovani naresci kobasica na temperaturi do 10 °C. *Fermentisane kobasice za mazanje* čuvaju se na temperaturi do 7 °C. Stavljaju se na tržište pod nazivom "čajni namaz". *Barene kobasice* se poslije punjenja nadjeva u prirodne ili vještačke omotače konzervišu pasterizacijom sa ili bez primjene dimljenja. Čuvaju se na temperaturi do 4 °C. Prema stepenu usitnjenosti nadjeva svrstavaju se u *fino usitnjene barene kobasice* (hrenovka, parizer i dr.), *grubo usitnjene barene kobasice* (kranjska, tirolska, roštiljska kobasica, mortadela i dr.), *barene kobasice sa komadima mesa* (šunkarica) i *mesni hlebovi* (nadjev može biti različite usitnjenosti). Mesni hlebovi se dobijaju od različitih vrsta mesa, masnog i vezivnog tkiva, iznutrica i mehanički otkoštenog mesa, uz dodatak vode, kuhinjske soli i dr. i konzervišu termičkom obradom u kalupima. *Kuvane kobasice* se nakon punjenja nadjeva u omotače ili posude konzervišu termičkom obradom. Mogu se stavljati na tržište i bez omotača ukoliko se upakuju. Ako se kobasice termički obrađuju postupkom pasterizacije, čuvaju

se na temperaturi do 4 °C, ako se kuvaju, čuvaju se na temperaturi do 10 °C, a ako se sterilišu čuvaju se na temperaturi do 25 °C. Prema vrsti sirovina i načinu proizvodnje, kuvane kobasice se dijele na *jetrene kobasice i paštete, krvavice i kobasice sa želeom*. Konzistencija jetrenih kobasica i pašteta treba da bude maziva, a krvavica i kobasica sa želeom da se mogu narezivati. *Svježe kobasice* su proizvodi dobijeni od različitih vrsta mesa i masnog tkiva, koji se nakon punjenja u jestive omotače konzervišu hlađenjem ili smrzavanjem. Čuvaju se upakovane na temperaturi do 4 °C do 48h, a na temperaturi do -18 °C najviše 60 dana. Proizvodi upakovani u modifikovanoj atmosferi čuvaju se na temperaturi do 4 °C. *Dimljeni proizvodi* se dobijaju od različitih vrsta mesa u komadima sa pripadajućim kostima, potkožnim masnim tkivom i kožom ili bez njih. Mogu im se dodati so, zamjene za so, šećer, aditivi, voda, bjelancevinasti proizvodi. Konzervišu se postupcima salamurenja, dimljenja i pasterizacije. Čuvaju se na temperaturi od 4 °C. Dimljeni proizvodi od svinjskog mesa se stavljaju na tržište pod nazivom dimljena šunka, dimljena plečka, dimljena pečenica i dr. Površina dimljenog mesa mora da bude suva i čista. Dimljeno meso treba da je što pravilnijeg oblika, uredno formiranih ivica, bez zasjeka, mesnati djelovi treba da su prosalamureni, svijetlocrvene boje, da je masno tkivo plastično i bijele boje, dok površinski slojevi masnog tkiva mogu biti žućkaste boje. Ako se dimljeno meso stavlja na tržište zajedno sa kožom, mora biti svijetlosmeđe boje, bez zasjeka i drugih oštećenja. *Suhomesnati proizvodi* se, za razliku od dimljenih, konzervišu soljenjem, salamurenjem i sušenjem, sa ili bez dimljenja. Proizvod koji nije dimljen se označava sa "sušen na vazduhu". Suhomesnati proizvodi se čuvaju na temperaturi do 15 °C, a upakovani naresci proizvoda na 4 °C. Suhomesnati proizvodi od svinjskog mesa se stavljaju u promet pod nazivom *suva šunka (pršut), suva šunka bez kosti, suva plečka, suva plečka bez kosti, suvi vrat, budola i dr.* Sadržaj vode u mesnatom dijelu gotovog proizvoda mora biti ispod 60%. *Jela od mesa* su proizvodi koji se dobijaju od različitih vrsta mesa, masnog i vezivnog tkiva, iznutrica, kuhinjske soli, zamjene za so, aditiva, začina i dr. U promet se stavljaju kao polupripremljena što znači da ih prije upotrebe treba termički obraditi. *Konzerve* su proizvodi od različitih vrsta mesa, masnog i vezivnog tkiva i iznutrica, a dodaju im se voda, kuhinjska so, zamjene za so, aditivi, začini, ekstrakti začina i dr. Nakon pripreme se pune i hermetički zatvaraju u posude ili odgovarajuće omotače i konzervišu sterilizacijom, kuvanjem ili pasterizacijom. Sterilisane konzerve se čuvaju na temperaturi do 25 °C, kuvane na 10 °C, pasterizovane na 4 °C, a visoko sterilisane ("tropske") konzerve na temperaturi višoj od 40 °C. Prema vrsti sirovine i načinu proizvodnje konzerve se stavljaju na tržište kao *konzerve od mesa u komadima, konzerve od mesa u sopstvenom soku, konzerve od usitnjenog mesa, kobasice u konzervi i jela u konzervi*. Konzerve treba da ispunjavaju određene uslove. Moraju biti hermetički zatvorene, da nisu deformisane, čiste spoljašnje površine, bez znakova korozije, da su dno i poklopac slabo ulegnuti i da pod pritiskom ne federiraju, da su dupli šavovi limenke pravilno formirani i bez deformacija. Uzdužni šav limenke treba da je preklopni ili dupli, pri čemu limenke sa preklopnim uzdužnim šavom moraju biti zaštićene dopunskim slojem laka. Unutrašnje površine limenke treba da su zaštićene slojem laka koji je otporan na djelovanje sadržaja limenke i dobro athezivan, da su sastav, izgled, ukus, boja, miris, konzistencija i tekstura karakteristični za dati proizvod. *Slanina* je proizvod koji se dobija od čvrstog masnog tkiva sa kožom ili bez kože u koji se mogu dodati kuhinjska so, aditivi, začini i voda. Slanina se konzervišu soljenjem, salamurenjem, sušenjem, dimljenjem, pečenjem, barenjem ili kuvanjem. Na tržište se stavlja kao sirova soljena slanina, sirova salamurena slanina, suva slanina, pečena slanina, dimljena slanina, kuvana slanina i dr. *Mast* je proizvod koji se dobija topljenjem masnog tkiva i sala svinja i goveda. U zavisnosti od vrste životinje od koje potiče masno tkivo, mast se stavlja u promet kao *svinjska mast i goveđi loj*. Svinjska mast se proizvodi i stavlja u promet kao *domaća svinjska mast i svinjska mast*. *Domaća svinjska mast* se proizvodi suvim postupkom topljenja masnih tkiva i sala svinja. Ona treba da bude bijele boje ili bijele boje sa slabom žućkastom ili sivkastom nijansom. Treba da ima miris i ukus na čvarke, bez stranih mirisa, da je na temperaturi od 70 °C potpuno prozračna, sa slabo zlatnožutom nijansom, da je na temperaturi 15-20 °C mazive konzistencije, glatke ili zrnaste strukture, da ne sadrži talog od čvaraka preko 0,2%, da ne sadrži više od 0,3% vode, da kiselinski broj ne smije biti veći od 1,3 mg KOH/g masti, da je peroksidni broj najviše do 5 mmol/kg masti. *Svinjska mast* je proizvod dobijen

vlažnim postupkom topljenja masnog tkiva, sala i oporaka svinja. *Goveđi loj* se dobija topljenjem masnog tkiva goveda. Mora da bude čist, bijele blijedožućkaste ili žućkaste boje, karakterističnog mirisa i ukusa, da ne sadrži preko 0,3% vode i da kiselinski broj ne bude veći od 2,5 mg KOH/g loja, da peroksidni broj ne bude veći od 8 mmol/kg loja. Čvarci predstavljaju ostatke masnog tkiva dobijeni tokom proizvodnje domaće svinjske masti. Na tržište se stavljaju kao čvarci, duvan čvarci, namazi od čvaraka i dr. Čvarci ne smiju biti prepečeni, zagoreli i užegli, niti da sadrže dlake, ostatke kožica i dr. Čvarci moraju imati karakterističan miris i ukus. (Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa Sl.list SCG 3372004 i 31/2012).

28.3. Mikrobiologija mesa

Meso i proizvodi od mesa su veoma pogodna sredina za razmnožavanje velikog broja različitih vrsta mikroorganizama. Mikroorganizmi razgrađuju bjelančevine i masti i tako izazivaju kvar mesa, a oni koji su patogeni izazivaju bolesti. Neki mikroorganizmi su korisni, jer poboljšavaju aromu i boju proizvoda od mesa. Kod živih životinja mikroorganizmi se nalaze na koži, dlakama i u otvorima koji neposredno komuniciraju sa spoljnom sredinom (organi za varenje, nos, grlo, pluća, spoljni djelovi mokraćnih i polnih organa). Svi ostali djelovi, ako je životinja zdrava, su sterilni, tj. slobodni od mikroorganizama. Nalaz bakterija saprofita u krvi i tkivima može da bude prouzrokovan velikom zamorenošću životinja pred klanje. U tim slučajevima, dolazi do prodiranja bakterija iz organa za varenje u krv i njihovog raznošenja po organizmu. Mikroorganizmi mogu dospjeti u meso i mesne prerađevine na više načina: premortalno (prije klanja), tokom klanja, odnosno iskrvarenja i postmortalno (poslije klanja, tokom obrade, prerade, skladištenja i prometa). Prije klanja, mikroorganizmi mogu dospjeti u meso, ukoliko je zaklana životinja bila bolesna od neke zarazne bolesti. To se najčešće dešava usljed zaraznih bolesti septikemičnog karaktera ili sepse. Najveći praktični značaj ima postmortalna kontaminacija mesa.

28.3.1. Glavni izvori mikroorganizama u svježem mesu

Glavni izvori mikroorganizama u mesu su: same životinje, alat i pribor za klanje i obradu mesa, voda za šurenje i pranje, krpe za brisanje, radnici, vazduh, namještaj klanica i hladnjača i dr. Na koži se nalaze sporogene bakterije (iz roda *Clostridium*: *Clostridium sporogenes*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium putrefaciens* idr.), koje imaju ulogu u kvarenju mesa. Ove bakterije stvaraju i toksine u mesu i tako dovode do trovanja ljudi i životinja. Nepažljivo i nestručno vađenje organa, naročito oštećenje crijeva i želuca, dovodi do izliva crijevnog sadržaja i masovnog zagađenja mesa vrlo štetnim truležnim bakterijama. Patogeni mikroorganizmi se mogu naći u mesu u slučaju klanja bolesnih životinja ili ako se meso kontaminira nakon klanja stoke iz spoljašnje sredine.

28.3.2. Posljedice aktivnosti mikroorganizama u mesu

S obzirom na hemijski sastav mesa i proizvoda od mesa, kao i načine dobijanja, čuvanja i upotrebe mesa i proizvoda od mesa, aktivnost mikroorganizama značajno utiče na kvalitet, postojanost i upotrebljivost mesa kao hrane ili sirovine za preradu. Poznavanje mikroorganizama u mesu i proizvodima od mesa značajno je zbog njihovog uticaja na fizička i hemijska svojstva mesa, što se manifestuje promjenom njegovog izgleda, konzistencije, ukusa i mirisa. Pored toga, mesom se mogu prenijeti i patogeni mikroorganizmi i trovači hrane.

28.3.3. Dinamika razmnožavanja mikroorganizama u svježem mesu

Meso sadrži bjelančevine, ugljene hidrate, organske kiseline, neorganske soli, vitamine, enzime, koji zajedno predstavljaju *odličan supstrat* za razmnožavanje mikroorganizama. Za razliku od mlijeka, u mesu ne dolazi odmah do razmnožavanja mikroorganizama, s jedne strane zbog prisustva velikih

molekula bjelančevina u nativnom stanju, koje mikroorganizmi teško razlažu, a s druge strane, zbog povećanja kiselosti u procesu transformacije glikogena u anaerobnim uslovima. Mikroorganizmi se ubrzano razmnožavaju u mesu tek po završetku *rigor mortis-a*, kada se povećava sadržaj rastvorljivih azotnih i drugih jedinjenja u mesu. Tokom mliječne fermentacije šećera – glikogena dolazi do oslobađanja energije i sinteze ATP-a. Energija ATP-a se koristi za sjedinjavanje miozina i aktina u aktomiozin. Usljed nedostatka kiseonika ne dolazi do oksidacije mliječne kiseline stvorene tokom mliječne fermentacije, nema novih molekula ATP-a i nema energije neophodne za mišićni mehanički rad. Aktomiozin se skuplja, prouzrokujući opšte očvršćavanje i ukočenost mesa. Djelovanjem *mliječne kiseline* vrši se djelimično zgrušavanje bjelančevina u mišićnim ćelijama. Usljed *denaturacije proteina* dolazi do izdvajanja vode, a s njom i do oslobađanja enzima ćelija, koji prelaze u rastvore. Na ovaj način, stvoreni su uslovi za dejstvo enzima van ćelija u pravcu opšte hidrolize jedinjenja velikih molekula i do povećanja rastvorljivih azotnih jedinjenja u mesu. Proces djelimične autolize postepeno dovodi do smanjenja *rigor mortis-a* i ponovnog omekšavanja mišića.

Po završetku *rigor mortis-a*, meso je mnogo pogodnija sredina za mikroorganizme. U njemu ima dovoljno rastvorljivih azotnih i ugljenikovih jedinjenja za nesmetan razvoj bakterija i gljivica. Koje će vrste i sojevi ovih mikroorganizama prvo da se razmnože zavisi prvenstveno od njihove otpornosti prema kiseloj reakciji. Što proces hidrolize bjelančevina više napreduje, oslobađa se, pored drugih jedinjenja, i amonijak koji neutrališe kiselu reakciju mesa i pH se ponovo približava neutralnoj tački, ili čak reakcija postaje slabo alkalna. Ova promjena pH je jedan od znakova ne samo bolje pogodnosti mesa za razmnožavanje mikroorganizama, nego i vrlo aktivne mikrobiološke aktivnosti u razlaganju bjelančevina mesa.

28.3.4. Faktori koji utiču na razmnožavanje mikroorganizama u svježem mesu

Razmnožavanje mikroorganizama u sirovom mesu zavisi od niza činilaca: vrste bakterija i enzima sa kojima raspolažu, temperature mesa, sadržaja vlage na površini mesa i okolnoj atmosferi, pH mesa, vrste mesa i dr. U mesu se, prije svega, razvijaju bakterije koje raspolažu enzimima tipa proteaza, peptidaza i amidaza, kojima se hidrolitički razlažu proteini, polipeptidi i aminokiseline.

28.3.5. Metode za dokazivanje rasta i razmnožavanja mikroorganizama u mesu

Razmnožavanje mikroorganizama u mesu može se utvrditi na više načina:

- mikroskopskim pregledom brisa ili zasijavanjem na hranljive podloge;
- promjenom izgleda površine mesa;
- promjenom boje, ukusa, mirisa i konzistencije.

Mikroskopskim pregledom i zasijavanjem uzoraka u hranljive podloge mogu se utvrditi najraniji počeci razmnožavanja mikroorganizama i pratiti povećanje njihovog broja sve do promjene izgleda, boje i drugih osobina mesa, koje se mogu zapaziti čulima bez upotrebe optičkih ili drugih instrumenata.

28.4. Kvar mesa (truljenje mesa)

Kvar mesa izazivaju u prvom redu bakterije, i to, uglavnom, *truležne*, koje vrše razgradnju proteina. Zbog toga se truležne bakterije nazivaju i *proteolitičke*. Usljed njihovog dejstva dolazi do promjene organoleptičkih osobina mesa, ali može doći i do stvaranja gasova neprijatnog mirisa. Proteine razgrađuju najprije do molekula manje molekulske mase, polipeptida, a zatim do peptida i aminokiselina. Aminokiseline razgrađuju do amonijaka, ugljendioksida, indola, skatola, putrescina, kreatina itd. Posebno je značajno stvaranje *biogenih amina* koji nastaju dekarboksilacijom aminokiselina. Izazivaju intoksikacije kod ljudi, tzv. nespecifična trovanja mesom. Zovu se biogeni amini, jer ih stvaraju živa bića, tj. bakterije. Najvažniji su histamin, neurin, muskarin i sepsin.

Izazivaju neprijatan miris. Histamin je vrlo otrovan. Razlaganje bjelancevina tokom kvara mesa izazivaju bakterije iz rodova: *Micrococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Bacillus* i *Clostridium* (dubinsko truljenje), kvasci i plijesni (površinsko truljenje).

28.4.1. Znaci kvara mesa

Pojava *sluzi na mesu* je najsigurniji znak kvarenja mesa. Ukoliko je temperatura viša, utoliko se sluz na mesu pojavljuje za kraće vrijeme. Takođe se sluz pojavljuje znatno brže ako je ukupan broj bakterija na mesu veći. Bakterije koje stvaraju sluz su različite, zavisno od temperature mesa i prvobitne kontaminacije mesa bakterijama. Ako se meso čuva na višim temperaturama, preovlađuju bakterije iz rodova: *Proteus* (oko 50%), *Micrococcus* (oko 40%) i *Achromobacter* (oko 10%). Ako je temperatura niža, broj vrsta iz roda *Achromobacter* se povećava i pojavljuju se bakterije iz rodova *Pseudomonas*, a smanjuje se broj vrsta iz roda *Proteus*. Na sasvim niskim temperaturama preovlađuju bakterije iz roda *Pseudomonas* i *Achromobacter*.

U svježem mesu mogu nastati *žute mrlje* od kolonija obojenih mikrokokka (*Micrococcus citreus*), *smeđecrne mrlje* od plijesni (*Cladosporium herbarum*), *bijele mrlje od plijesni* (*Sporotrichum carnis*, *Penicillium spp.* i dr.).

28.5 Bakterije koje uzrokuju trovanje mesom

Bakterije koje mogu da izazovu trovanje mesom, dijele se u dvije grupe:

Specifični (obligatni, klasični) trovači su one bakterije za koje se pouzdano zna da posjeduju sopstvene toksine. To su: salmonele, enterotoksogene stafilokoke i *Clostridium botulinum*.

Nespecifični (fakultativni) trovači su bakterijske vrste koje ne posjeduju specifičan toksin, ali se otrovne materije stvaraju u mesu kao posljedica njihove aktivnosti. Ovoj grupi pripadaju, prije svega, proteolitske bakterije.

28.6. Metode uništavanja i sprečavanja razmnožavanja mikroorganizama u mesu

Uništavanje ili sprečavanje razmnožavanja mikroorganizama u mesu mogu se postići podvrgavanjem mesa dejstvu različitih činilaca, kao što su:

- **Fizički činioci:** niske temperature (hlađenje, smrzavanje), visoke temperature (izrada polukonzervi i konzervi od mesa), sušenje,
- **Hemijski činioci:** soljenje, salamurenje,
- **Fizičko-hemijski činioci:** dimljenje.

Za sprečavanje kontaminacije mesa i proizvoda od mesa je veoma važno sprovoditi neophodne higijenske mjere u proizvodnji i preradi.

28.6.1. Dejstvo niskih temperatura na mikrofloru mesa i proizvoda od mesa

Temperatura je jedan od najznačajnijih ekoloških faktora razvića mikroorganizama uopšte, pa samim tim i za njihov razvoj u mesu. Broj, kao i vrsta mikroorganizama na površini mesa prvenstveno zavise od temperature. Na niskim temperaturama, bliskim tački smrzavanja, razvijaju se **psihrofilni mikroorganizmi**. Na temperaturi od 0 do 5 °C razvijaju se prvenstveno gram negativni štapići iz roda *Pseudomonas*, zatim gram pozitivne koke, a kasnije i hromogene bakterije i kvasci. Ako je temperatura nešto viša (10-15 °C), pored navedenih vrsta, razvijaju se i sporogene vrste bakterija. Hromogene i fluorescentne bakterije javljaju se tek poslije 5 dana čuvanja mesa i u tim slučajevima čine 10-25% od ukupne mikroflore mesa. Smrzavanje mesa primjenjuje se za čuvanje mesa duže

vremena. Prilikom smrzavanja dolazi do djelimičnog izdvajanja vode iz mišićnog tkiva, obrazovanja kristala leda i djelimičnog zgrušavanja bjelancevina mesa usljed izdvajanja vode. U mikroflori, koja preživljava dugi period smrzavanja, najveći broj su psihrofilne asporogene bakterije (80%), a zatim sporogene bakterije (20%). Važno je istaći da patogene bakterije i trovači hrane preživljavaju u mesu čuvanom na niskim temperaturama, pa čak i u smrznutom mesu.

28.6.2. Dejstvo visokih temperatura na mikroorganizme mesa i proizvoda od mesa

Za razliku od niskih temperatura koje usporavaju ili potpuno zaustavljaju mikroorganizme u razmnožavanju i djelimično ih ubijaju, visoke temperature uništavaju mikroorganizme. Efikasnost dejstva temperature na mikroorganizme zavisi od visine temperature i vremena njenog trajanja, vrste mikroorganizama na koje djeluje, hemijskog sastava mesa ili proizvoda od mesa, ukupnog broja mikroorganizama u mesu i dr.

28.6.3. Dejstvo sušenja na mikroorganizme mesa i proizvode od mesa

Na sušenim proizvodima mikroorganizmi ostaju u životu, ali je zaustavljena njihova biohemijska aktivnost usljed nedostatka vode (vlažnost ispod 18-20%). Meso i proizvodi od mesa ostaju nepromijenjeni, sve dok se sadržaj vode u njima ne poveća, ili dok se ne poveća relativna vlažnost okolne sredine (iznad 75%).

28.6.4. Dejstvo soljenja i salamurenja na mikroorganizme mesa i proizvode od mesa

Obrada mesa kuhinjskom soli zove se soljenje (slika 95.), a obrada mesa mješavinom soli - salamurenje mesa. Soli za salamurenje su homogene mješavine soli, nitrita i/ili nitrata. Prilikom salamurenja, meso se može posipati suvom mješavinom soli ili potapati u vodeni rastvor mješavine soli.



Slika 95. Soljenje pršuta (šunke)

<https://parmacrown.com/making-prosciutto/>

Kuhinjska so i nitriti inhibiraju rast mnogih aerobnih i anaerobnih bakterija, uključujući i *Clostridium botulinum* i vrste koje izazivaju kvar mesa. Međutim, u rastvoru za soljenje se može naći veliki broj bakterija otpornih na visoke koncentracije soli. Najviše ima okruglih bakterija iz roda *Micrococcus*, ali se mogu naći i neke bakterije mliječne kiseline (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Leuconostoc* i dr.), kao i *E. coli*, *Pseudomonas spp.*, *Proteus spp.*, *Bacillus spp.*, *Sarcina spp.* i dr. Mikroorganizmi salamure utiču na snižavanje pH salamure, učestvuju u redukciji nitrata u nitrite i tako povećavaju baktericidno dejstvo salamure i bolju fiksaciju crvene boje mesa.

28.6.5. Uticaj dimljenja na mikroorganizme mesa i proizvoda od mesa

Kod dimljenja mesa i proizvoda od mesa, u konzervaciji, pored fizičkih činilaca djeluju i hemijski. Dim je vrlo složenog hemijskog sastava. On sadrži: kiseline (mravlju, kapronsku, a naročito sirćetnu), alkohole, ketone, aldehide (formaldehid, acetaldehid i dr.), fenole, amonijak, metan, CO₂, estre, voskove, smole i dr. *Mikrobistatično i mikrobicidno dejstvo* se najviše pripisuje formaldehidu. Za vrijeme dimljenja, dejstvom više temperature suši se površina mesa, proteini djelimično koagulišu, a talože se smole, uz kondenzovanje formaldehida i fenola. Na ovaj način se stvara fizičko-hemijska barijera protiv razvika i prodiranja mikroorganizama.

28.7. Mane mesa i proizvoda od mesa izazvane mikroorganizmima

Razmnožavanjem u mesu i proizvodima od mesa, mikroorganizmi mogu prouzrokovati razne mane u pogledu ukusa, mirisa, konzistencije, boje i dr. Promjene se mogu pojaviti po površini (**sluzavost, plesnivost**) i/ili u unutrašnjosti mesa i proizvoda od mesa (**zelene mrlje u kobasicama, truljenje kostiju u šunkama** i na drugim mjestima gdje nije prodro vazduh, i dr). Promjene izgleda, konzistencije i boje obično su praćene neprijatnim mirisom, stvaranjem gasova i dr.

28.8. Osnovne tehnološke operacije u proizvodnji mesa i proizvoda od mesa

28.8.1. Postupci konzervisanja mesa

Postupcima konzervisanja mesa se inhibiraju ili ubijaju mikroorganizmi. Mikroorganizmi mogu biti ubijeni temperaturom sterilizacije i jonizujućim zračenjem ili djelimično uništeni pasterizacijom, kuvanjem, salamurenjem, dimljenjem, fermentacijom. Soljenjem, salamurenjem, sušenjem, dimljenjem, kiseljenjem, fermentacijom mikroorganizmi se zaustavljaju u razvoju. Hlađenjem rast nekih mikroorganizama može da se zaustavi ili samo uspori. Smrzavanje zaustavlja, a samo djelimično ubija mikroorganizme. Mikroorganizmi brže uginjavaju pri sporom, nego pri brzom smrzavanju. Kvasci i plijesni su otporniji na smrzavanje od bakterija, a od bakterija su otpornije gram pozitivne od gram negativnih. Patogeni mikroorganizmi smrzavanjem ne gube virulenciju. Bakterije su najosjetljivije u logaritamskoj fazi rasta, kada nastaje njihovo nepovratno oštećenje. Jonizujuće zračenje se rijetko koristi za konzervisanje mesa, zbog štetnog dejstva jonizujućih zraka na meso i male ekonomičnosti. Jonizujuće zračenje dovodi do oksidacije masnih kiselina i mioglobina u mesu. Od njih se najčešće koriste gama zraci koje emituju izotopi kobalta i cezijuma. Temperatura vazduha u komorama za hlađenje mesa je od -1 do 1 °C, za brzo hlađenje od -6 do -12 °C, pa i do -30 °C, a za smrzavanje mesa od -30 do -40 °C. U komorama za skladištenje ohlađenog mesa temperatura je od -1 do 1 °C, u komorama za skladištenje smrznutog mesa temperatura je niža od -18 °C. U prostorijama za rasijecanje i iskoštavanje mesa temperatura je do 12 °C. Obrada mesa kuhinjskom soli se zove soljenje, a solima za salamurenje – salamurenje mesa. Soli za salamurenje su mješavine kuhinjske soli, nitrata i/ili nitrata. Prilikom soljenja i salamurenja povećava se osmotski pritisak i smanjuje aw vrijednost u proizvodima. U proizvode od mesa se dodaje jodirana kuhinjska so i to: od 1,2 do 1,8% za kuvane kobasice, od 1,8 do 2,2% za barene kobasice, od 2 do 2,5% za konzerve i dimljene proizvode, od 2,4 do 3% za fermentisane kobasice i od 3 do 6% za suhomesnate proizvode. Kuhinjska so inhibira rast mikroorganizama i utiče na ukus mesa i vezivanje vode. Obrada mesa solima u supstanci se zove suvi postupak, a rastvorima soli vlažni postupak. Moguće je kombinovati oba načina soljenja. Meso može da se salamuri vlažnim postupkom na dva načina: potapanjem u salamuru i ubrizgavanjem salamure u meso. Zbog vezivanja soli i vode povećava se masa salamurenog mesa za 10-20%. Salamura se ubrizgava u meso pomoću injektora koji predstavlja mašinu sa velikim brojem igala kojima se pod pritiskom ravnomjerno ubrizgava salamura u meso. Unošenje natrijuma hranom u prekomjernoj količini dovodi do pojave povišenog krvnog pritiska. Dnevna fiziološka potreba čovjeka za kuhinjskom soli je 2-5g, a smatra se da čovjek unese 8-15 g

solu dnevno, od čega 20-30% potiče iz proizvoda od mesa. Nitriti su veoma toksični i svrstani su u drugu grupu otrova. U reakciji nitrita sa aminima koji nastaju kao proizvod razgradnje proteina mesa, nastaju kancerogena jedinjenja - nitrozamini i nitrozamidi. Zato nitriti treba da se koriste u što je moguće manjoj količini. Zbog sposobnosti bakterija da redukuju nitrata do nitrita, nitrati predstavljaju nekontrolisani izvor nitrita. Zato je njihova upotreba takođe strogo kontrolisana. Baktericidni efekat dima se uglavnom ispoljava na površini proizvoda, zbog čega se dimljenje kombinuje sa drugim metodama konzervisanja, kao što su soljenje, salamurenje, sušenje ili termička obrada. Dimljenje ima veći značaj u postizanju specifične boje i arome proizvoda od mesa. Dim nastaje u procesu pirolize drveta. Za dimljenje se koristi tvrdo listopadno drvo, kao što su bukva, hrast, jasen, orah, cer i dr. Piroliza drveta može da se dešava u prisustvu vazduha ili bez prisustva vazduha. Proizvodi pirolize drveta u sredini bez prisustva kiseonika su dim i kameni ugulj, a u prisustvu vazduha drvo sagorijeva do pepela, vodene pare i ugljendioksida. Dim se može dobiti pirolizom drveta na otvorenom ložištu ili uz pomoć generatora za proizvodnju dima. Da bi se dobio dim na otvorenom ložištu, potrebno je ložište posipati vlažnom strugotinom, kako bi se na taj način ograničilo prisustvo vazduha. Savremeniji način dimljenja je pomoću generatora, gdje se dim uvodi u komore za dimljenje pomoću cijevi. Primarni proizvodi dima nastaju iz samog procesa pirolize, a sekundarni oksidacijom sastojaka dima u kontaktu sa kiseonikom. Sekundarni proizvodi su fenoli i druga jedinjenja koja utiču na aromu i druge osobine proizvoda. Optimalna temperatura za proces oksidacije dima je 200 °C, koliku dim ima izlaskom iz zone pirolize bez prisustva vazduha. Dim sadrži nekoliko hiljada različitih hemijskih jedinjenja. Za osobine dimljenih proizvoda značajni su fenoli (krezol, kreozot i dr), karbonilna jedinjenja (aldehidi i ketoni – formaldehid, acetaldehid, dioksiaceton i dr.), organske kiseline (sirćetna, mravlja i dr.), alkoholi (metil alkohol i dr). Sastojci dima se nalaze u vidu sva tri agregatna stanja (gasovi, pare, koloidne čestice). Antimikrobno dejstvo dima je uslovljeno prisustvom aldehida, fenola, organskih kiselina i alkohola. Pored ovih korisnih jedinjenja, u dimu se nalaze i štetne materije kao što su katran, čađ, kancerogeni policiklični aromatični ugljovodonici kao što su benzopiren i dr. Benzo(a)piren se koristi kao indikator prisustva kancerogenih jedinjenja dima u dimljenim proizvodima. Prilikom konzervisanja mesa sušenjem, smanjuje se sadržaj vode i aw proizvoda, što dovodi do sprečavanja rasta mikroorganizama. Sušenje proizvoda može da se odvija u prisustvu vazduha ili u vakuumu. Proizvodi se suše na temperaturi na kojoj ne rastu patogene bakterije i uzročnici kvara na početku, dok je aw vrijednost mesa visoka, meso treba sušiti na nižoj temperaturi. Suhomesnati proizvodi se u početku suše na temperaturama 10-15 °C. Sušenje treba da bude postepeno, kako bi vlaga isparavala postepeno i da ne bi došlo do stvaranja čvrstog sloja na površini proizvoda. Ovaj sloj otežava i zaustavlja dalje sušenje proizvoda. Meso se u vakuumu suši prilikom postupka liofilizacije mesa. Prilikom liofilizacije meso se smrzava, a zatim se u vakuumu i na temperaturi oko 20-40 °C suši sublimacijom, kada kristali leda direktno prelaze u vodenu paru. Meso i neki proizvodi od mesa imaju visoku aktivnost vode, aw vrijednost svježeg mesa je 0,99, a konzervi, barenih kobasica i kuvanih kobasica 0,86-0,98. Niže aw vrijednosti imaju sušeni, soljeni i smrznuti proizvodi. Većina bakterija se ne razmnožavaju kada je aw manji od 0,90, a kvasci i plijesni kada je aw manji od 0,75. Ova vrijednost značajno zavisi od drugih faktora koji djeluju na mikroorganizme, kao što su temperatura, pH, nitriti, komponente dima i dr. Prema vrijednosti za aktivnost vode, sve namirnice se mogu svrstati u tri grupe: namirnice visoke vlažnosti, aw je 0,90-1, namirnice srednje vlažnosti aw je 0,60-0,90 i namirnice niske vlažnosti aw je od 0,60-0,90. U namirnice sa visokom vlažnošću je svrstan najveći broj proizvoda od mesa: barene i kuvane kobasice, dimljeni proizvodi, konzerve, fermentisane polusuve i fermentisane kobasice za mazanje. U grupu namirnica srednje vlažnosti se svrstavaju suhomesnati proizvodi i fermentisane suve kobasice. Ove namirnice nisu pogodne za razvoj bakterija, ali su pogodne za razvoj plijesni i kvasaca. Razvoj ovih mikroorganizama se sprečava dimljenjem, kontrolom vlažnosti vazduha, konzervansima za površinsku obradu kao što su organske kiseline, kalijum-sorbat, natrijum propionat, začinima kao što je bijeli luk, pakovanjem proizvoda u vakuumu ili atmosferi sa zaštitnim gasovima kao što su ugljendioksid i azot itd. U proizvode niske vlažnosti spadaju liofilizovano meso, suva crijeva i sl. U

njima se ne razvijaju mikroorganizmi, a kvarenje je hemijske prirode i može se javiti usljed oksidacije masti.

28.8.2. Preduslovni programi u proizvodnji mesa

Prije početka pripreme HACCP plana, treba obezbijediti sprovođenje preduslovnih programa u skladu sa zakonskim propisima. Oni obuhvataju: ispunjenost higijensko-tehničkih i veterinarsko-sanitarnih uslova u objektu, vodu koja treba da ima kvalitet vode za piće, čišćenje i sanitaciju radnih površina i površina koje dolaze u kontakt s hranom, ličnu higijenu radnika, obuku radnika, higijenski način rada - dobra higijenska praksa, dobra proizvođačka praksa, standardne operativne procedure, standardne sanitarne operativne procedure, materijale koji dolaze u kontakt s hranom – ambalaža, kalibraciju i održavanje opreme i instalacija, kontrolu sredstava za čišćenje, pranje i dezinfekciju, kontrolu štetočina, odlaganje nusproizvoda, program hlađenja (hladni lanac), čistoću životinja za klanje, ugovore sa primarnim proizvođačima, dokazi o kontroli na prisustvo rezidua, dobra veterinarska praksa, dobra praksa ishrane, dobra farmska praksa itd.

28.8.2.1. Pravilnik o posebnim higijenskim zahtjevima za hranu životinjskog porijekla

Prema *Pravilniku o posebnim higijenskim zahtjevima za hranu životinjskog porijekla (Sl.list RCG 2014/09)* pravna ili fizička lica dužna su da obezbijede da se klanje životinja namijenjenih za ishranu ljudi vrši u objektima odobrenim za klanje. Veterinarski pregled životinja od kojih se dobijaju proizvodi namijenjeni za javnu potrošnju obavezan je prije i poslije klanja. Prije klanja životinja službeni veterinar je dužan da identifikuje životinje pregledom identifikacione oznake i pratećih dokumenata. Takođe je dužan da provjeri i potvrdi ispunjenost propisanih uslova za zaštitu dobrobiti životinja tokom transporta i klanja. U slučaju klanja domaćih i divljih svinja, konja i drugih vrsta životinja obavezan je trihinoskopski pregled. Radi sprečavanja širenja bolesti životinja i proizvodnje bezbjednih proizvoda životinjskog porijekla namijenjenih za ishranu ljudi, subjekat u poslovanju hranom koji obavlja djelatnost klanja dužan je da vodi evidenciju koja naročito sadrži podatke o: vrsti i identifikaciji životinje, pregledu životinja prije klanja i proizvoda životinjskog porijekla namijenjenih ishrani ljudi i nusproizvodima životinjskog porijekla. Evidencija se čuva tri godine. Glavni izvor kontaminacije trupova mikroorganizmima su *žive životinje*. Zato kontrola proizvodnje mesa mora da počne od momenta uzgajanja životinja i nastavi u toku transporta, smještaja u depou, klanja i obrade, hlađenja i skladištenja trupova i distribucije mesa i organa. Nijedan proces dobijanja mesa od žive stoke do trupova ne može da obezbijedi potpuno odsustvo mikroorganizama. Premortalnom inspekcijom treba onemogućiti klanje izrazito prljave i klinički oboljele stoke. Zadatak odgovornih subjekata je da se kontrolom proizvodnje obezbijedi minimalna kontaminacija na liniji klanja, jer je meso (trup) zaklanih zdravih životinja sterilno prije skidanja kože. Preduslovni programi su osnov neophodan za proizvodnju bezbjedne hrane, a uključuju dobru higijensku praksu (GHP), dobru proizvođačku praksu (GMP) i standardne operativne procedure (SOP). Kontrola proizvodnog procesa uključuje takođe primjenu HACCP sistema kojim se kontrolišu biološke, hemijske i fizičke opasnosti po zdravlje ljudi. Trupovi goveda poslije klanja i obrade mogu da budu kontaminirani različitim patogenima, pri čemu nivo kontaminacije zavisi u velikoj mjeri od higijene u pogonu, poštovanja principa GHP, GMP i SOP, odnosno, primjene i održavanja HACCP sistema. Od bioloških agenasa pri klanju i obradi goveda najznačajniji su bakterijski patogeni kao što je *E.coli* O157:H7, salmonela vrste, listerija vrste, zatim *Campylobacter* i *Yersinia enterocolitica*. Goveda su primarni rezervoar *E.coli* O157:H7 gdje učestalost nalaza može da bude i do 15,7%. Ova bakterija nalazi se u digestivnom traktu (burag i debelo crijevo) i izlučuje se fecesom. Goveda su i značajan rezervoar salmonela vrsta, tako da približno 2% goveda sadrži ovu vrstu bakterija, a kontaminacija trupova goveda može da bude i do 7.6%. *Listeria* vrste su ubikvitarnе bakterije, čak 16% trupova goveda je kontaminirano listerijama, uglavnom *L. monocytogenes*, *L. innocua* i *L.welshimeri*. U klanicama je potrebno obezbijediti sprovođenje opštih higijenskih zahtjeva i posebnih postupaka

kojima se obezbjeđuje da svaka životinja ili svaka pošiljka životinja primljena u klanicu: bude propisno označena, da je prate podaci vezani za gazdinstvo sa kojeg životinja potiče, da ne dolazi iz gazdinstva ili sa područja na kojem je određena mjera zabrane kretanja ili drugo ograničenje radi zaštite zdravlja ljudi ili životinja; bude čista i zdrava, rilikom prijema u klanicu bude u zadovoljavajućem stanju sa stanovišta zaštite dobrobiti životinja. U slučaju neispunjavanja bilo kojeg od ovih uslova, klanica je dužna da bez odlaganja obavijesti veterinarskog inspektora i preduzme propisane mjere.

28.8.2.1.1. Podaci o lancu ishrane

Subjekt poslovanja prije prijema životinja u klanicu mora dobiti i provjeriti podatke o lancu ishrane za sve životinje, osim divljači. Subjekt poslovanja može da primi u prostorije klanice samo životinje za koje je dobio odgovarajuće podatke o bezbjednosti hrane iz evidencija poljoprivrednog gazdinstva sa kojeg životinje potiču, u skladu sa propisima. Subjekt poslovanja mora da dobije podatke najkasnije 24 sata prije dopremanja životinja u klanicu. Podaci obuhvataju: zdravstveno stanje životinja; veterinarske lijekove i veterinarsko medicinske proizvode koji su davani životinjama sa datumom aplikacije lijekova i karenama; pojave bolesti koje mogu uticati na bezbjednost mesa; podatke iz izvještaja o ranijim *ante* i *post mortem* pregledima životinja sa istog gazdinstva porijekla, koji obuhvataju naročito izvještaje veterinarskog inspektora; podatke o proizvodnji koji su od značaja za procjenu prisutnosti bolesti; i ime i adresu veterinara odgovornog za liječenje životinja na gazdinstvu porijekla. Izuzetno, podaci o lancu ishrane mogu se uz prethodno odobrenje nadležnog organa, dostaviti u klanicu zajedno sa životinjom na koju se odnose, i to za: 1) svinje, živinu ili divljač iz uzgoja koja je bila podvrgnuta *ante mortem* pregledu na gazdinstvu porijekla, pod uslovom da pošiljku prati potvrda kojom veterinar potvrđuje da je na osnovu izvršenog pregleda utvrdio da su životinje zdrave; 2) domaće kopitare; 3) životinje koje su prinudno zaklane, ako ih prati potvrda koju je potpisao veterinar. Životinje se ne smiju zaklati niti obrađivati prije dozvole veterinarskog inspektora.

28.8.2.1.2. Posebni zahtjevi za meso domaćih papkara i kopitara

Subjekt poslovanja koji obavlja djelatnost transporta živih životinja (papkara i kopitara) u klanicu dužan je da tokom transporta životinja obezbijedi pažljivo postupanje sa životinjama radi izbjegavanja nepotrebnog uznemiravanja i da životinje koje pokazuju simptome bolesti ili potiču iz bolesnog stada transportuje do klanice samo uz odobrenje nadležnog organa. Djelatnost klanja domaćih papkara i kopitara se može obavljati u klanici koja ima odgovarajuće i higijenske prostorije za prihvrat i privremeni smještaj životinja za klanje (depo) ili, ako to klimatski uslovi dozvoljavaju, torove za držanje životinja prije klanja, koji se lako čiste i dezinfikuju, sa opremom za napajanje, a prema potrebi i hranjenje životinja kao i odvodom otpadnih voda koji ne smije predstavljati izvor kontaminacije; odvojene prostorije koje se mogu zaključavati ili, ako to klimatski uslovi dozvoljavaju, torove za smještaj bolesnih ili na oboljenje sumnjivih životinja koji raspolažu posebnim odvodom otpadnih voda i koji su postavljeni na način kojim se sprečava kontaminacija ostalih životinja, prostoriju za prihvrat i privremeni smještaj životinja prije klanja za *ante mortem* pregled, uključujući identifikaciju životinje ili grupe životinja.

28.8.2.1.3. Zahtjevi za minimum prostorija u cilju sprečavanja kontaminacije mesa domaćih papkara i kopitara

Radi sprečavanja kontaminacije mesa, klanice za klanje domaćih papkara i kopitara moraju imati: dovoljan broj prostorija koje odgovaraju radnim postupcima koje se u njima obavljaju, posebnu prostoriju za pražnjenje i čišćenje želudaca i crijeva, obezbijedenu prostornu i vremensku odvojenost postupaka kao što su: omamljivanje i iskrvarenje, šurenje, skidanje čekinja, brijanje, struganje i

opaljivanje - kod klanja svinja, vađenje unutrašnjih organa i dalju obradu, obradu očišćenih želudaca i crijeva, pripremanje i čišćenje drugih jestivih nusproizvoda, pakovanje jestivih klaničnih nusproizvoda, otpremanje mesa, opremu koja sprečava dodir mesa s podovima, zidovima, instalacijama koja sprečava unakrsnu kontaminaciju, a ako u istoj prostoriji postoji više od jedne linije klanja, one moraju biti odvojene tako da je spriječena unakrsna kontaminacija. Klanice moraju imati opremu za pranje, čišćenje i dezinfekciju pribora snabdjevenu vrućom vodom od najmanje 82 °C, ili drugi odgovarajući sistem sa istim efektom. Oprema za pranje ruku koju koristi osoblje koje rukuje neupakovanim mesom mora imati slavine izgrađene na način kojim se sprečava kontaminacija. Klanice moraju imati obezbijedene posebne, odvojene prostorije, prostore ili opremu koja se može zaključavati, sa obezbijeđenim temperaturnim režimom održavanja, za skladištenje zadržanog mesa, kao i mesa koje je ocijenjeno kao nepodesno za ishranu ljudi. Klanica mora imati obezbijeđen odvojeni prostor sa odgovarajućom opremom za čišćenje, pranje i dezinfekciju sredstava za transport životinja. Klanica mora imati odvojeni prostor sa opremom, koji se može zaključavati i koji se koristi samo za klanje bolesnih ili na oboljenje sumnjivih životinja. Kada se na klanici skladišti sadržaj digestivnog trakta i đubriva, mora postojati obezbijeđen poseban prostor ili mjesto za tu namjenu. Klanice moraju imati posebnu opremljenu prostoriju za potrebe veterinarske inspekcije.

28.8.2.1.4. Higijena u procesu klanja papkara i kopitara

Radi sprečavanja kontaminacije mesa, omamljivanje, iskrvarenje, skidanje kože, vađenje unutrašnjih organa i drugi postupci obrade moraju se vršiti, bez odlaganja, na sljedeći način: dušnik i jednjak moraju ostati netaknuti tokom iskrvarenja, osim u slučajevima klanja u skladu sa vjerskim obredima; tokom skidanja kože mora se spriječiti kontakt između spoljašnje strane kože i trupa, a osoblje i oprema koji dolaze u kontakt s spoljašnjom stranom kože, ne smiju dodirivati meso; spriječiti ispadanje sadržaja digestivnog trakta u toku i nakon vađenja unutrašnjih organa i obezbijediti da se vađenje unutrašnjih organa završi u što kraćem roku, bez odlaganja; spriječiti dodir trupa mlijekom i kolostrumom prilikom uklanjanja vimena.

Post mortem pregled

Subjekat poslovanja koji obavlja djelatnost klanja dužan je da obezbijedi odgovarajuće uslove za pregled životinja poslije klanja (*post mortem* pregled) u skladu sa propisima. Djelovi zaklane životinje do završetka *post mortem* pregleda moraju biti: označeni tako da je vidljiva njihova pripadnost određenom trupu; odvojeni od drugih trupova, unutrašnjih organa i jestivih nusproizvoda, uključujući i već pregledane nakon klanja. Ukoliko nema vidljivih patoloških promjena, polni organ se odmah uklanja. Koža zaklanih životinja se mora potpuno skinuti s trupa i drugih dijelova tijela namijenjenih ishrani ljudi osim kod svinja, ovčijih, kozjih i telećih glava, njuški i usana goveda, kao i govedih, ovčijih i kozjih nogu, kojima se mora rukovati na način kojim se sprečava kontaminacija ostalog mesa. Ako se svinjama ne skida koža, čekinja se moraju ukloniti bez odlaganja uz svođenje na minimum rizika od kontaminacije mesa vodom za šurenje. U postupku skidanja čekinja mogu se koristiti samo odobreni aditivi, nakon čega se svinje moraju dobro isprati vodom za piće. Trupovi ne smiju biti kontaminirani fekalijama.

Postupak nakon post mortem pregleda

Nakon *post mortem* pregleda: tonzile goveda, svinja i kopitara moraju se ukloniti na higijenski način; dijelovi koji su nepodesni za ishranu ljudi moraju se odmah ukloniti iz čistog dijela objekta; zadržano meso ili meso koje je proglašeno nepodesnim za ishranu ljudi i nejestivi nusproizvodi moraju se držati odvojeno, kako ne bi došli u dodir s mesom podesnim za ishranu ljudi; Nakon *post mortem* pregleda, meso se mora propisno skladištiti. Radi dalje obrade ili prerade: želuci se moraju ošuriti i očistiti; crijeva se moraju isprazniti i očistiti; sa glava i nogu mora se skinuti koža, ili se moraju

ošuriti i skinuti im se dlake i čekinje. Ukoliko je objekat odobren za klanje različitih vrsta životinja ili za obradu trupova divljači i divljači iz uzgoja, moraju se preduzeti mjere vremenskog ili prostornog odvajanja radnih postupaka na različitim vrstama životinja radi sprečavanja unakrsne kontaminacije. Ako klanica ne raspolaže prostorijama, prostorom i opremom koji su isključivo namijenjeni za klanje bolesnih ili na oboljenje sumnjivih životinja i koji se mogu zaključavati, prostorije, prostori i oprema koji se koriste za klanje tih životinja moraju se očistiti, oprati i dezinfikovati pod nadzorom veterinarskog inspektora prije početka klanja drugih životinja.

Zahtjevi za objekte za rasijecanje mesa papkara i kopitara

Subjekt poslovanja može obavljati djelatnost rasijecanja mesa papkara i kopitara samo u objektima koji: su izgrađeni na način kojim se sprečava kontaminacija mesa obezbjeđenjem kontinuiranog toka radnih postupaka ili razdvajanjem različitih proizvodnih partija; imaju prostorije za odvojeno skladištenje upakovanog i neupakovanog mesa; imaju prostorije za rasijecanje sa opremom koja obezbjeđuje ispunjavanje rasijecanja mesa; imaju opremu za pranje ruku koju koristi osoblje koje rukuje neupakovanim mesom sa slavina koje sprečavaju kontaminaciju; imaju opremu za pranje, čišćenje i dezinfekciju pribora, snabdjevenu vrućom vodom od najmanje 82 °C, ili drugi odgovarajući sistem sa istim efektom.

28.8.2.1.4. Temperaturni zahtjevi za skladištenje i transport mesa papkara i kopitara

Nakon *post mortem* pregleda meso se u klanici mora ohladiti tako, da se u svim djelovima mesa postigne temperatura od najviše 3 °C za jestive nusproizvode i 7 °C za ostalo meso. Meso se mora rashladiti i postići temperaturu i održavati na toj temperaturi tokom skladištenja i transporta. Meso namijenjeno zamrzavanju mora se zamrznuti bez nepotrebnog odlaganja nakon perioda stabilizacije, kada je to neophodno. Neupakovano meso mora se skladištiti i transportovati odvojeno od upakovanog mesa.

28.8.5. Posebni zahtjevi za meso živine i lagomorfa

Zahtjevi za transport živih životinja u klanicu

Subjekt poslovanja koji obavlja djelatnost transporta živih životinja (živine i lagomorfa) u klanicu dužan je da: tokom sakupljanja i tranzita životinja obezbijedi pažljivo postupanje sa životinjama radi izbjegavanja nepotrebnog uznemiravanja; životinje koje pokazuju simptome bolesti ili potiču iz jata za koje se zna da je zaraženo uzročnicima koji ugrožavaju zdravlje ljudi i životinja, transportuje do klanice samo uz prethodno odobrenje nadležnog organa; obezbijedi da su kavezi u kojima se isporučuju životinje do klanice, izrađeni od nerđajućeg materijala, laki za čišćenje i dezinfekciju. Odmah nakon praznjenja, prije ponovne upotrebe, sva oprema koja je korišćena za sakupljanje i isporuku živih životinja mora se očistiti, oprati i dezinfikovati. Klanice moraju imati obezbijeđene posebne, odvojene prostorije, prostore ili opremu koja se može zaključavati, sa obezbijeđenim temperaturnim režimom održavanja, za skladištenje zadržanog mesa kao i mesa koje je ocijenjeno kao nepodesno za ishranu ljudi. Klanica mora imati obezbijeđen odvojeni prostor sa odgovarajućom opremom za čišćenje, pranje i dezinfekciju opreme u kojoj se transportuju životinje (kavezi) i transportnih sredstava za transport životinja.

Higijena u procesu klanja živine i lagomorfa

Subjekt poslovanja dužan je da obezbijedi odgovarajuće uslove za pregled životinja prije klanja (*ante mortem* pregled) u skladu sa propisom kojim je uređena kontrola hrane životinjskog porijekla. Radi sprečavanja kontaminacije mesa, omamljivanje, iskrvarenje, uklanjanje perja, skidanje kože ili

šurenje, vađenje unutrašnjih organa i drugi postupci obrade vrše se bez odlaganja, uz preduzimanje mjera za sprečavanje ispadanja sadržaja digestivnog trakta u toku i nakon vađenja unutrašnjih organa. Subjekt poslovanja koji obavlja djelatnost klanja dužan je da obezbijedi odgovarajuće uslove za pregled životinja poslije klanja (*post mortem* pregled) u skladu sa propisom kojim je uređena kontrola hrane životinjskog porijekla.

Postupak nakon post mortem pregleda

Nakon *post mortem* pregleda: djelovi koji su nepodesni za ishranu ljudi, moraju se odmah ukloniti iz čistog dijela objekta; zadržano meso ili meso koje je proglašeno nepodesnim za ishranu ljudi i nejestivi nusproizvodi moraju se držati odvojeno, kako ne bi došli u kontakt s mesom podesnim za ishranu ljudi; unutrašnji organi ili djelovi unutrašnjih organa koji ostaju u trupu, osim bubrega, moraju se odmah odstraniti u potpunosti osim, ako nadležni organ prethodno odobri da se ne odstranjuju. Nakon pregleda i vađenja unutrašnjih organa, zaklane životinje se moraju očistiti bez odlaganja i rashladiti na temperaturi od najviše 4 °C. Kada se trupovi hlade potapanjem u vodu, moraju se: preduzeti sve mjere predostrožnosti radi sprečavanja kontaminacije trupova, uzimajući u obzir parametre kao što su: težina trupova, temperatura vode, jačina i smjer protoka vode i vrijeme hlađenja i u potpunosti isprazniti, očistiti i dezinfikovati bazene odnosno opremu, najmanje jednom dnevno, a kad je neophodno i više puta.

28.8.6. Posebni zahtjevi za meso divljači

Lica koja love divljač s ciljem njenog stavljanja u promet za ishranu ljudi, moraju u dovoljnoj mjeri poznavati patologiju divljači, proizvodnju i rukovanje s divljači i mesom divljači nakon lova, kako bi mogli izvršiti početni pregled divljači na licu mjesta. Nakon odstrela, krupnoj divljači se mora izvaditi želudac i crijeva bez odlaganja, i ako je potrebno, izvršiti iskrvarenje. Obučeno lice mora da izvrši pregled trupa i izvađenih unutrašnjih organa što je moguće prije nakon odstrela radi utvrđivanja znakova koji bi mogli ukazati na to da meso predstavlja rizik po zdravlje ljudi. Meso krupne divljači može se staviti u promet samo ako se trup odstrijeljene životinje transportuje do objekta za obradu divljači što je moguće prije nakon pregleda. Unutrašnji organi se moraju poslati uz trup životinje i moraju biti označeni radi utvrđivanja pripadnosti trupu. Kada se tokom pregleda ne utvrde znaci oboljenja, obučeno lice mora uz trup životinje priložiti izjavu kojom potvrđuje datum, vrijeme i mjesto odstrela. Hlađenje mesa divljači mora početi što prije nakon odstrela, tako da se postigne temperatura u dubini mesa od najviše 7 °C osim, ukoliko klimatski uslovi obezbjeđuju odgovarajuće prirodno rashlađivanje. Tokom transporta do objekta za obradu divljači mora se izbjegavati nagomilavanje divljači. Krupna divljač koja je dopremljena u objekat za obradu divljači mora se predati veterinarskom inspektoru na pregled. Meso *sitne divljači* može se staviti u promet samo kada je trup prevezen u objekat za obradu divljači bez odlaganja. Hlađenje mesa divljači mora početi što prije nakon odstrela, tako da se postigne temperatura u dubini mesa od najviše 4 °C, osim ukoliko klimatski uslovi obezbjeđuju odgovarajuće prirodno rashlađivanje. Vađenje unutrašnjih organa mora se izvršiti, bez odlaganja, po dopremanju divljači u objekat za obradu divljači. Sitna divljač koja je dopremljena u objekat za obradu divljači, mora se predati veterinarskom inspektoru na pregled.

28.8.7. Posebni zahtjevi za mljeveno meso, mesne prerađevine i mehanički odvojeno meso

Subjekt poslovanja može obavljati djelatnost proizvodnje mljevenog mesa, mesnih prerađevina ili mehanički odvojenog mesa u objektima koji: su izgrađeni na način kojim se sprečava kontaminacija mesa i proizvoda i obezbjeđuje kontinuirani tok radnih postupaka ili razdvajanje različitih proizvodnih partija, serija ili linija; imaju prostorije za odvojeno skladištenje upakovanog i neupakovanog mesa i proizvoda osim, ako se skladište u različito vrijeme ili na način kojim se obezbjeđuje da materijal za pakovanje i način skladištenja ne mogu predstavljati izvor kontaminacije

mesa ili proizvoda; imaju prostorije opremljene na način kojim je obezbijeđeno ispunjavanje temperaturnih zahtjeva; imaju opremu za pranje, čišćenje i dezinfekciju pribora i alata snabdjevenu vrućom vodom od najmanje 82 °C, ili drugi odgovarajući sistem sa istim efektom; imaju opremu za pranje ruku koju koristi osoblje koje rukuje neupakovanim mesom ili proizvodima sa slavinama izrađenim na način kojim se sprečava kontaminacija. Subjekat poslovanja treba da organizuje obradu mesa na način kojim se sprečava ili svodi na minimum kontaminacija mesa a za proizvodnju koristi samo meso koje se: održava na temperaturi od najviše 4 °C za živinu, 3 °C za jestive nusproizvode i 7 °C za ostalo meso; doprema u prostorije za obradu postupno i prema potrebi. Za proizvodnju mljevenog mesa i mesnih prerađevina može se koristiti samo: zamrznuto i duboko zamrznuto meso koje je odvojeno od kostiju prije zamrzavanja, rashlađeno meso, s tim što se tako dobijeno mljeveno meso mora pripremiti: u roku od najduže tri dana, od klanja živine; u roku od najduže šest dana, od klanja drugih životinja; u roku od petnaest dana, od klanja životinja, u slučaju korišćenja otkošenog, vakumski upakovanog goveđeg i telećeg mesa. Mljeveno meso i mesne prerađevine moraju se odmah nakon proizvodnje upakovati odnosno ambalažirati i rashladiti do temperature od najviše 2 °C za mljeveno meso i 4 °C za mesne prerađevine ili zamrznuti na temperaturi od najviše -18 °C. Ti temperaturni režimi moraju se održavati i tokom skladištenja i transporta. Jednom odmrznuto mljeveno meso, mesne prerađevine i mehanički otkošteno meso (MOM) ne smiju se ponovo zamrzavati.

28.8.8. Posebni zahtjevi za topljenu životinjsku mast i čvarke

Topljena životinjska mast, u zavisnosti od vrste, mora da ispunjava određene norme u pogledu sadržaja slobodnih masnih kiselina (oleinska kiselina), vrijednosti peroksidnog broja, ukupno nerastvorljivih nečistoća, normalan ukus, miris i boju. Čvarci namijenjeni za ishranu ljudi moraju se skladištiti u skladu sa sljedećim temperaturnim zahtjevima: ako su čvarci topljeni na temperaturi od najviše 70 °C, moraju se skladištiti na temperaturi ne višoj od 7 °C, u vremenu od najduže 24h, odnosno na temperaturi ne višoj od -18 °C; ako su čvarci topljeni na temperaturi većoj od 70 °C i imaju sadržaj vlage od 10% (m/m) ili više, moraju se skladištiti na temperaturi ne višoj od 7 °C, u vremenu od najduže 48h, odnosno na temperaturi ne višoj od -18 °C; ako su čvarci topljeni na temperaturi većoj od 70 °C i imaju sadržaj vlage manji od 10% (m/m), posebni temperaturni zahtjevi nijesu potrebni.

28.8.10. Primjena HACCP sistema na klanicama

28.8.10.1. Kritične kontrolne tačke tokom klanja životinja

Dijagram toka postupka klanja goveda je prikazan u tabeli 64.

Tabela 64. Dijagram toka postupka klanja goveda

Procesni koraci
1. Prijem životinja (CCP1)
2. Ante-mortem pregled
3. Depo (boravak u depou) (CCP)
4. Omamljivanje
5. Kačenje za zadnju nogu- dizanje na kolosjek
6. Klanje/iskrvarenje

7. Odsecanje rogova / prednjih nogu(u karpalnim/tarzalnim), dranje kože s glave
8. Skidanje kože
9. Odsijecanje vimena, podvezivanje rektuma
10. Odsijecanje zadnjih nogu
11. Odsijecanje spoljašnjih genitalnih organa
12. Rasijecanje grudne kosti
13. Oslobođanje i podvezivanje jednjaka
14. Odsijecanje glave; Pranje glave, Priprema glave za pregled
15. Post-mortem pregled glave
16. Evisceracija (vađenje) trbušnih organa (CCP3)
17. Evisceracija grudnih organa (CCP4)
18. Post-mortem pregled organa
19. Obrada i razvrstavanje iznutrica
20. Smještaj i hlađenje iznutrica
21. Prihvatanje crevnog kompleta (crevara)
22. Rasjecanje trupa
23. Post-mortem pregled trupa
24. Odstranjivanje kičmene moždine (CCP5)
25. Završno pranje
26. Skladištenje i hlađenje polutki (CCP6)

Biološke opasnosti za zdravstvenu bezbjednost mesa koje se mogu javiti tokom klanja goveda prikazane su u tabeli 65.

Tabela 65. Biološke opasnosti za zdravstvenu bezbjednost mesa koje se mogu javiti tokom klanja goveda

Sirovina/komponenta	Biološka opasnost
Trup/glava/iznutrice	Apscesi, <i>Taenia saginata</i> (<i>Cysticercus bovis</i>)
Gastrointestinalni trakt	<i>Salmonella</i> spp., <i>E. coli</i> O157:H7, <i>Clostridium</i> spp.
Koža	Mikrobiološke opasnosti koje potiču od kontaminacije kože fecesom i nečistoćama, npr: <i>Salmonella</i> spp., <i>E. coli</i> O157:H7, <i>Clostridium</i> spp.
Vime (krave)	Mikrobiološke opasnosti koje potiču od kontaminacije mlijekom iz oboljelog vimena, npr: <i>Staphylococcus aureus</i>

SRM (specifično rizičan materijal)	Prioni

28.8.11. Procjena mikrobioloških rizika pri prodaji rasječenog neupakovanog pilećeg mesa

Pileće meso se u prodavnicama prodaje rasječeno na osnovne djelove (pileće grudi, batac sa ili bez karabataka, krila, leđa, vratovi). Praksa u neupakovanoj, rinfuznoj prodaji je da se pileće meso doprema u maloprodajni objekat u zbirnom plastičnom pakovanju od 5 kg. Osnovni rasječeni djelovi pilećeg mesa se zatim od strane samih radnika vade iz zbirnog pakovanja i prebacuju u lodne u prodajnim rashladnim vitrinama. Meso tako postaje izloženo mikroambijentu maloprodajnog objekta i dolazi u kontakt sa rukamaradnika, alatom i opremom. Kako bi se procijenio mikrobiološki rizik koji postoji pri prodaji rasječenog neupakovanog pilećeg mesa, uzimaju se brisevi, tokom rada sa ruku radnika, noža, hvataljki za meso, kesa kojima radnici uzimaju meso, zatim sa lodni u kojima se meso izlaže tokom prodaje u rashladnim vitrinama, kao i sa plastičnih (PVC) daski, na kojima se meso rasijeca. U brisevima se ispituje prisustvo mikroorganizama: koagulaza pozitivne stafilokoke, *E. coli*, fekalne streptokoke, *Salmonella* spp., sulfitoreredukujuće klostridije i određivan je ukupan broj aerobnih kolonija. Interpretacija rezultata, okarakterisanje nekog rezultata kao odgovarajućeg ili neodgovarajućeg, je rađeno preko uspostavljenih limita → da prisustvo patogenih bakterija nije dozvoljeno na površini od 1 cm², dok ukupan broj bakterija ne smije biti veći od 100 na 1 cm² zasijane površine odgovarajuće podloge u Petrijevim pločama. Rezultati su pokazali da zbog visokog stepena kontaminacije, plastične kese koje se koriste za usluživanje kupaca u maloprodaji trebalo bi da se izbace iz upotrebe i da se promijeni radna praksa. Preporuka je da se za usluživanje kupaca koriste metalne hvataljke koje bi bile prilagođene namjeni. Sa higijenskog aspekta metal je najpovoljniji materijal jer je bakterijska kontaminacija svedena na najniži stepen; metal je otporan materijal, ne upija mirise i lako se održava. Plastične lodne, u kojima se meso izlaže u prodajnim vitrinama, trebalo bi da budu od metala, ne od plastike, jer se plastika teže sanitira, upija mirise, predstavlja povoljniju podlogu za razvoj mikroorganizama i podložnija je oštećenjima, tako da, sem mikrobiološkog rizika može da se pojavi i fizički rizik po pileće meso u vidu krhotina plastike. Pri manipulaciji sa mesom tokom skladištenja, izlaganja i same prodaje u maloprodajnom objektu postoji mogućnost kontaminacije, tako da je preporučljivo da se rasječeno pileće meso prodaje u originalnim pakovanjima. Na taj način bi se minimalizovao kontakt sa ambijentom maloprodajnog objekta, a sam stepen manipulacije sa mesom od strane radnika bi bio smanjen. Radnik na čijim rukama je ustanovljeno prisustvo koagulaza pozitivnih stafilokoka, trebalo bi da bude upućen navanredni sanitarni pregled. Trebalo bi da se preduzme pojačano čišćenje, pranje isanitacija pribora, alata i opreme koje je taj radnik tokom rada koristio. Ukoliko se pri sljedećoj kontroli ponovo ustanovi prisustvo koagulaza pozitivnih stafilokoka, neophodno je preduzeti dalje mjere upravljanja rizikom.

28.8.12. Kritične tačke u toku proizvodnje sušenih i dimljenih proizvoda su:

- hlađenje mesa,
- rasijecanje trupa na komade određene veličine,
- soljenje i salamurenje (količina soli, trajanje salamurenja, vrsta posude, temperatura...),
- tražanje sušenja i dimljenja,
- čuvanje osušenih i dimljenih proizvoda (slike 58 i 59),
- sanitarno-higijenski uslovi.

U komorama za sušenje i dimljenje mesa moraju se obezbijediti uslovi za kontrolu svih uslova potrebnih za dobro i zdravo sušenje (slika 96.). Zbog toga u konstrukciji komore treba predvidjeti kontrolu temperature, kontrolu vlažnosti i kontrolu strujanja vazduha. Postoje tri načina dimljenja mesa: hladno dimljenje (12-25 °C), toplo dimljenje (40-60 °C), vruće dimljenje (60-80 °C - ponekad i na višim temperaturama).



Slika 96. Sušenje i dimljenje mesa
<https://ribarstari.wordpress.com/tag/hladan-dim-pusnica-pusnica-susenje-mesa/>

28.8.13. HACCP sistem u proizvodnji suve šunke

Proizvodnju suve šunke u prirodnim uslovima je teško kontrolisati, pa takav proizvod može biti nosilac potencijalnih opasnosti po zdravlje potrošača, kao što su botulinusni neurotoksini, mikotoksini i kancerogene materije dima. Zbog velike rasprostranjenosti spora klostridija u prirodi i njihovog prisustva u digestivnom traktu životinja za klanje, uvijek postoji opasnost od kontaminacije mesa tim sporama. Zato moraju biti preduzete mere kojima se može spriječiti stvaranje toksina neproteolitičkog tipa B C. *botulinum*. U proizvodnji šunke, kritične kontrolne tačke (CCP) su: izbor sirovine, usoljavanje, prosoljavanje i sušenje. Kritične granične vrijednosti su: temperatura mesa $<+5^{\circ}\text{C}$, pH mesa $<6,0$, temperature usoljavanja i prosoljavanja $<+5^{\circ}\text{C}$ i temperatura sušenja $<+15^{\circ}\text{C}$.

Dijagram proizvodnje sremske šunke sa označenim kritičnim kontrolnim tačkama je prikazan u tabeli 66.

Tabela 66. Dijagram proizvodnje sremske šunke sa označenim kritičnim kontrolnim tačkama (CCP)

IZBOR SIROVINE (CCP)
RASECANJE I OBRADA BUTOVA
MERENJE/RAZVRSTAVANJE PREMA MASI
PRIPREMA BUTOVA ZA USOLJAVANJE
USOLJAVANJE (CCP) I PRIPREMA SMELE SOLI (utrljavanjem soli u meso)
PROSOLJAVANJE (CCP) (djelovanje soli nakon usoljavanja)
PRANJE I CEVENJE
FINALNA OBRADA BUTOVA
DIMLJENJE
SUŠENJE (CCP)
ZRENJE

Pitanja

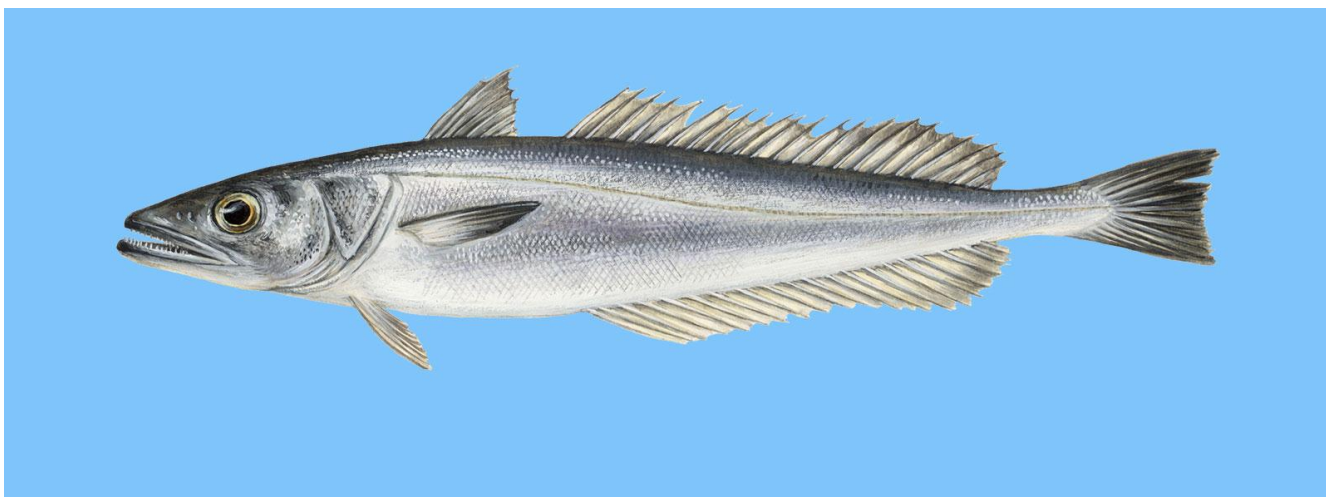
Koje su osnovne osobine mesa? Koje su osnovne osobine proizvoda od mesa? Koje su biološke, hemijske i fizičke opasnosti za zdravstvenu bezbjednost mesa i proizvoda od mesa? Koji su glavni izvori mikroorganizama u mesu? Koje su posljedice aktivnosti mikroorganizama u mesu? Koja je dinamika razmnožavanja mikroorganizama u mesu? Koji faktori utiču na razmnožavanje

mikroorganizama u svježem mesu? Koje su metode za dokazivanje razmnožavanja mikroorganizama u mesu? Koji se procesi odvijaju tokom kvara mesa? Koji su znaci kvara mesa? Koje bakterije izazivaju trovanje mesom? Koje su metode za ubijanje i sprečavanje razmnožavanja mikroorganizama u mesu? Kako djeluju niske, a kako visoke temperature na mikroorganizme mesa i proizvoda od mesa? Kako djeluje sušenje na mikroorganizme mesa i proizvoda od mesa? Kako djeluje soljenje i salamurenje na mikroorganizme mesa i proizvoda od mesa? Kako djeluje dimljenje na mikroorganizme mesa i proizvoda od mesa? Koje su mane mesa? Koji su postupci konzervisanja mesa? Koji su preduslovni programi u proizvodnji mesa? Koje zahtjeve prema Pravilniku o posebnim higijenskim zahtjevima za hranu životinjskog porijekla treba da ispuni subjekt koji vrši klanje životinja (podaci o lancu ishrane, posebni zahtjevi u cilju sprečavanja kontaminacije mesa papkara i kopitara, zahtjevi higijene u procesu klanja, priprema mesa za pregled, zahtjevi za objekte za rasijecanje mesa papkara i kopitara, temperaturni zahtjevi za skladištenje i transport mesa papkara i kopitara, posebni zahtjevi za mljeveno meso, mesne prerađevine i mehanički odvojeno meso, posebni zahtjevi za topljenu životinjsku mast i čvarke, posebni zahtjevi za meso živine i lagomorfa, posebni zahtjevi za meso divljači)? Koje su kritične kontrolne tačke u proizvodnji mesa i proizvoda od mesa, kontrolne mjere, postupci monitoringa, korektivne mjere i metode verifikacije? Koje su kritične kontrolne tačke tokom klanja goveda? Koji su faktori rizika od mikrobiološke kontaminacije neupakovanog svježeg pilećeg mesa u komadima? Koje su kritične kontrolne tačke u toku proizvodnje sušenih i dimljenih proizvoda od mesa? Kako se sprovodi HACCP sistem u proizvodnji suve šunke?

29. PREDUSLOVNI PROGRAMI I HACCP U PROIZVODNJI RIBE I ŠKOLJKI

29.1. Vrste ribe

Postoji oko 30.000 vrsta riba, od kojih su u ishrani ljudi od privrednog značaja oko 50 vrsta, koje se love u većim količinama. Morska riba se lovi u većim količinama u odnosu na rečnu ribu, mada se u nekim zemljama, kao što je SAD više konzumira rečna riba. Od **morskih riba** koje se koriste u ishrani, najznačajnije su oslić (*Merluccius merluccius*, slika 97.), bakalar (*Gadus morhua*), list (*Solea vulgaris*), škarpina (*Scorpaena scrofa*), zubatac (*Dentex dentex*), cipal bataš (*Mugil cephalus*), arbun (*Pagellus erythrinus*), inćun (*Engraulis encrasicolus*), haringa (*Clupea harengus*), sardina (*Sardina pilchardus*), palamida (*Sarda sarda*), tuna (*Thunnus thynnus*), raža (kamenica, *Raja clavata*), lubin (brancin, *Dicentrarchus labrax*) i dr. **Oslić** (*Merluccius merluccius*) ima izduženo i vretenasto tijelo. Najčešće je sivozelenkaste boje. Procječna lovna dužina mu je 20-60 cm. Ima velika usta i veoma oštre zube. Tijelo mu je prekriveno nježnim krljuštima. Na tržištu se može naći svjež, dimljen, salamuren ili konzervisan oslić. Oslić se hrani manjom ribom, račićima i dr. Živi u dubljim morima, uključujući Mediteransko i Jadransko. Meso je bijele boje, ukusno, mekano, sočno i lako svarljivo, pa se zato preporučuje i u ishrani bolesnika.



Slika 97. Oslić (*Merluccius merluccius*)
<https://guiapescado.wwf.pt/species/pescada/>

Bakalar (*Gadus morhua*, slika 98.) se tradicionalno koristi na Mediteranu. Glavna staništa bakalara su hladna mora, sjeverni Atlantik, mora uz obale Norveške, Baltika i dr. Postoje tri vrste bakalara, atlantski, pacifički i grenlandski. Riba je sivosmeđe boje sa tamnim pjegama i bijelim trbuhom, izdužene glave i jake vilice. Najčešće se lovi veličine 60-70 cm. Koristi se i za proizvodnju konzervi, a od ikre se dobija riblje ulje koje je odličan izvor vitamina E, D, A, omega-3 masnih kiselina. U ishrani je naročito cijenjen sušeni i soljeni bakalar. Njegovo meso ima blag ukus i odličan je izvor proteina i masnih kiselina značajnih za izgradnju ćelijskih membrana.



Slika 98. Bakalar (*Gadus morhua*)
<https://www.britannica.com/animal/cod-fish-Gadus-species>

Od **rječnih vrsta** riba najznačajnije su jesetre (familija *Acipenseridae*; to su uglavnom migratorne vrste koje uobičajeno žive u morima; jedino za vrijeme mriješćenja dolaze u slatke vode; izuzetak je kečiga (*Acipenser rhutus*) koja cio život provodi u slatkim vodama); moruna (*Huso huso*), pastrmke (familija *Salmonidae*): potočna pastrmka (*Salmo trutta morpha fario*, slika 99.), jezerska pastrmka (*Salmo trutta morha lacustris*), kalifornijska pastrmka (*Salmo gairdneri*), losos: evropski (*Salmo salar*), kraljevski (*Oncorhynchus tshawyscha*, crveni (*Oncorhynchus nerka*), ružičasti (*Oncorhynchus gorbusha*); šaranske ribe (familija *Cyprinidae*): šaran-krap (*Cyprinus carpio*); karaš (*Carassius carassius*), mrena (*Barbus barbus*), klijen (*Leuciscus cephalus*), bijeli amur

(*Ctenopharyngodon idella*), ukljeva (*Alburnus alburnus*), deverika (*Abramis brama*), skobalj (*Chondrostoma nasus*), štika (*Esox lucius*, familija *Esocidae*), somovi (familija *Siluridae*), som (*Silurus glanis*), jegulje (familija *Anguillidae*): rječna jegulja (*Anguilla anguilla*), grgeči (familija *Percidae*): najznačajniji predstavnik je smuđ (*Stizostedion lucioperca*), bijeli tolstolobik (*Hypophthalmichthys molitrix*), sivi tolstolobik (*Aristichthys nobilis*) i dr. Pastrmke su ribe grabljivice. Potočna pastrmka može da dostigne dužinu 25-45 cm i tjelesnu masu 1-2 kg. Meso je bijelo, nježno i vrlo ukusno. Najčešća dužina jezerske pastrmke pri ulovu je 35-40 cm i tjelesne mase 0,5-3 kg. Meso je crvene boje i sadrži veliku količinu masti. Ukoliko se promijene životni uslovi, potočna pastrmka može da pređe u jezersku i obrnuto.



Slika 99. Potočna pastrmka (*Salmo trutta morpha fario*)
<https://en.wikipedia.org/>

Losos je veoma kvalitetna i tražena riba. Meso mu je slabo do jače ružičaste boje, a za vrijeme mrešćenja postaje tamnije crveno. Losos živi u rijekama, odlazi u more, a zatim se vraća u rijeku zbog mrešćenja, gdje ostaje do kraja života.

Glavonošci, glavatice (*Cephalopoda*) su dobile ime po tome što se njihovi kraci, odnosno lokomotorni organi nalaze na glavi. Traženi su kao hrana. Najznačajniji su: hobotnica (*Octopus vulgaris*), lignja (*Loligo vulgaris*), lignjica (*Loligo media*), sipa (*Sepia officinalis*). **Rakovi** su zglavkari koji žive u slatkoj ili morskoj vodi i dišu na škrge. Tijelo im se nalazi u ljušturi. Imaju pet pari nogu, od kojih se prvi par završava makazama (klijestima). Na osnovu broja segmenata u repu dijele se na kratkorepe i dugorepe. Najznačajniji dugorepi rakovi su hlap, jastog, škamp, potočni rak i kozica, a od kratkorepih najznačajniji predstavnici su rakovica, kosmej i račnjak. Za ishranu ljudi koriste se i neki morski **puževi** (puzlatka, volak, ugrc, prilepak i dr.) i kopneni puževi (veliki vinogradnjak, smeđi hrapavac, živični puž). Od školjki se u ishrani koriste kamenica (ostriga, *Ostrea edulis*), dagnja (*Mytilus galloprovincialis*), bijela dagnja (*Mytilis barbatus*), prstac, datul (*Lithodomus lithophagus*), kapica, srčanka (*Cardium edule*), rumenka (*Meretrix chione*).

Riba se najčešće lovi uz pomoć mreža ili udice. Riba koja u toku lova brzo uquine i nije izmorena u toku lova, boljeg je kvaliteta, zato što kod nje sporije nastupa *rigor mortis*. Duže zadržavanje ulovljene uginule ribe u vodi dovodi do njenog bržeg kvarenja. U toku vađenja ribe iz vode treba biti pažljiv, da ne bi došlo do njenih mehaničkih oštećenja. Vađenje ribe treba da bude što brže, naročito u toplim vodama (20-28 °C), jer se u njima brže razmnožavaju mikrorganizmi. Riba i školjkaši su često izvor bolesti izazvanih hranom.

29.2. Patogeni mikroorganizmi koji se mogu naći u ribi

Patogeni mikroorganizmi koji se mogu naći u ribi potiču iz vodene sredine u kojoj riba živi (*C. botulinum* tip E i neproteolitički tipovi B i F, *Vibrio spp.*, *A. hydrophila*, *Plesiomonas shigelloides*),

neki se mogu naći u ribi (*Listeria monocytogenes*, *C. botulinum*, proteolitički tipovi A i B, *C. perfringens*, *Bacillus spp.*) ili su porijeklom od životinja i ljudi (*Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*). *Vibrio* vrste se češće nalaze u toplim vodama. Najveću opasnost pri pakovanju u anaerobnim uslovima predstavlja *C. botulinum* tip E i neproteolitički tip B, kao i *Listeria monocytogenes*. Opasnost od patogenih bakterija se kontroliše odgovarajućom toplotnom obradom, držanjem ribe na niskim temperaturama i sprečavanjem postprocesne unakrsne kontaminacije.

29.3. Higijena proizvodnje ribe

Riba se na tržište može naći živa (drži se u vodi), ohlađena (drži se na ledu - poledena), ohlađena u vakuum pakovanju ili u pakovanju u modifikovanoj atmosferi (MAP) i zamrznuta. Higijenski ispravna i kvalitetna riba se može dobiti ako se sa njom od momenta ulova pa sve do prodaje postupaju pažljivo i stručno. Oprema i pribor koji se koriste nakon ulova ribe ne smiju dovesti do kontaminacije ribe. Voda za pranje ribe mora biti higijenski ispravna. Na održivost svježe ohlađene ribe utiče mnogo faktora, premortalnih i postmortalnih. Premortalni faktori su mikrobiološka ispravnost i temperatura vode iz koje je riba izlovljena, gladovanje ribe prije izlova, postupci sa ribom u toku i poslije izlova, načina i dužine transporta. Postmortalni faktori obuhvataju omamljivanje, iskrvarenje, uklanjanje krljušti i sluzi, evisceraciju i pranje. Stepenn kontaminacije ribe tokom obrade može da se smanji sprovođenjem principa dobre proizvođačke i dobre higijenske prakse. Od velikog značaja je da se obrada ribe sprovodi brzo, bez nepotrebnog zadržavanja. Nakon obrade ribu treba odmah polediti, tj. izmiješati sa ledom od vode za piće (najbolje je sa ljuspicama leda). U prostorijama za čuvanje poledene ribe temperatura treba da bude 0 °C. Pakovanje ima veoma značajnu ulogu u očuvanju zdravstvene bezbjednosti i kvaliteta ribe. Vakuumiranjem se izvlači vazduh iz pakovanja, što sprečava rast gram-negativnih bakterija, a favorizuje rast gram-pozitivnih bakterija, laktobacila, pediokoka i *Brochothrix thermospachta*. Takođe mogu da rastu i salmonelle, aeromonas, klostridije, jersinije, listerije. Prema tome, samo vakuumiranje ne obezbeđuje duži period konzervacije, već se to postiže u kombinaciji sa niskim temperaturama koje dodatno sprečavaju ili usporavaju rast bakterija. Iz tih razloga se vakuumirana riba čuva pri temperaturama do +4 °C. Prilikom pakovanja svježe ribe u modifikovanoj atmosferi iz pakovanja se uklanja vazduh i vrši njegova zamjena jednim ili više gasova. Međutim, ni ovo pakovanje samo za sebe ne utiče značajno na konzervaciju proizvoda. Potrebno je da se kombinuje sa hlađenjem na temperaturi do 3 °C. Za pakovanje u modifikovanoj atmosferi najčešće se koristi smjesa ugljendioksida, azota i kiseonika u različitom procentualnom odnosu. Kiseonik podstiče rast aerobnih, a sprečava rast striktnih anaerobnih bakterija, ugljendioksid sprečava rast mikroorganizama u logaritamskoj fazi rasta i produžava im lag fazu rasta, a azot inhibira rast aerobnih mikroorganizama, na taj način što istiskuje kiseonik u pakovanju. Kiseonik ubrzava proces oksidacije masti (užeglost), a azot ga usporava. Osim bakterija i njihovih toksina, riba može da sadrži i biogene amine, od kojih je najznačajniji skombrotoksin (histamin), naročito često prisutan u plavoj morskoj ribi kao što su skuša i haringa. Opasnost po zdravstvenu bezbjednost može da predstavlja i materijal za pakovanje, ukoliko nije atestiran i sadrži alergene. Takođe treba voditi računa i o sprečavanju fizičkih opasnosti kao što su prisustvo metala, plastike, kostiju i dr. Osnovni cilj uvođenja HACCP koncepta je stavljanje pod kontrolu bioloških, hemijskih i fizičkih štetnih agenasa koji mogu da budu opasni po zdravlje ljudi. Hladno dimljenje se najčešće izvodi na temperaturi od 30 °C do 40 °C, a vruće dimljenje na temperaturi od 80 °C do 90 °C.

29.4. Pravilnik o posebnim higijenskim zahtjevima za hranu životinjskog porijekla

Brod koji se koristi za sakupljanje odnosno izlovljavanje proizvoda ribarstva ili za njihovu obradu i preradu treba da ispunjava određene zahtjeve u pogledu konstrukcije i opreme. Oni moraju biti konstruisani na način kojim se sprečava kontaminacija proizvoda ribarstva vodom sa dna broda,

otpadnim vodama, dimom, gorivom, uljem, masnoćom ili drugim nepoželjnim materijama. Površine s kojima proizvodi ribarstva dolaze u dodir moraju biti izrađene od odgovarajućeg glatkog, nekorozivnog, netoksičnog materijala, koji se lako čisti, pere, i dezinfikuje. Dovod vode koja se koristi prilikom radnih operacija s proizvodima ribarstva se mora nalaziti na mjestu na kojem je onemogućena kontaminacija vode. Brod koji je opremljen za čuvanje svježih proizvoda ribarstva duže od 24h mora imati odgovarajuće prostore, bazene i rezervoare za čuvanje proizvoda ribarstva u higijenskim uslovima i na propisanoj temperaturi; voda koja nastaje otapanjem leda ne smije da ostane u kontaktu sa proizvodima. Na brodu koji je opremljen za hlađenje proizvoda ribarstva u ohlađenoj čistoj morskoj vodi, bazeni moraju imati uređaje za postizanje ujednačene temperature u cijelom bazenu. Tim uređajima se mora postići brzina hlađenja kojom se obezbjeđuje da mješavina proizvoda ribarstva i čiste morske vode postigne temperaturu do najviše 3 °C do 6h nakon utovara i ne više od 0 °C nakon 16h. Brod-hladnjača mora da ima opremu za zamrzavanje za brzo snižavanje temperature do najviše -18 °C u središtu proizvoda. Skladišni prostori moraju biti opremljeni uređajem za bilježenje temperature sa senzorom postavljenim u dijelu prostora gdje je temperatura najviša. Brod-fabrika mora da ima prostor za prihvatanje proizvoda ribarstva koji može lako da se pere i u kojima će proizvodi biti zaštićeni od sunca, vremenskih nepogoda i izvora kontaminacije; radne prostore za higijensku pripremu, preradu i skaldištenje proizvoda ribarstva; poseban prostor za skladištenje otpada; mjesto za skladištenje materijala za pakovanje i ambalažiranje; opremu za pranje ruku osoblja sa slavinama kojima se sprečava kontaminacija proizvoda. Za ispiranje proizvoda ribarstva može se koristiti samo voda za piće. Proizvodima ribarstva mora se rukovati na način kojim se sprečava njihovo oštećenje. Lica koja rukuju proizvodima ribarstva mogu da koriste šiljasti pribor za manipulaciju sa velikim ribama ili ribama koje bi ih mogle povrijediti, ali tako da ne oštete meso proizvoda. Proizvodi ribarstva, osim onih koji se čuvaju živi, moraju se rashladiti u što kraćem roku nakon ulova. Led koji se koristi za hlađenje proizvoda mora biti napravljen od vode za piće. Jetra i ikra moraju da se čuvaju na ledu, na temperaturi približnoj temperaturi topljenja leda, ili se moraju zamrznuti. Zamrzavanje cijele ribe u slanom rastvoru (salamuri) radi konzerviranja mora se izvršiti na temperaturi od najviše -9 °C. Salamura ne smije biti izvor kontaminacije proizvoda. Subjekat koji vrši istovar proizvoda ribarstva s broda na kopno mora da obezbijedi da oprema za istovar koja dolazi u dodir s proizvodima ribarstva bude od materijala koji se lako čisti i dezinfikuje i da spriječi kontaminaciju proizvoda – tako što će istovar obaviti brzo i proizvode skladištiti u odgovarajući prostor na propisanoj temperaturi. U objektu u kojem se vrši promet proizvoda ribarstva moraju se obezbijediti posebne prostorije i oprema za hladno skladištenje proizvoda u higijenskim uslovima i posebnu prostoriju za potrebe veterinarske inspekcije. Prostorije moraju da budu dobro osvijetljene u cilju obavljanja efikasnih kontrola. Subjekat je dužan da obavijesti nadležni organ o vremenu i mjestu istovara proizvoda. Postupci kao što su odsijecanje glave i vađenje unutrašnjih organa moraju se sprovoditi na higijenski način i temeljno isprati vodom za piće; postupci kao što je filetiranje ili rezanje na komade moraju se obavljati na način da se spriječi kontaminacija i ambalažirati i rashladiti što je moguće prije nakon pripreme. Objekti na kopnu u kojima se zamrzavaju proizvodi ribarstva moraju imati odgovarajuću opremu. Proizvodi koji se moraju zamrzavati na temperaturi ne višoj od -20 °C u svim djelovima proizvoda najmanje 24h su proizvodi ribarstva koji se konzumiraju sirovi ili gotovo sirovi, zatim proizvodi od haringe, skuše, papaline, divljeg lososa iz Atlantskog i Tihog okeana, marinirani i soljeni proizvodi ribarstva ako postupak prerade nije dovoljan za uništavanje larvi nematoda. Subjekat koji kuva rakove i mekušce mora da obezbijedi da se proizvodi nakon kuvanja brzo ohlade; voda koja se koristi u tu svrhu mora biti voda za piće; hlađenje se vrši dok se ne postigne temperatura približna temperaturi topljenja leda; ljuske ili ljuštore moraju se ukloniti na higijenski način, ako se te radnje obavljaju ručno, osoblje mora posebno obratiti pažnju na higijenu ruku; nakon uklanjanja ljuske ili ljuštore, kuvani proizvodi se moraju odmah zamrznuti ili što je moguće prije ohladiti do potrebne temperature.

Zdravstveni zahtjevi za proizvode ribarstva

Subjekt može da stavi u promet samo proizvode ribarstva koji, pored propisanih mikrobioloških kriterijuma, ispunjavaju sljedeće zahtjeve: da je izvršen organoleptički pregled proizvoda ribarstva radi utvrđivanja ispunjenosti kriterijuma svježine; da količina histamina ne prelazi propisane dozvoljene granice; da neprerađene proizvode ribarstva stavi u promet samo ako se hemijskim ispitivanjem utvrdi da nijesu prekoračene granice koje su utvrđene za TVB-N (Total Volatile Basic Nitrogen) ili TMA-N (Trimethylamine Nitrogen); da je izvršen pregled proizvoda ribarstva na prisustvo parazita, da se proizvodi ribarstva dobijeni od otrovnih riba iz porodica *Tetraodontidae*, *Molidae*, *Diodontidae* i *Canthigasteridae* ne smiju staviti u promet; da se proizvodi ribarstva koji sadrže biotoksine kao što su ciguatoksini ili toksine koji parališu mišiće ne smiju staviti u promet; proizvodi ribarstva dobijeni od školjki, bodljokožaca, plaštaša i morskih puževa mogu se staviti u promet samo ako ispunjavaju određene zahtjeve. Subjekt poslovanja koji skladišti proizvode ribarstva mora obezbijediti: da se svježi proizvodi ribarstva, odmrznuti, neprerađeni proizvodi ribarstva, kuvani i ohlađeni proizvodi od rakova i mekušaca održavaju na temperaturi koja je približna temperaturi topljenja leda; da se zamrznuti proizvodi ribarstva moraju čuvati na temperaturi koja u svim djelovima proizvoda iznosi najviše -18 °C. Cijele ribe zamrznute u salamuri i namijenjene proizvodnji konzervirane hrane mogu se čuvati na temperaturi do -9 °C; proizvodi ribarstva koji se čuvaju živi, moraju se održavati na temperaturi na način koji ne utiče štetno na bezbjednost hrane i održivost i vitalnost proizvoda.

29.5. HACCP sistem u proizvodnji dimljene pastrmke

Opis proizvoda – hladno dimljenog fileta pastrmke je prikazan u tabeli 67.

Tabela 67. Opis proizvoda - hladno dimljenog fileta pastrmke (Mandić i sar. 2018.)

NAZIV PROIZVODA	DIMLJENA PASTRMKA
NAZIV GRUPE PROIZVODA	Hladno dimljena riba, vakuum pakovana
NAMJENA I NAČIN UPOTREBE	Za sve kategorije potrošača (osim alergičnih na ribu); Proizvod je spreman za upotrebu.
SASTAV	Filet kalifornijske pastrmke (<i>Oncorhynchus mykiss</i>), so, začini
SENZORNA SVOJSTVA	Koža je neoštećena i metalnog sjaja. Meso ne pokazuje znakove sušenja (dehidraciju), ima karakterističnu boju, miris i ukus dimljene ribe, suvo je i čvrste konzistencije. Fileti ne sadrže ostatke nejestivih dijelova (kostiju).
TEHNOLOŠKI POSTUPAK PROIZVODNJE	Pastrmka se vadi iz prihvatnih bazena, mjeri masa, ubacuje u pogon za preradu. U pogonu se riba kolje, eviscerira i pere, a zatim se fileтира, salamuri i hladno dimi. Nakon dimljenja fileti se narezuju, vakuumiraju i skladište u komori do otpreme.
PAKOVANJE	Primarno pakovanje: vakuum kese, kutije. Transportno pakovanje: kartonska kutija.
USLOVI SKLADIŠTENJA	Komore sa temperaturnim režimom od 0-4 °C ili -18 °C.
USLOVI TRANSPORTA	Prevozno sredstvo koje posjeduje rashladni sistem za postizanje temperature transporta od 0-4 °C ili -18 °C.
ROK UPOTREBE	30 dana od dana proizvodnje za proizvod ili 12 mjeseci za zamrznut proizvod.

UPUTSTVO ZA UPOTREBU	Nije potrebna termička obrada. Proizvod držati u frižideru I upotrijebiti do 3 dana nakon otvaranja pakovanja
HEMIJSKI I MIKROBIOLOŠKI PARAMETRI	Dozvoljen sadržaj štetnih materija: - Pb max 0.3 mg/kg, Cd max 0.05 mg/kg, Hg max 0.5 mg/kg, As max 2,0 mg/kg, suma dioksina: max 3.5 pg/g vlažne mase, suma dioksina i PCB: max 6,50 pg/g vlažne mase, suma PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 i PCB 180: max 75ng/g vlažne mase, benzo(a)piren max 2.0 µg/kg, suma benzo(a)pirena, benzo(a)antracena, benzo(b) fluorantana i krizena 12,0µg/kg, policiklični aromatski ugljiovodici (PAH) 2,0µg/kg (<i>Pravilnik o maksimalno dozvoljenim količinama za određene kontaminante u hrani (Službeni glasnik BiH, br. 68/14)</i>) Mikrobiološki kriterijumi: - *<i>Salmonella</i> spp 0 u 25g, <i>L. monocytogenes</i> 0 u 25 g, sulforedukujuće klostridije M=10 cfu/g, koagulaza pozitivne stafilokoke M=10 cfu/g, aerobne mezofilne bakterije m=100 cfu/g do M=1000 cfu/g, (<i>Smjernice o mikrobiološkim kriterijima za hranu (Agencija za bezbjednost hrane BiH, 2013 ,Pravilnik o mikrobiološkim kriterijumima za hranu, Službeni glasnik BiH, br. 11/13)</i>)

Dijagram toka proizvodnje hladnog fileta pastrmke je prikazan u tabeli 68:

Tabela 68. Dijagram toka proizvodnje hladnog fileta pastrmke - redosljed tehnoloških operacija (Mandić i sar. 2018)

Dovoz ribe
Prijem žive ribe u bazene
Odmor ribe
Vađenje ribe iz bazena
Vaganje ribe
Ubacivanje ribe u pogon
Klanje ribe
Iskrvarenje ribe (riješiti otpadne vode)
Čišćenje ribe (riješiti konfiskat)
Sapiranje (riješiti otpadne vode)
Poleđivanje ribe (kvalitet leda)
Odležavanje ribe na 0-4 °C
Odsijecanje glave (konfiskat)
Filetiranje (konfiskat)
Sapiranje (konfiskat)
Stavljanje u kašete –sanduke (plastični)
Salamurenje
Cijeđenje
Hladno dimljenje do 30 °C
Hlađenje do +4 °C
Slaganje u plastične kašete
Hladno skladištenje do +4 °C
Uređivanje fileta (konfiskat)
Slajsanje (konfiskat)
Slaganje na tacne i vaganje (tacne)
Vakumiranje (vakum kese)
Zamrzavanje na -30 °C (može, ali ne mora)
Pakovanje u transportnu ambalažu (kutije)

Hladno skladištenje na +4 °C ili hladno skladištenje na -18 °C
Transport i isporuka

Kontrolne tačke (CP) su: priprema salamure, salamurenje, hladno dimljenje, skladištenje poluproizvoda na +4 °C, skladištenje gotovog proizvoda na +4 °C, zamrzavanje, skladištenje zamrznutog proizvoda na -18 °C, isporuka i transport. Kritične kontrolne tačke (CCP) su: skladištenje eviscerirane i poleđene ribe (Odležavanje ribe na +4 °C), hlađenje dimljenog fileta.

Dio HACCP plana koji se odnosi na prvu kritičnu kontrolnu tačku u proizvodnji hladno dimljenih fileta pastrmke je prikazan u tabeli 69:

Tabela 69. Izvod iz HACCP plana, koji se odnosi na CCP 1 (Mandić i sar. 2018)

CCP/ Korak procesa	Opasnost	Opasnost Kritična granica	Monitoring	Korektivne mjere	Verifikacija
CCP 1 Skladištenje eviscerirane i poleđene ribe	Biološka: Patogeni mikroorganizmi	Temperatura u rashladnim uređajima mora biti 0-4 °C.	Šta: Kontrola temperature u rashladnim uređajima Kako: Očitavanjem sa displeja termometra Kad: 2x dnevno (na početku i na kraju radnog dana) Ko: Član HACCP tima zadužen za kontrolu temperature rashladnih uređaja Zapis: Smjenski izvještaj o temperaturama u prostorijama	-U slučaju odstupanja, član HACCP tima zadužen za kontrolu temperature, podešava temperaturu u komori (ako je moguće). Ukoliko se ne može postići tražena temperatura organizuje se prebacivanje proizvoda u drugu komoru ili hladnjaču dok se ne otkloni uzrok odstupanja. -Vođa HACCP tima identifikuje uzrok odstupanja i uspostavlja mjere za sprečavanje ponavljanja	-Temperature rashladnih komora se automatski očitavaju i bilježe na računaru. -Vođa HACCP tima provjerava temperaturne zapise. -Odsutnost utvrđene opasnosti potvrđuje se laboratorijskim analizama, prema planu uzorkovanja.

				odstupanja. -Ako je uzrok odstupanja kvar opreme, kontaktira se služba održavanja. Plan preventivnog održavanja će se pregledati i, ako je potrebno, izmijeniti. -Vođa HACCP tima donosi ocjenu o upotrebljivosti proizvoda na osnovu promjene temperature proizvoda i vremena provedenog na povišenoj temperaturi, i određuje kako će se sa njim dalje postupati. -Sprovedena korektivna mjera evidentira se u predviđeni obrazac.	

Dio HACCP plana koji se odnosi na drugu kritičnu kontrolnu tačku u proizvodnji hladno dimljenih fileta prikazan je u tabeli 70:

Tabela 70. Izvod iz HACCP plana koji se odnosi na CCP2 (Mandić i sar. 2018)

CP/CCP Korak procesa	Opasnost	Kritična granica	Monitoring	Korektivne mjere	Verifikacija
CCP 2 Hlađenje dimljenog fileta	Biološka: patogeni mikroorganizmi	Temperatura u rashladnim uređajima mora biti 0-4 °C	Šta: Kontrola temperature u rashladnim uređajima Kako: Očitavanjem sa displeja termometra Kad: 2x dnevno (na početku i na kraju radnog dana) Ko: Član HACCP tima zadužen za kontrolu temperature rashladnih uređaja Zapis: Smjenski izvještaj o temperaturama u prostorijama	-U slučaju odstupanja, član HACCP tima zadužen za kontrolu temperature podešava temperaturu u komori (ako je moguće). Ukoliko se ne može postići tražena temperatura organizuje se prebacivanje proizvoda u drugu komoru ili hladnjaču vozila dok se ne otkloni uzrok odstupanja. -Vođa HACCP tima identifikuje uzrok odstupanja i uspostavlja mjere za sprečavanje ponavljanja odstupanja. -Ako je uzrok odstupanja kvar opreme, kontaktira se služba održavanja. Plan preventivnog	-Temperature rashladnih komora se automatski očitavaju i bilježe na računaru. -Vođa HACCP tima projerava temperaturne zapise. -Odsutnost utvrđene opasnosti potvrđuje se laboratorijskim analizama, prema planu uzorkovanja

				održavanja će se pregledati i, ako je potrebno, izmeniti. -Vođa HACCP tima donosi ocjenu o upotrebljivosti proizvoda na osnovu promjene temperature proizvoda i vremena provedenog na povišenoj temperaturi, i određuje kako će se sa njim dalje postupati. -Sprovedena korektivna mjera evidentira se u predviđeni obrazac.	

29.6. Dobra proizvođačka praksa u proizvodnji i sakupljanju školjki

29.6.1. Posebni zahtjevi za proizvodnju i sakupljanje živih školjki propisani Pravilnikom o posebnim higijenskim zahtjevima za hranu životinjskog porijekla

Subjekat poslovanja može da primi u objekat radi stavljanja u promet samo proizvodne partije živih školjki koje prati dokumentacija. Prateća dokumentacija mora da sadrži sljedeće podatke: ime i adresu sakupljača; datum sakupljanja odnosno izlovljavanja; lokaciju proizvodne oblasti opisanu što je moguće detaljnije ili označenu bročanom šifrom; zdravstveni status proizvodne oblasti; vrstu i količinu živih školjki; odredište proizvodne partije i dr. Subjekat poslovanja dužan je da: primijeni tehnike sakupljanja i rukovanja koje ne izazivaju naknadnu kontaminaciju ili veliko oštećenje ljuštura ili tkiva živih školjki i promjene koje mogu da utiču na njihovo prečišćavanje, preradu ili prenos; zaštititi žive školjke od gnječenja, ogrebotina ili vibracija na odgovarajući način; zaštititi žive školjke od izlaganja visokim temperaturama na odgovarajući način; ne vrši ponovno potapanje živih školjki u vodu koja može izazvati dodatnu kontaminaciju. Sredstvo za transport sakupljenih živih školjki mora da ima odgovarajuću opremu kojom se obezbjeđuje njihovo preživljavanje i efikasna zaštita od kontaminacije, kao i odgovarajući odvod za otpadne vode.

29.6.2. Zahtjevi za prenos živih školjki

Subjekt poslovanja koji obavlja djelatnost prenosa živih školjki dužan je da: koristi samo oblasti koje je nadležni organ odobrio za prenos živih školjki, sa jasno označenim granicama obilježenim bovama, stubovima ili nekim drugim fiksnim sredstvom; radi sprečavanja opasnosti od širenja kontaminacije između pojedinih oblasti prenosa da obezbijedi minimalnu udaljenost između različitih oblasti prenosa; da drži žive školjke potopljene u morsku vodu u oblasti prenosa određeni vremenski period koji se utvrđuje na osnovu temperature vode, pri čemu taj period mora trajati najmanje dva mjeseca.

28.6.3. Higijenski zahtjevi za centar za prečišćavanje školjki

Subjekt poslovanja koji obavlja djelatnost prečišćavanja živih školjki dužan je da: žive školjke opere čistom vodom od mulja i drugih nakupljenih nečistoća prije prečišćavanja; uspostavi sistem za prečišćavanje koji omogućava živim školjkama brzo uspostavljanje ishrane putem filtriranja; obezbjeđuje efikasno izlučivanje kontaminenata porijeklom iz otpadnih voda; spriječi ponovnu kontaminaciju i obezbijedi da nakon prečišćavanja školjke ostanu žive i u odgovarajućem stanju za pakovanje, skladištenje i transport prije stavljanja u promet; postupak prečišćavanja živih školjki mora da traje neprekidno dok se ne ispune zdravstveni zahtjevi i propisani mikrobiološki kriterijumi; obezbijedi da rezervoari ili bazeni koje koristi za držanje živih školjki u sistemu za prečišćavanje budu izgrađeni na način koji omogućava protok čiste morske vode, s tim što debljina naslaga živih školjki ne smije spriječiti otvaranje ljuštura tokom prečišćavanja; u bazenu ili rezervoaru za prečišćavanje u kojem je u toku prečišćavanje živih školjki ne drži proizvode ribarstva ili druge morske vrste; obezbijedi da svako pakovanje prečišćenih živih školjki koje se šalje u otpremni centar ima oznaku koja potvrđuje da su žive školjke prečišćene.

29.6.4. Zdravstveni zahtjevi za žive školjke

Subjekt poslovanja može da stavi u promet, za neposrednu ishranu ljudi, samo žive školjke koje pored propisanih mikrobioloških kriterijuma ispunjavaju i sljedeće zahtjeve: imaju organoleptičke karakteristike svojstvene živim i vitalnim školjkama, čistu ljušturu (bez obraštaja i nečistoća) neoštećenih rubova koje se na dodir potpuno zatvaraju i koje imaju normalnu količinu međuljušturane tečnosti; ne sadrže morske biotoksine u propisanim količinama (mjereno u cijelom tijelu ili pojedinačnim jestivim djelovima); biotoksin koji izaziva paralizu – paralitički otrov školjki, biotoksin koji izaziva gubitak pamćenja - amnezijski otrov školjki i dr. Pojedinačna pakovanja živih školjki koje su namijenjene za neposrednu ishranu ljudi moraju biti zatvorena i ostati zatvorena sve do prodaje krajnjem potrošaču. Kamenice se moraju pakovati ili ambalažirati na način da je konkavna strana školjke okrenuta prema dolje.

29.6.5. Identifikaciono označavanje i deklarisanje živih školjki

Deklaracija koja obuhvata i identifikacijsku oznaku mora da bude vodootporna. Pored zahtjeva za identifikacijsku oznaku, deklaracija mora da sadrži sljedeće podatke: vrstu živih školjki (uobičajeni i naučni naziv); datum pakovanja, pri čemu se obavezno navodi dan i mjesec. Izuzetno od propisanih zahtjeva za deklarisanje i označavanje hrane životinjskog porijekla, rok trajanja se može zamijeniti tekstom "ove životinje moraju biti žive u trenutku prodaje". Subjekt poslovanja koji obavlja djelatnost prometa na malo živih školjki, dužan je da deklaraciju sa pakovanja živih školjki čuva najmanje 60 dana nakon dijeljenja sadržaja pakovanja. Subjekt poslovanja koji skladišti i transportuje žive školjke dužan je da obezbijedi temperaturne uslove tokom skladištenja i transporta radi očuvanja bezbjednosti ili vitalnosti živih školjki. Ako su žive školjke upakovane za stavljanje u promet i otpremljene iz otpremnog centra, ne smiju se ponovo potapati u vodu ili prskati vodom.

29.6.6. Kritične kontrolne tačke u proizvodnji morskih plodova

Morski plodovi (ribe, rakovi, školjke i dr.) su posebno osjetljivi na različite zdravstvene opasnosti - kao što su hemijske (teški metali) i biološke (bakterije, virusi, paraziti). Uslovi pod kojima se morski plodovi hvataju, sakupljaju, prerađuju i transportuju predstavljaju velike izazove. HACCP plan za morske plodove je od ključnog značaja za rješavanje ovih problema, kako bi se osigurala njihova zdravstvena bezbjednost. Kritične kontrolne tačke u preradi morskih plodova, tj. ključne faze u kojima se može primijeniti kontrola kako bi se spriječile, eliminisale ili smanjile opasnosti na prihvatljiv nivo su: hvatanje ili sakupljanje (treba obezbijediti da se morski plodovi hvataju i sakupljaju u sredinama bez kontaminacije), termička obrada (treba vršiti provjeru da li su morski plodovi termički obrađeni na temperaturi koja je dovoljna za ubijanje patogenih bakterija); skladištenje na niskim temperaturama (treba održavati odgovarajuće temperature tokom skladištenja, kako bi se spriječio rast bakterija) i dr.

Pitanja

Koje vrste morske ribe su najznačajnije u ishrani ljudi? Koje su vrste rječne ribe najznačajnije u ishrani ljudi? Koji se patogeni mikroorganizmi mogu naći u ribi? Koje su higijenske mjere u proizvodnji ribe? Koje zahtjeve u proizvodnji ribe treba ispuniti prema Pravilniku? Koje zdravstvene zahtjeve treba da ispune proizvodi ribarstva? Koje su kritične kontrolne tačke u proizvodnji i preradi ribe, kontrolne mjere, postupci monitoringa, korektivne mjere i metode verifikacije? Kako se sprovodi HACCP sistem u proizvodnji dimljene pastrmke? Koja je dobra proizvođačka praksa u proizvodnji i sakupljanju školjki? Koje su kritične kontrolne tačke u proizvodnji morskih plodova?

30. DOBRA PROIZVOĐAČKA PRAKSA U PRERADI JAJA

30.1. Jaje kao pogodna sredina za razmnožavanje mikroorganizama

Jaja zbog svog sastava predstavljaju povoljnu sredinu za razvoj mikroorganizama. Prosječni hemijski sastav jajeta čini voda (73,7%), proteini (13,4%), masti (10,5%), pepeo (1,0%). Ljusku uglavnom čini kalcijum karbonat (93,7%). S obzirom da u ljusci postoje brojne pore i pukotine, ona ne predstavlja veliku smetnju za prodor mikroorganizama. Mnogo značajnija prepreka je pelikula - tanka membrana koja prekriva površinu ljuske. Ovom membranom jaje biva presvučeno prije nošenja i ona hermetički zatvara sve pukotine i otvore na ljusci. Pošto je pelikula veoma tanka, lako se oštećuje trenjem. Jaja od zdravih koka su nakon nošenja sterilna. Ukoliko potiču od bolesne živine, u jajovodu se kontaminiraju patogenim mikroorganizmima kao što su salmonele, *Mycobacterium tuberculosis* tip *avium*, *Campylobacter jejuni* i dr. Zato jaja mogu biti izvor zaraznih bolesti za životinje i ljude. Jaja se nakon nošenja kontaminiraju mikroorganizmima iz raznih izvora, kao što su: zemljište, ambalaža u kojoj se jaja čuvaju, ruke i odjeća osoblja koje pakuje jaja, vazduh, voda (ukoliko se jaja peru). Razvoj mikroorganizama u jajima zavisi od baktericidnog dejstva lizozima koji se nalazi u bjelancetu, temperature i vremena čuvanja jaja. Svježa jaja imaju neutralnu do slabo baznu reakciju (pH 7,7). Međutim, nakon 10 dana čuvanja, njihov pH se povećava na 9,5. Razlaganjem bjelancevina se mijenja konzistencija bjelanceta, ono postaje rjeđe i vodenasto. Slobodne aminokiseline se razlažu do amonijaka i drugih proizvoda neprijatnog mirisa. Ovakva jaja su neoptporna na razvoj mikroorganizama i brzo se kvare.

30.2. Kvarenje jaja

Kao posljedica hemijskih promjena, javljaju se i organoleptičke promjene i razni tipovi kvarenja jaja. U odnosu na promjenu boje, razlikuju se: crna trulež - koju izazivaju bakterije iz rodova *Proteus*, *Alcaligenes*, *Enterobacter*, *Escherichia*), zelena trulež - koju izazivaju bakterije iz roda *Pseudomonas*, najčešće *Pseudomonas fluorescens*, crvena trulež – koju izazivaju vrste iz roda *Pseudomonas*. Prema promjeni konzistencije, mirisa i reakcije pokvarenog jaja razlikuju se: miješana trulež - uzrokovana sa *Pseudomonas fluorescens*, *Micrococcus roseus*, *Proteus spp.*, *Serratia marcescens* itd.), kisela jaja s vodnjikavim bjelancetom – uzrokovana sa *Escherichia coli*, pljesniva jaja – kod kojih se razvijaju plijesni na površini ili ispod ljuske: *Cladosporium herbarum*, *Penicillium spp.*, *Alternaria spp.* i dr.

30.3. Mjere za sprečavanje kvara jaja

U cilju sprečavanja kvara jaja sprovode se određene mjere. Neke od njih su one kojima se smanjuje kontaminacija jaja mikroorganizmima i njihovo prodiranje u jaja, kao što su: održavanje čistoće i higijene u gnijezdima, čuvanje jaja u čistoj ambalaži, tretiranje površine ljuske jaja (potapanje u mineralna ulja, rastvor kreča itd.). Takođe mjere su značajne mjere kojima se sprečava ili usporava razvoj mikroorganizama u jajima. To su: čuvanje jaja na niskim temperaturama (0-1 °C), smrzavanje izdvojenog bjelanceta i žumanceta, sušenje jaja itd.

30.4. Dobra proizvođačka praksa i HACCP sistem u proizvodnji jaja

Uloga dobre poljoprivredne prakse i dobre higijenske prakse u proizvodnji jaja je od ključne važnosti za njihovu zdravstvenu bezbjednost. Sve više se stavlja akcenat na značaj dobrobiti koka nosilja za kvalitet i bezbjednost jaja. U prostorima proizvođača i sve do prodaje, jaja se moraju održavati čistim, suvim, bez stranih mirisa, efikasno zaštićena od oštećenja i ne smiju biti izložena direktnoj sunčevoj svjetlosti. Jaja se moraju skladištiti i transportovati na odgovarajućoj i nepromjenljivoj temperaturi. Jaja se moraju isporučiti potrošaču u roku od najviše 21 dan od nošenja. Uslovi okoline i objekti za koke nosilje su veoma važni faktori koji utiču na kvalitet i zdravstvenu bezbjednost jaja. Primarnu proizvodnju ne treba obavljati u područjima gdje su prisutne zagađujuće materije. Mogućnost kontaminacije pesticidima, opasnim industrijskim otpadom i dr. treba naročito uzeti u obzir. Objekti koji se koriste za smještaj jata treba da budu očišćeni i dezinfikovani kako bi se smanjio rizik od prenosa patogena. Trebalo bi poštovati pravilo “sve unutra-sve napolje” za svaki objekat. Takav pristup bi omogućio da se eliminišu glodari i insekti prije nego što se uvede novo jato. Zadržavanje i nakupljanje razbijenih jaja, stajnjaka i drugog nepoželjnog materijala u objektima za nošenje jaja treba svesti na najmanju mjeru, kako bi se smanjila mogućnost kontaminacije jaja i ulazak štetoina (*Pravilnik o posebnim zahtjevima za hranu životinjskog porijekla, SLCG br. 14/2009*). Ispravnost vode za piće treba redovno kontrolisati. Ambijentalni uslovi u objektu kao što su temperatura, svjetlost, relativna vlažnost i strujanje vazduha se moraju kontrolisati i držati na odgovarajućem nivou. Takođe je značajno kontrolisati prisustvo prašine, stranih mirisa i dr. Da bi se izbjegao njihov negativan uticaj jaja treba sakupljati često, najbolje svakog dana. U cilju očuvanja kvaliteta, jaja se moraju što prije pokupiti iz objekta i skladištiti najduže dva dana u prostoriji sa maksimalnom temperaturom do 14 °C i relativnom vlažnošću vazduha oko 75%. Nakon toga se moraju skladištiti na temperaturi frižidera, a maksimalno na temperaturi do 10 °C. Veoma je važno voditi računa o nabavci jata i njegovom zdravstvenom stanju. *Zdravlje koka nosilja* je značajan faktor koji utiče na kvalitet i zdravstvenu bezbjednost jaja prije nošenja. Postoji veliki broj virusnih, bakterijskih i parazitskih bolesti koje značajno pogoršavaju kvalitet jaja. Metaboličke bolesti, kao što su masna jetra, deficit Ca, F i vitamina D pogoršavaju kvalitet jaja. Zbog toga se sprovode preventivne mjere kojima se sprečava nastanak ovih bolesti. Treba spriječiti prenošenje bolesti preko divljih ptica, glodara i drugih životinja. Zbog toga treba spriječiti ulazak ovih životinja u objekte za nošenje jaja.

Treba kontrolisati i blagovremeno liječiti koke nosilje od parazitskih bolesti, smanjiti stres na najmanju mjeru, vršiti kontrolu upotrebe veterinarskih lijekova i sprovođenje vakcinacije. Treba spriječiti pristup kontaminiranoj vodi ili zagađujućim materijama iz okoline. Treba kontrolisati posjete ljudi kako bi se smanjila vjerovatnoća prenosa patogena iz drugih izvora. Posjetioci treba da nose odgovarajuću zaštitnu odjeću, obuću, kape, kako bi se smanjio rizik od unošenja ili širenja bolesti u jatu. Radno osoblje treba da bude zdravo, kako ne bi prenijeli bolesti na jato ili kontaminirali jaja. Ljudima za koje se zna ili se sumnja da boluju od bolesti koje se mogu prenijeti na koke ili koje se mogu prenijeti putem jaja na ljude se ne smije dozvoliti ulazak u objekte za uzgoj živine. Radnik je u obavezi da odmah prijavi bolest. Ishrana koka nosilja takođe ima veliki uticaj na kvalitet jaja. Greške u nabavci, proizvodnji i rukovanju stočnom hranom mogu dovesti do unošenja patogenih mikroorganizama i mikroorganizama koji izazivaju kvar hrane, kao i zagađujućih materija (pesticidi i dr.). Mikotoksini, pesticidi, fungicidi, sulfonamidi, kokcidiostatici, gosipol takođe negativno utiču na kvalitet jaja. Hranu treba skladištiti tako da ne dođe do njene pljesnivosti i kontaminacije otpadnim materijama i fecesom. Sakupljanje, skladištenje i transport jaja treba sprovoditi tako da ne dođe do njihove kontaminacije, oštećenja i variranja temperature. Osoblje koje ima direktan kontakt sa jajima treba da održava visok stepen lične higijene, da nosi odgovarajuću zaštitnu odjeću, obuću i kapu. Osoblje treba da pere ruke prije rukovanja jajima. Kontakt sa nečistom opremom može dovesti do kontaminacije jaja. Oprema za sakupljanje jaja treba da bude otporna na koroziju i da se lako čisti i dezinfikuje. Temperatura i vlažnost vazduha tokom skladištenja su veoma važne za zdravstvenu bezbjednost jaja. Jaja se mogu staviti na tržište ako su upakovana, klasifikovana i propisno označena. Oštećena jaja su ona koja imaju oštećenu ljusku i neoštećenu membranu. Razbijena jaja imaju oštećenu ljusku i membranu. Razbijena i oštećena jaja se mogu upotrijebiti samo za preradu. HACCP sistemom se može uspješno vršiti analiza opasnosti i kontrola kritičnih kontrolnih tačaka u proizvodnji konzumnih jaja. Potrebno je voditi evidenciju o prevenciji i kontroli bolesti živine i onih koje se prenose na ljude, upotrebi poljoprivrednih hemikalija, porijeklu hrane i vode za životinje, upotrebi veterinarskih lijekova, zdravstvenom stanju osoblja, čišćenju i dezinfekciji, sledljivosti, ambijentalnim uslovima u objektima za držanje koka nosilja i objektima za skupljanje, skladištenje, distribuciju i prodaju jaja. Svi subjekti uključeni u lanac proizvodnje jaja su odgovorni za zdravstvenu bezbjednost jaja. Oni su uključeni u primarnu proizvodnju jaja, rukovanje, pakovanje, preradu, snabdijevanje, distribuciju i pripremu jaja i proizvoda od jaja za ljudsku ishranu. Da bi se postigla zdravstvena bezbjednost proizvoda, treba da postoji dobra komunikacija između svih subjekata u lancu proizvodnje jaja.

30.5. Klasifikacija, pakovanje i označavanje jaja

Klasifikacija, pakovanje i označavanje jaja se vrše u posebnim prostorijama proizvodne jedinice. Jaja se prema kvalitetu klasifikuju u klasu A i klasu B. Jaja klase A su svježija jaja, dok su jaja klase B namijenjena za dalju preradu. Jaja se klasifikuju u klasu A ako imaju ljusku i pokožicu normalnog oblika, ako su čista i neoštećena, ako im je visina vazdušne komore manja od 6 mm, a za jaja „ekstra“ ne smije prelaziti 4 mm, ako im je bjelance bistro, prozirno, kompaktno, ako se žumance jajeta nalazi u sredini jajeta prilikom prosvjetljavanja, ako je bez stranih materija i mirisa, ako nisu prana ili čišćena. Jaja koja se peru ne smiju se označiti kao A klasa, a ako ispunjavaju uslove za ovu klasu označavaju se sa „oprana jaja“. Jaja A klase se ne smiju konzervirati, niti hladiti na temperaturi nižoj od 5 °C. Prema težini jaja A klase se svrstavaju u četiri kategorije: XL – jaja težine 73 g i teža (vrlo velika); L – jaja 63-73 g (velika), M – jaja 53-63 g (srednja) i S – jaja manja od 53 g (mala). Podaci o kategoriji jaja se navode na pakovanju. Jaja koja se stavljaju na tržište najduže do deset dana od dana nošenja. Jaja A klase sa oznakom „ekstra“ se pakuju u roku od četiri dana od dana nošenja. Jaja A klase se označavaju prodajnom oznakom na kojoj se nalaze podaci o načinu uzgoja živine, porijeklu, broju registracije proizvodne jedinice. Na nezapakovana jaja prodajna oznaka se stavlja na vidnom mjestu odmah pored jaja. Potrebni podaci su: datum pakovanja jaja, datum klasifikacije i

klasa jaja, datum nošenja, način hranjenja živine i dr. Kada jaja A klase prestanu da ispunjavaju uslove za tu klasu, označavaju se kao jaja B klase. Jaja A klase se označavaju slovom A i riječju „svježa“. Rok trajanja jaja se označava sa „*najbolje upotrijebiti do...*“. Preporučeni datum prodaje ne smije preći 21 dan od datuma nošenja. Minimalni rok trajanja može biti najviše 28 dana od dana nošenja. Jaja A klase mogu se označavati sa „ekstra“ ili „posebno svježa“ do devetog dana od dana nošenja. Podaci o načinu uzgoja živine na jajima se navode brojevima: 0 za jaja iz organske proizvodnje, 1 za jaja iz slobodnog uzgoja, 2 za jaja iz podnog uzgoja, 3 za jaja iz kaveznog uzgoja. Pakovanja i ambalaža za jaja treba da su otporna na udarce, da su suva, čista i izrađena od materijala koji štiti jaja od stranih mirisa. (*Pravilnik o opštim i posebnim standardima za stavljanje jaja na tržište*). Potrošači posebnu pažnju posvećuju organoleptičkim osobinama jaja. Optimalna masa za potrošače je od 53 g do 73 g, što odgovara klasama M i L. Na masu jaja utiče genetika, zdravstveno stanje i ishrana koka nosilja, svjetlosni režim. Potrošači zahtijevaju ujednačenost boje jajeta, koja je braon ili bijela. Boja ljuske jajeta uglavnom zavisi od genetičkih faktora, uzrasta i zdravlja koka nosilja. Ljuska jajeta mora biti čista, neoprana, bez naprslina i pukotina. Na kvalitet bjelanca utiču takođe faktori kao što su genetika, zdravlje, kao i faktori koji djeluju nakon nošenja. Boja žumanca može biti svijetlo žuta do narandžasta. Krvave i mesne mrlje ne smiju biti prisutne u sadržaju jajeta. Krvave mrlje nastaju pucanjem krvnih sudova u jajniku ili jajovodu usljed dejstva toksina, stresa nekih oboljenja, a ima uticaj i genotip. Na pojavu mesnih mrlja utiče takođe genotip i hibrid kokoši - kod jaja bijele boje ljuske se javljaju u većem procentu. Takođe utiče i starost koka nosilja. Strani mirisi su takođe nepoželjne osobine jaja, a mogu biti uzrokovani genetičkim faktorima, zdravstvenim stanjem koka, hranom (riblje brašno, uljana repica).

30.6. Fizičke metode za ispitivanje kvaliteta jaja u ljusci

Kvalitet jaja u ljusci ispituje se sljedećim fizičkim metodama: prosvjetljavanjem, mjernim instrumentima i organoleptički. Prosvjetljavanjem jaja u ljusci ispituje se oblik, opšti izgled, pokretljivost, izgled i položaj žumanca, providnost i kompaktnost bjelanca, u unutrašnjem sadržaju prisustvo stranih materija i krvavih mrlja, prisustvo i razvijenost zametka, veličina vazdušne komore i prisustvo naprslina ljuske. U toku prosvjetljavanja je moguće utvrditi veličinu vazdušne komore pomoću metalnog ili plastičnog mjernog instrumenta sa milimetarskom podeocima. Prosvjetljavanje jaja u ljusci sprovodi se u mračnoj komori ili zamračenoj prostoriji pomoću ovoskopa (lampa za prosvjetljavanje). Masa jajeta u ljusci i masa sadržaja jajeta nakon odvajanja ljuske se mjeri pomoću precizne vage tačnosti 0,01 g. Spoljašnji izgled, čistoća i deformacija ljuske jajeta ispituju se organoleptički – posmatranjem. Opšti izgled, boja i miris sadržaja jajeta u ljusci utvrđuju se organoleptički, posmatranjem - nakon što se ljuska slomi, a sadržaj stavi u čist sud sa ravnim dnom svijetle površine. Pregled sadržaja bjelanca i žumanca obavlja posmatranjem na dnevnom svijetlu. Miris bjelanca i žumanca se utvrđuje čulom mirisa. Ako se posumnja da ukus i miris odstupaju, dalje se vrši i ispitivanje probom kuvanja ili probom pečenja. Proba kuvanja vrši tako što se u čist sud - bez mirisa, stavi voda za piće, u količini koja je dovoljna da cijela jaja sa ljuskom koja se ispituju budu potopljena. Sud se zatim poklopi i postepeno zagrijava do ključanja. Ključanje treba da traje 5-7 minuta. Jaja se zatim izvade iz suda, slome i odstrani se ljuska. Tokom odstranjivanja ljuske i njenog uklanjanja provjerava se miris materija koje sa parom izlaze iz sadržaja kuvanog jajeta. Kuvana jaja sa kojih je odstranjena ljuska se stavljaju u čist sud, čistim nožem se sijeku na polovine i ponovo ocjenjuje miris isparljivih materija. Ukus kuvanog žumanca i bjelanca ocjenjuje se čulom ukusa. Miris i ukus ispitivanog jajeta treba da budu karakteristični za kuvano jaje. Proba pečenja se vrši tako što se u čist sud i bez mirisa stavi sadržaj jajeta bez ljuske i peče. Tokom pečenja koje traje dok bjelance potpuno ne koaguliše, tj. ne pobijeli, ispituje se miris jajeta, a nakon pečenja ocjenjuje se i ukus. Miris i ukus ispitivanog jajeta treba da budu karakteristični za pečeno jaje (*Pravilnik o metodama ispitivanja kvaliteta i proizvoda od jaja, Sl. glasnik SFRJ 72/87*).

30.7. Proizvodi od jaja

Tečni hladjeni proizvodi od jaja su homogenizovane tečnosti bez prisustva stranog mirisa i primjesa. Tu se svrstavaju tečni hladjeni melanž (koji se sastoji od cijelog jajeta bez ljuske, koji se zatim pasterizuje i ohladi), tečno hladjeno žumance koje se pasterizuje i ohladi i tečno hladjeno bjelance koje se pasterizuje i ohladi. Ove proizvode od jaja nakon pasterizacije treba odmah ohladiti i čuvati u frižideru. Zamrznuti proizvodi od jaja treba da se zamrznu na temperaturi od -30 °C. Zamrznuti proizvodi od jaja su zamrznuti melanž, zamrznuto žumance, zamrznuto bjelance, zamrznuti nepasterizovani melanž. Sušeni proizvodi od jaja su u obliku fino usitnjenog praha, bez stranih mirisa i primjesa. Sušeni proizvodi od jaja su sušeni melanž (jaja u prahu), sušeno žumance (žumance u prahu), sušeno bjelance (bjelance u prahu).

30.7.1. Zahtjevi za proizvodnju proizvoda od jaja

Prije sušenja, sirovina se homogenizuje i pasterizuje. Kuvani proizvodi se dobijaju kuvanjem sadržaja jaja bez ljuske. Proizvodi od jaja treba da budu zaštićeni od unakrsne kontaminacije, direktne sunčeve svjetlosti, prekomjernog zagrijavanja, vlage, brzih promjena temperature koje negativno utiču na bezbjednost proizvoda. Pokretne kontejnere i cistijerne za transport proizvoda od jaja treba očistiti i dezinfikovati prije ponovnog punjenja. Prevoznici treba da koriste vozila pogodna za transport jaja, koja omogućavaju lako i temeljno čišćenje. Cijevi koje se koriste za punjenje i ispuštanje tečnih proizvoda od jaja treba da se lako čiste i dezinfikuju (*Kodeks higijenske prakse za jaja i proizvode od jaja CAC/RCP 15 – 1976*). Jaja se ne smiju razbijati ako nijesu čista i suva. Jaja se razbijaju na način kojim se kontaminacija svodi na najmanju mjeru i mora se obezbijediti da se taj posao obavlja odvojeno od drugih poslova. Napukla jaja moraju se preraditi bez odlaganja. Sva oprema mora se očistiti i dezinfikovati prije početka prerade jaja. Ako se ne prerade odmah nakon razbijanja, tečna jaja se moraju uskladištiti u zamrznutom stanju ili na temperaturi od najviše 4 °C (najduže do 48h).

Pitanja

Koji je hemijski sastav jajeta? Kakva je sredina jaje za razmnožavanje mikroorganizama? Koji su tipovi kvarenja jaja? Koje su mjere za sprečavanje kvara jaja? Koja je dobra proizvođačka praksa u proizvodnji jaja? Koje su osnove HACCP sistema u proizvodnji jaja? Kako se klasifikuju jaja? Kako se klasifikuju, pakuju i označavaju jaja? Koje su fizičke metode za ispitivanje kvaliteta jaja u ljusci? Koji su proizvodi od jaja? Koje zahtjeve treba ispuniti u proizvodnji proizvoda od jaja?

31.DOBRA PROIZVOĐAČKA PRAKSA U PROIZVODNJI STOČNE HRANE

31.1. Uredba (EZ) br. 183/2005 Evropskog parlamenta i vijeća o utvrđivanju zahtjeva u pogledu higijene hrane za životinje

Ovom Uredbom su propisana opšta pravila o higijeni hrane za životinje, uslovi i postupci za osiguranje sledljivosti hrane za životinje, uslovi i postupci za registraciju i odobrenje objekata. Uredba se primjenjuje na poslovanje subjekata u poslovanju s hranom za životinje na svim nivoima, počevši od primarne proizvodnje do stavljanja na tržište hrane za životinje, ishranu životinja koje se koriste za proizvodnju hrane, uvoz i izvoz hrane za životinje. Razvoj stočarstva u velikoj mjeri zavisi od upotrebe bezbjedne i kvalitetne hrane za životinje. Načela HACCP-a u proizvodnji hrane za životinje se baziraju na načelima *Codex alimentarius*. U nekim poslovanjima s hranom za životinje

je nemoguće identifikovati kritične kontrolne tačke, tako da u tim slučajevima ključnu ulogu ima primjena dobra proizvođačka praksa.

31.2. Preporuke za vodič dobre prakse za primarnu proizvodnju hrane za životinje

Vodiči za dobru praksu moraju uključivati odgovarajuće informacije o riziku koji proizilazi iz primarne proizvodnje hrane za životinje i mjere za kontrolu opasnosti, kao što su: kontrola kontaminacije mikotoksinima, teškim metalima, radioaktivnim materijalima; kontrola korištenja vode, organskog otpada i vještačkih đubriva; ispravna i odgovarajuća upotreba proizvoda za zaštitu bilja i biocida i njihova sljedivost; opravdano i pravilno korištenje veterinarskih lijekova i dodataka hrani za životinje te njihova sljedljivost; priprema, skladištenje i sledljivost sastojaka hrane za životinje; ispravno odlaganje uginulih životinja, otpada i stelje; mjere za sprečavanje unošenja zaraznih bolesti koje se na životinje prenose hranom za životinje, efikasno čišćenje i kontrolu štetočina i dr. Subjekti moraju osigurati da se različite faze proizvodnje sprovedu u skladu s pisanim postupcima i uputstvima kojima se definišu, provjeravaju i prevladavaju kritične tačke u proizvodnom procesu. Mora se pratiti prisutnost zabranjenih i nepoželjnih supstanci i drugih kontaminanata koji su opasni za zdravlje ljudi i zdravlje životinja i uspostaviti nadzor kako bi se rizik sveo na najmanju moguću mjeru. Glavna odgovornost za sigurnost hrane za životinje je na subjektu u poslovanju s hranom za životinje. Postupci koji se baziraju na načelima sistema analize opasnosti i kritičnih kontrolnih tačaka (HACCP) zajedno s primjenom dobre higijenske prakse, povećavaju odgovornost subjekata u poslovanju hranom za životinje.

31.3. Propisi koji regulišu bezbjednost i kvalitet hrane za životinje u našoj zemlji

Propisi koji regulišu bezbjednost i kvalitet hrane za životinje u našoj zemlji su: Zakon o bezbjednosti hrane (SLCG 57/2015), Pravilnik o maksimalno dozvoljenim količinama nepoželjnih materija u hrani za životinje (SLCG 15/2015), Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za hranu za životinje (SL SRJ 20/2000), Pravilnik o izmenama i dopunama pravilnika o kvalitetu i drugim zahtevima za hranu za životinje (SL SRJ 38/2001), Pravilnik o maksimalnim količinama štetnih materija i sastojaka u stočnoj hrani (SL SFRJ 2/1990 - odredbe koje se odnose na broj bakterija), Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka i metodama fizičkih, hemijskih i mikrobioloških analiza stočne hrane (SL SFRJ 15/87), Pravilnik o hranivima i krmnim smješama koje se stavljaju na tržište za ishranu životinja (SLCG 91/2017), vPravilnik o metodama za uzimanje uzoraka i laboratorijska ispitivanja hrane za životinje na prisustvo genetski modifikovanog materijala (SLCG 69/2016).

31.3.1. Zakon o bezbjednosti hrane (SLCG 57/2015)

Ovaj Zakon propisuje posebna pravila za hranu za životinje. Subjekt u poslovanju hranom za životinje dužan je da obezbijedi da se sve faze proizvodnje, prerade i distribucije hrane za životinje, vrše u skladu sa zakonom. Držalac životinja je dužan da preduzima mjere i sprovodi postupke, radi smanjenja na najmanju moguću mjeru opasnosti od biološke, hemijske i fizičke kontaminacije hrane za životinje. Na tržište se može stavljati samo hrana za životinje koja je bezbjedna i koja nema negativan uticaj na životnu sredinu ili dobrobit životinja. Držalac životinja koje su namijenjene za proizvodnju hrane dužan je da sprovodi dobru praksu u ishrani tih životinja. Dobra praksa za ishranu životinja utvrđuje se propisom Ministarstva poljoprivrede. Osim primjene dobre poljoprivredne prakse i dobre proizvođačke prakse u primarnoj proizvodnji hrane za životinje, subjekat je dužan da primjenjuje i principe HACCP sistema u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije hrane za životinje. Subjekt je dužan da obezbijedi usaglašenost hrane za životinje sa mikrobiološkim kriterijumima. Hrana ne smije da sadrži nepoželjne supstance iznad maksimalno dozvoljenih količina. Zabranjeno je miješati proizvode namijenjene za hranu za životinje koji sadrže nepoželjne

supstance u količini većoj od dozvoljene, radi razrjeđivanja sa istim ili drugim proizvodima namijenjenim za hranu za životinje.

31.3.2. Pravilnik o maksimalno dozvoljenim količinama nepoželjnih materija u hrani za životinje (SLCG", br. 15/2015)

Ovim Pravilnikom su propisane maksimalno dozvoljene količine nepoželjnih materija u hrani za životinje. Nepoželjna materija je svaka materija ili proizvod, osim patogenih mikroorganizama, koja je prisutna u i/ili na proizvodu namijenjenom za hranu za životinje i koja predstavlja potencijalnu opasnost za zdravlje životinja ili ljudi, životnu sredinu ili može nepovoljno uticati na proizvodnost životinja. *Nepoželjne materije* za koje su propisane maksimalno dozvoljene količine u hrani za životinje su: neorganski kontaminanti i azotna jedinjenja (arsen, kadmijum, fluor, olovo, živa, nitrit, melamin), mikotoksini (aflatoksin B1, deoxynivalenol, zearalenon, ohratoxin A, fumonisin B1+B2), prirodni biljni toksini (slobodni gosipol, cijanovodonična kiselina, teobromin, eterično ulje slačice), organska jedinjenja hlora - aldrin, dieldrin, kamfehlor (toksafen), hlordan, DDT, endosulfan, endrin, heptahlor, heksahlorbenzen, heksahlorcikloheksan, dioksini, polihlorovani bifenili (pcb-i), štetne botaničke nečistoće (sjeme korova i nemljeveni i neoljušteni plodovi koji sadrže alkaloidne, glukozide ili druge toksične materije, pojedinačno ili u kombinaciji, uključujući: *Datura sp.*, *Crotalaria spp.*, sjemenke i ljuske ricinusa, neoljušteni plod bukve, *Jatropha curcas L.*, sjeme *Ambrosia spp.*, sjemenke od indijske slačice, kineske slačice, crne slačice, etiopijske slačice, odobreni dodaci hrani za životinje – kokcidistatici.

31.3.3. Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za hranu za životinje (SL SRJ 20/2000)

Shodno ovom Pravilniku svi proizvodi koji se stavljaju u promet u originalnom pakovanju, moraju na omotu ili etiketi imati deklaraciju koja sadrži sljedeće podatke: naziv proizvoda i njegovo trgovačko ime, ako ga proizvod ima, naziv i sjedište proizvođača, datum proizvodnje i rok upotrebe ili samo podatak "upotrebljivo do", neto količina (masa ili zapremina) proizvoda, osnovne grupe hraniva proizvoda prema opadajućem redoslijedu količina, upotrijebljene dodatke i njihov naziv, primjer: antioksidans (BHT), kao i njihovu količinu u relativnim ili apsolutnim jedinicama, način upotrebe, način čuvanja, vrstu i količinu sredstava za denaturisanje, druge podatke od interesa za potrošače. Pod proizvodima, u smislu ovog pravilnika, podrazumijevaju se proizvodi dobijeni po utvrđenom tehnološkom postupku od odgovarajućih sirovina, a to su: hraniva, predsmješe – premiksi, smješe, dozvoljeni dodaci - aditivi.

31.3.3.1. Hraniva

Hraniva su proizvodi biljnog, životinjskog i mineralnog porijekla, proizvedeni prirodno ili industrijski, koji služe za ishranu životinja i proizvodnju predsmješa i smješa. Svrstana su u grupe: zrnasta hraniva, mlinski proizvodi od žita, proizvodi industrije skroba, proizvodi industrije alkohola i vrenja, proizvodi industrije šećera i sporedni proizvodi industrije šećera i proizvodnje askorbinske kiseline, proizvodi industrije ulja, sušeni biljni proizvodi, ostali biljni proizvodi, hraniva životinjskog porijekla, hraniva sa dodatkom neproteinskih azotnih jedinjenja, mineralna hraniva. *Zrnasta hraniva* su žita, leguminoze, soja i druga zrna. Žita moraju da ispunjavaju sljedeće zahtjeve: da su izgled i boja svojstveni vrsti žita, da je zrno zrelo i svojstvenog mirisa, da ne sadrže više od 14% vlage, da ne sadrže više od 3% primjesa, i to do 1% neorganskih primjesa i do 2% organskih primjesa, od čega do 0,4% može biti kukolja i glavnice i do 0,1% zrna korova štetnih po zdravlje životinja i glavničavih zrna; da ne sadrže više od 3% pokvarenih zrna, od čega do 3% plesnivih zrna; da ne sadrže više od 4% nagriženih zrna i da nemaju živih insekata; da ne sadrže više od 5% lomljenih, šturih i prokljalih zrna, od čega do 1% zrna oštećenih vještačkim sušenjem, sem kukuruza kod koga je dozvoljeno do 8% lomljenih zrna i do 2% šturih i prokljalih; da ne sadrže više od 10%

primjesa, sem kukuruza gde je dozvoljeno do 14% primjesa. Primjesama se ne smatraju zrna drugih žita ako njihovo učešće nije veće od 10%. *Kukuruzni klip* mora da ispunjava sljedeće zahtjeve: zрно mora biti zdravo i bez znakova plijesni, da ne sadrži više od 14% vlage i odnos zrna i oklaska mora biti najmanje 78%:22%.

Predsmješe

Predsmješe su proizvodi sa visokim sadržajem vitamina, mineralnih materija, aminokiselina i dozvoljenih dodataka, koji su homogeno izmiješani sa nosačem. Služe za ishranu životinja u kombinaciji sa hranivima ili za izradu smješa. Predsmješe se proizvode po proizvođačkoj specifikaciji. Nosač u predsmješi može da bude svako hranivo propisano pravilnikom ili mješavina hraniva. Upotrijebljeni nosač u predsmješama mora da održava stabilnost i poboljšava fizička svojstva sastojaka predsmješe. Predsmješe se stavljaju u promet kao: mineralne predsmješe, vitaminske predsmješe, vitaminsko-mineralne predsmješe, ostale predsmješe.

Smješe

Smješe su proizvodi dobijeni miješanjem hraniva i dodataka hrani za životinje, u odnosu u kom mogu da posluže kao potpuna ili dopunska hrana za životinje. U proizvodnji smješa koriste se hraniva biljnog, životinjskog, mikrobiološkog i mineralnog porijekla, kao i razni dodaci. Sirovine se doziraju i miješaju u odnosima koji su optimalni za pojedine vrste i kategorije domaćih životinja i koji su naučno utvrđeni. U proizvodnji smješa – koncentrata za ishranu životinja se koriste savremene miješalice kojima se postiže visok stepen homogenosti smješa, mašine za uobličavanje hraniva - peletirke, oprema za hidrotermičku obradu hraniva - ekstruderi i ekspanderi, uređaji za dodavanje velikih količina masti, roboti za pakovanje gotovih proizvoda u vreće i dr. Smješe se proizvode kao: *potpune smješe* koje služe za podmirenje potreba životinja u hranljivim materijama; *dopunske smješe*, koje svojim hranljivim materijama treba da upotpune hraniva sa kojima se miješaju. *Potpune smješe za ishranu svinja se proizvode za:* prehranjivanje prasadi, prasad tjelesne mase do 15 kg, prasad tjelesne mase 15 do 25 kg, svinje u porastu i tovu tjelesne mase 25 do 60 kg, svinje u porastu i tovu tjelesne mase 60 do 100 kg, suprasne krmače i nazimice, krmače dojare i nerastove. *Dopunske smješe za ishranu svinja se pripremaju za* prasad, tovnne svinje i priplodne svinje. U potpune i dopunske smješe za ishranu svinja se ne smije dodavati neproteinski azot. *Smješe za ishranu goveda* stavljaju se u promet *kao potpune smješe* za ishranu goveda i *dopunske smješe* za ishranu goveda. Potpune smješe za ishranu goveda su: zamjena mlijeka za telad, početna, za telad tjelesne mase 50 kg do 100 kg, za telad u porastu i tovu tjelesne mase 100 kg do 250 kg, za tov junadi tjelesne mase 250 kg do 350 kg, za tov junadi tjelesne mase preko 350 kg, za krave muzare do 20 L/dan mlijeka, za krave muzare preko 20 L/dan mlijeka, za visoko steone krave i junice, za priplodne bikove. *Dopunske smješe za ishranu goveda su:* za telad tjelesne mase 100 do 250 kg, za tov junadi (obje faze tova), za krave muzare. U zamjenu mlijeka za telad, u početnu potpunu smješu za telad i potpunu smješu za telad tjelesne mase 50 kg do 100 kg ne smije se dodavati neproteinski azot (NPN). Za proizvodnju smješa za ishranu goveda ne smiju se koristiti hraniva životinjskog porijekla, osim obranog mlijeka, surutke, albumina i kazeina, kao ni koštano brašno i sirovo koštano brašno. *Smješe za ishranu ovaca* stavljaju se u promet kao potpune i kao dopunske smješe. *Potpune smješe za ishranu ovaca su:* zamjena mlijeka za jagnjad, za jagnjad u porastu i tovu tjelesne mase do 15 kg, za jagnjad u porastu i tovu tjelesne mase 15 do 30 kg, za jagnjad u porastu i tovu tjelesne mase 30 do 50 kg, za sjagnjene ovce i dviske, za ovce u laktaciji, za priplodne ovnove. *Dopunske smješe za ishranu ovaca su:* za jagnjad u porastu i tovu, za sjagnjene ovce i ovce muzare. Za proizvodnju smješa za ovce ne smiju da se koriste hraniva životinjskog porijekla, osim obranog mlijeka, surutke, albumina i kazeina, kao ni koštano brašno i sirovo koštano brašno. *Smješe za ishranu konja* stavljaju se u promet kao potpune smješe za ishranu konja, i to: za ždrebad na sisi, za odbijenu ždrebad od sise, za omad 12 do 18 mjeseci, za omad od 18 do 24 mjeseca, za ždrebne kobile, kobile u laktaciji, za sportske konje, za

priplodne pastuve. Potpune smješe za ishranu konja ne smiju da sadrže neproteinski azot (NPN). *Smješe za ishranu živine* stavljaju se u promet kao *smješe za ishranu kokoši* i *smješe za ishranu ćurki*. U smješe za ishranu živine ne smije se dodavati neproteinski azot (NPN). *Smješe za ishranu kokoši* proizvode se i stavljaju u promet kao *potpune smješe za ishranu kokoši* i *dopunske smješe za ishranu kokoši*. Potpune krmne smješe za ishranu kokoši su: za tov pilića I, za tov pilića II, za tov pilića III, za piliće za priplod I, za piliće za priplod II, za piliće za priplod III, za nosilje jaja za konzum I, za nosilje jaja za konzum II, za rasplodne nosilje I, za rasplodne nosilje II. *Dopunske smješe za ishranu kokoši su*: za tov pilića i za nosilje jaja za konzum. *Smješe za ishranu ćurki* stavljaju se u promet kao potpune smješe za ishranu ćurki, i to: za ćurke u porastu i tovu I, za ćurke u porastu i tovu II, za ćurke u porastu i tovu III, za ćurke u tovu IV, za priplodne ćurke, za ćurke nosilje. *Smješe za ishranu pataka i gusaka* proizvode se po proizvođačkoj specifikaciji. *Smješe za ishranu koza* proizvode se poproizvođačkoj specifikaciji. Za proizvodnju smješa za koze ne smiju da se koriste hraniva životinjskog porijekla, osim obranog mlijeka, surutke, albumina i kazeina, kao ni koštano brašno i sirovo koštano brašno. *Potpune smješe za ishranu riba* se pripremaju za: mlađ šarana, tov šarana, mlađ pastrmke i tov pastrmki. U potpune smješe za ishranu riba ne smije se dodavati neproteinski azot (NPN). *Smješe za ishranu pastrmki* moraju biti peletirane. Smješe za ostale kategorije šarana i pastrmki, kao i smješe za ostale vrste i kategorije riba proizvode se po proizvođačkoj specifikaciji.

Tehnološki proces proizvodnje smješa za ishranu životinja

Tehnološki proces proizvodnje smješa za ishranu životinja čine sljedeće operacije: prijem i skladištenje komponenata (slika 100.), drobljenje, mljevenje, prosijavanje, mjerenje, sušenje, doziranje (traži se tačnost i preciznost), miješanje, hidrotermički i mehanički tretmani, (peletiranje (slika 101.), produženo kondicioniranje, prženje, tostiranje, autoklaviranje, visokopritisno kondicioniranje - ekspanziranje i ekstrudiranje. Miješanje suvih i tečnih komponenata u jednoj miješalici je kritičan proces zbog mogućeg lijepljenja i zaostajanja materijala. Lijepljenje i zaostajanje materijala ima za posljedicu kontaminaciju narednih šarži i razvoj mikroorganizama - zbog povećane vlažnosti. Ovaj problem se rešava upotrebom još jedne miješalice u kojoj će se miješati tečne komponente.



Slika 100. Silosi za skladištenje stočne hrane

<https://news.wttw.com/2023/10/03/damen-silos-demolition-permit-application-deferred-pending-further-review-mayor-johnson>



Slika 101. Pelete stočne hrane

<https://www.proferma.ro/deukana-hrana-vitei-iezi-pur-pelete-25-kg-330062025/>

Sirovina koja se upotrebljava za proizvodnju smješa mora se prije prerade očistiti od štetnih sastojaka. Sitnije nečistoće se izdvajaju pomoću sita, vazdušnom strujom i magnetom. Različitim metodama mehaničke, termičke i biološke obrade hraniva postiže se njihovo poboljšanje. Najviše se primjenjuju termičke i hidrotermičke metode obrade zrnaste hrane, sa ciljem dezaktivacije antinutritivnih materija i želatinizacije skroba. Najčešće se vrši obrada zrna soje i zrna kukuruza. Za obradu zrna soje koriste se ekstruderi, uređaji koji istovremeno obavljaju više mehaničkih i hidrotermičkih procesa. Precizno odmjerenje je posebno važno za mikrosastojke smješa, jer su one u prevelikoj količini veoma toksične. Mikrosastojci se mjere na vagama malog kapaciteta, kako bi se ostvarila maksimalna preciznost, dok se ostali sastojci mjere na vagama velikog kapaciteta. Maksimalna izmiješanost (homogenost) je veoma značajna za postizanje odgovarajućeg sastava smješe. Uspješnost miješanja zavisi od: veličine i oblika čestica, specifične mase, strukture površine i koeficijenta trenja, elektrostatičkog naboja čestica, elastičnosti i higroskopnosti i dr. Uobličavanje smješa peletiranjem je postupak koji ima sve veći značaj. Klasične smješe su podložne dekompoziciji (razdvajanju) umiješanih sastojaka, naročito poslije dužeg čuvanja. Osim toga, zbog usitnjenosti komponenti smješe stvaraju prašinu, što negativno utiče na disajne organe životinja. Fino usitnjena hraniva se lijepe za nepce životinja, što može dovesti do davljenja. Smješe u rasutom stanju su podložnije mikrobiološkoj kontaminaciji i lakše se lijepe za zidove hranilice. Zato upotreba peletirane hrane ima više prednosti. Osim toga je manji utrošak peletirane hrane za jedinicu proizvoda, tj. bolji je dnevni prirast. Pri peletiranju hrane dolazi i do smanjenja ukupnog broja mikroorganizama. Za peletiranje se koriste mašine – peletirke. Princip rada peletirke sastoji se u istiskivanju kondicionirane smješe kroz prstenaste ili pločaste otvore matrice pod pritiskom valjaka. *Kondicioniranje* je zajednički naziv za procese kojima se materijal priprema za sljedeću tehnološku operaciju. U industriji hrane za životinje pod kondicioniranjem se najčešće podrazumijeva priprema sirovina ili smješa za *peletiranje*. Osnovne metode kondicioniranja su: kondicioniranje vodom, kondicioniranje parom (kratkotrajno i dugotrajno) i hidrotermičko i mehaničko kondicioniranje. Kondicioniranje je najvažnija faza procesa peletiranja kojom se postize bolji kvalitet peleta i povećava higijenska ispravnost i nutritivna vrijednost hrane. Da bi se postigla bolja raspodjela vlage, toplote i dodatnih tečnosti u toku kondicioniranja, potrebno je obezbijediti dobro miješanje materijala u miješalicama. Osim peletiranja, kao hidrotermički i mehanički tretmani hraniva i smješa za životinje se koriste produženo kondicioniranje, prženje, tostiranje, autoklaviranje, a najčešće se koristi visokopritisno kondicioniranje - ekspaniranje i ekstrudiranje. Ovi procesi imaju za cilj da sastojke hrane učine dostupnijim, da smanje sadržaj štetnih materija, da poboljšaju higijensko stanje sirovine i njene funkcionalne karakteristike. *Ekstrudiranje* je proces oblikovanja omekšanog materijala protjerivanjem kroz otvore uz pomoć pritiska. Ovaj proces karakteriše kratkotrajno zagrijavanje hrane na visokoj temperaturi, pri čemu je razgradnja sastojaka minimalna, a svarljivost proteina i skroba je povećana. Temperature unutar ekstrudera su preko 100 °C. *Ekstrudiranje* je, dakle, proces kojim se oblikuje omekšana hrana potiskivanjem kroz otvore, pri čemu je izložena

visokom pritisku, visokoj temperaturi i mehaničkom naprezanju. Ekstrudiranjem se uništavaju antinutritivne materije, kao što su inhibitori tripsina, nepoželjni enzimi - lipaze i lipoksigenaze, nepoželjni mikroorganizmi (higijenizacija). Ekstruder se sastoji od cilindra u kome rotira puž koji preuzima sirovine, prenosi ih, miješa, gnječi, sabija i na kraju potiskuje kroz otvore na matrici, pri čemu se oblikuju. Pomoću ekstrudera se, dakle, vrši miješanje, kuvanje, gnječenje, oblikovanje, teksturiranje hrane. Potiskivanjem kroz otvore na matrici sirovina izlazi iz sredine visokog pritiska, voda naglo isparava, proizvod se širi i dobija promijenjen izgled. Materijal se na izlazu siječe na odgovarajuću dužinu pomoću rotirajućeg noža, hladi, očvršćava i skuplja. Pored ekstrudiranja, u industriji hrane za životinje primenjuje se i operacija *ekspandiranja*. Osnovna razlika između ekstrudiranja i ekspandiranja je u količini vlage i načinu oblikovanja materijala na izlazu. Pri ekstrudiranju se koristi veća vlažnost, viša temperatura, viši pritisci i proces duže traje. Na ekspanderu se dobija neoblikovan proizvod, tj. komadi koji se zatim drobe na drobilici i prosijavaju, da bi se dobili komadi odgovarajuće veličine. Na ekstruderu se dobija oblikovan materijal, u zavisnosti od oblika otvora na matrici. Na ekspanderu se takođe može koristiti matrica na izlazu. U tom slučaju razlika od ekstrudiranja je u sadržaju vlage materijala. Vlažnost materijala kod ekspandiranja je 16-22%, zbog čega naknadno sušenje proizvoda uglavnom nije potrebno. Kod ekstrudiranja vlažnost materijala je 22-30%, pa je proizvod potrebno sušiti. U proizvodnji hrane za životinje za koje je potreban manji stepen modifikacije skroba (svinje, živina, preživari), primjenjuje se operacija ekspandiranja, sa ili bez peletiranja. Za pse, mačke i ribe je potreban veći stepen modifikacije skroba, tako da se primjenjuje operacija ekstrudiranja. *Tostiranje* je proces termičke obrade hrane visokim temperaturama (127-135 °C) koje se vrši uduvavanjem toplog vazduha. Efikasnost *higijenizacije (dekontaminacije)* sirovine tokom ovih procesa zavisi od temperature, vremena njenog dejstva, vlažnosti, pritiska, turbulencije materijala i dr. Agresivniji i dugotrajniji tretmani i veća vlažnost daju bolji rezultat. Eliminacija salmonela je osnovni zahtjev kod higijenizacije i smatra se da je tretman na temperaturi od 80 °C u trajanju od jednog minuta dovoljan za postizanje ovog cilja. Treba imati u vidu da postignutu mikrobiološku ispravnost proizvoda treba održati. Razvoju mikroorganizama pogoduju uslovi nastali prilikom prokišnjavanja, kondenzacije vlage, zaostajanja materijala u pojedinim uređajima i transporterima, umjerenog zagrijavanja u nekim procesima i dr. Neki od hidrotermičkih i mehaničkih tretmana imaju negativan uticaj na svarljivost pojedinih komponenata, na primjer proteina, a ekstrudiranje i ekspandiranje i peletiranje, predstavljaju opasnost za dodatke koji imaju malu termičku i mehaničku stabilnost. Zbog toga se ovi dodaci dodaju nakon završetka ovih operacija. Kod naknadnog dodavanja tečnih mikrokomenenata, važno je da se one rasprše u što veći broj sitnih kapi kako bi lebdjele i obložile što veći broj aglomerata u protoku.

31.4. Dodaci hrani za životinje – aditivi

Dodaci hrani za životinje su materije koje se dodaju hrani za životinje radi poboljšanja njene hranljive vrijednosti, ukusa, mirisa, boje, konzistencije, boljeg iskorišćenja i produženja trajnosti i dr. Dodaci hrani za životinje su: vitamini i provitamini, mikroelementi i minerali, neproteinska azotna jedinjenja, aminoskeline i ostali dozvoljeni dodaci. U mikroelemente i minerale spadaju jedinjenja gvožđa, joda, kobalta, bakra, mangana, molibdena, selena, cinka i ostalih mikroelemenata. Pod *ostalim dozvoljenim dodacima*, podrazumijevaju se antioksidansi, konzervansi, arome, pojačivači aroma, emulgatori, stabilizatori, zgušnjivači, sredstva za vezivanje, sredstva za želiranje, bojila, sredstva za sprečavanje zgrudvavanja i postizanja klizavosti, kiseline, baze, soli, enzimi i sredstva za zaslađivanje, antibiotici, kokcidistatici, mikroorganizmi i druge organske materije

31.5. Pakovanje, transportovanje i čuvanje hrane za životinje

Proizvodi se mogu transportovati i čuvati u rasutom stanju ili upakovani u odgovarajuću ambalažu. Pod odgovarajućom ambalažom podrazumijevaju se jutene, kudeljne, pamučne, papirne i

polietilenske vreće, drveni, plastični, kartonski i metalni sudovi i dr. Za pakovanje proizvoda ne smije se upotrebljavati ambalaža koja je bila upotrijebljena za pakovanje materijala sa škodljivim i toksičnim dejstvom. Ambalaža u koju se pakuju proizvodi mora da se zatvara na način kojim se obezbjeđuje originalnost pakovanja. Proizvodi se transportuju u zatvorenim vozilima željezničkog, drumskog, pomorskog i riječnog saobraćaja, a na kraćim rastojanjima dozvoljena je upotreba i otvorenih vozila. Transport mora biti obezbijeđen tako da se onemogući kontaminacija proizvoda. Proizvodi se čuvaju u ambalaži ili bez ambalaže u prostorijama koje moraju biti čiste, suve i podešene za provjetravanje radi sprečavanja zagrijavanja, paljenja i kvarenja proizvoda. U tim prostorijama ne smije biti štetočina niti sredstava za zaštitu bilja, kao ni drugih materija koje mogu kontaminirati proizvod. Vreće u koje se pakuju proizvodi moraju biti prošivene koncem ili zatvorene tako da se bez oštećenja ne mogu otvoriti. Vreće moraju imati etiketu od tvrdog kartona na kojoj je odštampana deklaracija. Umjesto na etiketi, deklaracija može biti odštampana i na samoj vreći.

31.6. Dobra proizvođačka praksa u proizvodnji hrane za životinje – uslov za sprovođenje HACCP sistema

Neophodan preduslov za HACCP sistem u proizvodnji hrane za životinje je poštovanje principa dobre proizvođačke prakse – GMP koji predstavljaju minimum sanitarnih i drugih zahtjeva koje je treba sprovesti u proizvodnji hrane. To znači da subjekti treba prvo da ispune uslove u pogledu prostorija, opreme, zaposlenog osoblja, proizvodnje, kontrole kvaliteta, skladištenja i sistema dokumentacije, kako bi se obezbijedila ispravnost hrane za životinje i sledljivost proizvoda. Dobra proizvođačka praksa obuhvata sprovođenje procedura za: kontrolu sirovina, ličnu higijenu, projektovanje zgrada i opreme, sledljivost, opoziv proizvoda, vraćanje i preradu proizvoda, kontrolu štetočina i čišćenje prostora, kontrolu otpadaka i otpadnih voda, sanitaciju i preventivno održavanje, kontrolu proizvodnje i dokumentaciju, kontrolu okoline, kontrolu transporta, kontrolu skladištenja. Pravila dobre proizvođačke prakse se dopunjuju vodičima koji su dodatna pomoć kod uvođenja GMP, HACCP i drugih sistema obezbjeđenja kvaliteta. To su vodiči za: upravljanje HACCP programom, unapređenje programa čišćenja, unaprjeđenje plana kontrole štetočina, test homogenosti, procedure kalibracije, mjerenje i kontrolu prenošenja (*carryover*), uzorkovanje i dr.

Infrastruktura

Infrastruktura je jedan od osnovnih preduslova za uvođenje dobre proizvođačke prakse u pogone za proizvodnju hrane za životinje. Ona obuhvata sam objekat, okolinu, raspored prostorija, sanitarni čvor, laboratorije, sistem ventilacije i sve drugo što čini podršku odvijanju procesa proizvodnje. Već tokom samog projektovanja zgrade, opreme i procesa, neophodno je razmotriti i na najmanju mjeru svesti potencijalne rizike proizvodnji hrane. U tom cilju treba obratiti pažnju na elemente kao što su: okolina fabrike i ulazi, dvorište i travnjak, tečni i čvrsti otpad, zgrada i njena konstrukcija, laboratorije, tehnološki proces, zidovi, podovi, tavanice, osvjetljenje, ventilacija i klimatizacija, vrata i prozori, čišćenje i pranje opreme, pranje ruku, ormarići, toaleti, tuševi, garderobni ormarići, kantina, društvena prostorija, ormarići za prvu pomoć, oprema (dizajn i dr.), skladištenje, čišćenje, sanitacija i održavanje, ponašanje zaposlenih i obuke, proizvodni proces, kontrola kvaliteta. U tehnološkom procesu proizvodnje hrane za životinje svaki uređaj i svaki proces mogu biti izvori rizika za bezbjednost gotovog proizvoda. Transporteri, razdjelnici, preklopke, izuzimači, ćelije, koševi, mlinovi, vage, dozatori, miješalice, uređaji za hidrotermičke i mehaničke tretmane (kondicioneri, peletirke, ekstruderi, ekspanderi, higijenizatori), hladnjaci, sušare, i svi drugi uređaji mogu postati rizične tačke u procesu proizvodnje, bilo da se radi o njihovoj neispravnosti ili nestručnom radu. U procesu proizvodnje se mora izbjegavati zaostajanje materijala, tj. kontaminacija narednih šarži. Kada je rizik za bezbjednost hrane zbog zaostajanja materijala i kontaminacije narednih šarži velik, treba koristiti potpuno odvojene linije za proizvodnju.

Transport, skladištenje i isporuka

Neophodno je kontrolisati da li su potpuno ispražnjeni miješalice, tampon koševi, silo ćelije, transporteri, sistemi za otprašivanje i obezbijediti detaljno čišćenje. Prenosjenje se pogoršava prašenjem, pa je kod dodataka koji se dodaju u smješe i predsmješe u količinama manjim od 200 mg/kg poželjno da se koriste granulirane forme. Potencijalni rizici u procesima proizvodnje hrane za životinje se kontrolišu podešavanjem rada uređaja na zadate vrijednosti (pritisak, protok, koeficijent ispunjenosti, vrijeme rada, broj obrtaja, opterećenje elektromotora, temperatura i dr.) čime se automatski regulišu tehnološki procesi i održava standardan kvalitet proizvoda. Ovim automatskim sistemima je moguće obezbijediti zapise na osnovu kojih će se preduzimati eventualne korektivne mjere.

Kontrola homogenosti

Homogenost je značajna karakteristika smješa za ishranu životinja koja se postiže miješanjem, a neophodno je održati tokom cijelog procesa proizvodnje. Homogeno miješanje makrokomponentata obično nije problem, što nije slučaj sa mikrokomponentama (to su komponente čiji je udio u smješi ispod 500 mg/kg). Posebno težak zadatak je da se obezbijedi tačna i homogena distribuciju aditiva koji se dodaju u količinama od 0.05 do 100 mg/kg. Odstupanje od homogene raspodjele najčešće se izražava koeficijentom varijacije i on ne smije da bude veći od 10%. Testiranje miješalice mora da bude sastavni dio dobre proizvođačke prakse i kontrole kvaliteta u svakoj fabrici stočne hrane. Pored testiranja pri kupovini opreme (kontrola atesta opreme), kontrolu opreme treba vršiti najmanje jednom godišnje. Ovo je neophodno zbog promjena koje se dešavaju na opremi u toku proizvodnje (habanje obrtnih elemenata, poremećaji u radu motora).

Kontrola radne tačnosti

Kriterijumi za dokazivanje radne tačnosti u fabrikama za proizvodnju hrane za životinje uključuju tri komponente: *koncentraciju aditiva* u krajnjem proizvodu u odnosu na deklaraciju, *homogenost dodataka u smješi*, *nivo prenošenja* i *moguće kontaminacije* narednih šarži. Postizanje i održavanje homogene raspodjele sastojaka je osnovni cilj u proizvodnji hrane za životinje, jer neujednačena raspodjela ima negativno dejstvo na zdravlje životinja.

Mjerenje i kontrola prenošenja

Prenošenje je oblik kontaminacije koji se javlja kada se određena supstanca prenese sa mjesta u kojem je predviđena recepturom, na mjesto u kojem nije predviđena recepturom. Finije čestice imaju veću sposobnost stvaranja aerosola, čime se povećava mogućnost efekta prenošenja. Stvaranje prašine, postojanje privlačnih sila, athezije i elektrostatičkog privlačenja doprinosi povećanju ovog rizika. Dugi putevi transporta, vertikalni transport pomoću elevatora itd. povećavaju mogućnost prenošenja. Tečni dodaci koji sprečavaju prašenje, s druge strane mogu dovesti do stvaranja grudvica i lijepljenja materijala za opremu. Prenosjenje se pogoršava prašenjem, pa je kod aditiva koji se dodaju u smješe i predsmješe u količinama manjim od 200 mg/kg poželjno da se koriste granulirane forme.

31.7. HACCP sistem bezbjednosti hrane za životinje

Mnogobrojni rizici koji, preko hrane, prijete bezbjednosti i zdravlju ljudi zahtijevaju cjelovit pristup i rigorozne mjere kontrole i nadzora. Princip bezbjednosti i kvaliteta "OD NJIVE DO TRPEZE", koji je danas opšte prihvaćen u razvijenim zemljama svijeta obuhvata sve učesnike u lancu proizvodnje hrane, pa tako i proizvodnju hrane za životinje. HACCP sistem obezbjeđenja kvaliteta je specifičan program za bezbjednost hrane koji pruža visok nivo sigurnosti i kao takav je međunarodno priznat

način upravljanja bezbjednošću hrane. Tek nakon sagledavanja postojećeg stanja i sprovođenja neophodnih korektivnih mjera u samom procesu proizvodnje može se pristupiti uvođenju HACCP sistema obezbjeđenja kvaliteta. HACCP je akronim pojma Hazard Analysis and Critical Control Point i predstavlja sistematski preventivni pristup kojim se osigurava bezbjednost hrane. HACCP se temelji na identifikaciji i analizi specifičnih opasnosti i utvrđivanju preventivnih mjera kojima se rizik proizvodnje i nastanka potencijalno opasne hrane uklanja ili svodi na prihvatljivu mjeru. Iako je prvobitno razvijen kako bi se obezbijedila mikrobiološka sigurnost hrane, kasnije je proširen kako bi se uključili i hemijski i fizički rizici. To je jasno definisan sistem koji podrazumijeva preventivno djelovanje, a samo po potrebi neposrednu kontrolu i nadzor opasnosti u određenim kritičnim kontrolnim tačkama proizvodnog procesa. Sve procedure definisane su i sprovode se tako da se bilo koji gubitak kontrole nad opasnostima po bezbjednost hrane odmah detektuje, a korektivne mjere izvrše kako bi se spriječilo ponovno pojavljivanje istog problema. Kada se HACCP postavi na jake temelje dobre proizvođačke prakse (GMP) i standardnih sanitacionih operativnih procedura (SSOP), on omogućava proizvođačima hrane, bez obzira na njihovu veličinu i kapacitete, zdravu osnovu za bezbjednost njihovih proizvoda. Da bi se uveo HACCP sistem obezbjeđenja kvaliteta u bilo koji sektor iz lanca ishrane, neophodno je da poslovanje bude organizovano po opštim principima za higijenu hrane i GMP koje propisuje <<Codex Alimentarius>> uz poštovanje odgovarajućih zakonskih propisa. Poslije toga se utvrđuju prioriteti i odgovornosti i preduzimaju koraci koji će omogućiti sprovođenje principa HACCP sistema kvaliteta po sljedećem redosljedu:

Formiranje HACCP tima

Potreban je multidisciplinarni tim koji poznaje proizvod i proizvodnju kao i principe upravljanja kvalitetom. Čine ga rukovodioci i stručnjaci iz organizacije (služba kvaliteta, proizvodnje, marketinga, menadžment...) i eksperti iz drugih institucija. Zadatak tima je da obezbijedi uslove i dokumenta za sprovođenje HACCP sistema.

Opis proizvoda i procesa

Daje se detaljan opis proizvoda, njegov sastav i proces proizvodnje, informacije vezane za zdravstvenu bezbjednost, način pakovanja, uslove skladištenja i način isporuke. Za sirovine se moraju pribaviti: podaci o dobavljaču i mjestu proizvodnje ili nabavke, opis sirovina i njihova funkcionalnost, detaljna analiza sastojaka, sa granicama tolerancije, mikrobiološke karakteristike, uslovi skladištenja i distribucije, uputstvo za bezbjedno rukovanje i upotrebu. Za finalni proizvod se moraju dati: opšte karakteristike, mikrobiološke i fizičko-hemijske karakteristike, opis tehnološkog procesa proizvodnje, uslovi skladištenja, distribucije i prodaje, namjeravana upotreba proizvoda.

Izrada dijagrama toka procesa proizvodnje

Dijagram procesa proizvodnje mora da obuhvati sve faze i izrađuje se za svaki proizvod. Na dijagram toka treba da se predstave svi koraci uključeni u proces. Uz dijagram toka potrebne su dodatne informacije o: sirovinama i njihovom pakovanju, svim aktivnostima u toku procesa, temperaturi i vremenu za sve faze u procesu, vrsti opreme i dizajnu, doradi proizvoda, namjenskim prostorima sa detaljima o pravcima kretanja zaposlenih, uslovima skladištenja, uključujući mjesto, vrijeme i temperaturu, distributeru, potrošaču.

Provjera i verifikacija definisanog dijagrama

Na licu mjesta se provjerava i ukoliko je potrebno dopunjava svaka faza u postavljenom dijagramu procesa proizvodnje.

Identifikovanje potencijalnih opasnosti

Proizvođač identifikuje i ocjenjuje sve moguće opasnosti koje se mogu pojaviti za svaki proizvod u svakoj fazi procesa proizvodnje i klasifikuje ih kao: hemijske, fizičke ili mikrobiološke. Tokom analize potencijalnih opasnosti diskutuje se o: sastojcima i sirovinama, svakom koraku u procesu, uslovima skladištenja i distribucije proizvoda, načinu pripreme i upotrebe proizvoda od strane kupca. Važno je da se svaki rizik dovede u vezu sa svakom fazom u procesu, naznačenom na dijagramu toka. Takođe je veoma važno znati stepen opasnosti, vjerovatnoću pojave i mogućnost da će potrošač otkriti svaki od rizika. Ovo poređenje je veoma važno tokom analiziranja rizika na svakom koraku u procesu. Kada se jednom utvrdi opasnost, sljedeći korak je utvrđivanje *vjerovatnoće pojavljivanja* i odluka o preventivnim mjerama za kontrolu. *Preventivne mjere* su akcije i aktivnosti potrebne da se opasnost izbjegne, ukloni ili da se kontroliše i smanji na prihvatljiv nivo. Za kontrolisanje jednog rizika treba preduzeti više preventivnih mjera. S druge strane, jedna preventivna mjera može kontrolisati više od jednog rizika. Procjena vjerovatnoće pojave je bazirana na kombinaciji iskustva članova HACCP tima, epidemioloških podataka i informacija iz stručne literature. Drugi izvor informacija mogu biti postojeći izvještaji o kratkoročnoj/dugoročnoj izloženosti potencijalnom riziku.

Potencijalne opasnosti za kontaminaciju se javljaju:

- u toku *gajenja biljaka* - sirovina (genetski modifikovane biljke, vještačka đubriva, pesticidi, herbicidi, insekticidi, sredstva za zaštitu bilja, teški metali, sjeme korova, mikotoksini),
- u toku *žetve, transporta i skladištenja* (kamenje, staklo, direktni kontakt sa izduvnim gasovima, produkti nepotpunog sagorijevanja i kontaminirana goriva, ostaci od prethodne isporuke, ekskreti ili neadekvatno očišćena vozila ili oprema, klijanje, pregrijavanje, neadekvatno čuvanje, formiranje mikotoksina, bolesti, fungicidi, insekticidi, štetočine, insekti ostaci ambalaže). Potencijalne opasnosti mogu proisteći iz samog procesa i iz uslova proizvodnje u svakoj fazi tehnološkog procesa. Opasnosti se mogu pojaviti zbog upotrebe pomoćnih ili tehnoloških materijala koji se dodaju ili mogu doći u kontakt sa proizvodom, kao i u toku specifičnih koraka u proizvodnji, kada materije mogu dospjeti u proizvod (zagrijavanje parom, vještačko sušenje) ili zbog specifičnih uslova (vlaga, temperatura...) kada može doći do razvoja mikroorganizama. U toku proizvodnje, kao moguće opasnosti, posebnu pažnju zaslužuju: direktno vještačko sušenje; ubrizgavanje pare; korišćenje tehnoloških dodataka (vezivnih sredstava, regulatora protoka, regulatora kiselosti) i tehničkih sredstava (kao maziva); mikotoksini; transport, gdje opasnost dolazi iz okoline ili kao rezultat zaostajanja materijala iz prethodne isporuke.

Određivanje kritičnih kontrolnih tačaka (CCP)

Na osnovu analize rizika donosi se odluka o tome koja od kontrolnih tačaka je kritična i gdje će se kontrolisati utvrđena opasnost. Kritične kontrolne tačke su mjesta u lancu proizvodnje hrane gdje je moguće kontrolisati ili otkloniti opasnosti; to su mjesta u lancu proizvodnje hrane koja su *esencijalna za kontrolu*, često zbog toga što ne postoji naredni korak u kome se može uticati na opasnost. Proces analize rizika sadrži tri odvojena elementa: procjenu rizika, upravljanje rizikom i saopštavanje rizika. Potrebne su odluke da odrede šta su opasnosti i da identifikuju njihove trenutne i dugoročne efekte na ljudsko zdravlje (analiza rizika); da se ustanove odgovarajuće mjere kontrole radi sprečavanja, smanjenja ili minimiziranja tih rizika (upravljanje rizikom); i da se odredi najbolji način za saopštavanje ovih informacija ugroženim populacijama. Vrlo je važno prepoznati razliku između "opasnosti" i "rizika". *Opasnost* je biološki, hemijski ili fizički agens u hrani ili stanje koje može prouzrokovati štetu. Suprotno, *rizik* je procijenjena vjerovatnoća i ozbiljnost šetnog zdravstvenog efekta koji proističe od opasnosti iz hrane. Razumijevanje povezanosti između *smanjenja opasnosti* koja može poticati iz hrane i *smanjenja rizika* od šetnog zdravstvenog efekta na potrošače je od posebne važnosti u razvoju odgovarajuće kontrole bezbjednosti hrane. *Svaka opasnost nije rizik*, pa su potrebne dodatne mjere da se moguće opasnosti klasifikuju po vjerovatnoći javljanja i ozbiljnosti

uticaja na zdravlje prije nego što se odrede CCP. Vjerovatnoća može biti mala, srednja i visoka, a tako se razvrstavaju i uticaji na zdravlje životinja i ljudi. Na kraju ova procjena rezultira svrstavanjem opasnosti u jednu od *četiri klase*: 1. Nisu neophodne dodatne hitne mjere; 2. Potrebne su mjere koje se re-procjenjuju periodično; 3. Dovoljne su uobičajene mjere propisane sistemom upravljanja kvalitetom; 4. Moraju biti propisane *posebne mjere* za izbjegavanje ili savladavanje rizika. Nakon određivanja klase rizika utvrđuju se CCP pomoću *stabla odluke*.

Utvrđivanje kritičnih granica za svaku definisanu CCP

Nakon definisanja CCP, odlučuje se kako će se provjeravati koja od njih je pod kontrolom u toku procesa. To može biti *posmatranjem* (izgleda, teksture...) ili *mjenjem* (temperature, vremena...). *Kritična granica* je kriterijum koji mora biti zadovoljen. To je vrijednost koja razdvaja *prihvatljivo* od *neprihvatljivog*, tj. vrijednost pri kojoj se biološki, hemijski ili fizički agens *mora kontrolisati* - eliminisati ili smanjiti na prihvatljiv nivo. Kritična granica pokazuje koliki je stepen kontrole radnih uslova u CCP. Svaka posebna CCP može imati *jednu ili više kontrolnih mjera* kojima se sprečavaju, eliminišu ili smanjuju identifikovani rizici na prihvatljiv nivo. Kritične granice su bazirane na parametrima kao što su: temperatura, vrijeme, relativna vlažnost, aktivnost vode, konzervansi i sl. Kritične granice treba lako da se otkrivaju i lako mjere.

Utvrđivanje sistema za praćenje i kontrolu za svaku CCP

Da bi bilo sigurno da se posmatranja i mjerenja u CCP sprovode i da su vrijednosti u okviru kritičnih granica, potrebno je utvrditi način rada, vođenja i ovjere zapisa kako bi se kontrola mogla dokazati i kako bi odgovorno lice moglo preduzeti korektivne mjere kada je potrebno. Mora biti propisano šta, zašto, kako, gdje, ko i kada radi i može da odgovori u vezi kontrole. Dva su osnovna tipa procedure praćenja, nadzora:

- *On-line sistem*, gdje se kritični faktori mjere u toku procesa (neprekidno zapisivanje ili zapisivanje u definisanim vremenskim intervalima ili
 - *Off-line sistem*, gdje se uzorci za mjerenje kritičnih faktora uzimaju bilo kada.
- Potrebno je odabrati odgovarajuću proceduru nadziranja i opisati metodologiju koja obuhvata sljedeće: procedure (SOP), učestalost, mjesta, odgovornost, bilježenje rezultata itd.

Utvrđivanje korektivnih mjera

Korektivne mjere se propisuju u slučajevima kada rezultat mjerenja u CCP odstupa od kritičnih granica. Ako se to dogodi, vrši se *ponovna prerada* ili *rashodovanje proizvoda*. Korektivna mjera treba *da vrati proces pod kontrolu* prije nego što postane opasan za zdravstvenu bezbjednost i mora biti dokumentovana. Korektivne mjere treba da sadrže sljedeće elemente: određivanje i ispravljanje uzroka neusaglašenosti, određivanje dispozicije za neusaglašene proizvode, vođenje evidencije o preduzetim korektivnim mjerama, identifikacija korektivnih mjera, priprema korektivnih mjera (metode, tehnike, odgovornost, evidencija rezultata itd.).

Utvrđivanje procedure za verifikaciju HACCP sistema

Kada se sistem postavi, neophodno je utvrditi procedure koje će potvrditi da sistem funkcioniše kako je propisano. Verifikacija uključuje pregled HACCP sistema i zapisa koji garantuju da je kontrola uspješna, pregled zapisa o korektivnim mjerama koje su primijenjene, kao i povremene nenajavljene provjere koje pokazuju da se kontrola sprovodi. Proces verifikacije treba da bude obavljen u toku razvoja i implementacije HACCP plana i tokom održavanja HACCP sistema.

Početna validacija HACCP plana

Sprovodi se da se odredi da li je taj plan zasnovan na naučnim i tehničkim informacijama, da li su identifikovani svi rizici i da li će svi rizici ako se plan pravilno primjenjuje, biti efikasno kontrolisani.

Dokumentovanje HACCP sistema

Nivo potrebne dokumentacije zavisi od potreba i složenosti proizvodnje i mora biti takav da prikaže da program za bezbjednost funkcioniše. U svakom trenutku mora se znati i pisanim dokumentima dokazati: šta se radi, zašto se to radi i da li se to stvarno radi. Sistemi obezbjeđenja kvaliteta se moraju stalno usavršavati i dopunjavati novim saznanjima, kako bi se opasnosti za bezbjednost i zdravlje ljudi što bolje kontrolisale.

31.8. Kvalitet hrane za životinje

Za normalno zdravlje, reprodukciju i postizanje maksimalnih proizvodnih rezultata, hrana za životinje mora sadržati sve potrebne elemente. Povećan sadržaj energije bez dovoljnog unosa proteina ima za posljedicu povećano konzumiranje hrane, slabije iskorišćavanje hrane i nagomilavanje masti. Kvalitet hrane za životinje obuhvata svojstvene senzorne i fizičke osobine, hemijski sastav i zadovoljavajuće higijensko stanje. Na kvalitet hrane za životinje utiče hranljiva vrijednost i higijenska ispravnost sirovina, tehnološki postupak koji se primjenjuje za proizvodnju kao i primijenjeni sistem kontrole njenog kvaliteta. Bez sistematske i stalne kontrole u svim fazama proizvodnje i korišćenja, ne može se proizvesti kvalitetna hrana za životinje. Jedan od najbitnijih preduslova u proizvodnji visokokvalitetne hrane za životinje (potpunih i dopunskih smješa i predsmješa) je obezbjeđenje visokog kvaliteta sastojaka. Važan prvi korak je *uzimanje reprezentativnih uzoraka* i kompletno ispitivanje sastojaka prije istovara. Procedure i tehnika za uzorkovanje i kontrolu moraju biti u pisanoj formi, a rezultati moraju ispuniti propisane standarde. Kod svih sirovina se moraju provjeriti: vlažnost; boja; miris (svjež, vlažan, oštar, neuobičajen, nepoželjan...); prisustvo stranih materija (nečistoće, pijesak, štetocine); tekstura i ujednačenost; temperatura (normalna, povišena); kvarenje zbog biotoksina. Za obavljanje osnovne kontrole na prijemu sirovina potrebno je imati odgovarajuće uređaje za uzorkovanje (sonde) i pripremu uzoraka (tečno, čvrsto, uvrećeno, rasuto..), vlagomjer za brzo određivanje, mjerač gustine (uključen je usavremene vlagomjere), odgovarajući asortiman sita, testove za brzo određivanje ureaze i laboratorijsku opremu za ispitivanje hemijskih pokazatelja kvaliteta. Balans između minerala je od velike važnosti u ishrani životinja. Tako npr. obrok sa visokim sadržajem kalcijuma povećava potrebe za fosforom, višak magnezijuma remeti metabolizam kalcijuma, višak cinka remeti metabolizam bakra. Bakar je neophodan za normalno iskorišćavanje gvožđa, dok njegov višak u značajnoj mjeri smanjuje apsorpciju gvožđa. Poznata su trovanja molibdenom, selenom, vitaminima (A, E) i dr. Takođe, često se dešavaju trovanja ureom ili sijenom koje je obogaćeno amonijakom. Da bi se ove pojave izbjegle, potrebno je uvijek, pri bilo kakvoj sumnji, uraditi analizu hrane prije nego što ona dospje do životinja.

30.9. Potencijalne opasnosti u hrani za životinje

Najčešće se kao kontaminanti (nepoželjne materije) u hrani javljaju bakterije, plijesni, mikotoksini, pesticidi, toksični mikroelementi, hlorovani bifenili, fizičke nečistoće i dr. Sve ove opasnosti koje potiču iz hrane za životinje, a koje mogu biti štetne za zdravlje životinja i ljudi i za okolinu, uobičajeno se dijele na hemijske, fizičke i mikrobiološke.

31.9.1. Hemijske opasnosti

Hemijske opasnosti predstavljaju sve neželjene hemijske materije koje su prisutne u hrani za životinje: prirodno, od zagađenja iz okoline, zbog upotrebe pomoćnih materijala, zbog kontaminacije tokom procesa. Osnova za proizvodnju potpunih krmnih smješa (PKS) za ishranu životinja je kukuruz uz dodatke sojine i suncokretove sačme, lucerkinog brašna, stočnog brašna i drugih komponenata koje učestvuju u manjim količinama. Kako se kao osnovne sirovine za proizvodnju PKS koriste biljna hraniva koja u toku uzgoja mogu biti kontaminirana *herbicidima, pesticidima i drugim nepoželjnim materijama*, te materije se unose i nagomilavaju u organizmima životinja, gdje ostaju u tkivima, dok ih čovjek korišćenjem u ishrani ne unese u svoj organizam. Tako su opasnost po zdravlje ljudi sva sredstva koja se upotrebljavaju za zaštitu biljaka. Nerijetko se životinje napasaju pored saobraćajnica, ili im se kao hrana daje sijeno sa tih mjesta, što ima za posljedicu unošenje nepoželjnog olova. U proljećnom periodu, kada se vještačkim đubrivima đubre livade i pašnjaci, postoji mogućnost kontaminacije tih terena olovom i kadmijumom koji se često nalaze kao nepoželjni sastojci u vještačkim đubrivima.

31.9.2. Fizičke opasnosti

Fizičke opasnosti su strane materije koje mogu biti prisutne u hrani za životinje ili mogu dospjeti u hranu tokom: skladištenja, proizvodnje i transporta. Primjeri su *staklo* (potiče od flaša, sijalica, stakla termometara, poklopaca mjernih instrumenata i sl.), *plastika, metalni komadi* (žica, metalni otpaci), *kamenje* (okolina), *drvo* (djelovi ambalaže, palete, boksovi), *azbest* itd. Metal može da dospije u proizvode iz sirovine ili u toku procesa proizvodnje. Veoma je važno da se oprema održava pravilno, kako komadići opreme ne bi otpadali i tako dospijevali u proizvode. Na proizvodnoj liniji treba ugraditi detektor za metal.

31.9.3. Mikrobiološke i biološke opasnosti u stočnoj hrani

Mikrobiološke i biološke opasnosti potiču od neželjenih mikroorganizama i mikotoksina koje proizvode, prenosioca bolesti životinja. Često su potpune krmne smješe kontaminirane mikroorganizmima koji izazivaju zdravstvene probleme kod životinja. Nerijetko dolazi do salmoneloza ljudi nakon korišćenja mesa živine ili jaja kontaminiranih salmonelom. *Pravilnikom o maksimalnim količinama štetnih materija i sastojaka u stočnoj hrani* (SLSFRJ br. 2/90 i 27/90) propisan je maksimalni dozvoljeni broj bakterija u 1 g hrane za životinje. Hraniva biljnog porijekla i krmne smješe za odrasle životinje mogu sadržavati do 100.000.000 bakterija, hraniva animalnog porijekla do 50.000.000, dok krmne smješe za mlade životinje mogu sadržavati do 10.000.000 bakterija u 1 g hrane. Salmonela se ne smiju naći u hrani za životinje, dok se u 1 g hraniva ili krmnih smješa za životinje može naći 1.000 sulfitoreredukujućih klostridija. Hraniva i krmne smješe ne smiju sadržavati toksine toksigenih bakterija u jednom gramu (*Clostridium botulinum, Clostridium perfringens* i *Staphylococcus aureus*). Povećana vlažnost u hranivima je jedan od uslova za razvoj plijesni, a one nerijetko proizvode *mikotoksine* koji izazivaju značajne probleme u uzgoju životinja. Kao produkti toksigenih plijesni u hrani za životinje javljaju se: aflatoksin, zearalenon i njegovi derivati, ohratoksin, trihoteceni. Prisustvo mikotoksina u hrani za životinje u dužem vremenskom periodu je opasno. Mikotoksini se akumuliraju u različitim tkivima životinja, što rezultira pojavom bolesti koje se nazivaju *mikotoksikoze*. Najčešće mikotoksikoze domaćih životinja su: aflatoksikoza, ohratoksikoza, zearalenon toksikoza i trihotecenske toksikoze.

31.9.4. Zdravstvene opasnosti i dobra poljoprivredna praksa u proizvodnji silaže

Pravilno napravljena silaža je veoma dobra hrana koja ne predstavlja opasnost po zdravlje životinja, a samim tim ni ljudi. Proizvodnja dobro konzervirane i kvalitetne silaže zavisi uglavnom od sastava

krmnog bilja pri siliranju i odgovarajuće prakse za pravljenje silaže. Glavni principi konzervisanja silaže su brzo postizanje niskog pH u procesu mliječne fermentacije i održavanje anaerobnih uslova. Bakterije mliječne kiseline igraju ključnu ulogu u uspješnom siliranju. One su sposobne da razlože fermentišuće ugljene hidrate prisutne u krmnim kulturama u mliječnu kiselinu i u manjoj mjeri u sirćetnu kiselinu. U tom procesu mogu pomoći i hemijski i biološki aditivi – koji utiču na brzo smanjenje pH silaže i stvaranje anaerobnih uslova. Nepoželjni mikroorganizmi mogu se razmnožavati u silaži kada je pH nedovoljno smanjen i kada je prisutan kiseonik. Nepoželjni mikroorganizmi kao što su kvasci i bakterije buterne kiseline utiču negativno na kvalitet silaže, a neki kao što su *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* koja proizvodi *Shiga like* toksin, druge enterobakterije, *Mycobacterium bovis* i plijesni su opasni po zdravlje životinja i zdravstvenu bezbjednost mlijeka i drugih proizvoda animalnog porijekla. Opasnost po zdravlje može predstavljati sam mikroorganizam ili njegov metabolit - kao što su mikotoksini koje proizvode određene plijesni. Prisustvo toksina *C. botulinum*, kao i stvaranje buterne kiseline i biogenih amina od strane ovog mikroorganizma se može spriječiti brzim smanjenjem i održavanjem pH silaže ispod 4,5. Niska pH vrijednost silaže takođe sprečava rast enterobakterija, što smanjuje rizik od proizvodnje toksičnih gasovitih oksida azota iz nitrata. Rast *L. monocytogenes*, *Escherichia coli* koja proizvodi *Shiga like* toksin i plijesni može biti spriječen stvaranjem anaerobne sredine, što se postiže sprečavanjem izlaganja silaže vazduhu tokom otvaranja silosa. *C. botulinum* u silaži može biti porijeklom od bolesnih goveda. Veliki početni broj spora *C. botulinum* u zelenom hranivu i loši uslovi za fermentaciju silaže mogu podstaći rast *C. botulinum* u silaži. Povišen nivo pH do kojeg dolazi zbog prisustva vazduha i samim tim aerobnog mikrobiološkog razlaganja silaže je glavni faktor koji utiče na broj *L. monocytogenes*, *E. coli* koja proizvodi *Shiga like* toksin i plijesni u silaži, a takođe može podstaći preživljavanje i rast *Mycobacterium bovis* - bakterije koja izaziva tuberkulozu goveda. Zemljište je glavni izvor spora *B. cereus* u silaži. Bioloških toksini koji mogu biti prisutni u silaži su toksini otrovnih biljaka i ergot alkaloidi koje proizvode endofitne gljive na krmnom bilju, npr. sirak i ljulj. Hemijske opasnosti koje mogu biti prisutne u silaži su nitrati, nitriti i toksični gasoviti oksidi azota koji se stvaraju iz nitrata, biogenih amina i amonijaka. Hemijske i mikrobiološke opasnosti se javljaju u slabo fermentisanoj silaži. Prema tome, one se mogu izbjeći primjenom adekvatnih postupaka za pravljenje silaže i stvaranjem uslova koji obezbjeđuju brzo i dovoljno smanjenje pH silaže i koji sprečavaju aerobno razlaganje silaže. Ishrana krava silažom u kojoj su prisutne spore klostridija može da dovede do pojave mane sireva – kasnog nadimanja sireva tokom zrenja, o čemu treba voditi računa. U silo-tornjevima postoji opasnost od trovanja ljudi gasovima, pa se obavezno moraju primjenjivati mjere zaštite. Silažu sa visokim sadržajem vlage karakteriše značajno oticanje efluenta – otpadne tečnosti, silažnog soka, koji ima izuzetno visok uticaj na zagađenje životne sredine. Zbog toga je njegovo ispuštanje u vodotokove zabranjeno. Iz tih razloga farmeri se sve češće odlučuju za proizvodnju sjenaže. Sjenaža je proizvod nastao siliranjem uvenulih pokošenih biljaka u velikim balama umotanim u plastične folije.

31.10. Kontrola kvaliteta hrane za životinje

Ispitivanje kvaliteta stočne hrane se sprovodi prema *Pravilniku o metodama uzimanja uzoraka i metodama fizičkih, hemijskih i mikrobioloških analiza stočne hrane* (SLSFRJ br. 15/87). Pravilnikom su propisane metode kojima se vrši kontrola kvaliteta stočne hrane, a to su: metode uzimanja uzoraka, metode fizičkih i hemijskih analiza i mikrobiološke metode. Prvi i možda najvažniji korak u kontroli kvaliteta hrane za životinje je *pravilno uzimanje uzoraka* za analizu (fizičku, hemijsku i mikrobiološku). Uzorak mora predstavljati prosječan sastav cjelokupne količine proizvoda od koje se uzima. Da bi uzorak bio reprezentativan, iz ukupne količine nekog hraniva treba uzeti više malih frakcija, čijim dijeljenjem se može doći do količine koja predstavlja reprezentativni laboratorijski uzorak. Uzorkovanje moraju da obavljaju obučene osobe koje imaju iskustva u uzorkovanju hrane za životinje. Njihov rad mora biti nezavistan od uticaja zainteresovanih strana. Da bi se obezbijedilo

reprezentativno uzorkovanje, u izvještaju o uzimanju uzoraka potrebno je evidentirati uslove skladištenja i okoline gdje je smještena cjelokupna količina.

31.10.1. Slanje uzoraka na analizu

Jedan uzorak se odmah šalje u ovlašćenu laboratoriju, zajedno sa zapisnikom koji sadrži potrebne informacije za analizu. Zapisnik o uzorkovanju treba da sadrži: informacije sa etikete uzorka, ime i adresu vlasnika uzorkovanog materijala, ime proizvođača, uvoznika, prodavca, količinu od koje je uzorkovano, analize koje se traže i druge napomene. Ostala dva uzorka treba čuvati, tako da ne dođe do promjena u njihovom kvalitetu. Jedan od njih se čuva za superanalizu. Standardna preporuka je da se uzorci čuvaju 6 mjeseci od dana uzimanja.

31.10.2. Metode fizičkih, hemijskih i mikrobioloških analiza

Metode kojima se vrše fizičke, hemijske i mikrobiološke analize stočne hrane su metode za određivanje: mirisa, količine primjesa, zapreminske mase, sadržaja vlage, sirovih proteina, amonijačnog azota, ureje, kazeina, laktoalbumina, sirovih masti, slobodnih masnih kiselina, sirove celuloze, skroba, sirovog pepela, pepela nerastvorljivog u hlorovodoničnoj kiselini, bezazotnih ekstraktivnih materija, hlorida, natrijum-hlorida, organoleptičkih svojstava jodirane soli za stočnu hranu, kiselinskog stepena, pH vrijednosti, vode u jodiranoj soli (higroskopnoj i kristalnoj), materija nerastvorljivih i rastvorljivih u vodi, natrijuma i kalijuma, kalcijuma, magnezijuma, ukupnog fosfora, sumpora, hlora, joda, mikroelemenata, mangana, kobalta, gvožđa, cinka, bakra, određivanje karotina (brzi postupak), karotina i ksantofila u svježim i suvim uzorcima biljnog porijekla, vitamina A, vitamina E, mikotoksina, aktivnosti antibiotika mikrobiološkim metodama na Petrijevim šoljama (metoda difuzije), oksitetraciklin-hidrohlorida, hlortetraciklin-hidrohlorida, oleandomicina, benzatin penicilina G, cink-bacitracina, tilozina, neomicina, virginiamicina, dokazivanje prisustva i zaraženosti štetocinima. Laboratorije koje vrše analizu hrane za životinje raspolažu aparatima kao što su: analitička vaga, pH metar, mlin za sitnjenje i homogenizaciju uzoraka, spektrofotometar, atomski apsorpcioni spektrofotometar, tečni hromatograf, gasni hromatograf i dr. Akreditacijom laboratorija se postiže dobijanje rezultata pod istim uslovima kako bi oni bili uporedivi, nezavisno od toga u kojoj laboratoriji su dobijeni.

Pitanja

Koji su preduslovni programi u proizvodnji stočne hrane? Iz čega se sastoji HACCP plan u proizvodnji stočne hrane? Koje su opasnosti i rizici u proizvodnji stočne hrane? Koji propisi regulišu kvalitet i proizvodnju stočne hrane na nivou Evropske unije? Koji propisi regulišu kvalitet stočne hrane, količinu štetnih materija i broj mikroorganizama u stočnoj hrani na nacionalnom nivou? Navedite neke od mogućih kritičnih kontrolnih tačaka u lancu proizvodnje stočne hrane? Koje su metode ispitivanja kvaliteta i bezbjednosti stočne hrane?

32. HACCP SISTEM U PROIZVODNJI MEDA

32.1. Osobine meda

Med je potpuno prirodan proizvod, slatka supstanca koju proizvode medonosne pčele (*Apis mellifera* L.) preradom nektara biljaka, sokova sa živih djelova biljaka ili sakupljanjem ekskreta insekata koji sišu sokove sa živih djelova biljaka. On predstavlja veoma složenu mješavinu više od 70 različitih komponenti. Najzastupljeniji sastojci su ugljeni hidrati, od kojih su najviše zastupljeni prosti šećeri - fruktoza i glukoza i voda, koji zajedno čine više od 99% sastava meda. *Pravilnikom o minimalnom kvalitetu meda i drugih pčelinjih proizvoda* (Sl.list CG br. 27/2014) propisuje se minimalni kvalitet, sastojci, uslovi za stavljanje na tržište i označavanje meda i drugih pčelinjih proizvoda i preparata od meda. Prema porijeklu med se razvrstava na cvjetni ili nektarni (dobijen od nektara biljaka) i to: monoflorni (sortni med), poliflorni i medljikovac. Prema načinu proizvodnje med se razvrstava na: med u saću - koji skladište pčele u ćelijama svježe izgrađenog saća bez legla ili u satnim osnovama izgrađenim isključivo od pčelinjeg voska, koji se prodaje u poklopljenom saću ili u sekcijama tog saća; med sa saćem ili med sa djelovima saća koji sadrži jedan ili više komada saća; cijedeni med koji se dobija cijedenjem otklopljenog saća bez legla; vrcani med dobijen vrcanjem (centrifugiranjem) otklopljenog saća bez legla; presovani med (muljani med) dobijen presovanjem saća bez legla, sa ili bez korišćenja umjerene temperature koja ne smije preći 45 °C; filtrirani med koji se dobija uklanjanjem stranih anorganskih ili organskih materija pri čemu dolazi do značajnog uklanjanja polena; pekarski med pogodan za korišćenje u industriji ili kao sastojak u drugoj hrani koja se prerađuje i može da ima strani ukus ili miris, da bude u stanju vrenja ili je prevrio ili pregrijan. Monoflorni med se može označiti prema određenoj biljnoj vrsti ako u nerastvorljivom dijelu sadrži najmanje 45% polenovih zrnaca iste biljne vrste. Poliflorni med je proizvod koji medonosne pčele proizvode od nektara cvjetova medonosnih biljaka različitih vrsta. *Medljikovac* je med koji pčele stvaraju od medljike, tj. medne rose. Medna rosa je izlučevina insekata (*Hemiptera*) koji sisaju sokove živih biljaka, ali može biti i samo izlučevina živih biljaka. Stvaraju je lisne vaši, ali i drugi insekti. Medljika (medna rosa) se javlja na lišćarima i četinarima sa obadvije strane listova i iglica u vidu rose, najčešće u periodu kada su noći hladne, a jutro topla. Najčešće je ima na hrastu, ali se može naći i na vrbi, lipi, trešnji. Četinari mogu da stvore veliku količinu medljike i bez aktivnosti insekata. Medljikovac je veoma bogat mineralima.

Pasterizacija meda

Pasterizacija meda podrazumijeva zagrijavanje meda do temperature +78 °C, a zatim njegovo brzo hlađenje na temperaturu skladištenja. Pasterizacija se izvodi s ciljem da se unište kvasci. Time se sprečava vrenje meda. Pasterizovan med ostaje duže vrijeme tečan. Pasterizacija uništava u medu veći dio enzima invertaze, koji je jedan od parametara kvaliteta meda. To znači da se pasterizacija sprovodi samo kada je potrebno popraviti greške i nije u skladu s dobrom pčelarskom praksom. Takav med može se koristiti samo kao pekarski med.

32.2. Osobine drugih pčelinjih proizvoda

Drugi pčelinji proizvodi, prema pomenutom pravilniku, su: polen, pčelinji vosak, propolis, pčelinji otrov, matična mliječ. *Polen (cvjetni prah)* je proizvod koji pčele sakupljaju na cvijetovima, oblikuju ga u grudvice, dodaju mu specifičnu sopstvenu materiju i skladište ga u ćelije saća. Prema načinu dobijanja polen se razvrstava na: hvatani polen (sakupljen pomoću hvatača) i vađeni polen (dobijen vađenjem iz ćelija saća). Svježi cvjetni prah se mora odmah konzervirati sušenjem, miješanjem s medom ili zamrzavanjem. Sušenje cvjetnog praha obavlja se na temperaturi od 32-35 °C (+40 °C). Tako osušeni cvjetni prah se skladišti u nepropusno zatvorenim posudama na hladnom i suvom mjestu, na temperaturi od 14 °C do tri mjeseca. Ako se čuva duže od tri mjeseca, mora se premjestiti

u frižider na temperaturu od 2-7 °C (najduže još 9 mjeseci). Svježi polen umiješan u med se može čuvati na temperaturi do 18 °C u hermetički zatvorenoj ambalaži - do dvije godine od dana oduzimanja. Svježi cvjetni prah se može čuvati zamrznut na temperaturi od -18 °C - u trajanju do jedne godine. Temperatura zamrzavača u kojima se skladišti svježi cvjetni prah mora se redovno kontrolisati. Odmrznuti cvjetni prah se ne smije ponovo zamrzavati. *Pčelinji vosak* je proizvod voštanih žlijezda pčela koji služi za izradu saća i to: nepročišćeni pčelinji vosak, pročišćeni pčelinji vosak (*Cera flava*) i bijeljeni pčelinji vosak (*Cera alba*). Pčelinji vosak je svijetlo žute do tamno žute boje, u zavisnosti od odnosa propolisa i polena u vosku, kao i starosti voska prije prerade odnosno topljenja i sastoji se od slobodnih masnih kiselina 13,5-15%, estera 70-74%, ugljovodonika 12,5-15%, vode do 2,5%, mineralnih materija 0,03%, karotinoida, bojenih i aromatičnih materija. Specifična težina voska na temperaturi od 15 °C, iznosi 0,956 - 0,969 g/cm³, a tačka topljenja je između 56 i 64 °C. *Propolis* je proizvod koji nastaje mješavinom prirodnog pčelinjeg voska i smolastih materija koje pčele sakupljaju sa drvenastih biljaka i nastaje upotrebom mreža za sakupljanje propolisa koje se postavljaju na satonošama. *Pčelinji otrov* ili apitoksin je proizvod otrovne žlijezde pčela, guste tečne konzistencije, bezbojan, specifičnog izrazito jakog mirisa i ljuto-gorkog ukusa, ima kiselu reakciju (pH 4,5-5,5), specifičnu težinu od 1.08 -1.13 g/cm³ i suši se na temperaturi do 40 °C. Pčelinji otrov se čuva u hermetički zatvorenim bočicama od tamnog stakla, na temperaturi od -15 do + 4 °C. Rok trajanja pčelinjeg otrova je godinu dana od dana oduzimanja od medonosnih pčela. *Matična mliječ* je proizvod alotrofnih (podždrijelnih) žlijezda mladih pčela, mliječne je boje, guste konzistencije, karakterističnog ukusa i mirisa, koji je izvađen 48 do 60h nakon presađivanja larvi, uz obavezno uklanjanje larvi iz oduzetog mliječa (slika 104). Mliječ sadrži najmanje 69% vode i 31% suve materije, 12 do 18% bjelančevina, 13% šećera, oko 5,5% masti i oko 1% mineralnih materija, bogat je vitaminima i ne smije se uzimati iz zatvorenih matičnjaka ili legla trutova. Matična je pčelinji proizvod koji je izuzetno podložan kvarenju. Zbog izrazite kvarljivosti čuva se na tamnom i hladnom mjestu. Veoma je osjetljiva na svjetlost. Svjetlost djeluje kao katalizator - pod uticajem svjetlosti matična mliječ gubi ljekovito svojstvo zbog čega se mora držati u mraku. Na isparavanje i zgušnjavanje matične mliječi veliki uticaj ima temperatura, od koje takođe zavisi i vrijeme njenog čuvanja. Rok trajanja matične mliječi čuvane u tamnim hermetički zatvorenim staklenim posudama u frižideru na 4 °C je pola godine, a na temperaturi od -18 °C godinu dana od dana oduzimanja. Jednom odmrznuta matična mliječ se ne smije više zamrzavati. Ako je stabilizovana ili liofilizovana, rok trajanja matične mliječi je najduže dvije godine od dana oduzimanja. Za čuvanje matične mliječi koristi se isključivo staklena ambalaža, jer su vitamin B₁ i pantotenska kiselina izuzetno osjetljivi na alkalije. Najveći uticaj na hemijske promjene matične mliječi ima atmosferski vazduh. Oksidacionim promjenama podložni su vitamin B₁ i biotin. Vodena para takođe ima efekte na matičnu mliječ - na suvom vazduhu mliječ ispušta vodu, a na vlažnom je upija, usljed čega u oba slučaja nastaju hemijske promjene koje smanjuju njeno aktivno dejstvo.



Slika 104. Matična mliječ

<https://gospodarski.hr/rubrike/pcelarstvo-rubrike/maticna-mlijec-kako-je-prozvesti/>

32.2.1. Osobine preparata na bazi meda i drugih pčelinjih proizvoda

Preparati na bazi meda i drugih pčelinjih proizvoda su mješavine meda sa drugim pčelinjim proizvodima (matičnim mliječom, polenom ili propolisom), mješavine meda i/ili drugih pčelinjih proizvoda sa ljekovitim biljem i/ili njihovim ekstraktima ili međusobne mješavine drugih pčelinjih proizvoda. Preparati mogu biti u obliku kapi, tableta, kapsula, masti i sirupa. *Med sa dodacima* je mješavina meda sa prehranbenim proizvodima (sušeno voće, proizvodi od sušenog voća i povrća, kakao, sok od voća ili povrća). Med sa dodacima sadrži najmanje 60% meda u gotovom proizvodu. Med se sastoji od različitih šećera, pretežno fruktoze i glukoze i drugih materija kao što su organske kiseline, enzimi i čvrste čestice koje dospijevaju u med tokom njegovog nastajanja. Med može da bude tečan, ili viskozne konzistencije, djelimično ili potpuno kristalisan, a boja meda može da varira od bezbojne do tamnosmeđe. Aroma meda može da varira i treba da potiče od izvornog bilja.

Zahtjevi koje treba da ispune med i pčelinji proizvodi prije stavljanja na tržište

Med se stavlja na tržište ako ispunjava sljedeće uslove: ne sadrži namjerno dodate sastojke, uključujući prehrambene aditive i boje, šećer, zaslađivače, arome, konzervanse i slično; ne sadrži organske ili neorganske materije strane njegovom sastavu; nema strani ukus ili miris, nije u stanju vrenja ili previranja; nije vještački izmijenjena kiselost; nije zagrijavan da prirodni enzimi budu uništeni ili u znatnoj mjeri inaktivisani (prilikom topljenja kristalisani med nije zagrijavan na temperaturi višoj od 45 °C); ne potiče iz saća u kome je leglo; nije izložen jonizujućim ili ultravioletnim zracima. Iz meda koji se stavlja na tržište ne uklanja se polen. Med se pakuje u zatvorenim posudama koje su napravljene od materijala koji se koristi u prehrambenoj industriji i koje ispunjavaju propisane zahtjeve. Med se čuva u suvim, tamnim i provjetrenim prostorijama, na sobnoj temperaturi. *Polen* se stavlja na tržište u izvornom obliku (prirodne granule ili mljeven) i u stabilizovanom obliku ako: sadrži najmanje 92% suve materije; sadrži najmanje 60% suve materije ukoliko se zamrzava ili rashlađuje u komori za zamrzavanje ili hlađenje i može se koristiti samo za pripremu preparata na bazi polena; ima svojstven ukus; je sušen na temperaturi nižoj od 40 °C; ne sadrži insekte ili djelove insekata, legla, kao i skladišne štetočine. *Propolis* se stavlja na tržište ako: sadrži najmanje 35% materija koje se ekstrahuju alkoholom; ne sadrži katran i jedinjenja slična katranu, odnosno katranske smole; ne sadrži više od 5% mehaničkih nečistoća i ostataka pčela i ne sadrži više od 30% voska. *Pčelinji otrov* se stavlja na tržište u obliku praha ako: sadrži 30 do 45% suve materije, od čega bjelančevine i peptidi čine oko 80% u kojima se nalaze najaktivniji biohemijski i farmakološki sastojci, a u isparljivoj frakciji, pored vode prisutni su: N-amilov, izoamilov i etilov acetat; je vlažnost najviše 12%, a primjese nerastvorljive u vodi ne smiju prelaziti 10%. Matični mliječ se može staviti na tržište u izvornom obliku, stabilizovan ili liofilizovan ako sadrži najmanje 12% bjelančevina i ne sadrži više od 70% vode, odnosno manje od 30% suve materije. Med, drugi pčelinji proizvodi i preparati od meda koji se stavljaju na tržište označavaju se u skladu sa zakonom o bezbjednosti hrane.

32.3. Parametri kvaliteta meda

Ispitivanje kvaliteta meda vrše ovlašćene laboratorije primjenom metoda IHC-2009, a analiza polena primjenom metoda IHC 2004, koje je usvojila međunarodna komisija za med (International Honey Commission –IHC). Kvalitet meda je ukupno svojstvo meda, drugih pčelinjih proizvoda i preparata na bazi meda u zavisnosti od sastava, dodatih materija, tehnoloških postupaka, pakovanja, čuvanja i skladištenja. Količina glukoze i fruktoze u cvjetnom medu treba da bude najmanje 60 g/100g, u medljikovcu najmanje 45 g/100g, količina saharoze u svim vrstama meda najviše 5 g/100g, u medu od bagrema, lucerke, vrieska, slatkovine, eukaliptusa, agruma najviše 10 g/100g, lavande najviše 15 g/100g. Količina vode u svim vrstama meda može da bude najviše 20%, u medu od vrieska i

pekarskom medu najviše 23%, pekarskom medu od vrijeska najviše 25%. Količina materija nerastvorljivih u vodi za sve vrste meda može da bude prisutna najviše 0,1 g/100 g, u presovanom medu najviše 0,5 g/100g. *Aktivnost dijastaze* (po Schadeu) za sve vrste meda, osim pekarskog meda treba da bude najmanje 8. Dijastaze su enzimi - α -amilaza koja razlaže skrob na dekstrine i β -amilaza koja dekstrine razlaže do maltoze. Smatra se da su dijastaze u medu porijeklom iz pčela, polena i nektara medonosnih biljaka. Osjetljive su na zagrijavanje (termolabilne su). Aktivnost enzima dijastaze je jedan od indikatora kvaliteta, uslova skladištenja i stepena zagrijavanja meda, a izražava se dijastaznim brojem (DN). Dijastazni broj predstavlja količinu enzima koja je potrebna da za 1h na 40 °C hidrolizuje 0,01 g skroba. Tokom obrade i skladištenja meda aktivnost dijastaze se smanjuje. Dijastazni broj ne smije biti manji od 8, osim ako nije u pitanju med koji ima prirodno smanjenu količinu enzima, kao što su citrusni medovi i medovi koji su proizvedeni u toplijim klimatskim područjima, kada dijastazni broj ne smije biti manji od 3. Kod tamnijih vrsta meda kao što su medljikovac ili med od kestena, aktivnost dijastaze je nekoliko puta veća. *Hidroksimetilfurfural* (HMF) je najznačajniji pokazatelj za određivanje roka upotrebe meda. HMF je organsko jedinjenje, ciklični aldehid čije prisustvo u medu ukazuje na dehidraciju glukoze i fruktoze u kiseloj sredini, ili na Maillardovu reakciju pri kojoj nastaje povezivanje šećera i proteina u novo jedinjenje. Tokom čuvanja meda sadržaj HMF se povećava. Na sadržaj HMF-a utiče temperatura, period zagrijavanja, uslovi skladištenja, svjetlost, hemijske karakteristike meda (pH, vlaga, količina mineralnih materija). U medu je dozvoljeno najviše 40 mg/kg hidroksimetilfurfurala.

32.4. Kontaminenti u medu

Kontaminenti hrane su supstance koje u hranu nisu dodate namjerno, već se u njoj nalaze kao posljedica zagađenja životne sredine ili usljed neadekvatne proizvodnje, prerade, pakovanja, prevoza hrane i dr. Glavni kontaminenti meda i pčelinjih proizvoda porijeklom iz životne sredine su: teški metali (olovo, kadmijum, živa), radioaktivni izotopi, polihlorovani bifenili (PCB-i), policiklični aromatični ugljovodonici (PAH), pesticidi (insekticidi, fungicidi, herbicidi i baktericidi), patogene bakterije, genetički modifikovani organizmi. Glavni kontaminenti meda koji se javljaju usljed neadekvatne pčelarske prakse su: akaricidi (lipofilna sintetička jedinjenja i netoksična jedinjenja kao što su organske kiseline i komponente esencijalnih ulja), antibiotici ukoliko se protivzakonito koriste za suzbijanje bolesti pčelinjeg legla (tetraciklini, streptomycin, sulfonamidi, hloramfenikol), paradihlorobenzen, koji se koristi za suzbijanje voštanog moljca, hemijski repelenti. Kontaminenti u medu se najčešće javljaju usljed različitih aktivnosti čovjeka, kao što je primjena agrotehničkih mjera, industrijska proizvodnja, deponovanje otpada, primjena vještačkih đubriva koja sadrže kadmijum i druge toksične supstance, pesticida koji sadrže živu, arsen i dr.

32.4.1. Hemijski kontaminenti meda

Teški metali su značajni kontaminenti meda. Njihov značaj je u tome što se akumuliraju u živim organizmima, visoko su citotoksični, kancerogeni, organizmi nemaju sposobnost detoksikacije i tako kruže u životnoj sredini. U nektar ili medljiku olovo dospijeva direktno iz vazduha. Kadmijum u nektar i medljiku se transportuje iz zemljišta do biljke, a preko biljke do pčele. U polenu je takođe utvrđena povećana koncentracija teških metala, naročito žive i hroma. *Policiklični aromatični ugljovodonici (PAH)* su liposolubilna organska jedinjenja koja u svojoj strukturi imaju dva ili više kondenzovanih aromatičnih prstenova. Stvaraju se tokom pirolitičkih procesa (procesa razlaganja materije pod uticajem toplote i bez prisustva kiseonika, naročito nepotpunog sagorijevanja organskih materija, prerade uglja i sirove nafte, sagorijevanja prirodnog gasa, grijanja, spaljivanja otpada, saobraćaja, pušenja. Ova jedinjenja na ljudski organizam ispoljavaju mutageno i karcinogeno dejstvo. Najtoksičniji je benzopiren, koji se najčešće koristi kao pokazatelj prisutnosti ovih jedinjenja u okolini. PAH u med dospijevaju putem vazduha, vode, zemljišta, kao i tokom procesa zadimljavanja pčela u košnici i prerade meda. Povišeni nivo PAH je utvrđen u uzorcima meda i drugih pčelinjih proizvoda iz urbanih i industrijskih oblasti. Ostaci policikličnih aromatičnih jedinjenja pronađeni su u medu proizvedenom u blizini fabrika ulja. Sadržaj PAH u uzorcima polena

je značajno veći nego u uzorcima meda, jer je prosječan udio lipida u polenu čak i do 22,4%. Posebnu grupu zagađujućih materija čini grupa organohlornih jedinjenja, tzv. postojanih – dugotrajnih zagađujućih materija (engl. Persistent Organic Pollutions, POPs). Ova jedinjenja su slabo rastvorljiva u vodi, a veoma dobro se rastvaraju u mastima, što za posljedicu ima njihovu bioakumulaciju u masnim tkivima živih organizama. Toksični su za žive organizme. Prenose se na velike udaljenosti putem vode i vazduha, pa su zato široko rasprostranjeni i tamo gdje se nikada nisu koristili. Kancerogeni su. Zbog toga su danas najviše istraživana jedinjenja. Najrašireniji iz ove grupe su: polihlorovani bifenili (PCB), dioksini (polihlorovani dibenzo-p-dioksini-PCDD), furani (polihlorovani dibenzofurani –PCDF) i organohlorni pesticidi (OCP). *Polihlorovani bifenili (PCB)* su organske hemikalije koje potiču od transformatorskih i motornih ulja, rashladnih tečnosti, maziva i sl. Proizvodili su se do 1980. godine, ali su prisutni i dalje u životnoj sredini i ugrožavaju pčele i njihove proizvode. Njihov sadržaj u vosku je veći nego u medu. Jedan od najopasnijih zagađivača životne sredine koji predstavljaju poseban problem su *dioksini*. Nastaju kao posljedica neadekvatnog spaljivanja komunalnog i medicinskog otpada i kao nusproizvodi hemijske industrije. Vazduh služi kao sredina za prenošenje molekula i čestica dioksina, koje zatim padaju na zemlju, pa ih na taj način pčele preko polena unose u košnice. Ukoliko se u medu nađu dioksini, med nije dozvoljen za ishranu. Veoma je značajna i kontrola meda na *prisustvo radioaktivnih materija*. Glavni radioaktivni izotopi pronađeni u medu su ^{40}K i ^{137}Cs - prvi je prirodnog porijekla, a drugi je porijeklom iz atomske elektrane u Černobilu od 1986. godine. Prema literaturnim podacima, područje Republike Hrvatske je ranih šezdesetih godina prošlog vijeka i tokom akcidenta u Černobilu 1986. godine kontaminirano procesima suvog i mokrog taloženja iz atmosfere, kao i radioaktivnim izotopom cezijuma ^{137}Cs . Deponovani cezijum se vremenom apsorbuje na čestice tla, a dijelom penetrira u dublje slojeve i dospijeva u zonu korjenovog sistema biljaka. Kao i ostali biogeni elementi, cezijum se preko korjenovog sistema ugrađuje u biljke. Nakon više od petnaest godina od akcidenta u Černobilu i dalje se nalazio ^{137}Cs u nekim tipovima meda, kao što su crnogorični medljikovac i kestenov med. U potrazi za hranom pčele pokrivaju područje i do 50 km^2 , od čega relativno dobro područje u prečniku od 15 do 20 km^2 od košnice, što treba imati u vidu prilikom procjene rizika od kontaminacije pčela i pčelinjih proizvoda. U Sjedinjenim američkim državama i Kanadi *genetički modificovane biljke* se uobičajeno uzgajaju i prihvaćene su od strane javnosti, dok u Evropskoj uniji postoji jaka opozicija protiv potrošnje hrane koja sadrži GMO. U Evropskoj uniji obavezno je označavanje hrane koja sadrži genetski modificovane organizme u količini većoj od 1%. PCR metoda omogućava da se otkrije prisustvo samo nekoliko zrna polena koji potiče od genetski modificovane biljke. Pčelinji polen može biti značajno kontaminiran, dok med, koji sadrži manje od 0,1% polena, ne bi prekoračio ovu ukupnu dozvoljenu količinu GMO od 1%. U zemljama u kojima se uzgajaju genetski modificovana uljana repica i kukuruz to može biti problem za pčelarstvo.

32.5. Rezidue u medu

Rezidue su ostaci namjerno upotrijebljenih materija (pesticida i veterinarskih lijekova) u lanac proizvodnje hrane s ciljem poboljšanja proizvodnje. **Rezidue pesticida** koje se mogu naći u medu mogu biti akaricidi, organske kiseline, insekticidi, fungicidi, herbicidi i baktericidi. U košnicama je pronađeno preko 150 različitih pesticida. Najopasniji su organohlorni pesticidi koji pripadaju perzistentnim organskim kontaminantima (POPs), jer se sporo razgrađuju, nakupljaju se, zagađuju zemljište, vode, vazduh, usjeve, živi svijet. Imaju sposobnost akumulacije u organizmima biljaka i životinja, pa njihova dugotrajna i nekontrolisana primjena dovodi do vrlo štetnog dejstva na živi svijet. Heksahlorcikloheksan (HCH) i njegovi izomeri su najčešće nađeni pesticidi u medu, zatim dihlor-difenil-trihloretilen (DDT) i njegovi izomeri. Naša zemlja je potpisnik Stokholmske konvencije o POPs-ovima kojom je zabranjena upotreba organohlornih pesticida zbog njihovog deponovanja u masnom tkivu i dugog vremena poluraspada. Upotreba pesticida neonikotinoida predstavlja rizik za medonosne pčele. Poseban rizik postoji od tri vrste neonikotinoida: klotianidin, imidakloprid i tiametoksam. Ukoliko se primjena pesticida sprovodi bez kontrole i na neadekvatan način, dolazi do teških posljedica - ugroženosti pčelinjih društava i

kontaminacije njihovih proizvoda. Usljed trovanja pesticidima kod čovjeka se javlja prestanak funkcije vitalnih centara, paraliza centra za disanje, poremećaj rada srca, edem pluća. Najvažniji zagađivači meda su supstance koje se koriste za suzbijanje pčelinjih bolesti, prije svega uzročnika varooze i američke kuge pčelinjeg legla. Sintetički akaricidi su uglavnom rastvorljivi u mastima i postojani su u pčelinjem vosku. Nakon tretmana, akaricidi se akumuliraju u vosku i manjim dijelom u medu. Kontaminacija meda i drugih proizvoda *akaricidima* koji se koriste za zaštitu pčela je, dakle, još značajnija od kontaminacije iz okoline. Oni dovode do direktne kontaminacije proizvoda. Med je češće kontaminiran pesticidima u odnosu na polen, ali su u polenu nađene najveće koncentracije. Akaricid amitraz se brzo razgrađuje u košnici do metabolita od kojih su neki toksičniji od amitraza i za ljude i za pčele. Pored toga, varoa je postala rezistentna na ovaj pesticid. Amitrazom se pored meda kontaminira i vosak, jer kao liposolubilna ulazi u strukturu voska. Tako kontaminirani vosak dovodi do negativnih posljedica nakon njegove primjene u medicini i kozmetici. Ostaci *amitraza* u medu nisu dozvoljeni u nekim zemljama kao što su Italija, Francuska, Japan i Njemačka. Amitraz je prema Uredbi Evropske komisije br. 775/2004 zabranjen za upotrebu i promet u Evropskoj uniji. Rezidue pesticida i veterinarskih lijekova dovode do zdravstvenih problema kao što su malaksalost, bol u očima, problem sa kožom i respiratornim sistemom, mutacije gena, oštećenja ćelija, kancera, malformacija ploda, hromozomskih abnormalnosti i slabljenja imuniteta kod ljudi. Monitoring ostataka pesticida u medu, vosku i pčelama pomaže u procjeni potencijalnih rizika ovih proizvoda po ljudsko zdravlje i pruža podatke o obimu tretmana ratarskih kultura u okolini košnica pesticidima. Nekontrolisana primjena pesticida uzrokuje kontaminaciju okoline, životinja i ljudi. Glavni rizici od kontaminacije za različite pčelinje proizvode su: antibiotici za med i matičnu mliječ, lipofilni akaricidi za pčelinji vosak i propolis, pesticidi za polen. **Ostaci antibiotika** mogu nastati zbog tretmana protiv američke kuge legla i evropske kuge legla. Dugoročnim izlaganjem ostacima antibiotika dolazi do pojave rezistencije patogenih bakterija na antibiotike. Ostaci antibiotika imaju relativno dug poluživot i mogu imati direktne toksične efekte na potrošače. Oni su također karcinogeni, izazivaju smetnje u reprodukciji, imaju teratogeno dejstvo. Primjena antibiotika za liječenje bolesti pčela je zabranjena. Evropska unija kao i nacionalni propisi zabranjuju upotrebu antibiotika u liječenju bolesti pčela, iz više razloga: zbog stvaranja rezistencije - otpornosti uzročnika oboljenja na antibiotike, prikrivanja bolesti, pojave recidiva – vraćanja bolesti, kao i nalaza rezidua - štetnih ostataka antibiotika u pčelinjim proizvodima, a koji djeluju toksično i kancerogeno na ljudski organizam. U većini zemalja EU nisu propisane maksimalno dozvoljene količine antibiotika, što znači da med koji sadrži antibiotik nije dozvoljen za prodaju. Međutim, neke zemlje, kao što su Švajcarska, Velika Britanija i Belgija su uspostavile maksimalno dozvoljene količine koje su između 0,01 do 0,05 mg/kg za svaku grupu antibiotika. Antibiotici čije su rezidue nađene u medu su: sulfonamide (sulfatiazol, sulfamerazin, sulfametazin, sulfametoksazol, sulfadiazin, sulfametokispiridazin, sulfadoksin, sulfadimidin, sulfanilamid), aminoglikozidi (streptomycin, dihidrostreptomycin), tetraciklini (tetraciklin, oksitetraciklin, hlortetraciklin, doksiklin), amfenikoli hloramfenikol, makrolidi (tilozin, mirozamin), beta-laktami (peniclini). Upotreba antibiotika fumagilina DCH, koji se ranije koristio za liječenje nozemoze je zabranjena. Neki pčelari koriste *para-dihlorbenzen (PDCB)* za suzbijanje voštanog moljca. Ova supstanca kontaminira komercijalni pčelinji vosak i med. Još otrovnija supstanca je *naftalen* koja se također koristi za kontrolu voštanog moljca i njegove rezidue su utvrđene u medu. *Sredstva i boje za zaštitu drveta* i pčelinjih košnica ne bi smjele da sadrže insekticide i fungicide, jer bi moglo doći do kontaminacije meda. *Hemijski repelenti* mogu također biti izvor kontaminacije meda. Ostaci fenola, dosta korištenog repelenta otkriveni su u medu. Pošto se i prirodno može naći u medu, izmjerene koncentracije treba pažljivo analizirati. Svijest o težini ovih opasnosti treba da motiviše pčelare i poljoprivredne proizvođače da naprave zajednički plan upravljanja pesticidima, kako bi se maksimalno izbjegao njihov negativan uticaj na pčele, ali i na sav živi svijet i životnu okolinu. Uvođenje organskog pčelarstva je najbolji način da se izbjegnu pomenuti izvori kontaminacije. U tom cilju treba motivisati i dati podršku pčelarima za bavljenje organskim pčelarstvom. *Organsko pčelarenje* poštuje zakon prirode, ne remeti prirodnu ravnotežu i čuva životnu sredinu. Ono predstavlja povratak tradiciji i zdravim

tehnologijama, koristi prirodne materijale čime se pojačava otpornost pčele. Organskom pčelarenju je prioritet da se postigne visoki kvalitet i bezbjednost proizvoda. Med proizveden na organski način, koji je bez rezidua štetnih hemijskih sredstava, svojom nutritivnom vrijednošću i ukusom ima blagodatno dejstvo na ljudsko zdravlje.

32.6. Biološki kontaminanti meda

Prisustvo mikroorganizama u medu može uticati na njegov kvalitet i zdravstvenu bezbjednost. Mikroorganizmi koji se nalaze u medu i saću su bakterije, plijesni i kvasci, a dolaze od pčela, nektara ili iz spoljašnjih izvora. Polen, crijevni trakt pčela, čovjek, oprema, posude, vjetar, prašina su mogući izvori kontaminacije mikroorganizmima. Mikroorganizmi koji se mogu naći u crijevima pčela su kvasci (1%), gram-pozitivne bakterije (iz rodova *Bacillus*, *Streptococcus*, *Clostridium*) 27% i gram-negativne bakterije (*Achromobacter*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Escherichia coli*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Proteus* i *Pseudomonas*) 70%. Većina bakterija i drugih mikroorganizama ne mogu da rastu niti da se razmnožavaju u medu. Med ima antimikrobno dejstvo i onemogućava rast mnogih mikroorganizama. Osim toga, med ima nisku aktivnost vode, što dovodi do sprečavanja razmnožavanja i preživljavanja bakterija. Ipak, u medu je pronađeno nekoliko vrsta patogenih bakterija. Nalaz velikog broja vegetativnih oblika bakterija koje ne mogu da se razmnožavaju u medu ukazuje na svježiju kontaminaciju. Različite vrste vegetativnih oblika bakterija u medu čuvanom na 20 °C propadaju u roku od 8-24 dana. Međutim, spore mikroorganizama mogu preživjeti u medu na niskoj temperaturi. Spore bakterija *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* i *Clostridium botulinum* u medu čuvanom na 25 °C ostaju vitalne i nakon godinu dana čuvanja na 4 °C. Kontaminacija meda sporama bakterija roda *Clostridium* je utvrđena u mnogim zemljama. Veliki broj spora *Clostridium botulinum* je otkriven u različitim posudama koje se koriste tokom proizvodnje meda. Med koji se koristi u medicini treba sterilisati gama zračenjem u cilju smanjenja rizika od prisustva spora bakterije *Clostridium botulinum* ili drugih mogućih zagađivača. Gama zračenje se koristi jer ne utiče na antibakterijsku aktivnost meda. Postoji opasnost od botulizma kod dojenčadi ukoliko konzumiraju kontaminirani med. Med koji nije ispitan i sterilisan se ne smije koristiti u ishrani dojenčadi niti se smije nanositi na rane. Med kao materija sa visokom koncentracijom ugljenih hidrata i niskom pH vrijednošću nepovoljno utiče na razvoj spora bakterija. Pčele zajedno sa polenom donose u košnicu i spore bakterija i plijesni, tako da se one mogu naći u svim pčelinjim proizvodima. Za uništavanje spora u medu neophodan je tretman temperaturom od 130 °C pod povećanim pritiskom vodene pare, u trajanju od najmanje tri minuta. Međutim, med se ne podvrgava ovakvim uslovima (izuzetak je industrijski med), jer bi se ovim narušile biološke i fizičko hemijske osobine meda. U medu se mogu naći i kvasci (rodovi *Candida*, *Saccharomyces*) i plijesni (rodovi *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*). Za rast mikroorganizama u medu veliki značaj imaju sadržaj vlage i temperatura. Kao proizvod metabolizma plijesni u medu se mogu naći mikotoksini. Plijesni roda *Aspergillus* (*A. flavus* i *A. parasiticus*) stvaraju aflatoksine, od kojih je najtoksičniji aflatoksin B1. Aflatoksini imaju mutageno i kancerogeno dejstvo - izazivaju rak jetre kod ljudi. Izvor kontaminacije meda plijesnima je crijevni sadržaj pčele, košnica i polen. Plijesni iz roda *Aspergillus* su nađeni i u crijevu pčelinjih larvi. Smatra se da je polen glavni izvor mikrobne kontaminacije meda. U njemu su takođe nađeni kvasci, toksikogene plijesni i dr. Nektar određenih biljaka sadrži otrovne supstance. Tako med proizveden od cvijeta nekih biljaka može uzrokovati intoksikaciju i različite simptome kao što su vrtoglavica, slabost, znojenje, mučnina, povraćanje, hipotenzija, šok, a može doći do aritmije i smrti. Neke supstance koje su toksične za ljude nisu uvijek toksične za pčele. Konzumiranje meda kontaminiranog nektarom toksične biljke rododendrona dovodi do trovanja koje može biti opasno po život. U blažoj formi trovanja javlja se mučnina, povraćanje, prekomjerna salivacija i vrtoglavica, a u teškom obliku se javlja prestanak rada srca. Pored ove biljke, poznato je toksično dejstvo meda dobijenog skupljanjem nektara sa cvjetova biljaka kao što su *Andromeda polifolia* (divlji ruzmarin), *Kalmia latifolia* (kalmija), biljke roda *Melicope* na Novom Zelandu, *Nerium oleander* (oleander) u mediteranskoj regiji i dr.

32.7. Kontrola higijenske ispravnosti meda

Ishrana medom kojem se ne zna porijeklo i sastav, može imati teške posljedice po zdravlje. Sa globalnim zagađenjem životne sredine koje uzrokuje industrija, saobraćaj, poljoprivreda i dr. povećava se i opasnost od zagađenja meda i drugih pčelinjih proizvoda. Zbog toga je veoma važno vršiti kontrolu higijenske ispravnosti pčelinjih proizvoda. To podrazumijeva praćenje cjelokupnog procesa proizvodnje meda, od pčelinjaka do krajnjeg potrošača. Kontaminanti u medu se najčešće javljaju usljed nestručne primjene agrotehničkih mjera, industrijske proizvodnje, neadekvatnog deponovanja otpada, primjene vještačkih đubriva koja sadrže kadmijum i druge toksične supstance, pesticida koji sadrže živu, arsen, nepravilno sprovedene dobre pčelarske prakse i dr. Najveća opasnost za kontaminaciju meda su pesticidi i sredstva koja se koriste za zaštitu pčela od varoe. U Crnoj Gori su zakonskim propisima utvrđene maksimalno dozvoljene koncentracije kontaminanata u medu (teški metali - olovo), rezidua pesticida i veterinarskih lijekova, mikrobiološki kriterijumi. Monitoring kontrole meda u Crnoj Gori se sprovodi svake godine.

32.8. Značaj sprovođenja dobre proizvođačke i dobre higijenske prakse u dobijanju zdravstveno ispravnog meda u Crnoj Gori

Nedostatak higijene u proizvodnji dovodi do narušavanja zdravstvene bezbjednosti meda. Rizici od zagađenja prašinom se javljaju ukoliko se posude sa medom drže otvorene, ako se nastavci skladište u nehygijskim prostorijama, ukoliko se koristi zardao i nečist alat za skidanje poklopaca itd. Do kontaminacije meda može doći i tokom obrade, preko opreme i alata. Čuvanje meda u neodgovarajućim posudama takođe može dovesti do pojave nepoželjnih ostataka teških metala. Materijali od kojih je napravljena pčelarska oprema (aluminijum, nerđajući čelik, galvanizovani čelik) mogu da otpuste u med kontaminante kao što su aluminijum, kadmijum, kobalt, hrom, bakar, gvožđe, olovo, nikel, cink. Oprema za proizvodnju, kao i posude za skladištenje meda moraju biti napravljeni od materijala posebno namijenjenih za hranu. Prilikom skladištenja meda, neorganske i organske komponente mogu difundovati iz unutrašnjih površina parafinisanih, korozivnih i obojenih posuda i kontaminirati med. Kancerogeno jedinjenje semikarbazid je nađeno u količini od 0,003 do 0,005 mg/kg meda i porijeklom je iz poklopaca za zatvaranje staklenih tegli. Poklopci za tegle se proizvode od metalnih limova, na koje se nanosi masa za zaptivanje ili se postavljaju različiti podlošci koji obezbjeđuju nepropusnost zatvorene tegle. Jedan od najčešće korištenih poklopaca je tzv. twist off (poklopac na zavrtnje). Direktivom EC 2007/19/EZ je zabranjena upotreba azodikarbonamida u izradi plastičnih materija i predmeta koji dolaze u dodir s hranom. Ovo jedinjenje se pri visokim temperaturama razlaže do semikarbazida. Ove informacije upućuju na značaj upotrebe provjerene, atestirane ambalaže koja je namijenjena za pakovanje i čuvanje hrane. Pčelari treba da primjenjuju HACCP sistem u cilju obezbjeđivanja zdravstveno ispravnog meda i drugih pčelinjih proizvoda. On se bazira na principu analize opasnosti i određivanju kritičnih kontrolnih tačaka za kontrolu i sprečavanje pojave ovih opasnosti. Osnova za uspostavljanje ovog sistema jeste sagledavanje svih potencijalnih opasnosti i zdravstvenih rizika od ovih opasnosti. HACCP sistem - sistem analize opasnosti i kritičnih kontrolnih tačaka je koristan pčelarima, subjektima u poslovanju hranom, veterinarima, veterinarskim inspektorima u planiranju i sprovođenju kontrole. Strategija kontrole pčelinjih štetočina treba da se bazira na izbacivanju iz upotrebe sintetičkih hemikalija, kako bi pčele bile zdrave, a proizvodi zdravstveno bezbjedni. Umjesto njih treba koristiti netoksične prirodne supstance kao što su *timol* i *organske kiseline*. S obzirom da je timol rastvorljiv u mastima, ostaci timola se u većoj količini nalaze u pčelinjem vosku. Ostaci timola isparavaju tokom skladištenja voska. Ukoliko se tretmani timolom sprovode tokom cijele sezone, njegovi ostaci u medu mogu biti u tolikoj količini da mogu dovesti do promjene ukusa meda, što nije dozvoljeno prema međunarodnim propisima o medu. Zato ne treba preći granicu sadržaja timola u medu 1,1–1,5 mg/kg. *Oksalna* i *mravlja kiselina* su prirodni sastojak meda i široko se koriste u kontroli varoe. One imaju tzv. GRAS status (*generally recognized as safe* - opšte prepoznate kao sigurne, bezbjedne) i za njih nisu propisane maksimalno dozvoljene količine u medu. Pojedinačni ili ponovljeni tretmani oksalnom kiselinom ne dovode do nakupljanja ostataka u medu. Pokazalo se da su nakon tretmana

mravljom kiselinom koncentracije ostataka ove kiseline u medu bile u granicama prirodnih koncentracija. Pravilna dugotrajna upotreba mravlje kiseline ne dovodi do povećanja njene koncentracije u medu, ali ako se nestručno koristi, sadržaj njenih ostataka može biti veliki i promijeniti ukus meda. Kontrola meda i pčelinjih proizvoda je veoma značajna kako bi se zaštitilo zdravlje potrošača, ali i obezbijedila zdrava konkurencija proizvođača na tržištu. S obzirom da je preduslov za proizvodnju meda ekološki čista sredina, veliki izazov u budućnosti za pčelare će biti kako dobiti zdravstveno bezbjedan med dobrog kvaliteta. Dokumentima EU je propisan nulti nivo rezidua pesticida u medu, što pčelarima može biti veliki problem, jer pesticidi imaju široku primjenu u tretiranju voća, povrća i ostalih poljoprivrednih kultura.

32.9. Zakonska regulativa u oblasti kontrole zdravstvene ispravnosti meda u Crnoj Gori

Monitoring rezidua i kontaminenata je od velikog značaja za bezbjednost meda u Crnoj Gori. On se vrši u skladu sa Pravilnikom o monitoringu rezidua prema godišnjem Programu mjera bezbjednosti hrane. Uzorci se uzimaju u bilo kojem dijelu lanca proizvodnje meda, na način da se može utvrditi porijeklo meda. Broj uzoraka koji treba uzeti svake godine je najmanje 10 uzoraka na 300 tona godišnje proizvodnje za prvih 3000 tona proizvodnje i jedan uzorak na svakih dodatnih 300 tona. Raspodjela uzoraka se obavlja tako što se 50% uzoraka ispituje na prisustvo antibakterijskih supstanci, uključujući i sulfonamide i hinolone (grupa B1) i karbamate i piretroide (grupa B2), dok se 40% uzoraka ispituje na organohlorna jedinjenja i polihlorovane bifenile, organosfosforna jedinjenja i hemijske elemente (grupa B3), dok se 10% uzoraka raspoređuje na osnovu iskustva, pri čemu se posebna pažnja obraća na mikotoksine. U toku vršenja monitoringa u 2019. godini ispitano je dva uzorka meda, a u 2020. godini je ispitano tri uzorka meda, pri čemu su svi ispitani uzorci bili usaglašeni prema zakonskim propisima. U odnosu na podatak da je u Crnoj Gori u 2017. godini proizvodnja meda iznosila 390.000 kg, to znači da broj uzetih uzoraka meda za monitoring treba da bude veći. Našom Uredbom o maksimalno dozvoljenim količinama kontaminenata u hrani propisana je maksimalno dozvoljena količina olova od 0,10 mg/kg meda. Propisi u Srbiji pored olova definišu maksimalno dozvoljene količine i za kadmijum, arsen, cink, gvožđe i bakar. Našim propisima nisu propisane maksimalno dozvoljene količine za PAH za med i ostale pčelinje proizvode, što znači da je tolerancija za PAH u ovim proizvodima nula. Maksimalno dozvoljene količine policikličnih aromatičnih ugljovodonoka (PAH) su u evropskoj i u domaćoj regulativi definisane samo za hranu koja sadrže masti i ulja i kod kojih tokom procesa dimljenja ili sušenja može doći do kontaminacije. Utvrđene su maksimalno dozvoljene količine u hrani za četiri PAH: benzo[a]piren, benzo[a]antracen, benzo[b]fluoranten i krizen. Našim Pravilnikom nisu posebno propisane maksimalno dozvoljene količine pesticida u medu, što znači da med ne smije sadržati više od 0,01mg pesticida/kg meda. Pravilnikom o maksimalno dozvoljenim količinama rezidua farmakološki aktivnih supstanci veterinarskih lijekova u proizvodima životinjskog porijekla propisana je maksimalno dozvoljena količina amitraza i njegovih metabolita koji sadrže 2,4-DMA u medu, a to je 200 µg/kg meda. Maksimalno dozvoljena količina kumafosa u medu prema istom pravilniku je 100 µg/kg meda. Propisima Evropske unije kao ni našim propisima nisu utvrđene maksimalno dozvoljene količine antibiotika, što znači da nivo antibiotika u medu mora biti nula i da med koji sadrži antibiotike nije dozvoljen za prodaju. Prema našem Zakonu o genetski modifikovanim organizmima i Uredbi o uslovima i načinu korišćenja genetički modifikovane hrane ili hrane za životinje hrana koja sadrži više od 0,9% genetski modifikovanih organizama se mora označiti na deklaraciji. Prema *Vodiču za mikrobiološke kriterijume za bezbjednost hrane Crne Gore*, preporučeni mikroorganizmi za ispitivanje meda i drugih pčelinjih proizvoda, kao i proizvoda na bazi meda su aerobne mezofilne bakterije, enterobakterije, sulfitoredujuće klostridije, kvasci i plijesni. Ovi mikroorganizmi pokazuju stepen higijene u procesu proizvodnje, pakovanja i čuvanja meda, mogu dovesti do kvarenja meda, a neki su i patogeni i mogu dovesti do oboljenja. Ovi parametri se, dakle, odnose samo na kriterijume za higijenu proizvodnje. Od pet ispitivanih uzoraka, prihvatljivo je da dva uzorka mogu imati ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija između 10^3 - 10^4 cfu/g, jedan uzorak može imati ukupan broj enterobakterija 10 - 10^2 cfu/g, a svih pet ispitivanih uzoraka moraju imati ispod 10 cfu

klostridija u jednom gramu ispitivanog uzorka meda. Od pet ispitivanih uzoraka, prihvatljivo je da jedan uzorak može imati 10^{-10^2} cfu kvasaca i plijesni u jednom gramu uzorka meda. Kada su u pitanju drugi pčelinji proizvodi i proizvodi na bazi meda, od pet ispitivanih uzoraka prihvatljivo je da dva uzorka mogu imati 10^4 - 10^5 cfu aerobnih mezofilnih bakterija/g meda, jedan uzorak 10^2 - 10^3 cfu enterobakterija/g, jedan uzorak 10^{-10^2} cfu klostridija/g, jedan uzorak 10^2 - 10^3 cfu kvasaca/g i jedan uzorak 10^3 - 10^4 cfu plijesni/g uzorka meda. Ovi kriterijumi se, dakle, ne odnose na gotove proizvode namijenjene tržištu, nego na kriterijume higijene tokom proizvodnje. Ukoliko ovi kriterijumi nisu zadovoljeni, moraju se unaprijediti higijenske mjere proizvodnje meda i pčelinjih proizvoda.

32.10. Dobra pčelarska praksa i HACCP sistem u proizvodnji meda

Dobra pčelarska praksa obuhvata sve postupke u procesu proizvodnje meda i drugih pčelinjih proizvoda (polen, matična mliječ, propolis, pčelinji vosak i pčelinji otrov) koji imaju za cilj očuvanje zdravlja pčela, životne sredine i bezbjednost pčelinjih proizvoda. Dobra pčelarska praksa se vodi konceptom praćenja proizvodnje od pčelinjaka do finalnog proizvoda. Prema definiciji koju je dao Codex Alimentarius, HACCP je sistem za identifikaciju, ocjenjivanje i kontrolu opasnosti od značaja za bezbjednost hrane. HACCP predstavlja sistem u kome se bezbjednost hrane posmatra kroz analizu i kontrolu bioloških, hemijskih i fizičkih opasnosti. Za uvođenje HACCP standarda kao sistema za zdravstvenu bezbjednost namirnica neophodni su preduslovni programi koji obuhvataju: Dobru proizvođačku praksu (GMP), Dobru higijensku praksu (GHP) i Standardne radne procedure (SOP). Osnovni cilj ovih standarda je da obezbijede zdravstvenu ispravnost meda i drugih pčelinjih proizvoda koja podrazumijeva odsustvo rezidua, sredstava za zaštitu bilja i ostalih štetnih hemijskih supstanci iz okoline, odsustvo rezidua antibiotika i lijekova, te samim tim poboljšanje kvaliteta meda i zdravstveno stanje pčelinjih zajednica. Osnovu ovog standarda čine definisane kontrolne tačke koje su dobijene analizom dijagrama toka proizvodnje kako meda, tako i drugih pčelinjih proizvoda. Dobra pčelarska praksa u procesu proizvodnje se zasniva na principima za uspostavljanje preventivnih i korektivnih mjera u cilju sprečavanja potencijalnih rizika. Za bezbjednost proizvoda i njegov kvalitet, kroz stalnu unutrašnju kontrolu (samokontrolu) i povremenu spoljašnju (nadzornu) kontrolu, odgovoran je pčelar. Tok proizvodnje prati obavezan plan procedura za praćenje sledljivosti proizvoda i njegovog dokumentovanja. Za osiguravanje sledljivosti proizvodnje pčelar mora voditi evidenciju sledljivosti proizvoda koja će obuhvatiti geografsko porijeklo meda i mjesto ispaše, vrijeme vrcanja i količinu meda, mjesto miješanja i podatke osobe kome je med prodat.

HACCP sistem se razvija kroz 7 osnovnih principa koji obuhvataju:

Analiza rizika – podrazumijeva identifikaciju opasnosti koje se mogu eliminisati ili svesti na prihvatljiv nivo. Rizici mogu biti biološkog (mikroorganizmi), hemijskog (toksini) i fizičkog porijekla (staklo, rđa, metalni fragmenti i ostalo);

Identifikacija kritičnih kontrolnih tačaka - kritične kontrolne tačke se utvrđuju na osnovu dijagrama i snimka procesa proizvodnje;

Uspostavljanje kritičnih granica na kritičnim mjestima - uspostavljanje kritičnih granica u procesu proizvodnje predstavlja uspostavljanje gornje granice opasnosti, odnosno granice koja odvaja prihvatljivo od neprihvatljivog;

Postupci nadzora - uspostavljanje sistema nadzora zadatih kontrola i/ili laboratorijsko ispitivanje, da bi se osigurala njihova tačnost/valjanost;

Korektivni postupci - postupci koje treba primijeniti ukoliko nadzor pokaže da kritične kontrolne tačke nisu pod kontrolom.

Uspostavljanje procedure verifikacije - postupci za provjeru valjanosti HACCP sistema. Podrazumijeva uvođenje dodatnih testova ili paralelnih provjera da bi se osiguralo ispravno djelovanje glavnih dijelova sistema prema predviđenim standardima.

Priprema dokumentacije - sistem dokumentacije koji tačno bilježi detalje svih operacija proizvodnje: tehnološke aspekte (vrijeme, temperaturu i mikrobiološke parametre) i lične odgovornosti radnika. Za uvođenje dobre pčelarske prakse prije svega potrebni su kvalifikovani pčelari koji će prenositi znanje drugim pčelarskim proizvođačima. Za sprovođenje *preduslovnih programa* u procesu proizvodnje pčelinjih proizvoda neophodni su prikladni objekti za vrcanje i skladištenje meda, kao i za odlaganje pčelarske opreme i pribora. Uslov dobre pčelarske prakse je držanje zdrave i jake pčelinje zajednice sa zdravstveno ispravnom hranom i vodom za pčele. U sprovođenju dobre pčelarske prakse potrebno je uvesti standardne operativne postupke (SOP) i standardne sanitacijske operativne postupke (SSOP). Standardni operativni postupci predstavljaju radne zadatke koji opisuju na koji način i u koje vrijeme se sprovede određeni tehnološki koraci procesa proizvodnje. Standardni operativni postupci treba da budu jasno i precizno definisani, dokumentovani sa utvrđenim kritičnim kontrolnim tačkama i njihovom kontrolom. Standardni sanitacijski operativni postupci se odnose na pravila higijene radnih površina, pribora, opreme, ruku osoblja, radne okoline i sl. Vođenjem vlastite dokumentacije pčelari dokazuju da su proizvodnju meda obavljali po propisanim postupcima i zakonima i prema tome kvalitet meda odgovara očekivanim standardima. Svako značajnije odstupanje od očekivanog standarda kvaliteta treba zapisati, istražiti i ukloniti njihove uzroke. Pčelar kao odgajivač pčela, ukoliko želi da proizvodi i plasira svoj med na tržište, sa kvalitetom koji ne odstupa od standarda, dužan je da prati i da se pridržava HACCP smjernica za proizvodnju zdravstveno bezbjedne hrane. Prema tim preporukama velika pažnja se pridaje lokaciji pčelinjaka, higijeni pčelarenja, tehnologiji pčelarenja i zdravstvenoj zaštiti pčela od bolesti i štetočina. HACCP se ne odnosi na kvalitet već samo na zdravstvenu bezbjednost namirnica. S mikrobiološkog gledišta rizika med i pčelinje proizvode razvrstavamo na: namirnice srednjeg rizika, koje obuhvataju svježu matičnu mliječ i svježi cvijetni prah i namirnice niskog rizika, u koje spada med. Namirnice srednjeg rizika, zbog potencijalnog razvoja patogenih mikroorganizama se čuvaju na temperaturi od 3-5 °C, dok je optimalna temperatura za čuvanje meda na hladnom mjestu 15-20 °C.

32.10.1. *Preduslovni programi*

Lokacija pčelinjaka

Lokacija pčelinjaka treba da obezbijedi dosta sunčeve svjetlosti koja stimuliše rad pčelinje zajednice. Međutim ne smiju biti ni direktno izložene suncu, jer visoka temperatura utiče negativno izazivajući stres kod pčela. Takođe moraju biti zaklonjene od sjevernog vjetrova i kiše. Zemljišta koja zadržavaju vlagu predstavljaju idealno mjesto za razvoj mikroorganizama i pojavu bolesti. Neophodno je izbjegavati zemljišta u kojima se vlaga akumulira - poželjna visina košnice iznad zemlje je do 60 cm. Kako se vlaga ne bi zadržavala u košnici, neophodno je da budu nagnute blago naprijed. Teren mora biti ocjedit. Košnice se postavljaju u više redova tako da pčele nesmetano lete do svojih košnica. Mogu biti obojene različitim bojama kako bi ih pčele lakše uočile i prepoznale. Košnice moraju biti vidno obilježene, sa uspostavljenim sistemom vođenja evidencije pčelarskih radova što je prvi i najvažniji dio uspostavljanja sledljivosti primarne proizvodnje na pčelinjaku. Svako poljoprivredno gazdinstvo na kome se obavlja proizvodnja mora biti registrovano. Prilikom registracije pčelar dobija broj registrovanog poljoprivrednog gazdinstva i identifikacioni broj gazdinstva. U cilju izbjegavanja preopterećenja pčelinjaka i medonosne paše, maksimalan broj košnica na njemu u toku vegetacije je 100, osim u slučaju selećih pčelinjaka kada na istoj lokaciji i na istoj ispaši postoje podlokacije sa minimalnom udaljenošću između selećih košnica od 200 metara. Svaki pčelinjak treba da ima oznaku na kojoj će pisati ime i prezime pčelara, broj registrovanog pčelinjaka i broj telefona. Stacionarni i seleći pčelinjak treba da budu udaljeni najmanje 500 metara od susjednog stacionarnog pčelinjaka koji ima više od 21 košnice. Pčelinjak treba da bude udaljen najmanje 20 metara od objekata za gajenje životinja, 100 metara od željezničke pruge i aerodroma. Minimalna udaljenost od šećerana i drugih industrijskih pogona je 500 metara. Leta košnica ne smiju biti okrenuta prema tim objektima. Ukoliko pčele idu na pašu gdje se upotrebljavaju brojni pesticidi, pčelar je dužan da se informiše o

kojim pesticidima je riječ. U skladu sa analizom opasnosti, iz toga proističe primjenjivanje preventivnih ili korektivnih mjera (dogovor sa vlasnikom o netretiranju, tretiranje zanemarljivog obima, tj. bez opasnosti po pčele i med, privremeno zatvaranje leta, seljenje košnica i slično). Lokacija pčelinjaka treba pčelama da obezbijedi pristup svježoj i ispravnoj vodi u dovoljnoj količini. Ukoliko u okolini pčelinjaka postoje sumnjivi izvori vode (osoka, stajaća voda, bare, zagađene rijeke itd...), pčelar je dužan da preduzme preventivne mjere za sprečavanje kontaminacije pčela i pčelinjih proizvoda. Ukoliko pčelar koristi pojilice za vodu, postavljaju se što ranije (februar-mart) i moraju biti u strogo ispravnom higijenskom stanju. U slučaju da pčelar proizvodi i napitke od meda, ukoliko je priključen na vodovodnu mrežu kojim upravlja komunalno preduzeće, preporučuje se da od distributera vode povremeno zatraže informacije o kvalitetu vode. Higijena pčelarenja od koje sve počinje, obuhvata više higijena a to su: higijena okoline i pčelinjaka, higijena objekata u kome se vrši proizvodnja, higijena radnog materijala i alata, higijena osoblja.

Uslovi opremljenosti prostorija

Izgled, veličina i raspored prostora i opreme moraju biti pogodni za temeljno čišćenje i da spriječe dodir s otrovnim materijama i unos stranih tijela u pčelinje proizvode. Svaka prostorija treba da ima dobru izolaciju koja će da spriječi pojavu kondenzacije i plijesni na površinama. Potrebno je obezbijediti poseban prostor koji će omogućiti pranje ruku. Mjesto za pranje ruku mora imati dovod vode za piće (topla i hladna), tečni sapun i peškire za jednokratnu upotrebu. Takođe treba obezbijediti i mjesto za pranje posuda i drugih pomoćnih sredstava koji dolaze u kontakt sa pčelinjim proizvodima. Za čišćenje, pranje i/ili odlaganje radne opreme i pčelarskog alata, treba obezbijediti prostor za držanje sredstava i opreme za čišćenje. Konstrukcije podova, zidova i plafona moraju da omoguće lako održavanje. Podne površine, kao i radne površine moraju biti od čvrstog ravnog materijala koji je pogodan za higijensko održavanje i dezinfekciju. Zidovi moraju biti svijetlih boja, laki za pranje i dezinfekciju. Podovi moraju biti nehabajući i neklizajući, a veza između poda i zida ne smije biti pod pravim uglom. Prostor za vrcanje meda treba da bude čist i odgovarajuće uređen prostor, koji može biti i na samom pčelinjaku.

Higijena pčelarskog pribora

Prostorije u kojima se drži sav neophodan materijal i pčelarska oprema moraju biti čiste i dobro održavane. Predmeti, pomoćni alati, pribor i oprema, noževi koji dolaze u kontakt sa namirnicama moraju biti dezinfikovani. Oprema mora biti odvojena od namirnica i ne smije biti upotrijebljena za obavljanje nekih drugih poslova. Za čišćenje opreme i pčelarskog alata koriste se jednokratne krpe. Pribor treba da omogući lako čišćenje i dezinfekciju, da se lako sastavlja i rastavlja. Ukoliko se koriste sredstva za dezinfekciju koja se ne mogu naći u svakoj trgovinskoj radnji neophodno je posjedovanje određene dokumentacije. Prilikom upotrebe hemijskih sredstava, obavezno je praćenje uputstva proizvođača, kako bi se proces dezinfekcije sprovodio na što bezbjedniji način. Svaki pčelar mora da posjeduje plan i evidenciju čišćenja. Žice za učvršćivanje satnih osnova mogu biti od nerđajućeg čelika ili pocinkovane. Žice od nerđajućeg čelika mogu se upotrebljavati više puta u odnosu na pocinkovane koje se mijenjaju prilikom svake zamjene saća. Žica u ramovima ne smije da bude zardala kako ne bi došlo do hemijske kontaminacije pčelinjih proizvoda.

Higijena osoblja i pčelara

Bez obzira što je propolis antiseptik u košnici i što se pčelinja društva i uz pomoć meda, mliječi, polena i voska takođe bore protiv bolesti i štetočina, čovjek može nenamjerno inficirati i pospješiti razvoj bolesti ili neprijatelja pčele ili legla. Pčelar mora da održava ličnu higijenu, jer miris znoja iritira i uzbuđuje pčele. Kako bi se spriječilo prenošenje spora američke truleži legla, ruke treba obavezno premazivati dezinfekcionim sredstvom. Pčelar i osoba koja radi s namirnicama mora

održavati ličnu higijenu na visokom nivou. U vrijeme rukovanja medom i ostalim pčelinjim proizvodima pčelar mora biti obučen u prikladnu čistu radnu (pčelarsku) odjeću. Može koristiti i čistu radnu kapu i imati svezanu kosu. Svako ko uđe u prostor tokom rukovanja pčelinjim proizvodima mora se pridržavati pravila dobre higijenske prakse, da ne bi ugrozio ispravnost namirnica. Tokom rukovanja medom i pčelinjim proizvodima pušenje i konzumiranje hrane nije dopušteno. Ruke i koža ruku tokom rada moraju biti čiste i bez gnojnih rana i drugih patoloških promjena koje mogu uticati na zdravstvenu ispravnost pčelinjih proizvoda. Nokti moraju biti čisti, uređeni (podrezani) i nelakirani, bez ručnih satova i bez nakita. Ruke se moraju prati uvijek prije početka rada, tokom rada kada se ruke zaprljaju, prije rukovanja ambalažom i poslije toga, nakon odnošenja otpadaka u kontejner, kao i nakon upotrebe toaleta. Radna odjeća mora biti čista, kao i osnovni pribor (pčelarski nož, kapa i dimilica) za otvaranje košnica. Pod higijenom pčelarenja podrazumijeva se i adekvatna odjeća koja ima osnovni zadatak da odbija sunčeve zrake i smanji znojenje tijela. Ne preporučuje se vunena tkanina, jer snažno iritira pčelu, kao ni odjeća koja je oprana jakim i mirišljivim deterdžentima. Rad sa pčelama se ne preporučuje ljudima koji su konzumirali rakiju ili druga mirišljava pića, kao ni osobama koje su koristile jake parfeme i mirise. Pored pčelara, izvor zaraze može biti i sam pčelinjak, odnosno košnice. Najbolje je ako su košnice nove, međutim ako se za zasnivanje pčelinjaka koriste već upotrebljavane, neophodno je njihovo opaljivanje plamenom let lampe ili natapanje 5% rastvorom natrijum hidroksida, kao najčešće korišćenim dezinficijensom. Čist i uređen pčelinjak je obaveza svakog pčelara. Travu na pčelinjaku treba konstantno održavati, kako žabe i gušteri ne bi nanosili štetu pčelama izletnicama. Pored toga preporučuje se držanje košnica na pojedinačnim ili grupnim postoljima na visini od 30- 60 cm od zemlje. Mrtve pčele i trunje sa podnjače obavezno uklanjati i spaliti van pčelinjaka i zatrpati. Svako sporadično razbacivanje mrtvih pčela na pčelinjaku može biti opasno i narednih 40 godina.

Dezinfekcija u pčelarstvu

Dezinfekcija je veoma značajna mjera koja se sprovodi u cilju sprečavanja i suzbijanja zaraznih bolesti pčela i kontaminacije meda i drugih pčelinjih proizvoda štetnim mikroorganizmima. Postupak dezinfekcije je veoma složen i njena efikasnost zavisi od velikog broja faktora. Zbog toksičnosti i drugih štetnih efekata dezinficijensa, a često i njihove nedovoljne efikasnosti, treba primjenjivati fizičke metode dezinfekcije kada je god to moguće (primjena visokih temperatura: suva toplota - spaljivanje, žarenje, peglanje, opaljivanje; vlažna toplota (kuvanje, tretiranje zagrijanom vodenom parom pod pritiskom), UV zračenje). Hemijski dezinficijensi koji daju najbolje rezultate u pčelarstvu jesu hlorni preparati, kaustična soda i oksidativna sredstva (persirćetna kiselina). Hemijska dezinfekcija često nije uspješna, naročito kada su u pitanju uzročnici američke kuge legla, koji stvaraju veoma otporne spore. U tom slučaju jedini način je da se košnice spale, kako ne bi bile izvor zaraze.

Opšti zahtjevi, higijena i nadzor štetočina

Štetočine predstavljaju veliku opasnost po bezbjednost hrane. Za preventivno suzbijanje glodara na pčelinjaku moraju se koristiti mehanička sredstva (mišolovke i/ili lepljivi karton) umjesto hemijskih sredstava (otrova). Na taj način će se izbjeći problemi sa njihovim uklanjanjem. Ako se pojave glodari, pčelar ocjenjuje da li je nužna deratizacija uz pomoć stručne službe, upotrebljavaju se sredstva za suzbijanje glodara (rodenticidi) odnosno mamci za glodare, koje smije postavljati samo pravna ili fizička osoba koja ispunjava zahtjeve za obavljanje djelatnosti suzbijanja štetočina (DDD postupci). Svi postavljeni mamci (otrovi) moraju biti jasno označeni – numerisani, datirani i zaštićeni (na primjer u plastičnoj deratizacijskoj kutiji). Ovlašćeni izvođač o svojim konstatacijama sastavlja pismeni izvještaj. Prilikom izvođenja nadzora nad štetočinama potrebno je voditi evidenciju deratizacije. Pčelar mora bar dva puta godišnje (sezonski - proljeće, jesen) pregledati pčelinjak i njegovu okolinu, skladišta, prostor za vrcanje, kako bi utvrdio da li ima tragova glodara. Prostori

moraju biti čisti i uređeni. Najbolja zaštita od štetočina (insekata/glodara) je sprečavanje njihovog ulaska zatvaranjem vrata i prozora. U slučaju prodora mrava preporučuje se postavljanje i redovno mijenjanje mamaca za mrave.

32.10.2. Sprovođenje tehnoloških mjera u lancu sledljivosti

Zrenje meda

Med se smatra zrelim kada se sadržaj vode u njemu smanji ispod 20%. Ako je procenat vode u medu veći, može doći do zakišeljavanja i vrenja uskladištenog meda. Higroskopnost meda je veoma bitna osobina, koju svaki pčelar mora da poznaje. Pošto je med higroskopan tj. ima sposobnost da upija vlagu iz vazduha, to znači da potpuno zreo med, ako se čuva u vlažnim prostorijama može da se ukiseli. Za vrcanje meda koriste se samo poklopljeni medni okviri. Prenošnje mednih okvira u prostoriju za vrcanje mora biti strogo higijenski obavljeno da ne bi došlo do zagađenja meda materijama iz okoline. Medni nastavci se ne stavljaju direktno na tlo. Ukoliko se vrši transport na dalje relacije, neophodno je zaštititi medne okvire higijenskom folijom. Transportno sredstvo mora biti čisto i ispravno. Pravilno rukovanje pčelinjim proizvodima podrazumijeva sve postupke od vađenja iz košnice preko konfekcioniranja, pakovanja, distribucije i prodaje. Nije primjereno naročito u ekološkom pčelarstvu maksimalno izvrćavanje tj. ostavljanje zajednice bez zaliha meda i polena.

Otklapanje mednih poklopaca

U pčelarstvu se često dešava da zreo med nije uvijek poklopljen, obično kada je loša pašna godina i kada stranice saća nisu potpuno ispunjene. Za provjeru zrelosti meda pčelari primjenjuju način provjere koji se izvodi okretanjem saća prema zemlji. Ukoliko med curi kada se saća okrenu prema dolje, znak je da med još nije zreo. Izuzetak čini med medljikovac koji je poželjno što češće vrcati, ne treba čekati da med bude poklopljen. Med se ne smije vrcati kada se u okvirima nalazi leglo. Da bi med bio zdravstveno bezbjedna namirnica on ne smije biti izložen fizičkom, hemijskom i biološkom zagađenju. Med iz zaraženih košnica ne smije se miješati sa medom koji potiče od zdravih pčela. Prilikom vađenja mednih nastavaka za vrcanje, odmah se postavljaju prazni nastavci kako se pčele ne bi uznemiravale dva puta. Prilikom otklapanja mednih poklopaca pčele/insekti ne smiju doći u dodir s medom. Nakon dovršavanja posla pčele/insekti ne smiju dospjeti u posudu s mednim poklopcima. Med treba procijediti u što kraćem vremenu. Konzumni med za prodaju koji je dobijen istiskivanjem presama ne smije da ima izmijenjen ukus, miris i boju. Med podliježe strogoj laboratorijskoj kontroli koja isključuje prisustvo ostataka zaštitnih sredstava, antibiotika, industrijskog šećera i bilo koje druge strane materije.

Vrcanje i cijedenje meda

U cilju dobijanja zdravstveno bezbjednih proizvoda, u toku procesa vrcanja meda sve posude, vrcaljke i oprema koja dolazi u kontakt s medom i drugim pčelinjim proizvodima treba da su lake za rukovanje, čišćenje i pranje (slike 102. i 103.). Posude i drugi pomoćni materijal moraju biti izrađeni od nerđajućeg materijala. Prije početka vrcanja prostor, alat i opremu treba temeljno očistiti. U toku vrcanja meda u tom prostoru ne smije se obavljati ništa drugo. Ono što je od velikog značaja je to da u med ne smiju dospjeti stvari za smanjenje trenja u vrcaljki za med. Ukoliko je med zgusnut, prostorija za vrcanje se zagrije na 25-30 °C, pa se tek onda med vrca. Voštani komadići koji su prilikom otklapanja mednih poklopaca i tokom vrcanja dospjeli u med obično ne predstavljaju opasnost po kvalitet ili oštećenje meda, ali se uklanja zato što vosak nije prirodan sastojak meda. Prilikom cijedenja meda kroz cjedila bitno je da med ne pada sa velike visine u kapljicama jer se u tom slučaju med zamuti zbog prisustva velikog broja mjehurića vazduha. Ukoliko se ne koriste

cjedila pri cijedenju meda obavezno je obiranje meda najkasnije tri dana nakon vrcanja. Prije cijedenja obavezna je kontrola radne opreme. Pčelari preporučuju cijedenje meda dva puta kroz cjedila različitih dimenzija. Kako bi vazduh i komadići voska izašli na površinu nakon obiranja med treba pustiti da odstoji 1-2 dana. Sledeće obiranje vrši se nakon 14 dana. Izvrncani med se najčešće pakuje u staklenoj ambalaži koja ne utiče na sastav i kvalitet meda. Poklopci moraju biti hermetički zatvoreni. Med se čuva na tamnom i suvom mjestu na temperaturi od + 5 do + 30 °C sa relativnom vlažnošću vazduha od 55- 80%. Optimalna temperatura skladištenja meda je od 10-20 °C. Pčelar mora napraviti i dopunjavati popis izabranih materijala i čuvati dokaze o zdravstvenoj ispravnosti nabavnog materijala (skladišna ambalaža). Svaka poljoprivredna proizvodnja u lancu sljedljivosti se vodi principom prvi unutra - prvi van.



Slika 102. Vrcaljka za med

<https://www.facebook.com/AsmirGigantBrcko/posts/vrcaljka-za-medsve-urednostanje-910/606454859974755/>



Slika 103. Vrcanje meda

<https://medsoldatovic.com/sr/med-od-bagremca/>

32.10.3. Zahtjevi za saće u proizvodnji meda

Saće namijenjeno za dobijanje meda može se tretirati samo sredstvima koja su dozvoljena od strane Ministarstva poljoprivrede, koja ne ostavljaju rezidue. Za dobijanje meda nije preporučljivo staro, crno i pljesnivo saće, saće uginulih pčelinjih zajednica, kao ni saće koje je oštetiо voskov moljac. U proizvodnji meda koristi se čisto saće svijetle boje (ono koje je što manje puta zaleženo). Čuvanje saća mora biti u odgovarajućem prostoru ili prostoriji koja mora biti suva, zaštićena od prašine, glodara i insekata. Iz novog saća rađaju se pčele snažne konstitucije, s visokim proizvodnim mogućnostima, otporne na bolesti i sa dužim životnim vijekom. Iz novog saća nastaju zdrave i visokoproduktivne pčele. Redovnom zamjenom saća košnica se održava u visoko higijenskom stanju i na taj na čin preventivno djeluje protiv raznih pčelinjih bolesti. Time se daje i mogućnost mladim

pčelama da zadovolje instinkt građenja i prirodni nagon za lučenjem voska. Mlade pčele luče vosak istovremeno sa hranjenjem larvi. Sve satne osnove koje su bile u gnijezdu dvije sezone i izvele 10-12 generacija pčela, treba odstraniti iz košnice. U prostorijama gdje se čuva saće dozvoljena je upotreba sredstava koja ne ostavljaju rezidue u medu i vosku. U obzir dolazi upotreba oksalne kiseline, mravlje kiseline, kao i duboko zamrzavanje. Med u saću se pakuje u plastičnim kutijama ili posudama koje ne mijenjaju sastav meda. Takođe se čuva na tamnom mjestu sa optimalnom temperaturom od 15 °C.

32.10.4. Označavanje meda

Pravilno označavanje prehrambenih proizvoda zadatak je i dužnost svakog pčelara. Na svakom proizvodu obavezno treba da stoji ime proizvoda, sastav proizvoda, neto količina, rok upotrebe, serija (lot) namirnice, ime i adresa ili preduzeće i sjedište proizvođača ili onog koji namirnicu pakuje ili prodavača koji mora imati adresu, odnosno sjedište u EU; podatak o državi, uputstvo za upotrebu.

32.10.5. Deklarisanje meda

Propisi koji se primjenjuju prilikom deklarisanja i označavanja meda su Uredba o informisanju potrošača o hrani („Sl.list CG“, br. br. 22/2018), Zakon o bezbjednosti hrane ("Sl list CG", br. 57/2015), Zakon o organskoj proizvodnji („Sl list CG“ br 56/2013), Pravilnik o minimalnom kvalitetu meda i drugih pčelinjih proizvoda („Sl.list CG“ br.27/14); Pravilnik o sadržaju i veličini znaka organske proizvodnje (SLCG br.60/2016), Pravilnik o deklarisanju, označavanju, reklamiranju i prezentaciji hrane biljnog porijekla nakon primarne proizvodnje, kombinovane i ostale hrane (SLCG br 16/2011). Na med se prije stavljanja na tržište stavlja oznaka: naziv prema vrstama ili se može upotrebljavati naziv “med” osim u slučaju filtriranog meda, meda u saću, meda sa saćem ili meda s dijelovima saća i pekarskog meda; na pekarski med, na oznaci uz naziv navodi se: "samo za kuvanje i pečenje". Naziv meda može se dopuniti i podacima koji se odnose na: cvjetno ili biljno porijeklo, ako je proizvod u potpunosti ili većim dijelom tog porijekla i ima organoleptička, fizičko-hemijska i mikroskopska svojstva tog izvora; regionalno, teritorijalno ili topografsko porijeklo, ako je proizvod u potpunosti sa tog područja. Prilikom označavanja meda navodi se država ili više država porijekla u kojoj je med proizveden. Deklaracija može da bude sastavni dio etikete ili može biti izdvojeni dio na pakovanju meda, što zavisi od odluke pčelara.

Podaci koji treba da stoje na etiketi i deklaraciji za med prikazani su u tabelama 72. i 73.

Tabela 72. Podaci koje treba da sadrži etiketa za med

MED
Vrsta meda (npr. poliflorni)
Vrcani med (ili ako je dobijen na drugi način: cijedeni, presovani, filtrirani med)
Proizvedeno u Crnoj Gori
Prirodno svojstvo meda je da kristalizira
Med ne zagrijavati na temperaturi većoj od 45 °C
Neto: 1000 g ili 500 g ili...

Tabela 73. Podaci koje treba da sadrži deklaracija za med

:

1. Ime i prezime proizvođača (pčelara)
2. Adresa stanovanja
2. Sastav - porijeklo meda: poliflorni (višecvjetni) ili monoflorni (sortni) ili medljikovac-medun (šumski med)
3. Broj rješenja pod kojim je pčelar i pčelinjak upisan u Registar odobrenih objekata za proizvodnju meda koji vodi Uprava za bezbjednost hrane, veterinu i fitosanitarne poslove koji vodi Uprava za bezbjednost hrane, veterinu i fitosanitarne poslove
4. Čuvati na sobnoj temperaturi
5. Godina proizvodnje: npr. 2018.godine
6. Najbolje upotrijebiti do: npr. kraja 2020.godine

Prilikom označavanja monoflornog ili poliflornog meda treba polenskom analizom dokazati geografsko i botaničko porijeklo meda. Kada je u pitanju proizvod “med u saću” ili “med sa djelovima saća” (npr. voštani poklopci), to treba navesti na etiketi. Na etiketi ne smije biti oznaka “prirodni med”, “100 % prirodni med” ili “pčelinji med”, jer se na taj način obmanjuje potrošač. Med je isključivo proizvod medonosne pčele, zato mu se ne smiju dodavati pomenuti dodaci. Na etiketi se ističe i upozorenje, veoma značajno za potrošača: “Med ne zagrijavati na temperaturi većoj od 45 °C”. Zagrijavanjem meda na većim temperaturama mijenjaju se njegova organoleptička i fizičko-hemijska svojstva, čime se smanjuje njegov kvalitet. Ukoliko je vršeno miješanje više vrsta meda, to mora biti navedeno na etiketi i označeno nazivom “miješani med”. Rezultate ispitivanja ovlaštenih laboratorija pčelar dostavlja trgovinama prilikom stavljanja meda u promet. Prilikom deklarisanja meda nije dozvoljeno isticanje naziva “EKOLOŠKI MED”, “ORGANSKI MED” ili “BIOLOŠKI MED”. Pravo na upotrebu ovih naziva ima pčelar koji je svoj pčelinjak organizovao u skladu sa odredbama Zakona o organskoj proizvodnji. To podrazumijeva da je ovlašteno kontrolno tijelo izvršilo kontrolu i izdalo sertifikat pčelaru kao potvrdu organske proizvodnje meda. Na ambalaži upakovanog sertifikovanog proizvoda se stavlja zaštitni znak (logo) „Organski proizvod Crne Gore“. Logo se može srazmjerno smanjivati i povećavati u skladu sa veličinom ambalaže i deklaracije proizvoda. Pri označavanju proizvoda se mora navesti naziv kontrolnog tijela koje je izdalo sertifikat.

32.10.5. Primjena preventivnih koraka u pčelarskoj proizvodnji

Osnovni cilj svakog pčelara je da uz pomoć jakih i zdravih pčelinjih društava ostvari visokoproduktivnu proizvodnju meda i drugih pčelinjih proizvoda. Da bi došli do svog cilja pčelar mora da posjeduje plan i način pčelarenja kojim će biti obuhvaćene i primjenjivane mjere dobre pčelarske i dobre higijenske prakse. Nakon izrade plana pčelarenja, sledeći korak u pčelarskoj proizvodnji je realizacija plana. Osnovu pčelarenja od koje zavisi kvalitet i produktivnost proizvodnje predstavlja odabir rase medonosne pčele na kojoj se zasniva pčelarska proizvodnja. U odabiru rase pčela najbolje je birati autohtonu rasu pčela koja je dobrih genetskih osobina i koja je prilagođena uslovima u podneblju gajenja. Nakon odabira rase medonosne pčele bitno je kupiti zdrava i jaka pčelinja društva sa dobrom genetskim osnovom. Dobra genetska osnova se odnosi na visoku produktivnost pčelinjih društava, na dobre reproduktivne osobine zalijeganja matice, otpornost na bolesti, miran temperament društva itd. Svaku kupljenu pčelinju zajednicu treba držati u karantin, odvojeno od već prisutnih košnica na pčelinjaku 30 dana dok se ne ispita zdravstveno stanje kupljenih društava. U cilju što kvalitetnijeg pčelarenja i ispunjavanja koraka u lancu sljedljivosti odgajivač pčela bi trebao da vodi evidenciju kupljenog repromaterijala. Ako pčelar uvodi nova društva dobijena sopstvenim razrojavanjem vodi se evidencija o novostvorenom roju. Osnovu uspješnog pčelarenja pored svega prethodno navedenog predstavlja i izbor matice. Matica mora biti izrazito kvalitetna, otporna i zdrava, sa dobrim reproduktivnim osobinama. Mlada matica je vitalnija i ima bolje

reproduktivne osobine u odnosu na staru maticu. Smatra se da zamjenu matice treba sprovoditi barem svake druge godine. Pčelarenje sa mladom maticom vodi ka uspješnoj pčelarskoj proizvodnji. Veliku kontrolu pčelinjih društava treba sprovoditi dva puta godišnje, najčešće sezonski u proljeće i jesen. Kontrolom pčelinjih društava utvrđuje se stanje pčelinje zajednice prije i nakon zimovanja pčela, na osnovu koje se utvrđuje da li postoje razlozi za sprovođenje određenih preventivnih ili terapijskih mjera. Nakon zimovanja evidentira se stanje pregledanog društva, treba obratiti pažnju na količinu pčela, prisutnost legla, prisutnost matice, procjenu rezerve hrane. Na osnovu pregleda mogu se preduzeti sljedeće intervencije (sužavanje/proširenje plodišta, čišćenje podnjače, vanredna zamjena matice itd.). U odnosu na zimski pregled, jesenji pregled društava je osnova za dalje intervencije i prezimljavanje pčela. Ovim pregledom kontroliše se kvalitet saća, kvalitet matice, količina legla, zdravstveno stanje pčela, tretiranje protiv zaraznih bolesti, pojačanje društava, dohranjivanje, zamjena ramova sa medljikom i sl. Za uspješno prezimljavanje pčela saće mora biti odgovarajućeg kvaliteta. Staro, crno i deformisano saće kao ni mlado svijetlo žuto saće u kome nije gajeno leglo nisu pogodni za prezimljavanje pčela. Staro crno saće u kome je izvedeno nekoliko generacija pčela nije poželjno za prezimljavanje pčela iz razloga što predstavlja potencijalni rizik za razvoj pčelinjeg krpelja. Upotreba starog, crnog i deformisanog saća u savremenom pčelarstvu je zabranjeno. Najmanje jednom godišnje 10% starog saća treba da se preradi u neke druge svrhe, da se ne upotrebljava u pčelarstvu (izrada svijeća i sl.). U slučaju da pčelar kupuje satne osnove neophodno je da omogući sledljivost u proizvodnji odnosno mora da postoji dokumentaciona osnova na osnovu koje može da se utvrdi porijeklo kupljenog materijala. Ukoliko pčelar sam proizvodi satne osnove mora strogo poštovati higijenske zahtjeve i obaviti sterilizaciju voska na 120 °C u trajanju od 4h. Pored svega do sada navedenog, treba obezbijediti i osnovu koja će dati zdravo, jako i na bolesti otporno pčelinje društvo. Taj uslov se odnosi na pravilnu ishranu pčela. Prirodna ishrana pčela se zasniva na nektaru i polenu sakupljenom iz prirode. Med koji je ostavljen pčelama za prezimljavanje mora biti visokog kvaliteta, najbolji je nektarni med, bez rezidua antibiotika, proizveden u sopstvenom domaćinstvu. Da bi pčelinja zajednica kvalitetno prezimljavala, pčele se ne smiju držati na minimumu hrane. Minimalna količina hrane koja se odnosi na med i polen se kreće od 16-20 kg po jednom pčelinjem društvu. Pčele nikada neće potrošiti više hrane nego što im je potrebno, tako da višak meda koji ostane u proljeće pčelar može da uzme od pčela i da koristi u svojoj ishrani. Preko cijele godine treba voditi računa o ventilaciji košnice, jer ukoliko je neadekvatna, stvaraju se uslovi za razvoj gljivičnih, bakterijskih i crijevnih oboljenja. Usljed povećane vlage, u košnici dolazi do fermentacije i razlaganja meda na alkohol i ugljen dioksid. Zbog toga se u zimskom periodu preporučuje držanje otvorenog leta.

32.10.6. Osnovne mjere za suzbijanje bolesti pčela

Za suzbijanje štetočina i bolesti pčela, mogu se koristiti samo dopuštena i registrovana sredstva. Međutim kao najveći krivci za pojavu bolesti kod pčela smatraju se needucovani i slabo priučeni pčelari koji u neograničenim količinama upotrebljavaju hemijska sredstva. Prema izvještaju Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) u Srbiji, na primjer, danas ima preko 800.000 osoba sa invaliditetom, a kao glavni uzrok naveden je upotreba meda u toku trudnoće. Takav med u sebi sadrži kancerogene, mutagene i teratogene metabolite. Za liječenje bolesti pčela Agencija za lijekove i medicinska sredstva Crne Gore odobrava uvoz preparata Apiguard i Api Life Var (za suzbijanje varooze). Osnovnu komponentu ovih preparata čini timol. Svi ostali lijekovi koji se ne nalaze na ovoj listi nisu dozvoljeni za upotrebu i suzbijanje pčelinjih bolesti. Neregistrovani preparat Argus Ras namijenjen za suzbijanje varooze dostupan je na tržištu Srbije, Crne Gore kao i Bosne i Hercegovine. Treba imati u vidu saopštenje Veterinarskog Instituta Republike Srpske „Dr Vaso Butozan o dokazanom prisustvu pesticida iz grupe organofosfata u preparatu Argus Ras. Osnovna dužnost svakog proizvođača koji se bavi proizvodnjom namirnica namijenjenih za ljudsku ili životinjsku upotrebu je proizvodnja zdravstveno ispravnih i kvalitetnih proizvoda. Zdravstvena ispravnost pčelinjih proizvoda podrazumijeva svako odsustvo rezidua hemijskih preparata, lijekova

i antibiotika. Ukoliko je pčelar prinuđen da sprovodi određene terapijske mjere u cilju suzbijanja bolesti, ili preventivne mjere u cilju sprečavanja pojave bolesti, onda se u korist zdravstvene ispravnosti pčelinjih proizvoda pčelar mora pridržavati sljedećeg: sredstva za zaštitu pčela ne smije koristiti prije i tokom medenja; sredstva za zaštitu pčela smiju se isključivo koristiti tek nakon vrcanja; ukoliko se već primjenjuju lijekovi u borbi protiv bolesti poželjno je koristiti sredstva koja su dozvoljena od strane Svjetske zdravstvene organizacije (WHO). Kod upotrebe dopuštenih i/ili registrovanih sredstava pčelar se mora dosljedno pridržavati uputstva proizvođača sredstava. Sredstva za suzbijanje bolesti pčela ne smiju ostavljati u medu i drugim pčelinjim proizvodima nikakve strane ukuse, mirise, boju i ostatke lijekova. U liječenju bolesti pčela zabranjena je primjena antibiotika. Svaka primjena antibiotika nepovoljno utiče na kvalitet i zdravstvenu bezbjednost meda, u košnici ostaju rezidue i do tri godine, dok se kod pčela stvara rezistentnost prema antibioticima i skraćuje se njihov životni vijek. Prevelikom upotrebom antibiotika uništavaju se dobre bakterije, narušava se ravnoteža mikroflore i dolazi do razvoja gljivičnih oboljenja. Prilikom sprovođenja tretmana protiv varoe bilo da je preventivni ili terapijski vid, potrebno je da oni budu u periodu kada nema legla i u periodu kada nema aktivne pčelinje paše. Ukoliko se tretman sprovodi za vrijeme istih onda se sprovode preventivno bezbjednosne mjere koje uključuju skidanje mednih nastavaka, sakupljača polena, osnove matičnjaka za dobijanje matične mliječi, mreže za sakupljanje propolisa, staklo za sakupljanje pčelinjeg otrova. Tretirane košnice se moraju vidno obilježiti. Treba voditi preciznu evidenciju o upotrijebljenim preparatima prilikom liječenja bolesti pčela.

31.10.7. Ishrana pčela

Dajući konzumni šećer pčelama umjesto meda, čovjek je narušio njihovu prirodnu ravnotežu. Razlika između prirodne hrane pčela i šećera ogleda se u njihovom hemijskom sastavu. Med predstavlja riznicu kvalitetnih materija koja obuhvata brojne šećere, kiseline, minerale, enzime i sl. i od davnina se primjenjuje kao lijek. Za razliku od meda šećeri utiču na narušavanje zdravlja ljudi i samih pčela. Nedostatak meda i polena u ishrani pčela izaziva slabljenje pčelinje zajednice uzrokovano nedostatkom proteina u hemolimfi i hitinu pčela. Zbog toga se stvaraju slabe pčelinje zajednice, trutovi smanjene polne sposobnosti, nerazvijenost mliječnih žlijezda kod pčela hraniteljica i nedovršene matice.

32.11. Faktori rizika za kontaminaciju u proizvodnji meda

U proizvodnji meda faktori rizika za njegovu kontaminaciju hemijskim, fizičkim i mikrobiološkim opasnostima su kontakt sa zagađenom vodom, vazduhom, zemljištem, upotreba pesticida, antibiotika, dezinfekcionih sredstava, uticaj klimatskih faktora, lomljenje ambalaže, opreme itd. Najčešće fizičke opasnosti su: staklo, piljevina, kamenčići, žica, rđa, ostaci opreme, hemijske opasnosti su ostaci hemijskih preparata, antibiotika, pesticida, dezinfekcionih sredstava, a biološke opasnosti – prisustvo mikroorganizama.

32.12. Kritične kontrolne tačke u proizvodnji meda i proizvoda od meda

Kritične kontrolne tačke u proizvodnji meda i proizvoda od meda su: sadržaj vode u medu ispod 20%, obiranje meda u cilju uklanjanja fizičkih ostataka, ambalaža, pakovanje proizvoda, skladištenje na tamnom, suvom i hladnom mjestu, antibiotici, rezidue hemijskih preparata i pesticida, svjetlost, čuvanje meda na 10-15 °C, čuvanje matične mliječi na -18 °C isključivo u staklenoj ambalaži; matična mliječ stara preko 72h nije za ljudsku upotrebu; čuvanje saća na 15 °C; rok trajanja pčelinjih proizvoda.

Pitanja

Šta je med? Kojim pravilnikom je definisan kvalitet meda i uslovi za stavljanje meda na tržište? Kako se klasifikuje med prema porijeklu? Kako se klasifikuje med prema načinu proizvodnje? Koji med se klasifikuje kao monoflorni, a koji kao poliflorni? Šta je medljikovac? Koji su ostali pčelinji proizvodi i koje su im osnovne karakteristike? Koji je hemijski sastav meda? Koje uslove treba da ispuni med koji se stavlja na tržište? Koje zahtjeve treba da ispuni med u pogledu sadržaja glukoze i fruktoze, saharoze, sadržaja vode? Šta su diastaze i šta nam pokazuje njihova aktivnost? Šta nam pokazuje sadržaj hidroksimetilfurfurala u medu? Koji su glavni kontaminanti meda i koji su najčešći izvori kontaminacije? Koji su glavni kontaminanti meda posljedica neadekvatne pčelarske prakse? Koje se rezidue pesticida, akaricida i antibiotika mogu naći u medu? Koji je značaj dobre proizvođačke i dobre higijenske prakse u dobijanju zdravstveno ispravnog meda? Koja je zakonska regulativa u oblasti kontrole zdravstvene ispravnosti meda u Crnoj Gori? Koji su postupci dobre pčelarske prakse? Koji su preduslovni programi u proizvodnji meda? Koje su najčešće greške kod ishrane pčela? Koje su kritične kontrolne tačke HACCP sistema u proizvodnji meda? Koje su preventivne mjere u pčelarskoj proizvodnji? Koje su osnovne mjere pri suzbijanju bolesti pčela?

33. ZDRAVSTVENA BEZBJEDNOST TRADICIONALNIH POLJOPRIVREDNIH PROIZVODA

33.1. Značaj tradicionalnih proizvoda

U našoj zemlji postoji duga tradicija konzumiranja tradicionalnih proizvoda i veoma su značajni u svakodnevnoj ishrani. Tradicionalni proizvodi su blago zemlje iz koje potiču, dio njene tradicije i kulturne baštine. Tradicionalni proizvodi predstavljaju identitet jedne regije ili države i zbog toga imaju veliki potencijal u turističkoj ponudi. Ovi proizvodi doprinose održivom razvoju sela, ruralnog turizma. Do potrošača dolaze direktno sa farmi, preko gradskih pijaca, mesara, malih specijalizovanih prodavnica i dr. Zaštitom tradicionalnih proizvoda oznakama geografskog porijekla, tradicije ili izvornosti oni postaju prepoznatljivi na tržištu, postižu značajno veće cijene i veću dohodovnost i konkurentnost proizvođača. Potrebno je vršiti obilježavanje tradicionalnih proizvoda posebnom etiketom, jer se u suprotnom uskraćuje bitna informacija kupcu o specifičnosti proizvoda.

33.1. Zdravstvena bezbjednost tradicionalnih proizvoda

Zdravstvena bezbjednost tradicionalnih proizvoda predstavlja osnovu za njihovo stavljanje u promet. Ukoliko higijena proizvodnje nije na odgovarajućem nivou, tradicionalni proizvodi mogu da predstavljaju veliku opasnost po zdravlje potrošača. Usljed neadekvatne higijene, povećava se rizik od prenošenja raznih vrsta bolesti na ljude, kao što su salmoneloza, listerioza, trihinelozna, bolest ludih krava, bolesti koje izaziva *Escherichia coli* itd. Zakonom o bezbjednosti hrane (SLCG 15/2015) je predviđeno da svi subjekti koji se bave proizvodnjom i prometom hrane, pa i oni koji proizvode tradicionalne proizvode, treba da sprovedu HACCP sistem, kojim se obezbjeđuje visok nivo bezbjednosti hrane. Veliki problem predstavlja postizanje standardizacije uslova proizvodnje osnovnih sirovina, dodataka, tehnoloških parametara, uslova zrenja, čuvanja i dr. Značajan dio poljoprivredne proizvodnje u Crnoj Gori se odvija na porodičnim gazdinstvima. Zbog toga je naša zemlja donijela propise za male proizvođače koji se bave tradicionalnim načinom proizvodnje. Na taj način će se pomoći očuvanju raznolikosti naših prehrambenih proizvoda, tradicije i historijskog naslijeđa u proizvodnji hrane, kao i boljem plasmanu ovih proizvoda. Posebna pažnja je posvećena definisanju kapaciteta za male objekte, minimalnih uslova koji se moraju ispuniti u pogledu izgradnje

i opreme, kao i neophodnog broja prostorija. Omogućeno je obavljanje različitih tehnoloških operacija procesa proizvodnje u istoj prostoriji, ali pod određenim uslovima i različito vrijeme. Efikasna kontrola higijene hrane zahtijeva posvećenost svih učesnika u lancu proizvodnje, počevši od primarnih proizvođača, preko prerađivača, sve do potrošača. Bezbjednost hrane obezbjeđuje se poštovanjem principa dobre proizvođačke prakse (DPP), dobre higijenske prakse (DHP), sistema analize rizika i kritičnih kontrolnih tačaka (HACCP), sve sa ciljem kontrole opasnosti koje se mogu pojaviti tokom proizvodnje, prerade i distribucije hrane.

33.2. Dobra proizvođačka praksa i HACCP sistem u proizvodnji tradicionalnih poljoprivrednih proizvoda

Dobra proizvođačka praksa obuhvata sprovođenje radnji koje su neophodne da bi se tokom proizvodnog procesa spriječila kontaminacija hrane. Ona se sprovodi u nekoliko segmenata, kao što su: lokacija, objekat, proizvodne prostorije, oprema, osoblje, sirovine za proizvodnju, sledljivost proizvoda, snabdijevanje energijom, vodom, itd. DHP obuhvata postupke kojima se obezbjeđuje čišćenje i higijena prostorija, opreme i osoblja koje radi u proizvodnji hrane. Objekti za proizvodnju hrane moraju biti izgrađeni od adekvatnog materijala, sa rasporedom prostorija prilagođenim datoj proizvodnji. Treba da imaju odgovarajuću opremu koja može da bude u kontaktu sa hranom, obezbijedenu odgovarajuću temperaturu, vlažnost, strujanje vazduha, da budu zaštićeni od ulaska štetčina i sl. Preporučljivo je da se različiti poslovi obavljaju u različitim prostorijama, međutim, ukoliko to nije izvodljivo, potrebno ih je obavljati u različito vrijeme. Treba se uvijek pridržavati načela da se čisti i nečisti poslovi obavljaju u odvojenim prostorijama. Oprema koja se koristi za proizvodnju hrane treba da je napravljena od materijala koji se lako održava, čisti i dezinfikuje i koji ne može kontaminirati proizvod. U određenim fazama proizvodnje nekih vrsta sireva ili suhomesnatih proizvoda može se koristiti drvo.

33.3. Uslovi za odstupanje u pogledu izgradnje, uređenja i opremanja objekata koji proizvode tradicionalne proizvode

Bliže odredbe za moguće odstupanje u pogledu izgradnje, uređenja, kao i opremanja objekata u poslovanju hranom sa malim obimom proizvodnje, koji proizvode tradicionalne proizvode ili koriste tradicionalne metode proizvodnje propisane su **Uredbom o uslovima za odstupanje u pogledu izgradnje, uređenja i opremanja objekata koji imaju mali obim proizvodnje, prerade i obrade hrane (SLCG br. 21/16)**. Ova uredba se primjenjuje na objekte koji imaju obim proizvodnje za: klanje i rasijecanje mesa papkara, kopitara i uzgojene divljači do 10 uslovnih grla nedjeljno; (jedno uslovno grlo je odraslo goveče ili konj, dva teleta ili dva juneta, četiri svinje težine preko 100 kg ili sedam svinja težine do 100 kg, 10 ovaca ili koza, 12 jagnjadi ili jaradi ili 12 prasadi težine do 15 kg žive vage); klanje i rasijecanje mesa živine i lagomorfa do 6.000 jedinica životinja mjesečno (pilići i kokoške čine jednu jedinicu, patke dvije jedinice, ćurke, guske i lagomorfi tri jedinice); preradu do 750 L sirovog mlijeka dnevno; preradu mesa ili proizvoda ribarstva do 1.000 kg nedjeljno; otpremu do 500 kg živih školjki dnevno sa plovnog objekta iz sopstvenog uzgajališta; pakovanje do 1.500.000 jaja godišnje; preradu plodova voća i povrća do 30.000 kg godišnje; preradu do 6.000 kg maslina, odnosno 500 L ulja godišnje; proizvodnju do 10.000 kg grožđa, odnosno 5.000 L vina godišnje; preradu ostalih proizvoda neživotinjskog porijekla do 3 t sirovine godišnje. *Objekti malog obima za klanje papkara, kopitara i uzgojene divljači, živine i lagomorfa, mogu da imaju:* jednu garderobu u čistom i jednu u nečistom dijelu objekta - ako u proizvodnji radi najviše pet lica, ormar koji se može zaključati - umjesto prostorije za službenog veterinara; posebnu prostoriju za prihvatanje životinja - ako se klanje obavlja odmah po dopremanju u objekat; posebnu prostoriju za bolesne i životinje sumnjive na bolest; poseban prostor sa opremom za čišćenje, pranje i dezinfekciju transportnih sredstava - ako subjekat ima zaključen ugovor o pranju, čišćenju i dezinfekciji istih; poseban prostor

za rasijecanje mesa - jer se rasijecanje mesa može vršiti u prostoriji gdje su životinje zaklane, dakle nakon završenog klanja i detaljnog čišćenja i dezinfekcije; posebnu prostoriju za pražnjenje i čišćenje želudaca i crijeva – jer se ovi postupci mogu obavljati u prostoru za klanje životinja nakon završenog klanja, ali da u njemu nema trupova mesa zaklanih životinja i da je prije upotrebe detaljno očišćen i dezinfikovano. U objektima za klanje živine i lagomorfa malog obima vađenje organa i dalja obrada trupova živine i lagomorfa može se obavljati u prostoriji za šurenje i čerupanje, ali da postoji dovoljna prostorna i fizička odvojenost ovih operacija, kako bi se spriječila kontaminacija. U prostoriji odnosno komori za hlađenje mogu se skladištiti istovremeno i zadržani i zdravstveno ispravni trupovi mesa pod uslovom da je prostor za zadržane trupove mesa označen i da se može zaključati, da razlog zadržavanja trupova mesa nije zarazna bolest i da je spriječena kontaminacija ostalog mesa. Klanje životinja se može obaviti do 21 dan od dana dopremanja životinja, ukoliko u tom periodu one nijesu napuštale prostorije za prihvatanje. *Objekti za otpremu živih školjki sa plovnog objekta iz sopstvenog uzgajališta malog obima proizvodnje* ne treba da imaju čvrste zidove i prozore; treba da imaju odgovarajuće prostore za ličnu higijenu, sanitarni čvor i garderobni prostor za zaposlena lica u neposrednoj blizini na kopnu; treba da imaju zaštitu živih školjki od štetočina i kontaminacije iz vazduha tokom rukovanja. Oprema za čišćenje, pranje i dezinfekciju se može ostaviti u prostoru gdje se rukuje živim školjkama, ako je obezbijeđena odgovarajuća odvojenost u cilju sprečavanja kontaminacije. *U objektima za preradu mlijeka, mesa, proizvoda ribarstva, voća, povrća, maslina, grožđa, pakovanja jaja* u malom obimu mogu se u istoj prostoriji obavljati različite tehnološke operacije ili proizvodnja različitih proizvoda ukoliko je obezbijeđena vremenska odvojenost između operacija; skladištenje sirovina, gotovih proizvoda, zadržanih proizvoda u istoj prostoriji uz odgovarajuću prostornu odvojenost i tako da se onemogućiti kontaminacija, a zadržani proizvodi da su zapakovani i jasno označeni. Garderobni prostor za zaposlena lica, prostor za skladištenje ambalaze i sredstava za čišćenje i dezinfekciju proizvodnog pogona mogu da budu smješteni van radnog prostora u krugu objekta. Mogu se koristiti isti ulaz i izlaz za sirovinu, gotove proizvode i nebezbedne proizvode uz odgovarajuću vremensku odvojenost. Ukoliko su objekti smješteni u istom krugu gdje se nalazi i stambeni objekat, garderobni i sanitarni prostor iz stambenog objekta može da se koristi za potrebe radnog osoblja. *U objektima u kojima se proizvode tradicionalni proizvodi ili primjenjuju tradicionalne metode proizvodnje, prostori i prostorije* mogu da budu izgrađeni od prirodnih materijala ukoliko su neophodni za formiranje specifičnih karakteristika tog tradicionalnog proizvoda; da imaju zidove, plafone i vrata koji nijesu napravljeni od glatkih, neupijajućih, nepropusnih materijala otpornih na koroziju i mogu da imaju prirodne geološke zidove, plafone i podove; postupci čišćenja i dezinfekcije mogu da se prilagode očuvanju prirodnih uslova proizvodnje, odnosno očuvanju specifične ambijentalne mikroflore; u svim fazama proizvodnje i pakovanja mogu da koriste opremu, alate i instrumente koji su izrađeni od materijala koji nijesu glatki, otporni na koroziju ili neupijajući, kao što su drvo, kamen i drugi materijali koji se tradicionalno koriste u proizvodnji, zrenju i čuvanju proizvoda, ali koji se održavaju u higijenskom stanju. Pored uslova datih u ovoj uredbi, objekti za mali obim proizvodnje treba da ispunjavaju i uslove utvrđene propisima o higijeni hrane, a objekti za proizvodnju hrane životinjskog porijekla i posebne propisane zahtjeve higijene za proizvode životinjskog porijekla.

33.4. Higijenski zahtjevi za objekte i prostorije u kojima se proizvode male količine primarnih proizvoda

Uredbom o zahtjevima higijene za objekte i prostorije u kojima se proizvode male količine primarnih proizvoda za ishranu ljudi (SLCG 59/16) propisuju se neophodni zahtjevi za održavanje higijene objekata, prostorija i opreme u kojima se proizvodi mala količina primarnih proizvoda kojima se snabdijevaju potrošači, vrste primarnih proizvoda i kriterijumi za određivanje male količine primarnih proizvoda. Ova uredba se primjenjuje na primarne proizvode za ishranu ljudi koji se proizvode i prerađuju na porodičnom poljoprivrednom gazdinstvu. Životinja uzgajana na porodičnom poljoprivrednom gazdinstvu je životinja koja je uzgajana neposredno na gazdinstvu od

njenog rođenja, odnosno goveda, ovce i koze najmanje tri mjeseca, a živina najmanje tri nedjelje. *Vrste primarnih proizvoda koje se proizvode u malim količinama su:* jaja, sirovo mlijeko, sir, surutka, pavlaka, kajmak, med, voće, povrće i žitarice, osim maslinovog ulja i proizvoda dobijenih alkoholnom fermentacijom koji se proizvode na porodičnom poljoprivrednom gazdinstvu. Oni se mogu stavljati na tržište za snabdijevanje krajnjeg potrošača ili maloprodajnih objekata na lokalnom tržištu. Male količine primarnih proizvoda su: 350 komada jaja nedjeljno, 100 litara sirovog mlijeka dnevno, 100 kilograma sira, surutke, pavlake, kajmaka nedjeljno, 600 kilograma meda godišnje, 300 kilograma voća, povrća, žitarica dnevno i 100 kilograma prerađenih proizvoda od voća, povrća i žitarica nedjeljno. Primarni proizvodi mogu se prodavati na mjestu proizvodnje, pijacama, sajmovima, lokalnim maloprodajnim objektima - prodavnicama i ugostiteljskim objektima. *Zahtjevi higijene za objekte, prostorije i opremu:* porodično poljoprivredno gazdinstvo - mali proizvođač je pravno ili fizičko lice koje proizvodi i prerađuje male količine primarnih proizvoda. Ove proizvode može proizvoditi u posebnim objektima na poljoprivrednom gazdinstvu ili u prostorijama koje mogu biti u sklopu stambenog objekta domaćinstva, ali pod sljedećim uslovima: da su zaštićeni od štetočina, da imaju dovoljnu količinu tople i hladne higijenski ispravne vode, da imaju odgovarajući prostor za čuvanje proizvoda na odgovarajućoj temperaturi, da imaju čistu opremu i pribor izrađene od odgovarajućeg materijala. Primarne proizvode mali proizvođač može da prodaje samo ako su proizvedeni ili prerađeni na sopstvenom poljoprivrednom gazdinstvu. *Posebni zahtjevi higijene za jaja:* mali proizvođač može da prodaje jaja koja potiču od zdrave živine, koja se sakupljaju najmanje jednom dnevno, koja su čista, suva, zaštićena od direktne sunčeve svjetlosti, koja se skladište i transportuju na temperaturi kojom se obezbjeđuje održavanje kvaliteta i zdravstvena bezbjednost jaja. Jaja se krajnjem potrošaču, od dana sakupljanja, moraju isporučiti najkasnije za 21 dan. *Posebni zahtjevi za higijenu sirovog mlijeka:* mali proizvođač može da prodaje sirovo mlijeko koje potiče od zdrave životinje i koja ispunjava propisane zdravstvene zahtjeve, koje se skladišti u prostoriji koja je odvojena od prostorije u kojoj su smještene životinje, koje je nakon muže procijeđeno i koje se drži na hladnom mjestu u čistoj pokrivenoj posudi i koje je četiri puta godišnje ispitano na ukupan broj mikroorganizama i somatskih ćelija. Sirovo mlijeko se mora dostaviti potrošaču najkasnije do 24h ako se čuva ohlađeno na temperaturi 6 °C-8 °C, a u roku od 2ha od muže ako se čuva bez hlađenja. *Posebni zahtjevi higijene za sir, surutku, pavlaku i kajmak:* mali proizvođač može da proizvodi i prodaje sir, surutku, pavlaku, kajmak samo ako su proizvedeni od sirovog mlijeka koje potiče od zdrave životinje, ako su prerađeni u čistim prostorijama koje su odvojene od prostorija u kojima su životinje smještene. Mali proizvođač može da prerađuje do 50 litara sirovog mlijeka dnevno i proizvodi sir, surutku, pavlaku i kajmak u prostorijama koje su u sastavu stambenog objekta domaćinstva. Mali proizvođač može da prerađuje više od 50 litara sirovog mlijeka dnevno i proizvodi sir, surutku, pavlaku i kajmak u posebnom objektu koji se nalazi na poljoprivrednom gazdinstvu. *Posebni zahtjevi za med:* mali proizvođač može da prodaje med samo ako je dobijen od zdravih pčela i koji ne sadrži nedozvoljene materije utvrđene propisima. Mali proizvođač može da skladišti i pakuje najviše 300 kg meda u prostoriji u sastavu stambenog objekta domaćinstva. On može da skladišti i pakuje više od 300 kg meda ukoliko ima poseban objekat. *Posebni zahtjevi za voće, povrće i žitarice:* u prostoriji u sastavu stambenog objekta domaćinstva mali proizvođač može da prerađuje najviše 50 kg voća, povrća i žitarica dnevno. U posebnom objektu na poljoprivrednom gazdinstvu može dnevno da prerađuje više od 50 kg voća, povrća i žitarica. *Primarne proizvode na mjestu prodaje treba da prate informacije* koje se odnose na ime i prezime malog proizvođača, naziv proizvoda, adresu poljoprivrednog gazdinstva, broj rješenja o upisu u registar poljoprivrednog gazdinstva, broj rješenja o upisu u registar registrovanih objekata za hranu, datum proizvodnje i dr.

HACCP sistemom se vrši kontrola procesa proizvodnje hrane i osjetljivih tačaka u proizvodnom procesu, kojom se obezbjeđuje proizvodnja zdravstveno bezbjedne hrane. Sastoji se od 7 principa i njegova primjena je neophodna kod svih subjekata koji posluju sa hranom.

33.5. *Zaštita oznake porijekla, geografske oznake i oznake garantovano tradicionalnih specijaliteta poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda*

Sprovođenje zaštite poljoprivrednih proizvoda i hrane proizvedenih na tradicionalni način oznakama porijekla, geografskim oznakama i oznakama garantovano tradicionalnih specijaliteta ima višestruki značaj. Ovim se čuva kulturno nasleđe, prepoznatljivost ovih proizvoda na tržištu, raznolikost prehrambenih proizvoda, uspješniji ruralni i turistički razvoj itd. Zaštitom porijekla proizvoda potvrđuje se potrošačima da je specifičnost proizvoda nastala pod uticajem lokalnih prirodnih resursa (klime, zemljišta, raznolikosti autohtonih vrsta biljaka i životinja) i tradicije, znanja i vještina koje se prenose s generacije na generaciju na određenoj teritoriji. Oznake porijekla, geografske oznake i oznake garantovano tradicionalnih specijaliteta poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda, kao i uslovi za njihovu registraciju utvrđeni su *Zakonom o oznakama porijekla, geografskim oznakama i oznakama garantovano tradicionalnih specijaliteta poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda (SLCG 18/2011*. Prema ovom zakonu, *oznaka porijekla* predstavlja naziv regiona, mjesta ili države koji se koristi za označavanje poljoprivrednog ili prehrambenog proizvoda koji potiče iz tog regiona, mjesta ili te države, čije su karakteristike isključivo ili značajno određene prirodnim i ljudskim faktorima te geografske sredine i čija se cjelokupna proizvodnja odvija na određenom geografskom području. Primjer proizvoda zaštićenog oznakom geografskog porijekla je Pljevaljski sir, koji je ovom oznakom zaštićen maja 2017. godine (slika 105.).



Slika 105. Pljevaljski sir
<https://voli.me/proizvod/1824>

Geografska oznaka je naziv regiona, određenog mjesta ili države koji se koristi za označavanje poljoprivrednog ili prehrambenog proizvoda koji potiče iz tog regiona, odnosno iz tog mjesta ili te države, koji ima specifične osobine uslovljene njegovim geografskim porijeklom i čija se proizvodnja i/ili prerada i/ili priprema sprovodi u određenom geografskom području. Primjer proizvoda sa geografskom oznakom je Njeguški pršut. Proizvodi mogu dobiti oznaku zaštite porijekla ili zaštite geografske oznake ako ispunjavaju zahtjeve iz specifikacije proizvoda. Specifikacija proizvoda treba da sadrži: naziv proizvoda koji se štiti, opis sirovine i proizvoda (osnovna fizička, hemijska, mikrobiološka i organoleptička svojstva proizvoda), prostorno definisanje geografskog područja, dokaz da proizvod potiče iz prostorno definisanog geografskog područja, opis metode proizvodnje proizvoda, opis autentičnih lokalnih metoda, informacije o pakovanju, podatke o povezanosti karakteristika proizvoda i geografskog porijekla, naziv i adresu sertifikacionog tijela koje provjerava usaglašenost sa specifikacijom, pravila deklarisanja proizvoda i dr. Zahtjev za registraciju oznake porijekla ili geografske oznake može podnijeti samo grupa proizvođača ili prerađivača. Postoji i treća oznaka zaštite proizvoda, to je oznaka **garantovano tradicionalni specijalitet**, koji obuhvata jela koja se pripremaju po tradicionalnom receptu ili

od tradicionalnih sastojaka u toku generacijskog perioda od barem 25 godina. Proizvod će se smatrati garantovano tradicionalnim specijalitetom ukoliko ispunjava uslove iz specifikacije garantovano tradicionalnog specijaliteta. Neki od primjera naših jela koja su zaštićena oznakom *garantovano tradicionalni specijalitet* su Bamiye na Ulcinjski način, a od stranih Pizza Napolitana, Prekomurska gibanica itd. Registracija naziva *garantovano tradicionalni specijalitet* (GTS) nije direktno vezana za teritoriju, kao što su to geografske oznake, jer svi proizvođači koji prema specifikaciji pripremaju proizvode na tradicionalan način, mogu da koriste registrovani naziv, bez obzira gdje se proizvodnja odvija, ako ispunjavaju propisane zahtjeve. Zaštićeni naziv garantovano tradicionalnog specijaliteta se ne može koristiti na deklaraciji drugih poljoprivrednih ili prehrambenih proizvoda. Zahtjev za registraciju naziva garantovano tradicionalnog specijaliteta može podnijeti samo grupa proizvođača ili prerađivača koji proizvode isti proizvod.

Pitanja

Koji je značaj tradicionalnih poljoprivrednih proizvoda u ishrani stanovništva? Koje uslove treba ispuniti u proizvodnji tradicionalnih poljoprivrednih proizvoda? Koji propisi se primjenjuju u kontroli proizvodnje tradicionalnih proizvoda? Koji je značaj zaštite oznake porijekla, geografske oznake i oznake garantovano tradicionalnih specijaliteta poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda i objasnite ove pojmove?

34.DOBRA PROIZVOĐAČKA PRAKSA I HACCP SISTEM U PROIZVODNJI HRANE BILJNOG PORIJEKLA

34.1. Dobra proizvođačka praksa u proizvodnji maslinovog ulja

34.1.1. Maslinovo ulje

Maslinovo ulje se dobija potpunom ili djelimičnom preradom ploda masline, tehnološkim postupkom hladnog cijedenja, bez upotrebe hemijskih sredstava i promjene uslova, naročito temperature, koji mogu dovesti do promjene u strukturi ulja bez korišćenja rastvarača i reesterifikacionih procesa i miješanja sa uljima drugih biljnih vrsta. Maslinovo ulje se dobija iz ploda masline, koje je jedno od najzdravijih ulja koje čovjek koristi u ishrani. Pokožica ploda masline je pokrivena masno-voštanom prevlakom. Kod nezrelog ploda prevlaka je zelene boje. Tokom zrenja, zelena boja prelazi u zeleno-žućkastu, zatim crvenkastu i na kraju crveno- ljubičastu ili crnu boju. Meso ploda sadrži 15 - 30 % ulja. Djevičansko maslinovo ulje je definisano kao “proizvod dobijen direktno iz ploda stabla masline (*Olea europea L.*) koji se podvrgavaju isključivo mehaničkim ili drugim fizičkim postupcima u uslovima koji ne dovode do promjena sastojaka ulja, te bez dodataka pomoćnih sredstava hemijskog ili biohemijskog djelovanja podvrgnuto osim pranja, centrifugovanja, dekantacije i/ili filtracije. Maslinovo ulje je biljna masnoća dobijena najvećim dijelom iz mesa ploda masline (> 95%), a manjim dijelom iz sjemena ploda (< 5%), za razliku od ostalih biljnih ulja koja se dobijaju isključivo iz sjemenke. Pravilna prerada dobrih plodova maslina u ulje bez obzira na koji se način prerađuju daje ulje gotovo istog kvaliteta. Može postojati razlika u boji ulja - kod ulja proizvedenog presovanjem kamenim mlinom preovladavaju žute nijanse (zbog povećanog sadržaja karotenoida, a smanjenog sadržaja hlorofila), kod ulja proizvedenog centrifugovanjem mlinom čekićarom preovladavaju zelene nijanse (zbog povećanog sadržaja hlorofila, a smanjenog sadržaja karotenoida); ulje proizvedeno centrifugovanjem otkoštenih maslina je malo stabilnije na oksidativne promjene jer sadrži manje enzima peroksidaze, kojeg nešto više sadrži sjeme masline. Za kvalitet maslinovog ulja

i maslina koje se stavljaju u promet odgovoran je proizvođač, odnosno maslinar pod čijim je imenom proizvod stavljen u promet.

34.1.2. Gajenje masline

Maslina se najviše gaji u suptropskoj zoni, gdje temperature rijetko padaju ispod 0 °C, a rijetko prelaze 40 °C (slika 106.).



Slika 106. Stara maslina u Starom Baru (Bojanić Rašović)

Maslina zahtijeva puno **svjetlosti**, potrebno je da sunce obasjava svaku njenu granu i list. Zbog toga gusta krošnja nije poželjna i treba je korigovati rezidbom u široku rastresitu krošnju. Maslini ne odgovara velika količina **vlage u zemljištu** u zimskom i pretproljećnjem periodu, a potrebna joj je vlaga u proljeće i u vrijeme cvjetanja. Maslina se ne uzgaja na slabo dreniranim zemljištima. Maslini ne odgovaraju teška glinovita zemljišta, jer su nepropusna za vodu i vazduh. Takva zemljišta dovode do gušenja korijena. Treba izbjegavati područja u kojima duva jak vjetar. Snažni vjetrovi oštećuju drvo, djeluju negativno tokom cvjetanja, a također dovode do opadanja plodova koji još nisu zreli. Jaka bura dovodi do erozije i isušivanja zemljišta, mehaničkih oštećenja maslina. Slaba bura i lagani povjetarac su poželjni, jer isušuju krošnju i tako sprečavaju pojavu gljivičnih bolesti na krošnjama. Masline bolje podnose sušu od viška vode. Najbolja zemljišta za maslinu su ona u kojima je jednak odnos vazduha i vode. Neutralna ili blago kisela zemljišta, kao što je crvenica odgovaraju za uzgoj masline. Ukoliko se masline gusto sade i imaju guste krošnje, dolazi do pojave bolesti, naročito gljivičnih. Odgovarajuća obrada zemljišta je veoma važna za pravilan uzgoj i dobar prinos masline, kao i za održavanje plodnosti zemljišta. Dobro đubrenje maslina je značajno za postizanje prinosa maslina. Od organskih đubriva najbolji je stajnjak. Ako masline nemaju dovoljno vode, kao i kod drugih voćki, dolazi do opadanja i smežuravanja plodova. Masline postaju gorče, a samim tim i ulje koje se dobija od njih. Rezidba maslina je neophodna, jer se njom postiže ravnoteža između vegetativnog i reproduktivnog sistema, kao i veći prodor svjetlosti unutar krošnje. Rezidbom se obezbjeđuje i dobra aeracija krošnje i sprečavanje širenja gljivičnih bolesti. Rezidbu i branje masline treba da vrše stručna lica.

34.1.3. Bolesti i štetočine koje se mogu javiti na maslini

Maslinu napada veliki broj štetočina i bolesti. Najopasnije štetočine su: muva masline, moljac, medič, potkornjak, a najznačajnije bolesti su: paunovo oko, čađavica, rak masline, verticilozno uvenuće masline i dr. *Muva masline (Bactrocera oleae)* je najznačajnija štetočina masline u Crnoj Gori. Može da izazove potpuni gubitak roda. Razmnožava se tokom cijele godine, a najviše se javlja u julu, septembru i oktobru. Daje 3-5 generacija godišnje. Na razvoj muve utiču temperatura, vlaga, prirodni neprijatelji. Ženke maslinove muve polažu jaja u plod kada on dostigne veličinu graška. Par sati poslije polaganja javlja se tamna mrlja na mjestu uboda ploda. Larve se razvijaju unutar ploda pri

čemu ga potpuno uništavaju. U jednom plodu se može naći i više larvi. Larva prelazi u lutku ispod pokožice zelenog ploda, a ako je plod zreo larva probija pokožicu, izlazi napolje i u zemljištu ispod stabala se preobražava u lutku. Inkubacija jaja traje 2- 3 dana u ljetnjem periodu, a u jesen 10-12 dana. Najopasniji napad muve masline je u fazi šarka ploda, kada je i najčešći. Zaštita se sastoji u praćenju leta muve klopama, a kada je napadnuto oko 5% plodova treba vršiti tretiranje odgovarajućim preparatima. Malo ranija berba se vrši da bi se spriječio napad plodova. Prilikom tretiranja treba se pridržavati preporuka nadležnih službi (početak i način tretiranja, izbor preparata i njihova pravilna priprema i upotreba). *Moljac masline (Prays oleae)*: Početkom aprila ženka polaže jaja na neotvorene cvjetove. Iz jaja izlaze larve koje napadaju cvjetove i hrane se prašnicima. Krajem cvjetanja (sredina juna) iz larvi izlaze odrasli insekti. Odrasli insekti polažu jaja iz kojih nakon 5 do 6 dana izlaze larve koje ulaze u plod i hrane se njim. *Paunovo oko (Spilocaea oleagina)* je najčešća bolest masline u Crnoj Gori. Napada lišće, ali i druge djelove biljke. Bolest uzrokuje gljiva *Spilocaea oleagina*, Cast, koja se razmnožava ispod gornje kutikule listova i na naličju. Na listu se uočava pojava okruglastih pjega koje podsjećaju na šare na paunovom perju. Dolazi do opadanja lišća, lošijeg prinosa i kvaliteta maslinovog ulja, iscrpljivanja biljke. Do zaraze dolazi tokom jeseni, kada su listovi mokri od kiša, a temperatura odgovara razvoju bolesti. Klimatski faktori imaju veoma značajnu ulogu za razvoj bolesti. Za razvoj ove gljive potrebna je visoka vlažnost i temperatura 8-24 °C. Do zastoja u razvoju bolesti dolazi tokom ljeta kada su visoke temperature i suša. Efikasna zaštita masline protiv uzročnika ove bolesti sprovodi se fungicidima na bazi bakra. Prvo prskanje sprovodi se tokom jeseni, nakon branja maslina, a drugo krajem februara i u martu. *Čađavica (Capnodium spp.)* je bolest koju izazivaju fitopatogene gljive od kojih je najznačajnija *Capnodium spp.* Napada lišće kao i druge djelove biljke. Na listu se javljaju okruglaste pjege koje liče na šare na paunovom perju. Izaziva štete zbog opadanja lišća, lošijeg prinosa, slabijeg kvaliteta maslinovog ulja i iscrpljivanje biljke. Ukoliko se maslina štiti protiv paunovog oka, ne treba dodatna hemijska zaštita od ove bolesti. Preparati koji se koriste su na bazi bakra. Potrebna je redovna rezidba, kao i dobro provjetravanje krošnje.

34.1.4. Berba maslina

Berba maslina mora da prati vrijeme sazrijevanja ploda, kako bi se dobilo ulje najboljeg kvaliteta. Ranom berbom se proizvodi zeleno i veoma gorko maslinovo ulje zbog visokog sadržaja fenola. Kasna berba utiče na stvaranje ulja žute boje koje je manje gorko, ali slabijeg kvaliteta. Kod određivanja momenta berbe, treba uzeti u obzir i koja je sorta masline u pitanju, kao i klimu. U slučaju napada muve masline, berbu treba odmah započeti, kako se ne bi smanjila količina i kvalitet ulja. Način berbe je veoma važan da bi se spriječilo oštećenje ploda masline. Plodovi maslina ne smiju da se oštete i treba ih prikupljati direktno sa stabla, a ne nakon pada na zemlju. Veoma je važno da se nakon berbe plodovi masline što prije transportuju do mlina. Za berbu stonih zelenih maslina optimalno vrijeme berbe je kada zelena boja pokožice pređe u žućkastu. U toj fazi plod omekšava, povećava se sadržaj šećera, što utiče na bolju fermentaciju i slađi ukus ploda. Stone sorte se beru ručno. Masline za dobijanje ulja se beru kada je trećina plodova zeleno-žute boje, trećina ljubičasta i trećina crna. Masline koje se prerano ubere sadrže manje ulja koje je gorko i bez specifičnog ukusa i mirisa. Blagovremenom berbom maslina sprečava se kasni napad maslinine muve i opadanje plodova. Dobija se kvalitetnije ulje sa izraženim ukusom ploda masline (voćni ukus). U kasnoj berbi plodovi imaju veću količinu ulja, ali je ulje slabijeg kvaliteta i lošijeg ukusa i mirisa. Prezreli plodovi opadaju, ulje ima veći sadržaj masnih kiselina i brže se kvari. Ulje dobijeno od plodova skupljenih sa zemljišta nije odgovarajuće za ishranu. Najpovoljnije vrijeme berbe sorte masline Žutica na području Bara je kraj oktobra i početak novembra. Da ne bi došlo do oštećenja ploda, masline se beru u korpe od pruća obložene platnom, a transportuju u plitke drvene ili plastične šupljikave kutije.

34.1.5. Transport ploda masline

Plodove iz maslinjaka do uljara ne treba transportovati u plastičnim vrećama. Na ovaj način dolazi do razvoja mikroorganizama i kvarenja plodova masline. Najbolji način transporta je u plastičnim ili drvenim sanducima s rupicama koje omogućavaju cirkulaciju vazduha. Tako se sprečava zagrijavanje plodova i njihovo kvarenje. Ovi sanduci su plitki, prihvataju malu količinu maslina, pa je tako mala opasnost od gnječenja plodova. Od oštećenih plodova se dobija ulje lošeg kvaliteta. Plastični sanduci odgovaraju i za čuvanje maslina do prerade.

34.1.6. Tehnologija proizvodnje maslinovog ulja

Ukus i kvalitet ulja značajno zavise od *procesa proizvodnje* - od faze mljevenja do faze ekstrakcije ulja iz plodova. Postupci pri dobijanju maslinovog ulja su: pranje, mljevenje, miješanje tijesta i ekstrakcija ulja. Nakon blagovremenog branja maslina, masline pažljivo i za što kraće vrijeme treba prevesti do uljare. Procesom *pranja* masline se čiste od prašine i odvajaju od grančica i lišća. Nakon toga plodovi se peru hladnom vodom kako bi se odstranile ostale nečistoće. Plodovi potom prolaze kroz vibrirajuće rešetke, da bi se odvojili od vode i nečistoća. Svaka nečistoća utiče na kvalitet ulja. Nezreli, oštećeni, truli plodovi se moraju ukloniti. Sljedeći proces je *mljevenje* – drobljenje i usitnjavanje ploda masline u cilju dobijanja homogene mase. Mljevenjem se omogućava oslobađanje kapljica ulja iz plodova. Vrš se uz pomoć dva tipa mlinova: kamenim (tradicionalnim) mlinovima i mlinovima čekičarima. Tokom mljevenja treba obratiti pažnju na dužinu njegovog trajanja kako ne bi došlo do prevelike oksidacije. Nakon mljevenja se vrši *miješanje*. Cilj ove *operacije* je da sakupi ulje u tijestu i da se od sitnih kapljica ulja dobiju veće. Temperatura tijesta treba da bude 25 °C – 28 °C. Poslednji proces je *ekstrakcija ulja*, odnosno potpuno izdvajanje ulja. Postoje dva načina ekstrakcije: tradicionalan način uz pomoć presa i kontinuirani način pomoću centrifuge. Tradicionalnim načinom prerade se hladnim postupkom proizvodi ulje najprirodnijeg sastava, jer se ne koristi vruća voda. Osnovni nedostaci tradicionalnog načina presovanja su isprekidani rad, značajno učešće ljudske radne snage i teško održavanje higijene filtrirajućih slojnica. Filtriranje se sprovodi kako bi se ulje razbistrilo i sprovodi se ili u sklopu proizvodnih faza, ili nakon skladištenja, prirodnim taloženjem, a zatim pretakanjem. Ulje se mora skladištiti u hladnom i tamnom prostoru, u zatvorenim posudama da se spriječi kontakt sa kiseonikom. Tamno staklo sprečava uticaj svjetlosti na kvalitet ulja. Prostorija za smještaj i čuvanje maslinovog ulja mora, dakle, biti prozračna, tamna, s temperaturom od 14 -15 °C. Ulja ne treba skladištiti u metalne posude od bakra, gvožđa i dr.

34.1.6.1. Tehnologija proizvodnje ekstra djevičanskog maslinovog ulja

Pravila za proizvodnju ekstra djevičanskog) ulja su: masline se beru kada su optimalno zrele; masline se skladište do prerade u perforiranim plastičnim posudama – gajbama; masline se mogu čuvati najduže 48h od berbe na hladnom, tamnom i prozračnom mjestu; prerada se vrši u mlinovima sa hladnim cijedenjem; ulje se skladišti u inoks bačvama, a nakon bistrenja - taloženja ili filtriranja se flašira. Rok trajanja ulja je 18 mjeseci, ali može biti duži (do 24 mjeseca) ako je u pitanju visoko kvalitetno ulje, ili kraći (manje od 8 mjeseci) ako se radi o lošijem ulju. Nakon proizvodnje, sa ekstra djevičanskim maslinovim uljem treba postupati vrlo oprezno kako ne bi došlo do njegove degradacije, gubitka ljekovitih svojstava, kao i gubitka poželjnog mirisa i ukusa.

34.1.7. Dobra proizvođačka praksa u proizvodnji maslinovog ulja

Nečisti dio pogona koji služi za prijem i skladištenje sirovina, pranje i miješanje, mora da bude fizički odvojen od čistog dijela, kako ne bi došlo do unakrsne kontaminacije. Prostor za prijem maslina mora da bude natkriven, suv, dobro provjetren i povezan s prostorom za pranje sirovina. Prostor za pranje sirovina mora da bude odvojen od dalje prerade, a prostorije u kojima se vrši mljevenje mora da bude

dobro provjetreno. U skladištu ploda maslina treba da se kontroliše vlažnost, temperatura i svjetlost, jer ovi parametri direktno utiču na kvalitet, kako sirovine, tako i ulja. Skladište treba da bude odvojeno od proizvodnje i dovoljno veliko da ambalaža bude udaljena od zidova i sistematizovana po pravilu „prvo ulazi – prvo izlazi“. Zidove treba zaštititi keramičkim pločicama, sa što manjim fugama kako bi čišćenje i dezinfekcija bili lakši. U prostorijama gdje je visoka vlažnost kao što je to prostorija za pranje sirovina najbolje je pločice staviti na cijeloj površini zida. Podovi treba da budu otporni na udarce, oštećenja, dovoljno glatki kako bi se lakše održavali. Materijal koji se najčešće koristi za oblaganje podova su keramičke pločice. Podovi treba da budu pod nagibom 1 – 2% prema odvodima, koji moraju biti zaštićeni mrežama. Plafoni moraju biti dovoljno visoki kako bi se rad u pogonu nesmetano odvijao. Poželjno je da reflektuju svjetlost i da budu od perivih materijala. Rasvjeta treba da bude prilagođena procesu rada, a rasvjetna tijela zaštićena. Oprema mora biti postavljena tako da radnici mogu s njom lako rukovati. Minimalni prostor koji se preporučuje za svakog radnika koji radi u uljari je 2 m².

34.1.8. Dobra higijenska praksa u proizvodnji maslinovog ulja

Higijena pogona za preradu maslina zahtijeva veliku pažnju. To podrazumijeva održavanje higijene kompletnog pogona i prostorija, potrošnog materijala, alata, osoblja, transportnih vozila. Izvor kontaminacije može biti zemljište, vazduh, voda, štetočine, radne površine tokom prerade, radno osoblje. Zemljište se najčešće kontaminira iz stajskog đubriva i preko kontaminirane vode. Pogoni za preradu maslina moraju biti izgrađeni tako da se može sprovesti odgovarajuće čišćenje i/ili dezinfekcija. Sve površine moraju biti izrađene od glatkih, lako perivih i netoksičnih materijala. Oprema i uređaji moraju omogućavati nesmetano čišćenje i dezinfekciju. Oprema ne smije da ima oštre rubove i pukotine da se ne bi na njima zadržavali mikroorganizmi. U cilju sprečavanja kontaminacije treba da postoji odvojeni prostor za skladištenje sirovina, prostor za skladištenje gotovih proizvoda, prostor za skladištenje vraćene robe, uređeni prostor oko pogona kako bi se onemogućio pristup štetočinama. Radnici moraju da održavaju visoki nivo lične higijene i u kontaktu sa namirnicama treba da nose rukavice i kape. Pravila lične higijene treba da budu izložena na vidljivom mjestu na zidu prostorija ili u vidu brošura. Preduzeća moraju obezbijediti obuku radnicima koji rukuju hranom. Mora postojati odgovarajući garderobni prostor za osoblje, dovoljan broj umivaonika za pranje ruku sa toplom i hladnom vodom, sredstvima za pranje ruku i higijensko sušenje. Higijena vazduha podrazumijeva obezbjeđivanje prirodnog vazduha u prostorijama u kojima se rukuje hranom. Sistem ventilacije treba da obezbijedi svjež, prirodni vazduh, što se postiže odgovarajućim filterima. Ventilacijom treba da se odstrane dim, para, gasovi, aerosol, toplota, prašina. Samo pitka voda može da se koristi u proizvodnji. Ona mora da ispunjava određene zahtjeve u pogledu temperature, boje, stepena mutnoće, mirisa i ukusa, tvrdoće. Ako proizvodni pogon koristi sopstveni izvor vode, mora vršiti redovnu kontrolu, prečišćavanje i dezinfekciju hlorom. Neodržavanje higijene postrojenja se odražava na kvalitet ulja. Tokom prerade maslina pogoni su izloženi uticaju masnih para koje nastaju mljevenjem maslina i lošim provjetranjem uljare. Pri tom se masnoća zadržava na svim površinama pogona, što privlači miševe. Miševi oštećuju električne instalacije, ostavljaju izmet koji može dospjeti u ulje. U cilju sprečavanja ulaska miševa, najčešće se koristi elektronski uređaj koji emituje ultrazvučne talase koji odbijaju miševe. Koriste se i otrovni preparati, ali na duži period nisu efikasni. U cijevima kojima prolazi ulje se zadržavaju talog i ostaci ulja koji u dodiru sa vazduhom oksidišu i užegnu. Zato ove cijevi treba očistiti i oprati. Naredna neophodna operacija je otvaranje i pranje pumpi koje pretaču ulje. Pranje rotirajućih pogona treba vršiti nekoliko puta. Osim pranja potrebno je sprovesti i sušenje unutrašnjih djelova pogona u koje može zaostati voda. Da bi postojala mogućnost uvođenja i primjene HACCP sistema, neophodno je da preduzeće ima pomenute preduslovne programe, a to su: dobra poljoprivredna praksa, dobra proizvođačka praksa, dobra higijenska praksa, osiguranje kvaliteta i standardni operativni postupci sanitacije.

34.1.8.1. Čuvanje maslinovog ulja

Za uspješno čuvanje maslinovog ulja treba se pridržavati sljedećih preporuka: ekstra djevičansko maslinovo ulje treba čuvati u tamnim staklenim bocama, najbolje je da budu braon ili zelene boje. Maslinovo ulje ne treba čuvati u frižideru. Na temperaturi ispod 7 °C dolazi do njegove kristalizacije i trajnog gubitka kvaliteta. Temperatura pri kojoj se čuva maslinovo ulje ne smije biti veća od 28 °C, zato što na većim temperaturama dolazi do gubitka njegovih pozitivnih svojstava i više se ne smatra hladno cijeđenim uljem. Duži kontakt sa svjetlošću dovodi do oštećenja ulja, pa ga je neophodno čuvati na tamnom mjestu. Otvorenu bocu ulja treba potrošiti u roku od mjesec dana.

34.1.9. Stavljanje u promet ploda masline i maslinovog ulja

Prerađeni plod masline može se stavljati u promet nakon upisa proizvođača u Registar maslinara. Maslinovo ulje se može stavljati u promet samo nakon upisa proizvođača u Registar maslinara ili Registar proizvođača maslinovog ulja i dobijanja dozvole za stavljanje u promet koju izdaje Ministarstvo. Maslinovo ulje može se stavljati u promet samo u originalnom pakovanju u staklenim flašama ili adekvatnoj metalnoj ambalaži i mora da bude deklarirano. Način deklariranja i označavanja maslinovog ulja utvrđuje se propisom Ministarstva.

34.2. Dobra proizvođačka praksa u proizvodnji stonih maslina

Stone masline se definišu kao proizvod dobijen od odgovarajućih sorti maslina, prerađenih kako bi se uklonila njihova prirodna gorčina i koji su konzervirani (prirodnom fermentacijom, termičkom obradom ili konzervansima) sa ili bez salamurenja do konzumacije. U preradi stonih maslina bakterije mliječne kiseline i kvasci imaju značajnu ulogu, jer određuju zdravstvenu bezbjednost, kvalitet i ukus finalnog proizvoda. Prerada stonih maslina rasprostranjena je širom svijeta i važan je ekonomski izvor za zemlje u kojima se uzgaja maslina. Stone masline imaju veliki značaj u ishrani mnogih zemalja Mediterana. Osnovni procesi koji se sprovode u proizvodnji ovog fermentisanog povrća su salamurenje, odnosno soljenje, fermentacija i zakiseljavanje. Često se koriste i metode konzerviranja kao što su pasterizacija i sterilizacija, kojima se dodatno obezbjeđuje stabilnost i bezbjednost fermentisanih maslina. Međutim, konačni proizvodi se ne podvrgavaju uvijek termičkoj obradi. Plod masline se ne može konzumirati odmah nakon branja zbog njegovih specifičnih karakteristika - prisustva gorkog glukozidnog jedinjenja oleuropeina, visokog sadržaja ulja i niskog sadržaja šećera. Zato se primjenjuju različite metode kako bi masline bile ukusne. Prodaja na nehiđijenskim pijacama, neadekvatna manipulacija i uslovi skladištenja najčešći su izvori kontaminacije ovog proizvoda patogenim mikroorganizmima.

34.2.1. Uloga bakterija mliječne kiseline u proizvodnji stonih maslina

Bakterije mliječne kiseline (LAB) i kvasci su korisni mikroorganizmi, za razliku od bakterija rodova *Enterobacteriaceae* i *Propionibacteriaceae*. Proces fermentacije maslina koji vrše bakterije mliječne kiseline se bazira na potrošnji šećera i proizvodnji velikog broja jedinjenja koji dovode do konzervacije. Od tih jedinjenja najveći značaj ima mliječna kiselina. Ovi konzervansi, zajedno sa niskim pH, proteinima, vitaminima, kao i smanjenom aktivnošću vode (natrijum hlorid se dodaje u salamuru u koncentraciji 5-11%), daju kiselu i slanu sredinu nepovoljnu za rast nepoželjnih mikroorganizama. Postoje i druga jedinjenja koja izlučuju mikroorganizmi, a koja djeluju kao biokonzervansi. Bakteriocini su bakterijski proteini ili peptidi koji imaju baktericidni efekat protiv patogenih mikroorganizama. Utvrđeno je da *Lactobacillus plantarum* proizvodi bakteriocine (plantaricini S i T) koji djeluju protiv bakterija uzročnika kvarenja fermentisanih maslina (propionibakterije i klostridije). Od bakterija mliječne kiseline u stonim maslinama dominiraju homofermentativne koke: vrsta *Pediococcus acidilactici*, zatim *Pediococcus parvulus*, *Enterococcus faecalis*. Od heterofermentativnih koka, najčešće se nalazi *Leuconostoc mesenteroides*. Od

štapčastih bakterija zastupljeni su fakultativni heterofermentativni laktobacili, kao što je *Lactobacillus pentosus*. Sve su ove vrste uključene u proces fermentacije, posebno *Lactobacillus pentosus* zahvaljujući aktivnosti β -glukozidaze koja utiče na proces odgorčavanja maslina.

34.2.2. Uslovi za rast nepoželjnih mikroorganizama u stonim maslinama

Jedinjenja kao što su polifenoli, niska dostupnost nutrijenata, visoki sadržaj soli, nizak pH, bakteriocini, dodati konzervansi u stonim maslinama, djeluju negativno na nepoželjne mikroorganizme. Međutim, bez obzira što uslovi koji vladaju u ovom proizvodu nisu povoljni za rast patogeni, ipak se oboljenja izazvana ovim bakterijama dešavaju. Fermentacija maslina se odvija spontano, tako da taj proces nije kontrolisan i nije u potpunosti predvidiv, što može dovesti do kvarenja proizvoda ili rizika po bezbjednost hrane. *Patogene bakterije*, kao što su *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica* i *Escherichia coli* su nađene u stonim maslinama. Botulizam, čiji je uzročnik *Clostridium botulinum* je najveća biološka opasnost u stonim maslinama. Utvrđene su i epidemije koje su bile povezane sa konzumiranjem stonih maslina. Kao uzrok njihove kontaminacije se navodi neadekvatna zanatska proizvodnja ili nepravilno skladištenje koje dovodi do povećanja pH $\geq 4,5$. Mikroorganizmi uzročnici kvarenja stonih maslina stvaraju *biogene amine* - prilikom razgradnje aminokiselina aktivnošću enzima dekarboksilaze. Biogeni amini uzrokuju intoksikaciju hranom i netoleranciju, sa simptomima migrene, glavobolje, depresije, dijareje, nesanice, itd). U fermentisanim zelenim stonim maslinama utvrđeno je prisustvo biogenih amina (putrescin, kadaverin, tiramin). Rast plijesni je veliki problem prehrambene industrije. Njihova invazija dovodi do gubitka kvaliteta proizvoda, što se manifestuje na mnogo načina: propadanjem boje, teksture i ukusa, nutritivnog gubitka i formiranja toksičnih metaboličkih proizvoda kao što su mikotoksini. *Mikotoksini* su sekundarni toksični metaboliti nekih vrsta plijesni (uglavnom rodovi *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium*) koje rastu u aerobnim i vlažnim uslovima. Mikotoksini u hrani mogu biti problem za potrošače, jer uzrokuju bolesti kod ljudi i drugih kičmenjaka sa simptomima kao što su iritacija kože, imunosupresija, neurotoksičnost itd. Kontaminacija stonih maslina mikotoksinima (ohratoksin, aflatoksin B i citrinin) je dokazana u oštećenim plodovima maslina. Treba imati u vidu da uklanjanje toksičnih plijesni ne garantuje odsustvo toksina, jer toksini mogu biti prisutni dugo nakon nestanka plijesni. Mikroorganizmi kvarenja koji se mogu razmnožavati u fermentisanom povrću kao što je *Lactobacillus buchneri* mogu proizvoditi sirćetnu kiselinu iz mliječne kiseline u aerobnim uslovima, dok *Propionibacterium* i *Pectinatus* vrste mogu da transformišu mliječnu kiselinu u propionsku kiselinu. Oksidativni kvasci takođe mogu koristiti mliječnu i sirćetnu kiselinu u aerobnim uslovima. Ove kiseline oksidativni kvasci ne koriste u nedostatku kiseonika. Potrošnja mliječne kiseline u stonim maslinama smanjuje mogućnost konzervacije fermentisanih maslina, dovodi do povećanja pH vrijednosti, a time i do rasta drugih nepoželjnih mikroorganizama sa posljedičnim gubitkom kvaliteta i bezbjednosti proizvoda.

34.2.3. Mjere za smanjenje zdravstvenih opasnosti u proizvodnji stonih maslina

Biološke opasnosti u proizvodnji stonih maslina se smanjuju pravilnim odabirom plodova koji su namijenjeni za preradu, kao i drugim postupcima dobre poljoprivredne i dobre proizvođačke prakse. Fekalne koliformne bakterije se mogu naći u oštećenim, napuknutim maslinama i njihovo prisustvo se dovodi u vezu sa lošim higijenskim uslovima tokom prodaje. Fermentisane masline se mogu bezbjedno proizvesti ukoliko se sprovodi adekvatna higijena tokom proizvodnje i prerade, održava određeni nivo soli ($>5\%$), pH sredine ($<4,3$) kao i adekvatno skladištenje. Termička obrada nakon pakovanja, kao što je pasterizacija, je efikasna u smanjenju mikrobne kontaminacije, ali treba imati u vidu da ima i štetni efekat na konzervirane proizvode. U fermentisanim maslinama u rifuzi su dominantne bakterije mliječne kiseline i kvasci. Istražuje se i probiotički potencijal prirodno izolovanih bakterija mliječne kiseline i kvasaca, kako bi se unaprijedile kulture.

Pitanja

Koji su postupci dobre poljoprivredne prakse u gajenju masline? Koje su najčešće bolesti masline i koje su mjere za njihovo sprečavanje i suzbijanje? Opišite tehnološki postupak dobijanja maslinovog ulja. Koja je dobra proizvođačka i dobra higijenska praksa u proizvodnji maslinovog ulja? Koja pravila treba poštovati prilikom čuvanja maslinovog ulja? Koje su kritične kontrolne tačke HACCP sistema u proizvodnji maslinovog ulja? Koja je dobra proizvođačka praksa u proizvodnji stonih maslina? Koja je uloga bakterija mliječne kiseline u proizvodnji stonih maslina? Kakvi su uslovi za razvoj nepoželjnih mikroorganizama u stonim maslinama? Koje su zdravstvene opasnosti u proizvodnji stonih maslina?

34.3. HACCP sistem u proizvodnji voćnih prerađevina

34.3.1. Zdravstvene opasnosti koje se mogu naći u voću

Zdravstvena ispravnost voća podrazumijeva da voće mora biti mikrobiološki i hemijski ispravno i da ne sadrži fizičke kontaminante (metal, papir, kamen i dr.). Najvažniji faktori koji mogu uticati na zdravstvenu bezbjednost voća su rezidue sredstava za zaštitu bilja, prisustvo teških metala, mikotoksina, patogenih mikroorganizama. Pored Zakona o bezbjednosti hrane, zdravstvena ispravnost prehrambenih proizvoda, regulisana je i mnogim pravilnicima. HACCP sistem obezbjeđuje proizvodnju zdravstveno bezbjednih proizvoda u pogledu prisustva stranih tijela, teških metala, pesticida, patogenih mikroorganizama. Uvođenjem HACCP sistema poboljšava se opšta higijena objekta, opreme i osoblja i smanjuju rizici od kontaminacije proizvoda na minimum. Strani predmeti koji se mogu naći u proizvodima od voća su: kanap, drvo, plastika, staklo, komadići metala, a odstranjuju se prilikom pranja i prebiranja plodova. Metalni predmeti se odstranjuju metal detektorima u toku ili na kraju procesa proizvodnje. Ambalaža (gajbe, palete) ne treba da budu od drveta, već od tvrde plastike koja se može koristiti u proizvodnji hrane. Prisustvo teških metala i pesticida se kontroliše još u voćnjaku ili njivi primjenom mjera dobre poljoprivredne prakse i uzimanjem i ispitivanjem slučajnih uzoraka voća i povrća. Voće i povrće, kao i proizvodi od voća i povrća nisu primarni izvori mikroorganizama trovača hrane - kao što je *Clostridium botulinum* i drugi. Primarni izvori ovih mikroorganizama su proizvodi animalnog porijekla. Za uništavanje vegetativnih oblika bakterija, plijesni i kvasaca dovoljne su temperature pasterizacije, nakon čega se ambalaza hermetički zatvara kako ne bi došlo do naknadne kontaminacije. Jedan od dokaza da su tegle i limenke hermetički zatvorene jeste blago uvučen poklopac. Poštovanjem principa sledljivosti se obezbjeđuje da se proizvod koji nije bezbjedan vrati nazad proizvođaču, jer ga prati odgovarajuća oznaka od samog početka proizvodnje.

34.3.2. Hemijski sastav voća

Hemijski sastav voća treba pratiti tokom sazrijevanja, berbe, transporta, skladištenja, do samog trenutka prerade, kako bi se obezbijedili najbolji uslovi prerade. Takođe je značajna i kontrola hemijskog sastava finalnih proizvoda, da bi se utvrdilo da li odgovaraju propisima. **Ugljeni hidrati** čine najveći dio ukupne suve materije voća (preko 90%). Od monosaharida u voću su najzastupljeniji glukoza i fruktoza. Glukoza (dekstroza, krvni šećer, groždani šećer (grč. *glykys*-sladak) je osnovni izvor energije i predstavlja najvažniji šećer za žive ćelije većine organizama. Fruktoza (lat. *fructus*-voće), voćni šećer je najsladi prirodni šećer. Saharoza (konzumni, trščani šećer, repin šećer) se sastoji od glukoze i fruktoze. Saharoza se nalazi gotovo u svim vrstama voća. Hidrolizom saharoze nastaje invertni šećer koji predstavlja ekvimolarnu smjesu glukoze i fruktoze. Od homopolisaharida najviše su zastupljeni skrob i celuloza, a od heteropolisaharida *pektinske materije*. Za vrijeme zrenja, skrob se razlaže do glukoze i fruktoze, koje postaju supstrat za respiraciju ili za sintezu drugih jedinjenja. Celuloza je najviše zastupljen ugljeni hidrat u prirodi i glavna je komponenta ćelijskog zida biljnih ćelija. Čovjek nema enzime za razlaganje celuloze, ali je značajna u ishrani, jer podstiče peristaltiku

crijeva i eliminaciju crijevnog sadržaja. Pektinske materije su slabo kiseli heteropolisaharidi, čija je osnovna gradivna jedinica *anhidrovana galakturonska kiselina*. Poznavanje osobina pektinskih materija u voću bitno je iz mnogo razloga: *pektin se koristi kao sredstvo za želiranje* i uvršten je u listu aditiva (oznaka E440), koristi se pri proizvodnji kašastih sokova, jer doprinosi stabilizaciji i sprečavanju taloženja čvrste faze – omogućava održavanje homogenosti kašastih sokova; kod proizvodnje bistrskih sokova izazivaju mutnoću, pa se moraju otkloniti; pri deesterifikaciji galakturonske kiseline iz pektinskih materija se tokom proizvodnje jakih alkoholnih pića stvara metanol; koristi se kao aditiv u mnogim oblastima prehrambene tehnologije (voćne paste, voćni jogurti, voćni prelive i dr.). **Proteini** (grč. *proteos* - prvi, najvažniji) su organska jedinjenja koja predstavljaju jedne od najvažnijih sastojaka žive materije. Pored aminokiselina, u sastav nekih proteina ulaze i neproteinske komponente, kao što su ugljeni hidrati, lipidi, nukleinske kiseline, metali itd. U odnosu na mogućnost ljudskog organizma da ih sintetiše, aminokiseline se dijele na: *esencijalne* (nezamjenljive), koje organizam ne sintetiše i koje se moraju unijeti hranom (metionin, leucin, izoleucin, lizin, fenilalanin, triptofan, treonin, valin i arginin) i *neesencijalne* (zamjenljive) koje organizam može da sintetiše. Aminokiselinski sastav svakog proteina određuje njegovu biološku vrijednost u ishrani. Biljni proteini imaju manju biološku vrijednost, jer se u njihovom sastavu ne nalazi veći dio esencijalnih aminokiselina. Voće nije bogat izvor proteina (0,2-2%). Najviše proteina ima jezgrasto voće (orah 15-20%, badem 22-35%). Jagodasto voće sadrži 0,1-0,4%, koštičavo 0,1-0,3%, a jabučasto svega 0,03-0,13%. Visok sadržaj slobodnih aminokiselina u voću utiče na proces tamnjenja voćnih sokova, koncentrata, kompota i sl. (usljed reakcije između šećera i aminokiselina). *Sadržaj organskih kiselina* značajno utiče na kvalitet voća i proizvoda od voća. Organske kiseline mogu biti prisutne kao slobodne ili u obliku soli. Najzastupljenije su *jabučna, limunska, vinska kiselina*, a u manjim količinama su prisutne i druge kiseline, kao što su: oksalna, oksalsirćetna, ćilibarna, benzoeva, ferulična, itd. Sadržaj svih prisutnih kiselina u voću i proizvodima od voća se definiše kao *titracioni aciditet* (titraciona kiselost), dok se *aktivni aciditet* (aktivna kiselost) izražava koncentracijom vodonikovih jona, odnosno pH vrijednošću. Prosječan sadržaj kiselina u voću je 0,2% - 2,0%, a kod limuna i do 6,0% (limunska kiselina čini do 60 % suve materije limuna). Odnos sadržaja šećera i sadržaja kiselina se izražava *indeksom slasti*. pH vrijednost kiselog voća se kreće 2,5 - 3,5, a kod slabo kiselog voća 3,5 - 4. Izuzeci su limun sa pH ispod 2 i avokado sa pH preko 4,5. Organske kiseline u voću utiču na njegovu boju, ukus, stabilnost i kvalitet, a takođe utiču i na kvalitet proizvoda od voća. Kontrola kiselosti je vrlo značajna za preradu voća. Bakterije su osjetljivije na kiselu sredinu u odnosu na kvasce i plijesni, pa se slabije razvijaju pri nižem pH; sporogene bakterije se ne razvijaju ispod pH 4, a destrukcija spora toplotom je znatno efikasnija u kiselijim sredinama itd. U proizvodima od voća mogu biti prisutne i *isparljive kiseline* (*mravlja, sirćetna, propionska, buterna*), koje se uglavnom javljaju kao posljedica njihovog kvarenja usljed grešaka u proizvodnji. Najčešće se može naći sirćetna kiselina, koja je proizvod metabolizma bakterija sirćetne kiseline. Pomenute kiseline utiču na pogoršanje osobina proizvoda. U proizvodima od višnje, maline itd., se može naći i *mliječna kiselina*, kao proizvod metabolizma bakterija mliječne kiseline. Biljke sintetišu veliki broj sekundarnih metabolita, u velikom procentu su to *fenolna jedinjenja*. Fenoli su hemijska jedinjenja koja sadrže najmanje jedan aromatični prsten (C6) sa jednom ili više direktno vezanih hidroksilnih grupa. Polifenoli su fenolna jedinjenja koja u svom sastavu imaju više hidroksilnih grupa. Biljke sintetišu preko 10 000 različitih fenola. *Polifenoli* su jaki antioksidansi i imaju ulogu u ublažavanju oksidativnog stresa (naročito poslije berbe i tokom skladištenja), što utiče na produžavanje roka upotrebe plodova.

34.3.3. Prerada voća

Sa tehnološkog stanovišta, voće koje se prerađuje mora da bude odgovarajućeg kvaliteta, kako bi se mogao dobiti i kvalitetan proizvod. Voće mora da bude zdravstveno ispravno i sa odgovarajućim sadržajem suve materije, kiselina itd. *Tehnološka zrelost* je faza sazrijevanja voća u kojoj plodovi imaju najbolje osobine za preradu. *Konzumna zrelost* je faza sazrijevanja voća u kojoj ono ima najbolje organoleptičke osobine za konzumiranje u svježem stanju i uglavnom se poklapa sa

tehnološkom zrelošću. Određivanje najboljeg momenta za berbu voća je vrlo značajno za kvalitet finalnih proizvoda. Kvalitetna sušena šljiva se može dobiti samo od dobrih i ravnomjerno zrelih plodova. Kompot se ne može dobiti od prezrelih plodova. Metode koje se koriste za određivanje momenta berbe su: određivanje sadržaja *rastvorljive suve materije* (refraktometarska vrijednost), određivanje *boje plodova, čvrstoće mesa ploda, jedno-skrobni test*. Rastvorljivu suhu materiju čine sastojci koji su rastvorljivi u vodi, tj. ćelijskom soku. Najveći dio rastvorljive suve materije čine šećeri (*glukoza, fruktoza i saharoza*), zbog čega se često sadržaj rastvorljive suve materije poistovećuje sa sadržajem šećera. Osim šećera, u sastav rastvorljive suve materije ulaze i *kiseline, minerali, fenolna jedinjenja, vitamini rastvorljivi u vodi i druga rastvorljiva jedinjenja*. Nerastvorljivu suhu materiju čine polisaharidi (skrob, celuloza, hemiceluloza, pektinske materije), masti, proteini i dr. Voda je najzastupljenija komponenta voća, njen sadržaj može biti i preko 90%. Ona se nalazi u dva oblika: slobodnom i vezanom. Slobodna voda je biološki aktivna voda, odnosno voda koja je dostupna mikroorganizmima. Lako se odvaja cijedenjem, centrifugovanjem, sušenjem, presovanjem ili filtriranjem. Vezana voda je vezana za jedinjenja suve materije, tako da se ne ponaša kao rastvarač. Pošto su šećeri najzastupljeniji u suvoj materiji, ukupna suva materija je gotovo jednaka rastvorljivoj suvoj materiji. Rastvorljiva suva materija se određuje uz pomoć refraktometrijske metode i uređaja *refraktometra*. Često se koriste ručni refraktometri. *Aktivnost vode* se mjeri uz pomoć uređaja aw metra. Aktivnost vode je srazmjerna udijelu slobodne vode u namirnici i zato je pogodna za kontrolisanje razvoja mikroorganizama - pošto mogućnost razvoja mikroorganizama direktno zavisi od sadržaja slobodne vode. Granična vrijednost aktivnosti vode ispod koje se ne razmnožavaju mikroorganizmi zavisi od vrste mikroorganizama, pH vrijednosti (u kiseloj sredini granična vrijednost je veća), prisustva kiseonika, hranljivih materija, ali se smatra da razvoj mikroorganizama nije moguć ispod aw 0,60. Ovo je veoma značajno za proizvode koji se konzervišu postupkom osmoanabioze (sušeno voće, džemovi, kandirano voće, sirupi itd.)

34.4. *Proizvodnja džemova*

34.4.1. *Sirovine i aditivi koji se koriste u proizvodnji džemova*

Prema Pravilniku o kvalitetu voćnih džemova, želea, marmelada, pekmeza i zaslađenog kesten pirea („Sl. glasnik RS“, br. 101/2015) sirovine koje se koriste u proizvodnji ovih proizvoda su: voće, voćna pulpa, voćna kaša/pire, vodeni ekstrakt voća i šećeri. Ove sirovine se mogu prerađivati: zagrijavanjem, hlađenjem ili smrzavanjem, liofilizacijom (sušenje nakon zamrzavanja u vakuumu); koncentrovanjem, konzervisanjem sumpor dioksidom ili njegovim solima. Šećeri koji mogu da se koriste u proizvodnji ovih proizvoda su: saharoza, šećerni rastvor, invertni šećerni rastvor, invertni šećerni sirup, glukozni sirup, sušeni glukozni sirup, dekstroza, fruktoza, fruktozni sirup, šećeri ekstrahovani iz voća. U proizvodnji džemova se mogu dodavati vitamini, minerali, boje, zaslađivači i drugi aditivi, u skladu sa propisima. Kao antioksidant se dodaje askorbinska – limunska kiselina (E300), za korekciju kiselosti dodaju se određene kiseline i njihove soli (*quantum satis* – koliko je dovoljno): limunska (E330), jabučna (E296), vinska (E334) i mliječna (E270). Sredstva za želiranje, stabilizaciju i zgušnjivanje se mogu dodati u količini do 10 g/kg. najčešće se dodaju: pektin (E440), zatim alginska kiselina (E400), agar (E406), karagenan (E407), guar guma (E412), karuba guma (E410), ksantan guma (E415) i dr. Za korekciju boje se koriste „prirodne“ boje (*quantum satis*): kurkumin (E100), hlorofil (E140), karamel boje (E150), karotenoidi (E160), betanin (E162) i antocijani (E163). Ako je ostatak sumpor dioksida u proizvodu veći od 10 mg/kg, njegova količina mora biti navedena na listi sastojaka u skladu sa propisima o deklarisanju i označavanju hrane.

34.4.2. *Tehnologija proizvodnje džemova*

Džemovi se proizvode ukuvavanjem pri atmosferskom pritisku u šerpama i otvorenim duplikatorima, ili u sudovima pod vakuumom (vakuum ukuvači). U praksi se znatno više primjenjuje sniženi pritisak sa nižom temperaturom kuvanja, zbog negativnog dejstva visokih temperatura na kvalitet proizvoda.

Niža temperatura prerade je važna zbog sprečavanja gubitka aromatičnih materija, kao i drugih negativnih promjena (razgradnja i karamelizacija šećera i dr.). Najčešće osnovne sirovine koje se koriste u proizvodnji džema su: voće (svježe ili zamrznuto), šećer i limunska kiselina. Radi sprečavanja pojave tamnjenja proizvoda koristi se askorbinska kiselina (vitamin C). Pred kraj kuvanja se dodaje pektin. Pektin ima povoljan uticaj na zdravlje. Doprinosi smanjenju sadržaja glukoze u krvi poslije jela, kao i održavanju normalnog nivoa holesterola u krvi. Tehnološka greška pri kojoj dolazi do izdvajanja vode naziva se sinereza. Ona se javlja iz nekoliko razloga: kada je nedovoljno suve materije, neodgovarajuća pH vrijednost, nerastvoren pektin i dr. Pektin je prirodni polisaharid koji se industrijski najčešće dobija iz tropa jabuke ili iz citrusnog voća.

34.5. Dobra proizvođačka praksa pri proizvodnji kompota

Kompot predstavlja proizvod sa cijelim ili djelovima plodova voća nalivenih šećernim sirupom, konzervisan toplotom (pasterizacijom) u hermetički zatvorenoj ambalaži. Kompot je visoko kvalitetan proizvod koji zahtijeva zdravu sirovinu, tehnološki zrelu sirovinu - jedino je za kompote tehnološka zrelost nešto prije fiziološke (oko 80% pune fiziološke zrelosti). Proizvode se od svježeg ili zamrznutog voća. Mogu da se proizvode skoro od svih vrsta voća, a naročito su pogodne koštičave vrste: višnja, trešnja, breskva, šljiva, kajsija, a od jabučastog voća jabuka, kruška, dunja. Od šećera se najviše koristi saharoza. Plodovi ili komadi plodova moraju biti zdravi, niti suviše mekani, niti pretvrđi.

34.5.1. Tehnologija proizvodnje kompota

Glavne faze procesa proizvodnje kompota su: priprema voća, priprema šećernog sirupa, punjenje voća u ambalažu, nalivanje sirupa i pasterizacija. Pri izboru i prijemu sirovine treba obratiti pažnju na izbor sorte, zrelost i mikrobiološku ispravnost. Kod koštičavog voća koštica treba lako da se odvaja od tkiva i da su plodovi ujednačene specifične boje. *Pranje voća* se obavlja barboterima, grubim i finim pranjem. Odstranjuju se plodovi neodgovarajuće zrelosti, kao i natruli i pljesnivi plodovi. *Ljuštenje voća* se može obaviti mehanički, pregrijanom parom ili rastvorom sode (NaOH). Najviše se koristi ljuštenje vrućim rastvorom NaOH. Na ovaj način plodovi zadržavaju oblik, glatki su, malo ima otpatka, najviše do 5%. U cilju ljuštenja, jabučasto voće se potapa u rastvor NaOH, dok se krupno koštičavo voće prska pod tuševima. Upotrebljava se 3-5% rastvor NaOH, temperature 90-95 °C i u trajanju 1-8 minuta. Plodovi se zatim lagano transportuju kroz dio gdje se tuševima voda raspršuje pod pritiskom od 3-4 bara i tako vrši odstranjivanje pokožice i hlađenje plodova. Kod jabučastog voća skidanje pokožice se vrši i preko gumenih valjaka. Ukoliko se koštice vade obavezna je kontrola na prisustvo koštica. Jabučasto voće se *siječe u kriške* (4 ili 8) ili na kocke, pri čemu se odstranjuju i sjemenke. *Blanširanje* jabučastog i krupnog koštičavog voća se vrši na temperaturi 80-100 °C, u trajanju od 2-10 minuta. Vodi može da se doda do 0,5 % limunske kiseline, u cilju boljeg održavanja boje. Višnje, trešnje i ostale vrste voća koje su bogate antocijanima se ne blanširaju. Blanširanje se prije svega izvodi u cilju inaktivacije enzima, tj. *sprečavanja tamnjenja*. Do tamnjenja dolazi usljed kontakta oštećenog biljnog tkiva sa vazduhom, odnosno kiseonikom, pri čemu se labilni sastojci oksiduju (to je naročito izraženo kod jabučastog i krupnog koštičavog voća). Blanširanje se vrši odmah nakon sitnjenja, jer vrlo brzo dolazi do tamnjenja. Pored inaktivacije enzima, blanširanjem jabučastog voća se postiže i smanjenje početnog broja mikroorganizama, omekšavanje tkiva, kao i istiskivanje inkorporiranog vazduha. Saharoza koja se koristi za pripremu šećernog sirupa mora da bude čista i mikrobiološki ispravna. U cilju odstranjivanja stranih primjesa, *šećerni sirup* se može tretirati aktivnim ugljem i filtrirati kroz mehaničke filtere. Pripremanje sirupa se vrši u duplikatoru ili vakuum posudi. Rastvor šećera treba da proključa i tako vrelo se naliva. Ako se nalivanje vrši vrelin sirupom, ekshaustiranje nije obavezno. Ekshaustiranje -istiskivanje vazduha i postizanje vakuuma u ambalaži je potrebno radi sprečavanja oksidacionih promjena koje nastaju zbog prisustva vazduha u ambalaži. Ekshaustiranje se vrši zagrijavanjem ili mehaničkim vibracijama. Konkavan - udubljen položaj poklopca je dokaz postignutog vakuuma. Temperatura i vrijeme

pasterizacije zavise od vrste voća i ambalaže, obično se vrši na temperaturi od 90 °C u trajanju od 15 minuta od momenta postizanja ove temperature u kritičnoj tački. Pasterizacija se može sprovoditi u tunelskom pasterizatoru ili u paster kadi. Nakon pasterizacije proizvod treba da se ohladi do temperature skladištenja.

34.6. Dobra proizvođačka praksa u proizvodnji sušenog voća

34.6.1. Dobra proizvođačka praksa u proizvodnji sušene šljive

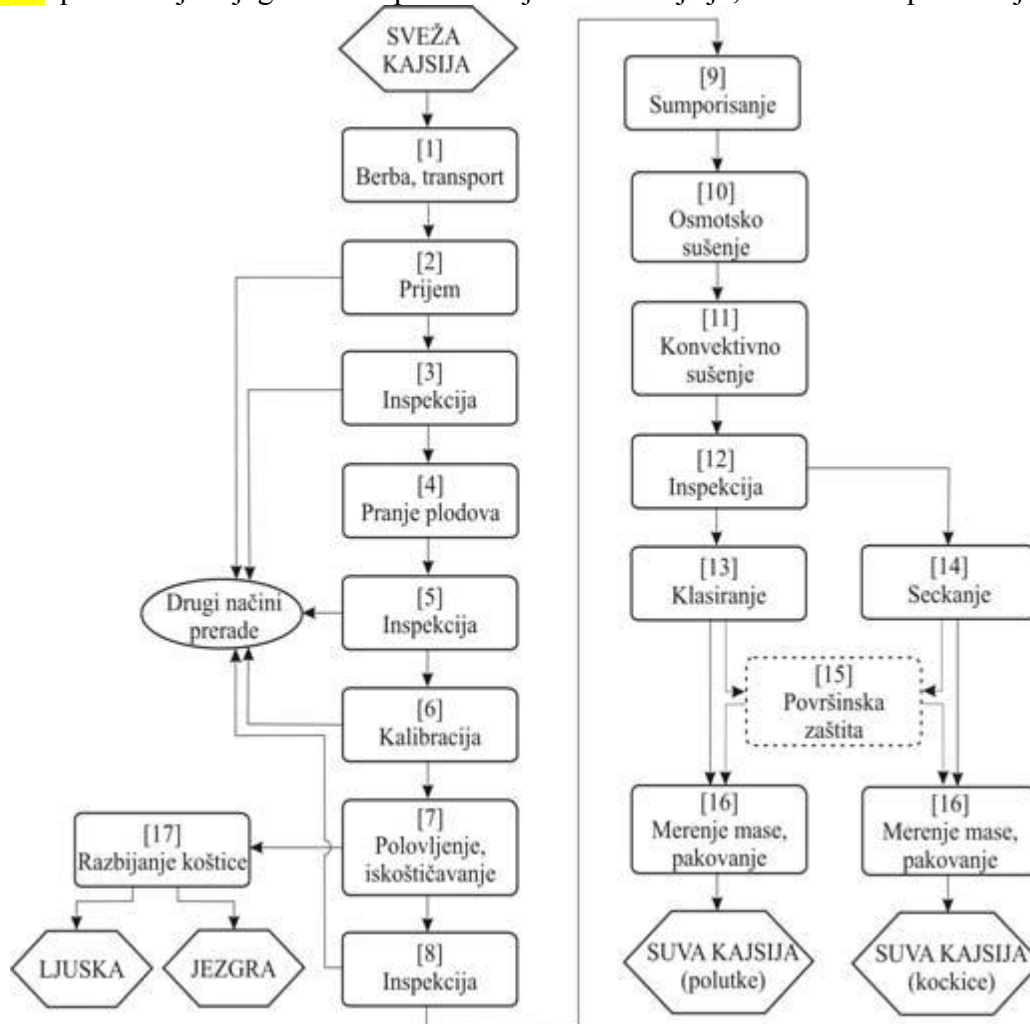
Najznačajniji parametri koji utiču na kvalitet sušene šljive su *kvalitet svježe šljive i postupak prerade* (način sušenja i završna obrada sušenih šljiva). Šljive koje se suše moraju biti potpuno zrele, zdrave i bez oštećenja. Plodovi ne smiju biti presitni. U cilju što ravnomjernijeg sušenja korisno je da plodovi budu ujednačene veličine, što se u industrijskoj proizvodnji postiže klasiranjem - kalibrisanjem na kalibratoru. Suva materija šljiva za sušenje treba da je što veća i ne bi trebalo da je manja od 16%. Sorte šljive koje se najviše koriste za sušenje su stenlej, požegača, čačanska rodna. Požegača je najbolja sorta za sušenje, jer ima dobro izbalansiran odnos šećera i kiselina. Međutim, u posljednje vrijeme se sve manje gaji zbog osjetljivosti na bolesti (šarka, rđa, plamenjača,). Stenlej je sorta šljive koja se najviše gaji u svijetu zbog izuzetne rodnosti, krupnih plodova i otpornosti na bolesti. Šljive se beru ručno, bez peteljki, u plastične manje gajbice. Vozila za transport moraju biti čista, bez prisustva stranih mirisa. Nakon *branja*, šljiva treba da se dopremi do sušare najduže za 10 do 12h. Prilikom *prijema šljive* obavezno se vrši mjerenje suve materije i mase plodova. Nakon prijema, šljive se pripremaju za sušenje – vrši se *kalibrisanje, pranje i inspekcija*. Plodovi se *peru* potapanjem zajedno sa gajbicom u kadu sa vodom, uz čestu izmjenu vode. Nakon pranja se vrši *inspekcija* plodova. Ako se koriste *komorne ili tunelske sušare*, inspekcija se vrši prije slaganja na kolica za sušenje. Proces sušenja obično traje 18 – 20h. Sadržaj vlage osušene šljive je oko 22-26%, zavisno od načina dalje obrade. Pod *kondicioniranjem* se podrazumijeva skladištenje u cilju izjednačavanja vlage u plodovima. Prije unošenja u skladište šljivu treba potpuno *ohladiti*. *Skladištenje* se vrši u čistim, dezinfikovanim, okrećenim i promajnim prostorijama, sa odgovarajućim podom kako bi se spriječio razvoj štetočina i insekta. Kondicioniranje traje oko deset dana. Završna obrada kondicioniranih šljiva se sastoji od *inspekcije, klasiranja, pranja, pasterizacije, dodavanja konzervansa i pakovanja*. Kod proizvodnje sušene šljive bez koštica nakon pasterizacije vrši se *iskoštičavanje*. Suve šljive se *peru* hladnom vodom, a zatim pasterizuju u pasterizatoru. Pasterizacija se najčešće vrši na 85-90 °C u trajanju od 1-3 minuta. U toku pasterizacije dolazi do djelimične rehidracije, a konačan sadržaj vlage pasterizovane suve šljive *ne smije da bude preko 35%*. Nakon pasterizacije odstranjuje se voda koja se zadržala na površini plodova, zatim se vrši površinsko konzervisanje dodavanjem *sorbinske kiseline, kalijum-sorbata ili natrijum benzoata* u količini maksimalno 0,02%. Ukoliko se proizvodi sušena šljiva bez koštica, nakon pasterizacije se vrši iskoštičavanje. Najčešće se koriste ručni ili pneumatski uređaji za iskoštičavanje. Sušene šljive se pakuju u plastične kese od 250 do 500 g, ili u kartonske kutije.

34.6.2. Proizvodnja sušenog jabučastog voća

Od jabučastog voća najviše se suše jabuke i kruške, koje se prethodno sijeku u listove (čips) ili kriške. Plodovi se beru ručno. Treba strogo voditi računa da ne dođe do mehaničkih oštećenja plodova prilikom transporta i prijema. Inspekcijom se uklanjaju plodovi koji su oštećeni. Nakon toga se vrši klasiranje i pranje hladnom vodom. Sjeme se odstranjuje prije sječenja. Jabučasto voće vrlo brzo podliježe enzimskim reakcijama tamnjenja, pa se dodaju antioksidanti kako bi se to spriječilo. Kao antioksidant najviše se koristi askorbinska kiselina ili mješavina askorbinske i limunske kiseline. U tom cilju se sječene jabuke potapaju u rastvor ovih kiseline. Sadržaj vlage sušenih jabuka treba da bude oko 14-20%, a sušenih krušaka oko 24%. Prema tome, tehnološke operacije koje treba sprovesti pri proizvodnji sušenog jabučastog voća su: prijem, inspekcija, klasiranje, pranje, uklanjanje sjemene lože, sječenje, dodavanje antioksidanata, sušenje i pakovanje.

34.6.3. Dobra proizvođačka praksa u proizvodnji sušene kajsije

Na slici 107. prikazan je dijagram toka proizvodnje sušene kajsije, od berbe do pakovanja.



Slika 107. Dijagram toka proizvodnje sušene kajsije (Pavkov i sar.2005.)

Dijagram treba da bude praćen dokumentacijom o procesu proizvodnje i proizvodu koja pruža detaljan opis svih tehnoloških postupaka prikazanih na dijagramu. Dokumentacija o proizvodu sadrži opis krajnjeg proizvoda, u ovom slučaju suve kajsije i spisak zakonskih propisa koji regulišu njegov kvalitet i promet. Takođe treba da sadrži vrijednosti za temperaturu čuvanja, vrstu materijala za pakovanje, rok upotrebe, uputstvo za upotrebu i dr. Podatke iz dokumentacije o procesu proizvodnje neophodno je provjeriti na licu mjesta, u objektu za proizvodnju. Ukoliko bi bilo neusaglašenosti, neophodno ih je otkloniti. Na osnovu dijagrama toka i dokumentacije procesa proizvodnje vrši se analiza potencijalnih opasnosti počev od uzgajanja kajsije do upotrebe gotovog proizvoda. Analizom se, dakle, identifikuju potencijalne opasnosti - biološke, hemijske, fizičke tokom proizvodnje proizvoda u svim fazama, od njegovog nastanka, prerade, distribucije, do upotrebe. Na osnovu analize se formira lista potencijalnih opasnosti i pripremaju preventivne mjere za njihovu kontrolu. Potencijalne opasnosti u proizvodnji sirovine mogu se javiti u različitim fazama razvoja ploda. To su: uzročnici bolesti (parazitske gljive, bakterije, virusi, mikoplazme), štetočine (insekti, glodari, ptice), mraz koji može oštetiti plodove i dr. Svaka tehnološka operacija u proizvodnji predstavlja potencijalnu opasnost koja može uticati na zdravstvenu bezbjednost proizvoda. HACCP sistem podrazumijeva analizu opasnosti i kritičnih kontrolnih tačaka (Hazard Analysis Critical Control Point – HACCP) i specifično je razvijen program za kontrolu bezbjednosti hrane. On predstavlja preventivni sistemski prilaz koji se koristi u lancu proizvodnje hrane od njive do trpeze. Ovaj sistem

sa stanovišta nauke pristupa identifikaciji i kontroli rizika u toku procesa proizvodnje, prerade, skladištenja i distribucije hrane.

Lista opasnosti i preventivnih mjera u preradi je prikazana u tabeli 74.

Tabela 74. Lista opasnosti i preventivnih mjera u preradi (Pavkov i sar. 2005.)

R. br	Tehnološka operacija	Potencijalna opasnost	Preventivna mera
1	Berba, transport	Fizička oštećenja, kontaminirana ambalaža i transportno vozilo, prisustvo stranog mirisa u transportnom prostoru	Pažljiva berba, provjera čistoće ambalaže i transportnog vozila
2	Prijem	Fizička oštećenja	Pažljivo pražnjenje ambalaže
3	Pranje	Hemijska neispravnost vode	Hemijska analiza vode
4	Inspekcija	Kontaminacija od strane radnika, nesavjestan rad prilikom prebiranja	Obavezna upotreba rukavica, kapa i zaštitnih mantila; čist pribor, alat, kontrola radnika
5	Kalibracija izbijanje koštica	Neusaglašenost dimenzija klasa sa pločama mašine za izbijanje koštica	Kontrola rada mašine
6	Polovljenje, iskoštičavanje	Fizička oštećenja	Kontrola radnika (ručno iskoštičavanje) Kontrola podešenosti mašine (mašinski)
7	Sumporisanje	Niska, visoka koncentracija SO ₂	Kontrola komore za sagorijevanje
8	Osmotska dehidracija	Kontaminirani sirup, visoka ili niska temperatura i koncentracija šećera	Hemijska analiza sirupa, kontrola parametara (temperatura, koncentracija)
9	Konvektivno sušenje	Kontaminirani vazduh, visoka temperatura vazduha	Kontrola razmjenjivača i parametara
10	Klasiranje na osnovu boje	Nestandardna boja	Kontrola rada mašine za sortiranje
11	Sjeckanje	Nestandardna veličina kockica	Kontrola mašine za sjeckanje

Pored analize opasnosti primarne proizvodnje i prerade, treba uraditi i analizu potencijalnih opasnosti u procesu pakovanja, skladištenja i transporta gotovih proizvoda:

Tabela 75. Prikaz potencijalnih opasnosti u procesu pakovanja, skladištenja i transporta gotovog proizvoda

R. br	Tehnološka operacija	Potencijalna opasnost	Preventivna mera
1	Mjerenje mase, pakovanje	Fizička oštećenja, kontaminacija, nekvalitetno pakovanje (nezaptivenost)	Provjera rada mašine (pakerice), održavanje higijene mašine
2	Skladištenje	Navlaživanje, insekti, glodari	Kontrola klime u skladištu (temperatura i dr), preventivne mjere protiv štetočina
3	Transport	Fizička oštećenja	Pažljiv rad, fiksiranje ambalaže

Kritične kontrolne tačke u procesu dobijanja sušene kajsije su: zrelost sirovine na prijemu, sumporisanje, osmotska dehidracija, sušenje, ambalaža, pakovanje. Planom kontrole definišu se metode kontrole za utvrđene CCP. Plan ispitivanja je prikazan u tabeli 76:

Tabela 76. Plan ispitivanja i radnih uputstava za prvu kritičnu tačku (CCP I)

Kritična kontrolna tačka	Metoda kontrole	Postupak	Mjesto uzorkovanja	Šema uzorkovanja (pogled odozgo)	Masa uzorka	Radna uputstva
I CCP (kontrola zrelosti sirovine)	određivanje pH vrijednosti	Uzorkovanje svježe kajsije za analizu pH vrijednosti	prikolica transportnog vozila pri prijemu	transportno vozilo < 5t	5X500 gr	Sa tovarnog prostora transportnog vozila skinuti po jednu ambalažnu jedinicu sa označenih mjesta po šemi uzorkovanja naizmjenično po visini (odozdo, sredina, odozgo). Iz ambalažnih jedinica uzeti prosječan uzorak preporučene mase. Dio
				transportno vozilo 5 -10t	8x500 gr	
				transportno vozilo >10t	11x500 gr	

						uzorka odmah analizirati, drugi dio pakovati u polietilensku vrećicu sa označenim vremenom uzorkovanja, masom uzorka i registarskim brojem vozila. Zapakovani uzorak odnijeti u laboratoriju na analizu

Korektive mjere su mjere intervencije u slučaju da CCP nije pod kontrolom. Neophodno je utvrditi korektivne mjere za sve utvrđene CCP i izraditi radna uputstva:

Tabela 77. Primjer korektivnih mjera i radnih uputstava za CCP 1

Kritična kont. tačka	Metoda kontrole	Nepovoljni rezultati kontrole	Korektivna mjera (intervencija)	Radna uputstva
I CCP (kontrola zrelosti sirovine)	određivanje pH vrijednosti	nezrela (niska vrijednost pH)	dozrijevanje	uputiti nezrelu sirovinu u prostor predviđen za dozrijevanje
		prezrela (visoka vrijednost pH)	iskjučivanje	uputiti prezrelu sirovinu na liniju za proizvodnju: soka, džema ili rakije.

Pitanja

Koji je hemijski sastav voća? Koje su mikrobiološke, hemijske i fizičke opasnosti u proizvodnji voća, povrća i proizvoda od voća i povrća? Koja je dobra proizvođačka praksa prilikom berbe i transporta voća i povrća? Opišite tehnološki proces proizvodnje džemova, kompota, sušenog voća (sušena šljiva, kajsija, jabučasto voće) i povrća? Koje su kritične kontrolne tačke HACCP sistema u proizvodnji ovih proizvoda i zašto?

34.7. HACCP sistem u proizvodnji sokova

34.7.1. Tehnologija proizvodnje voćnih sokova

Voćni sokovi se proizvode od raznog voća, a najčešće od jabuka, grožđa i višanja. U sastav svježih voćnih sokova ulaze voćni šećer, proteini, voćne kiseline, minerali i vitamini. Za proizvodnju voćnih sokova se mogu koristiti samo zdravi i svježi plodovi. Oni treba da budu zreli (ali ne i prezreli), zdravi, čisti, da imaju dovoljno šećera, organskih kiselina, aromatičnih materija. Osobe koje rade u proizvodnji sokova treba da vode računa o ličnoj higijeni, kao i higijeni opreme i posuda za proizvodnju sokova. Higijenom se obezbjeđuje zdravstvena bezbjednost i održivost proizvedenih sokova. Branje voća treba vršiti ručno u jutarnjim i večernjim satima, pri suvom i hladnom vremenu. Ovim se sprečava da se plodovi zagriju, što bi kasnije uticalo na pojavu fermentacije soka. Ukoliko se cijedi vlažno voće dolazi do razvodnjavanja soka. Transport voća do mjesta prerade treba obaviti veoma pažljivo i na odgovarajućoj temperaturi, kako ne bi došlo do njegovog oštećenja i zagrijavanja. Voće treba iscijediti najkasnije do 48h od branja - za to vrijeme se čuvaju u hladnoj i provjetреноj prostoriji, u tankom sloju, kako ne bi došlo do njegovog zagrijavanja (usljed disanja plodova). Prije cijedenja, veoma je značajno voće pravilno oprati, jer se tako uklanja nečistoća i značajan broj mikroorganizama. Voda za pranje po kvalitetu i ispravnosti mora da odgovara vodi za piće. Najbolje je voće prati tekućom vodom. Nakon cijedenja voće se ostavlja da se prosuši, kako iscijeđeni sok ne bi bio razvodnjen, a samim tim da ne bi bio lošijeg kvaliteta. Oprano voće do cijedenja treba čuvati u čistim sudovima i čistoj prostoriji, kako ne bi došlo do njegove kontaminacije. Prije cijedenja se plodovi sjeckaju - usitnjavaju i muljaju, kako bi se razbile ćelije u kojima je zatvoren voćni sok. Za grožđe, kao i koštičavo i jagodasto voće se koriste muljače, a za jabučasto voće sjeckalica - koja voće siječe u tanke kolutove. Izmuljano ili sjeckano voće (kljuk) treba odmah cijediti, kako ne bi došlo do fermentacije šećera. Kljuku se mogu dodati enzimi pektinaze koji razlažu pektine, čime se omogućava da se iz ćelija oslobodi veća količina soka. Nakon djelovanja enzima nekoliko sati, vrši se cijedenje kljuka. Cijedenjem se vrši izdvajanje soka iz razbijenih voćnih ćelija. To se obavlja uz pomoć cjednica – presa. Poslije cijedenja, ukoliko se vrši proizvodnja bistrih sokova, sok se bistri. Bistrenje ima za svrhu odstranjivanje čestica koji soku daju mutnoću. To se vrši sredstvima koja se zovu bistrila, kao što su tanin sa želatinom i enzimi - tzv. filtracioni enzimi. Izbistreni sok se filtrira, čime se dobija potpuno bistar sok. Filtracija se vrši kroz porozne materijale kao što su azbest, infuzorijska zemlja, celuloza i dr. Umjesto filtriranja može se vršiti i centrifugovanje soka centrifugama. Nakon toga se vrši konzerviranje soka, koje ima za cilj da sačuva sok od kvarenja duže vrijeme. Konzervisanje se može vršiti filtracijom kroz specijalne filtre koji zadržavaju mikroorganizme, pasterizacijom, sterilizacijom, hemijskim sredstvima i dr. Hemijsko sredstvo koje se najviše koristi za konzeraciju je natrijum benzoat. Pasterizacijom se svježe iscijeđeni sok zagrijava 15-20 minuta na temperaturi od 70 °C do 80 °C, kako bi se uništili mikroorganizmi. Konzervisane sokove treba čuvati u hladnoj, mračnoj, čistoj i suvoj prostoriji, kako ne bi došlo do njihovog kvarenja. Najpovoljnija temperatura za čuvanje je 5 °C. Ona ne smije biti veća od 20 °C, niti manja od 0 °C. Prostorija treba da bude mračna, a boce u kojima se čuva sok tamne, kako sunčeva svjetlost ne bi u njemu izazvala hemijske promjene. Boce napunjene sokom treba čuvati položene, jer se tako sprečava da vazduh bude prisutan između zapušača i površine soka. Tako neće doći do oksidacije. Veoma je važno čuvati sokove u hladnoj prostoriji. Što je temperatura niža, to su i mogućnosti za razvoj mikroorganizama manje. Viša temperatura utiče i na aktivnost prirodnih enzima u soku, što smanjuje kvalitet soka. Prostorije i oprema za proizvodnju i čuvanje soka moraju biti čiste i dezinfikovane, napravljene od materijala koji se lako čisti i dezinfikuje. Voćni sokovi su, zbog svog sastava, veoma pogodna sredina za rast mnogih mikroorganizama - izazivača kvara. Od njih su posebno značajni kvasci, koji izazivaju alkoholno vrenje - razlažu voćni šećer u alkohol, zatim razne vrste plijesni, koje takođe razlažu hranljive sastojke soka i daju proizvode lošeg ukusa, zatim bakterije mliječne koje stvaraju mliječnu kiselinu bakterije sirćetne kiseline koje stvaraju sirće i daju soku neprijatan ukus. Bakterije sirćetne kiseline počinju da se razmnožavaju pošto su kvasci odnosno plijesni razložili najvažnije sastojke soka i tako im pripremili sredinu.

Sirćetne bakterije u soku u kome je nastupilo alkoholno vrenje pretvaraju alkohol u sirćetnu kiselinu. Voćni sok vrlo lako prima strane mirise, o čemu treba voditi računa tokom proizvodnje i skladištenja.

34.7.2. HACCP sistem u proizvodnji sokova

Biološke opasnosti

Kiseli sokovi koji imaju pH 4,6 i manji mogu sadržati patogene enterobakterije kao što su *E. coli* O157:H7, salmonelle i parazitsku protozou *Cryptosporidium parvum* i tako dovesti do teških epidemija nakon konzumacije. Neke od bolesti kao što su dugotrajni artritis i teške hronične bolesti, mogu dovesti do smrti djece i starijih ljudi. Ovi mikroorganizmi su normalni stanovnici digestivnog trakta životinja i izlučivanjem preko fecesa kontaminiraju okolinu i hranu. Patogeni mikroorganizmi koji su široko rasprostranjeni u prirodi, kao što je *Listeria monocytogenes*, takođe se mogu naći u ovom soku. Patogeni koji se mogu naći u manje kiselim sokovima (pH veći od 4,6) su patogene enterobakterije kao što su salmonelle i neproteolitički i proteolitički sojevi *Clostridium botulinum*. Takođe treba uzeti u obzir i opasnost od kontaminacije sokova virusima, što može dovesti do epidemije nakon njihove konzumacije. Do kontaminacije sokova virusima najčešće dolazi od oboljele osobe, radnika na farmi ili proizvođača soka.

Hemijske opasnosti

Od hemijskih opasnosti je značajno prisustvo patulina - mikotoksina kojeg proizvode plijesni koje se razvijaju na jabukama. Ukoliko se za pravljenje soka koriste otpalo voće, pljesnive, trule, nagnječene ili oštećene jabuke, kao i nepravilno uskladištene jabuke, u soku se može pojaviti visoka koncentracija patulina, uključujući i pasterizovani sok, jer termička obrada ne uništava patulin. Izlaganje visokim koncentracijama patulina tokom određenog vremena predstavlja opasnost po zdravlje. Ako se jedna trula jabuka (koja sadrži >10.000 ppb patulina) nađe na 200 zdravih jabuka od kojih se pravi sok, koncentracija patulina u soku prelazi vrijednosti dozvoljene propisima. Hemijsku opasnost predstavljaju i nedeklarisani alergeni koji se mogu naći u soku usljed unakrsnog kontakta sa opremom koja se prethodno koristila za preradu mlijeka ili drugih proizvoda, a nije adekvatno očišćena. Neki od tih alergena su kikiriki, soja, mlijeko, jaja, riba, rakovi, orašasti plodovi, pšenica. Hemijska opasnost su i ostaci pesticida. Pesticidi se široko koriste za tretiranje voća, povrća, žitarica i druge hrane - najčešće protiv insekata i mogu biti prisutni i u sokovima. Sok može biti kontaminiran olovom ako se za proizvodnju soka koriste sirovine kontaminirane olovom. Voće se kontaminira olovom najčešće upotrebom pesticida koji sadrže olovo ili ako se u vazduhu nalazi olovo porijeklom od vozila i druge opreme koja koristi olovno gorivo. Olovo je naročito opasno za malu djecu. Potrebno je tražiti garanciju dobavljača da je pošiljka isporučenog voća ubrana na području koje nije kontaminirano olovom. Takođe je potrebno periodično ispitati sok kako bi se provjerila efikasnost kontrole proizvodnje. Ukoliko se koristi kalaj kao premaz u metalnim limenkama, to može biti opasnost da se on nađe u nedozvoljenim količinama u soku. Konzumacija soka koji sadrži nedozvoljene količine kalaja može dovesti do akutne gastrointestinalne bolesti.

Fizičke opasnosti – djelovi stakla

Ova opasnost postoji ukoliko se sokovi pakuju u staklenim bocama. Metalni fragmenti mogu biti opasnost prilikom mljevenja ili rezanja voća.

Kritične kontrolne tačke u proizvodnji sokova

Opasnost koja će zahtijevati kontrolu HACCP sistema je opasnost za koju postoji vjerovatnoća, tj. rizik da će se pojaviti. Analiza se donosi na osnovu iskustva, informacija o osobinama bolesti, naučnih izvještaja i drugih informacija. Kritične kontrolne tačke se mogu uspostaviti u bilo kojem koraku procesa gdje se može efikasno primijeniti kontrola. Na primjer, CCP se može uspostaviti u koraku pasterizacije gdje će se sprovesti tretman za postizanje 5 log redukcije patogena. *Pasterizacija* je kontrolna mjera za eliminaciju mikrobnih patogena. HACCP propisi se odnose na firme koje se

bave preradom sokova, ne odnosi se na firme koje uzgajaju, beru i transportuju voće i povrće koje će se prerađivati u sok. Uzgajivači treba da implementiraju mjere dobre poljoprivredne prakse. Zahtjev za smanjenje patogena od 5 log opisuje minimalni nivo "ubijanja" patogena koji kontrolna mjera treba da dostigne. Logaritam je "eksponent stepena na koji se osnovni broj mora podići da bi bio jednak datom broju." Ako je osnovni broj deset, on se mora podići na drugi stepen na 100, tako da je eksponent 2, tj. $10 \times 10 = 100$. Opet, ako je osnovni broj deset, mora se podići na treći stepen na 1000, pa je eksponent 3, tj. $10 \times 10 \times 10 = 1000$. 1-log proces bi bio onaj koji može smanjiti nivo odgovarajućeg mikroorganizma u hrani za 10 puta, npr. sa 100 organizama (patogena) po gramu hrane na 10 organizama (patogena) po gramu hrane. 2-log proces dalje smanjuje nivo ciljnog patogena za još jedan faktor od 10, tj. sa 10 organizama (patogena) po gramu na 1 organizam (patogena) po gramu hrane. Dakle, standard performansi od 5 log znači da morate tretirati svoj sok koristeći proces koji može smanjiti nivoe odgovarajućeg patogena u soku za najmanje 100.000 puta ($10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 100\,000$). Početni broj patogenih mikroorganizama prisutnih u netretiranom soku će najvjerovatnije mnogo manji od 10^5 organizama po gramu, možda samo 10^1 ili 10^2 organizama/gramu. Primjenom 5-log tretmana na sok koji sadrži pomenuti manji broj mikroorganizama postiže se podnošljiv nivo rizika za zdravlje. Isto tako, ako koristi UV zračenje kao kontrolna mjera patogena, tretman se mora sprovesti da se postigne smanjenje najmanje 5 log "odgovarajućeg mikroorganizma". "Odgovarajući mikroorganizam" je najotporniji patogeni mikroorganizam od značaja za javno zdravlje koji se može naći u soku i na koji se mora primijeniti tretman smanjenja njihovog broja od 5 log. Na taj način se sigurno tretiraju i drugi manje otporni patogeni koji se mogu naći u soku. Na primjer, salmonele su bile uzrok nekoliko epidemija povezanih sa sokom od narandže i mogu se smatrati "odgovarajućim mikroorganizmom" za proizvode soka od narandže. Moguće opasnosti u proizvodnji soka prikazane su u tabeli 82.

Tabela 82. Moguće opasnosti u proizvodnji soka

Opasnost	Objašnjenje opasnosti	Moguće kontrolne mjere
Biološka opasnost– patogeni mikroorganizmi	Salmonele, enterobakterije, <i>Listeria</i> , <i>Clostridium</i> , <i>E. coli O157:H7</i> , <i>Cryptosporidium parvum</i> , mogu biti opasnost u zavisnosti od kiselosti soka	Pasterizacija UV zračenje Pulsno svjetlo Obrada pod visokim pritiskom Gusta faza obrade CO ₂ Samo za svježi sok od citrusa: garancija dobavljača za svaku pošiljku (isporučeno je samo ubrano voće), sečenje radi uklanjanja oštećenog voća koje može imati patogene u jestivim dijelovima, pranje/dezinfekcija površine voća, proces ekstrakcije koji minimizira kontakt soka/kore
Hemijska opasnost– patulin	Patulin je mikotoksin koji se može naći na trulim, pljesnivim, nagnječnim i oštećenim jabukama u	Tražiti garanciju dobavljača za svaku pošiljku; nabavljati samo ubrane jabuke, ne otpale

	visokoj koncentraciji koja je opasna po zdravlje	Nakon skladištenja odvojiti trule, pljesnive, nagnječene i oštećene jabuke
Hemijska opasnost-ostaci mlijeka u soku (nedeklarisani alergen)	Mogu se naći u soku koji je dobijen upotrebom opreme koja se koristi za preradu mlijeka i mliječnih proizvoda	Kontrola kritične kontrolne tačke i lo standardnih sanitarnih operacija za adekvatno čišćenje opreme nakon prerade mlijeka
Fizička opasnost-djelovi od staklenih posuda	Djelovi stakla prisutni u soku dovode do povreda ako se progutaju	Provjeriti liniju za preradu, da li postoje dokazi o lomljenju stakla (ako se sa bocama rukuje mehanički) Propustiti proizvod kroz rendgen ili drugi sistem za odbacivanje defekata Provjeriti posude prije punjenja da li se staklo lomi (ako se sa posudama rukuje ručno)
Fizička opasnost-metalni dijelovi	Metalni dijelovi u soku predstavljaju opasnost od povreda ako se progutaju	Provjeriti da li ima u opremi slomljenih ili nedostajućih metalnih dijelova koji bi se mogli naći u soku Propustiti proizvod kroz opremu za detekciju metala Propustiti proizvod kroz uređaj za odvajanje kao što je ekran ili magnet (ako je metal gvozdni, npr. čelična oštrica za mljevenje)

Prikaz HACCP plana za pasterizovani rashlađeni sok od jabuke prikazan je u tabeli 83.

Tabela 83. Prikaz HACCP plana za pasterizovani rashlađeni sok od jabuke

Kritična kontrolna tačka (CCP)	Opasnost	Kritične granice	Monitoring				Korektivna mjera (aktivnost)	Verifikacija	Vođenje evidencije
			Šta?	Kako?	Koliko često?	Ko?			
CCP1 Prijem sirovine	Patulin	Garan cija dobavl jača da su jabuke ubrane, a ne otpale	provjer iti garanci ju dobavl jača za svaku dolazn u	Garan cija dobavl jača se vizuel no potvrđ uje	Svaka pristigl a pošiljk a voća	Rukov odilac prijem a	Vratiti voće ako nije nema garancij em dobavlja ča.	Pregledat i evidencij u o korektivn im mjerama I verifikaci	Garan cija dobavl jača Dnevnik

			pošiljk u voća					ji u roku od jedne sedmice od pripreme Periodičn a provera dobavlja ča da li se pridržava garancije Povreme no testirati sok na sadržaj patulina	prijem a Izvješt aj o revizij i dobavl jača Result ati patulin skog testa
CCP 2 Odbaci vanje	Patulin	Neošte ćene jabuke (15)	Pljesni ve, trule, natuče ne ili na drugi način ošteće ne jabuke	Vizuel ni pregle d	Kontin uirano	Inspekt or za uništav anje	Zaustavi te pojas i uklonite oštećeno voće I Podesite brzinu trake ako je potrebno	Pregledaj te evidencij u praćenja, korektivn ih radnji i verifikaci je u roku od jedne sedmice od pripreme Povreme no testirajte sok na nivo patulina	Dnevn ik odbaci vanja Result ati patulin skog testa
CCP 3 Prosija vanje	Metalni predmeti	Sito je neošte ćeno i na svom mjestu	Integrit et sita	Vizuel no	Dnevn o	Zaposl eni u proizv odnji	Propusti t voće kroz detektor metala, preusmj erili ga u neprehra	Kalibrisa ti sito kako bi se osiguralo da metalni komadi	Dnevn ik integri teta sita

							mbenu upotrebu ili uništiti I	od 7 mm ili više ne prolaze kroz sito, jednom polugodi šnje.	Dnevn ik kalibra cije sita
							Zamijen iti sita	Pregledat i evidencij u o korektivn im mjeram, praćenju i verifikaci ji u roku od jedne sedmice od pripreme	
CCP 4 Pasteri zacija	<i>E. coli</i> O157:H7 i <i>Cryptosp oridium parvum</i>	Najma nje 160° F i 6 sekund i (omog ućava smanje nje od 5 log)	1. Tempe ratura soka 2. Brzina protok a	1. Sni mač temper ature 2. Vizuel na provje ra podeša vanja potisn e pumpe	Kontin uirano praćenj e sa vizualn om provjer om svakih sat vremen a Dnevn o	Operat er pasteri zatora	Odvojiti i zadržati zahvaće ni proizvod za procjenu , uništite ili preusmj erite na neprehra mbenu upotrebu I Podesite pasteriza tor (tempera turu ili brzinu	Dokume ntacija o uspostavl janju procesa; Svakodn evna provjerat ačnostu uređaja za snimanje temperat ure u odnosu na živin i stakleni termomet ar; Kalibrira ti termomet	Dnevn ik operat era Snima nja temper ature eviden cija provje re i kalibra cije pumpe

							protoka) da postigne te kritičnu granicu.	ar sa živinim jednom godišnje;	
							I	Ispitivanje protoka I brzine pumpe mjesečno	
							Ponovo obradite svaki proizvod koji nije prošao 5-log redukciju u patogen a	Pregledati evidenciju u praćenja, korektivnih radnji i verifikacije u roku od jedne sedmice od pripreme	

Pitanja

Opišite tehnološki proces proizvodnje sokova. Koje su opasnosti u proizvodnji sokova? Koja je dobra proizvođačka praksa u proizvodnji sokova? Opišite HACCP plan u proizvodnji sokova.

34.8. Dobra proizvođačka praksa u proizvodnji vina

Sorte vinove loze

U odnosu na namjenu, sorte vinove loze se dijele na vinske i stone. Od vinskih sorti se prave bijela i crna vina. Prema kvalitetu vina koje se dobija od njih dijele se na: **sorte za visoko-kvalitetna vina** (imaju veliku količinu šećera koja obezbjeđuje sadržaj alkohola 13-15%), **sorte za kvalitetna vina** (vino od ovih sorti sadrži 11-13% alkohola), **sorte za obična stona vina** (količina šećera u grožđu je najviše do 16%).

Berba grožđa

Berbom grožđa počinje proces vinifikacije (vinifikacija predstavlja proces kojim se iz grožđa, odnosno šire dobija vino. To je prva faza u proizvodnji vina, u drugoj fazi se vino obrađuje i stabilizuje, odnosno osposobljava za potrošnju ili dalje čuvanje. Pri proizvodnji suvih vina sav šećer se transformiše u etil-alkohol i druge (sekundarne) proizvode).

Veoma je značajno odrediti pravo vrijeme za berbu, ne smije da bude rana niti kasna, da bi se dobilo vino dobrog kvaliteta. Zato se prije berbe prati stepen zrelosti grožđa, najprije svakog drugog ili trećeg dana, a nekoliko dana pred berbu (5-6) svakog dana. U tom cilju se sa na nekoliko mjesta i sa više čokota ubere ukupno oko 5 kg grožđa koje se izmulja, procijedi kroz platnenu krpu, nakon čega se u širi odredi količina šećera Oechsleovim širomjerom i titrirljive kiseline pomoću NaOH. Podrum mora biti temeljno pripremljen i očišćen za prijem i preradu ubranog grožđa. Mašine i uređaji se čiste i provjerava im se ispravnost. Sudovi za ubrano grožđe, širu i novo vino, pumpe, gumena crijeva i potreban sitni alat moraju biti čisti i u ispravnom stanju.

Transport grožđa

Transport grožđa se najčešće vrši motornim drumskim vozilima. Najbolje ga transportovati u rasutom stanju (rinfuza), jer nije potrebna ambalaža, već se samo dno vozila obloži prostirkom od plastične materije da se spriječi gubitak soka. Ubrano grožđe treba što prije transportovati do mjesta prerade. Pri transportu, usljed gnječenja grožđa, oslobađa se sok koji je veoma povoljna sredina za razmnožavanje štetnih mikroorganizama. Iz tih razloga vrijeme od momenta branja do prerade grožđa ne bi trebalo da bude duže od 4h. Pri prijemu grožđa vrši se odmjeravanje njegove težine, uzima se prosječan uzorak za analizu, a o ovim podacima se vodi evidencija. Grožđe u rasutom stanju najbolje je istovariti kipovanjem.

34.8.1. Proizvodnja bijelih vina

Bijelo vino se uglavnom proizvodi od bijelih sorti grožđa. Grožđe se prerađuje u bijelo vino primjenom operacija kao što su: muljanje grožđa, ocjeđivanje i cijedenje kljuka, sulfitanje, prečišćavanje i fermentacija šire.

Muljanje grožđa

Muljanjem grožđa dobija se kljuk. Muljanjem se postiže gnječenje bobica, kako bi se postigao veći randman šire. Pri tome ne treba kidati peteljke niti drobiti sjemenke. Muljače mogu da budu na principu trenja ili dejstva centrifugalne sile. Prva grupa muljača se više primjenjuje. Ovaj tip muljača sastoji se od nekoliko aluminijumskih valjaka. U svom sastavu muljača može da ima i uređaj za odvajanje peteljki, pumpu za prebacivanje kljuka, kao i uređaj za izbacivanje otresenih peteljki.

Ocjeđivanje i cijedenje kljuka

Ocjeđivanjem i cijedenjem kljuka dobija se šira. Ocjeđivanje se odvija bez pritiska ili primjenom slabog pritiska. Poslije ocjeđivanja, u kljuku zaostaje oko 50% šire. Cijedenje se odvija pod jakim pritiskom, kako bi se ostaci šire što više oslobodili iz ocijeđenog kljuka. Cijedenje se vrši uz pomoć cjednica raznih tipova. Prije cijedenja, kljuku se dodaju preparati za maceraciju, vitamin C i tanin kao antioksidansi, vinobran – u cilju očuvanja boje, tj. sprečavanja oksidacije. Komina se može cijediti dva puta, ali su ove dvije frakcije lošijeg kvaliteta. Iz prevrele komine se destilacijom može dobiti rakija komovica, vinska kiselina i sjemenke za ekstrahovanje ulja. Iskorišćeni ostaci komine mogu se iskoristiti za dobijanje organskih đubriva ili kao stočna hrana. Za te namjene komina se rastresa rastresivačima, a zatim nabija u bazene kako bi izašao vazduh. Kada se bazen napuni, pokriva se sintetičkim platnom i slojem sitnog pijeska kako ne bi došlo do njenog kvarenja.

Sulfitanje šire

Dobijena šira se smješta u drvene, betonske ili metalne sudove i odmah sulfitera sa sumpordioksidom (SO₂), radi sprečavanja rasta štetnih mikroorganizama. Količina sumpordioksida koja je potrebna za

sulfitiranje zavisi od više faktora kao što su: stepen zrelosti, zdravstveno stanje i temperatura grožđa. Preporučene doze SO₂ za sulfitiranje su prikazane u tabeli 78.

Tabela 78. Preporučene doze SO₂ za sulfitiranje:

Preporučene doze SO ₂ za sulfitiranje	g/hl
šira od normalno zrelog grožđa	7,5 do 12
od slabo natrulog grožđa	15,0 do 20,0
od jako trulog grožđa	20,0 do 25,0

Količina potrebnog SO₂ zavisi i od kiselosti šire. Kiselijoj širi se dodaje manja količina SO₂. Za sulfitiranje šire SO₂ se dodaje u obliku rastvora sumporaste kiseline ili kalijum-meta-bisulfita (K₂S₂O₆), vrlo rijetko u gasovitom stanju. Koristi se i 5% vodeni rastvor SO₂, koji se priprema tako što se u bure nalije 95 masenih djelova vode i unese 5 masenih djelova gasovitog SO₂ iz čelične boce. Rastvor se homogenizuje, a procenat SO₂ provjerava Oechsleovim širomjerom. Vodeni rastvor SO₂ se unosi u širu i homogenizuje cirkularnim pretakanjem jedne petine šire ili upotrebom miješalice, bez prisustva vazduha. Sulfitirana šira se zatim ostavlja da miruje radi taloženja - prečišćavanja.

Prečišćavanje šire

Prečišćavanje šire je naročito važno ako je grožđe natrulo i kontaminirano zemljom. Kontaminirana šira sadrži nepoželjne materije i štetne mikroorganizme, koji negativno utiču na kvalitet i stabilizaciju vina. Nakon 12-24h taloženja, šira se odvaja od taloga i puni u sudove do četiri petine njihove zapremine. U ovim sudovima će se izvršiti alkoholna fermentacija. U bolje opremljenim podrumima, prečišćavanje šire se može vršiti centrifugovanjem. Na taj način se bolje uklanja mutnoća i štetni mikroorganizmi. Ukoliko grožđe zbog nepovoljnih klimatskih uslova ne dostigne potrebnu zrelost, dobijenoj širi se dodaje koncentrovana šira, do postizanja potrebne slasti. Ukoliko grožđe nema dovoljno kiselina, što se dešava u sušnim godinama, širi se dodaje vinska kiselina. Poslije prečišćavanja i eventualne korekcije sastava, širi se dodaje vinski kvasac, najčešće u vidu liofilizovane kulture. Više kvasca se dodaje ako je šira jače sumporisana.

Dodavanje kvasca

Širi se dodaje vinski kvasac, najčešće u vidu liofilizovane kulture. Više kvasca se dodaje ako je šira jače sumporisana. Dodavanje kvasca se vrši tako da se jedna petina šire prebaci kružno pumpom u prisustvu vazduha, kako bi se aktiviralo razmnožavanje kvasca. Zatim se na sudove stavljaju vranjevi za vrenje. Na odvijanje alkoholnog vrenja utiču faktori kao što su: temperatura, kiseonik, šećer, alkohol i CO₂. Optimalna temperatura za razmnožavanje vinskog kvasca je 22 – 27 °C. Optimalna temperatura za sojeve hladnog vrenja je manja od 20 °C. Preko 30 °C dolazi do slabljenja aktivnosti vinskog kvasca, a na temperaturi 38-42 °C se potpuno inaktivira. Toplota šire se tokom vrenja povećava, pa početna toplota šire ne smije biti veća od 20 °C, ali ni manja od 15 °C.

Vrenje šire

Kod primjene *normalne fermentacije*, prvih dana, intenzitet fermentacije postepeno raste, a zatim prelazi u burnu fazu, u kojoj kvasac najintenzivnije transformiše šećer u etil-alkohol. Burna fermentacija traje tri do pet dana. Zatim se nastavlja tihom fermentacijom koja traje desetak dana. Za vrijeme procesa vrenja potrebno je pratiti temperaturu šire i ne dozvoliti da se popne preko 30

°C, niti da se spusti ispod 20 °C. Da se to ne bi desilo, širu treba rashlađivati, odnosno zagrijavati. Veći dotok kiseonika omogućava brže razmnožavanje kvasaca i njihovu bolju aktivnost. Zato se vrši provjetravanje šire, obično prije početka ili u slučaju prekida vrenja. Ne treba vršiti provjetravanje ukoliko se vrenje normalno odvija, jer zbog povoljne temperature tokom vrenja može doći do i do razmnožavanja bakterija sirćetne kiseline. Ako je sadržaj šećera u širi 12 - 25% vrenje se odvija normalno. Sadržaj šećera preko 25% dovodi do usporavanja vrenja, jer se zbog većeg omotskog pritiska smanjuje aktivnost kvasaca. Vinski kvasac od šećera u širi može da proizvede do 18% alkohola. Prekidanjem vrenja i dodavanjem čistog alkohola dobijaju se slatka vina. Ugljendioksid svojim pritiskom djeluje na vrenje šire. Pri pritisku od 7-8 atmosfera vrenje prestaje. Na osnovu toga ugljendioksid se primjenjuje u konzervisanju šire i voćnih sokova. Hladna fermentacija se odvija na temperaturi od 10 °C. Osim normalne, postoji još nekoliko vidova dirigovane fermentacije, kao što su: hladna, hlađena i fermentacija pod pritiskom CO₂. Najviše se koristi *normalna fermentacija*.

34.8.2. Proizvodnja crnih vina

Proizvodnja crnog vina sastoji se u *vrenju šire zajedno sa kominom*. Ovaj način vrenja utiče na crvenu boju vina i znatno veći sadržaj tanina nego kod bijelih vina. Za proizvodnju crnih vina se koristi zdravo zrelo crno grožđe. Prerano obrano grožđe nema dovoljno boje u pokožici, a prezrelo grožđe nema dovoljno kiselina, pa je nepogodno za proizvodnju dobro obojenih i stabilnih crnih vina. Pri berbi crnog grožđa mora se odvojiti pljesnivo grožđe. Za muljanje crnog grožđa koriste se iste motorne muljače koje služe za preradu bijelog grožđa. Dobijeni kljuk predstavlja mješavinu šire i čvrstih djelova grožđa. Sud za vrenje se puni kljukom do 4/5 svoje visine. Pri punjenju sudova vrši se sulfitiranje kljuka sa SO₂. Unose se oko 20% manje doze nego pri sulfitiranju bijele šire, jer je toliki udio čvrste faze u kljuku. Kljuk od normalnog zrelog grožđa sa neobojenim sokom najčešće se sulfitira sa 10-15 g/hl SO₂. Sulfitiranje kljuka značajno utiče na sastav i kvalitet crnih vina. Nakon 4-5h pošto je izvršeno sulfitiranje, dodaje se selekcionisani vinski kvasac u aktivnom stanju, u količini od 2-3 L/hl kljuka. Kljuku se zatim dodaju pektolitički preparati za maceraciju i vitamin C kao antioksidans, kako bi se očuvala boja vina i spriječila oksidacija. U proizvodnji crnih vina šira fermentiše u kontaktu sa čvrstim djelovima kljuka, usljed čega iz njih dolazi do ekstrakcije bojenih, taninskih i drugih materija. Dobijeni kljuk se razvodnim cijevima, pod pritiskom pumpe za kljuk, smješta u sudove za fermentaciju (drvene kace, specijalne betonske cistijerne ili metalne sudove). Prije punjenja kljukom, na vratima iza slavine stavlja se rešetka, da kasnije ne bi došio do začepljenja. Zatim se puni oko četiri petine suda, jer se jedna petina prostora ostavlja za izdizanje komine (klobuka) u toku fermentacije. Prilikom punjenja ako je potrebno popravljaju se sastav šire. Kljuk crnog vina previre na malo višoj temperaturi nego bijela šira. Početna temperatura vrenja ne treba da bude manja od 15 °C niti veća od 20 °C. U toku vrenja temperatura kljuka se dostiže 25-30 °C i ne bi trebala da pređe kritičnu granicu od 32 do 34 °C. Što se alkohol stvara brže i u većoj količini, to temperatura brže raste i više se izluči boje i drugih ekstraktivnih materija. Kod vinifikacije crnog vina vrenje može biti otvoreno i zatvoreno. Oba načina se mogu vršiti sa nepotopljenom i potopljenom kominom. Otvoreno vrenje vrši se u otvorenoj bačvi. Tokom vrenja pod pritiskom oslobođenog CO₂ podižu se čvrsti djelovi kljuka na površinu i obrazuju tzv. šešir. Šešir treba povremeno potapati, kako ne bi došlo do razmnožavanja bakterija sirćetne kiseline i da bi se proces vrenja vršio ravnomjerno. Otvoreno vrenje se vrši sa potopljenom kominom, tako što se šešir drži potopljen pomoću drvene rešetke na dubini oko 20 cm ispod nivoa tečnosti. Zatvoreno vrenje vrši se u zatvorenoj bačvi i može takođe biti sa nepotopljenom i potopljenom kominom. Kod *otvorene fermentacije* sa izdignutom kominom treba potapati kominu četiri do pet puta dnevno, kako bi se obavila što bolja maceracija. Otvorena fermentacija sa potopljenom kominom obezbjeđuje bolju maceraciju, ali i ovdje se, u cilju bolje maceracije svakodnevno miješa kljuk. Kod *zatvorene fermentacije* sa izdignutom kominom je isključen dotok vazduha. Izdignuti klobuk treba prelivati širom, pomoću pumpe. Otvorena fermentacija omogućava lakšu manipulaciju kominom i pogodnija je za topla područja, jer se lakše oslobađa toplota. Burno vrenje traje oko 5-8 dana. Količina

neprevrelog šećera na kraju normalnog vrenja obično nije veća od 5 g/ litru. U tom momentu se mlado vino odvaja od komine. Momenat otakanja vina sa komine je veoma značajan za boju i ukus crnog vina. U otočenom mladom vinu vrenje ostataka neprevrelog šećera se nastavlja. Ovo vrenje se zbog svog laganog toka naziva tiho ili naknadno vrenje. Ukoliko padne temperatura ispod 15 °C, vrenje se prekida i ponovo počinje u proljeće. Ovo proljećnje vrenje može biti opasno, jer može dovesti do sirćetnog vrenja. Zato nije dobro da dodje do prekida vrenja, što se postiže provjetravanjem i održavanjem povoljne temperature. Otakanje se vrši kada se postigne odgovarajuća boja i kada se ne osjeća trpkost. Prilikom otakanja vino se provjetrava na vazduhu da bi se oslobodio višak CO₂ i aktivirao vinski kvasac koji će razgraditi preostali neprevreli šećer. Otočeno vino se naliva u sudove sa vranjevima za vrenje, u kojima tiho fermentiše. Poslije otakanja, zaostala količina vina u komini se može iscijediti samo cjednicom. Poslije cijedenja, komina se smješta u bazene, istim postupkom kao kod bijelih vina.

Njega vina se postiže dopunjavanjem sudova, pretakanjem i kupажiranjem vina, stabilizacijom i starenjem vina. Da bi se spriječio kontakt vina sa vazduhom, sudovi se moraju redovno dopunjavati vinom istog kvaliteta. Pretakanje vina se vrši njegovim premještanjem iz jednog suda u drugi. Na taj način se odvaja bistri dio vina od taloga i reguliše prisustvo kiseonika u vinu, što je veoma značajno za stabilnost i buketna svojstva vina. Vino se pretače i tokom bistrjenja, filtracije i kupажiranja. Najviše se pretače prve godine, obično 2-3 puta. Kupажiranjem se dva ili više vina miješaju u cilju dobijanja vina sa boljim svojstvima. U cilju efikasnijeg miješanja vina koriste se miješalice. Bistrina vina je veoma važna za ocjenu njegovog kvaliteta. Zamućeno vino nema lijep izgled i može biti znak kvarenja. Mućenje vina i pojava taloga mogu se javiti zbog poremećaja ravnoteže fizičko-hemijskog stanja pojedinih sastojaka u vinu (taloženje soli vinske kiseline, proteina, gvožđa i bakra, bojenih materija) ili razmnožavanja mikroorganizama. U odnosu na uzrok tih promjena, vrši se fizičko-hemijska i biološka stabilizacija vina. Najzastupljenija so vinske kiseline je kalijum hidrotartarat (streš), a u manjoj količini ima i sekundarnog kalcijum tartarata. Ove soli su relativno slabo rastvorljive u vinu zbog prisustva alkohola i talože se u vinu kao vinski kamen. Rastvorljivost ovih soli se smanjuje pri niskim temperaturama, naročito ispod nula stepeni. Meta-vinska kiselina sprečava taloženje streša u vinu i dodaje se u količini 10 g/hl vina. Njeno dejstvo zavisi od stepena esterifikacije i temperature vina. Pri nižim temperaturama ona djeluje duže nego pri višim, pa je najefikasnije ako se vino tretira meta-vinskom kiselinom krajem jeseni i u toku zime. Kada su u pitanju proteinske materije vina, one se talože i na visokim (oko 80 °C) i na nižim temperaturama (oko 30 °C). Taloženje proteinskih materija se javlja i na temperaturama ispod nule. Da bi ispitali da li je neko vino sklono taloženju proteina, zagrije se oko 100 ml vina do 80 °C, a zatim se ohladi i ostavi na 0 °C oko 24h. Ako se javi zamućenje, znak je da u vinu ima nestabilnih proteina. Da bi se spriječilo zamućenje i taloženje proteinskih materija, treba ih u određenoj količini ukloniti. U te svrhe se najčešće koristi bentonit. Zbog stvaranja taloga smanjuje se i intenzitet boje vina, jer se jedan dio antocijana izlučuje. To se najčešće dešava u toku čuvanja vina u podrumima koji nisu zaštićeni od uticaja spoljašnjih temperatura. Taloženje vina je prirodan proces kroz koji prolaze sva vina nakon završene alkoholne fermentacije. Na taj način vino se oslobađa dijela sastojaka koji su u nestabilnom stanju i postaje bistro i stabilnije. Da bi se ubrzao ovaj prirodan proces, vina se bistre posebnim tretmanima. Na uspjeh bistrjenja utiče kiselost vina, temperatura i dr. Sredstva za bistrjenje vina mogu biti organska (želatin, albumin, kazein) i mineralna (tanin). Najviše se upotrebljava kombinacija želatina i tanina. Za postizanje bistrine vrši se i filtracija vina. Čestice suspendovane u vinu mogu se odstraniti i pomoću centrifugalnog separatora. Separacija se koristi za čišćenje šire prije vrenja, za bistrjenje mladog vina, predbistrjenje, fino bistrjenje i bistrjenje vina neposredno pred punjenje u boce. Pri centrifugiranju vino gubi određenu količinu ugljen-dioksida, a prima nešto kiseonika. Gubitak ugljen-dioksida se smanjuje prethodnim rashlađivanjem vina, dok se posljedice povećane aeracije uklanjaju blagim sumporisanjem. Biološkom stabilizacijom vina se postiže zaštita slatkih vina od naknadne fermentacije. Ona se može postići biološkim, hemijskim i fizičkim metodama. Biološke metode se baziraju na odstranjivanju iz vina hranljivih materija za kvasce (filtracija, centrifugovanje i dr.). Hemijske metode se baziraju na dodavanju supstanci koje inhibitorno djeluju na kvasce

(sumpor-dioksid, sorbinska kiselina, vitamin K₅ dr.). Fizičke metode su pasterizacija ili mikro-filtracija vina. Vino se pasterizuje na 50-70 °C/1-2 min u protočnim pločastim pasterizatorima. Ako je temperatura viša, vrijeme zagrijavanja je kraće. Nakon toga vino se hladi na početnu temperaturu u posebnim sekcijama pasterizatora. Vino kroz pasterizator prolazi u vrlo tankom sloju. Filtracija je pogodnija metoda, jer nema štetnog uticaja na sastav i ukus vina. Izvodi se upotrebom EK filtera. Ovo je tzv. hladna sterilizacija vina. U toku čuvanja, vino osim stabilnosti stiče i ukus i miris. U formiranju ukusa vina veoma je značajna transformacija jabučne kiseline u mliječnu kiselinu i ugljen-dioksid. Pošto je mliječna kiselina znatno slabija od jabučne, u vinu se značajno smanjuje opšta kiselost, što je poznato kao biološko smanjenje aciditeta. Pored toga, u procesu mliječne fermentacije jabučne kiseline popravljaju se ukus vina, ono postaje pitkije. Zato se taj proces smatra prvom fazom u starenju vina. Glavnu ulogu u tom procesu imaju bakterije mliječne fermentacije (*Lactobacillus plantarum*, *L. hilgardii*, *L. brevis*, *Leuconostoc gracile*, *L. oinos* i *Pediococcus cerevisiae* i drugi). Razlivanje vina u boce je poslednja faza njegove proizvodnje. Nakon razlivanja vina u boce, ne mogu se više otklanjati nedostaci i zato treba biti vrlo pažljiv. Razlivanje vina u boce obuhvata: izbor i pranje boca, punjenje, zatvaranje i ukrašavanje. Boce moraju ispuniti određene zahtjeve u pogledu kvaliteta. Staklo mora biti takvog kvaliteta da ne reaguje sa vinom i mora biti otporno prema sredstvima za pranje i čišćenje. Boce moraju biti besprekorno čiste. I najmanja nečistoća može dovesti do kontaminacije i kvara vina. Nakon pranja, boce se moraju sterilisati. Nove boce najčešće se peru samo čistom pitkom vodom. Boce koje su već bile u upotrebi peru se vodom sa dodatkom hemijskih sredstava (soda, neorganske kiseline, deterdženti). Boce se mogu prati na više načina: ručno, poluautomatski ili automatski. Pri ručnom i poluautomatskom pranju kvašenje, pranje i ispiranje boca se vrši odvojeno u posebnim uređajima. Pri automatskom pranju sve se ove radnje vrše u jednom uređaju. Poslije pranja i eventualnog sumporisanja, boce se pune vinom. Puni se takođe ručno, poluautomatski ili automatski. Izbor načina punjenja u velikoj meri zavisi od veličine pogona, odnosno od načina njegovog poslovanja. Punjenje je po pravilu sinhronizovano sa pranjem boca i sa njim čini cjelinu. Poslije punjenja, boce se zatvaraju zatvaračima od plute, plastičnog materijala ili metala. Najbolji su zapušači od plute. Hemijski sastav vina zavisi od različitih faktora: sorte vinove loze, zrelosti i zdravstvenog stanja grožđa, zemljišta, prihranjivanja, klime, vinifikacije i njege vina i dr. Najvažniji sastojci grožđa su: šećer, kiseline, bojene i taninske materije i dr. U procesu alkoholne fermentacije od šećera nastaje alkohol i CO₂, kao glavni proizvodi, ali i druga uglavnom aromatična jedinjenja.

34.8.3. HACCP sistem u proizvodnji vina

Sprovođenjem dobre poljoprivredne prakse sprečava se pojava bolesti na grožđu, kao i prisustvo rezidua pesticida i teških metala. Preduslovni programi su neophodni u primjeni HACCP načela. HACCP sistem identifikuje opasnosti koje utiču na bezbjednost hrane i utvrđuje postupke kontrole tih opasnosti. U vinogradima različite plijesni izazivaju infekciju bobica, čemu doprinose klimatski uslovi. Pri visokoj vlažnosti i temperaturi 20-30 °C, javljaju se plijesni na grožđu, kao što su *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Penicillium*, *Epicoccum*, *Cladosporium*, *Rhizopus* i dr. Kada temperature prelaze 37 °C, *Aspergillus niger*, tzv. crna plijesan je dominantna. Razvoju plijesni pogoduju fizička oštećenja bobica. Grožđe se može konzumirati u svježem stanju, ili se koristi za proizvodnju vina, soka, suvog grožđa. Kod svih ovih procesa može doći do kontaminacije različitim vrstama plijesni. Vinova loza se na polju najčešće kontaminira vrstama plijesni *Aspergillus*, *Botrytis* i *Penicillium*, u skladištima sa *Aspergillus niger* i *Botrytis cinerea*. Na suvom grožđu dominiraju *Aspergillus* i *Penicillium*. Temperatura, vlažnost, prisustvo svjetlosti, vrijeme kontaminacije, interakcija između različitih plijesni su faktori koji utiču na razvoj mikotoksina. Fitopatogene plijesni koje najčešće inficiraju bobice su *Erysiphe necator* (*Uncinula necator*) i *Plasmopara viticola*, kao i *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Botrytis cinerea*, *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp. i *Rhizopus* spp. Crnu trulež grožđa izazivaju plijesni roda *Aspergillus*. Ohratoksin A najčešće stvaraju plijesni roda *Aspergillus*. Tokom muljanja grožđa, ohratoksin A prelazi u širu (mošt). Zbog dužeg kontakta bobice s moštom rizik od kontaminacije ohratoksinom A je mnogo veći kod proizvodnje crnih nego

bijelih vina. Vina toplijih krajeva su više izložena riziku od kontaminacije. U zemljama mediterana kontaminacija ohratoksinom je češća u odnosu na vina iz sjevernijih djelova Evrope. Hemijski kontaminanti dopijevaju u grožđe i vino iz životne sredine (vazduha, vode, zemljišta), u toku prerade, ili u toku skladištenja. To mogu biti rezidue pesticida, teški metali, polihlorovani bifenili, dioksini, veterinarski lijekovi, kontaminanti koji nastaju tokom prerade, toksini biljaka, mikotoksini, aditivi u količinama većim od dozvoljenih, migrirajuće supstance iz ambalaže, ostaci sredstava za higijenu i sanitaciju. Hemijski kontaminanti su opasni po zdravlje ljudi, izazivaju različite poremećaje, bolesti i dovode do smrtnog ishoda. Fizički zagađivači su strani materijali koji nepažnjom i greškom dopijevaju u vino. Neki od njih su: staklo, kamenje, metal, lišće, peteljka, drvo, nakit, insekti, kost, plastika, igle, ostaci ambalaže. Ova strana tijela mogu da izazovu posjekotine, infekcije, gušenje, lom zuba i dr. Izvori stranih tijela su najčešće boce, tegle, poklopci, kutije, žica, mašine, skladišta i dr. *Kritične kontrolne tačke u proizvodnji grožđa* su: izbor sadnog materijala, ispitivanje kontaminiranosti zemljišta (sadržaj teških metala i dr.), ispitivanje na prisustvo štetočina biljaka koje žive u zemljištu, uklanjanje korova, ispitivanje na prisustvo patogenih mikroorganizama, mikrobiološka i hemijska kontrola vode za navodnjavanje, đubrenje, hemijska zaštita protiv bolesti i štetočina, higijenski postupci tokom berbe grožđa, *Kritične kontrolne tačke u proizvodnji vina* su: *berba grožđa* (kontrola zrelosti, sadržaja šećera, kiselina, polifenola), *muljanje grožđa* (kontrola rada i higijene mašina i radnika), *sumporisanje* (kontrola upotrebe sumpora), *taloženje šire* (kontrola procesa samoprečišćavanja šire), kontrola procesa odlivanja šire od taloga, *bistrenje šire* (kontrola količine bistrila, bentonita), dodavanje kulture kvasca (kontrola dodavanja kulture kvasca), *alkoholna fermentacija* (kontrola temperature i drugih parametara koji utiču na tok fermentacije), *taloženje i odlivanje novog vina* (kontrola tihog vrenja), *prvo pretakanje vina* (kontrola starenja vina), *drugo pretakanje vina*, *bistrenje vina* (kontrola procesa bistrenja, uklanjanje mutnoće, kontrola dodavanja sredstva za bistrenje), *filtriranje vina* (kontrola kvaliteta i sterilnosti filtera), *pranje boca* (kontrola pranja i čistoće boca), *flaširanje* (kontrola higijene punjenja, zapušavanja i ukrašavanja boca). Parametri kontrole proizvedenog vina su: *ukupna alkoholna jačina izražena volumenom* (vino treba da ima ukupnu alkoholnu jačinu najviše 15 % vol.), *stvarna alkoholna jačina izražena volumenom* (vino treba da ima stvarnu alkoholnu jačinu najmanje 8,5 % vol.), *relativna gustina (specifična težina)*. Specifična težina vina je manja nego specifična težina šire. Ona se u širi kreće između 1,050 i 1,120, a u vinu 0,9850 i 0,9970. Ukoliko je specifična težina veća od 0,9970 vino sadrži neprevrele šećere. Ako je specifična težina niža od 0,9850, vrlo je vjerovatno da je vinu dodat alkohol. Takođe se određuje sadržaj ukupnog suvog ekstrakta, kao i ukupna kiselost (kiselost vina se kreće 4-8 g/L vinske kiseline); ako vino ima manju kiselost od 4 g/L, moguće je da vino nije prirodnog porijekla. Sadržaj isparljivih kiselina u normalnom vinu je 0,4-0,8 g/L sirćetne kiseline. Crna vina sadrže veću količinu isparljivih kiselina od bijelih. Ako je ova vrijednost veća od 0,8 g/L, smatra se da je došlo razmnožavanja bakterija mliječne ili bakterija sirćetne kiseline. Takođe se određuje ukupni sadržaj sumpor dioksida - maksimalno dozvoljena količina je 210 mg/L, od čega najviše 30 mg/L slobodnog sumpor dioksida i ne smije da se osjeća miris i ukus SO₂.

Pitanja

Opišite tehnološki proces dobijanja crnog vina. Opišite tehnološki proces dobijanja bijelog vina. Koja je dobra proizvođačka praksa u proizvodnji vina? Koje su zdravstvene opasnosti u proizvodnji vina? Koje su kritične kontrolne tačke u proizvodnji grožđa i zbog čega? Koje su kritične kontrolne tačke u proizvodnji vina i zbog čega?

34.9. HACCP sistem u proizvodnji piva

34.9.1. Tehnologija proizvodnje piva

Pivo je pjenušavo osvježavajuće piće prijatnog gorkog ukusa. Sadrži određenu količinu etanola i zasićeno je ugljendioksidom. Bogato je vitaminima kao što su vitamin B₁ (tiamin), B₂ (riboflavin), vitamin H (biotin), B₆ (piridoksin), vitamin PP (niacin). Zbog svoje hranjive vrijednosti i prijatnog ukusa, široko je rasprostranjeno u svijetu. Sirovine za proizvodnju piva su pivski slad, pivski kvasac, hmelj i voda. Iz pivskog ječma se dobija pivski slad, od slada se dobija sladovina, a iz sladovine procesom fermentacije se dobija pivo. Proizvodnja piva je složen proces koji se može podijeliti u dvije faze: proizvodnja slada i proizvodnja piva. Pivo dobijeno od ječma se jedino smatra pravim pivom. Hmelj značajno utiče na kvalitet i stabilizaciju piva i daje mu gorak i aromatičan ukus. Hmelj sadrži smole, ulja, polifenole. Kvasci (pivski kvasac *Saccharomyces cerevisiae*) razlažu šećere slada do etanola i ugljendioksida. Kvasac koji se na kraju procesa fermentacije (vrenja) taloži na dno posude naziva se kvasac donjeg vrenja, dok se kvasac gornjeg vrenja nalazi na površini piva. Od osobina kvasca zavise mnoge osobine piva, kao što su brzina fermentacije, intenzitet fermentacije, ukus i aroma piva. Dobri su oni kvasci koji vrše brzu i intenzivnu fermentaciju, dobro bistre pivo i daju mu blag ukus i prijatnu aromu. Pošto se sve ove osobine ne mogu naći kod jednog soja kvasca, koristi se više vrsta i sojeva kvasca istovremeno. Sastav vode za proizvodnju sladovine takođe utiče na kvalitet piva. Soli prisutne u vodi veoma utiču na ukus piva i na aktivnost enzima koji vrše hidrolizu skroba u sladovini i komini. Pivski slad se dobija tokom klijanja zrna pivskog ječma. Da bi došlo do klijanja, zrno ječma se kvasi vodom, tako da zrno koje je imalo 15% vlage, poslje 48h kvašenja (močenja) na temperaturi od 10 do 20 °C povećava vlažnost do 45%. Nakon močenja, navlaženi ječam klija 5-7 dana na temperaturi 12-18 °C. Nakon klijanja slad se suši na temperaturi 70 °C, 24-48h, sa 42% na 4-5% vlage. Osnovni cilj klijanja jeste nakupljanje aktivnih enzima u zrnu, uglavnom amilolitičkih enzima, ali i drugih enzima, kao što su proteolitički i drugi. Pod dejstvom amilolitičkih enzima skrob se hidrolizuje do maltoze – šećera koji fermentiše. Nakon klijanja zrna dobija se poluproizvod koji se zove zeleni slad. Zeleni slad se suši, kako bi mogao da se čuva. Dobijeni suvi slad se odvaja od klica i koristi kao sirovina za fermentaciju. Pivski slad, dakle, predstavlja isklijala, osušena zrna ječma kojima je uklonjena klica. Aroma, boja, trajnost i pjenušavost piva značajno zavise od osobina slada i njegove prerade. Pivo koje se proizvodi od ječmenog slada ima mnogo bolji ukus od piva koja se dobijaju od sladova drugih žitarica (pšenica, raž, proso, kukuruz). Proizvodnja piva se sastoji od dvije faze: dobijanje sladovine i fermentacija. Sladovina se dobija ekstrakcijom sastojaka slada i hmelja, pri čemu se uz pomoć enzima nerastvorene materije u sladu prevode u rastvorene. Dobijanje sladovine se sastoji iz nekoliko tehnoloških operacija: mljevenje slada, ukomljavanje, kuvanje komine, cijedenje sladovine, ohmeljavanje sladovine, cijedenje ohmeljene sladovine, hlađenje ohmeljene sladovine i bistenje sladovine. Pripremom sladovine se dobija ekstrakt pivskog slada, od kojeg zavisi sastav i vrsta piva. Slad se mora samljeti da bi se omogućilo optimalno dejstvo enzima. Ukomljavanjem se uz pomoć vode vrši ekstrakcija samljevenog slada. Mješavina samljevenog slada i vode se zove komina. Nakon ukomljavanja djelovanjem amilaza, komina se sastoji od tečne i čvrste faze. Tečna faza (sladovina) sadrži rastvorljive materije slada, a čvrsta faza (treber) sadrži čestice različite veličine, kao što su djelovi omotača zrna, ostaci endosperma i dr. Sladovina se od trebera može odvojiti cijedenjem kroz sloj istaloženog trebera ili filter-presama sa posebnim tkaninama za cijedenje. Sladovina se cijedi dok je zagrijana - ohlađena se teže filtrira. Nakon cijedenja sladovine, vrši se ispiranje trebera vodom. Kuvanjem sladovine kojoj je dodat hmelj, materije hmelja prelaze u rastvor i daju sladovini specifičan ukus i aromu, a takođe vrše i konzervaciju sladovine. Optimalna pH vrijednost sladovine je 5,1-5,2. Optimalna pH vrijednost se postiže dodavanjem mliječne kiseline. Ova pH vrijednost obezbjeđuje potrebnu gorčinu i mikrobiološku stabilnost piva. Sladovina kuvana sa hmeljom se zatim cijedi da bi se uklonili čvrsti djelovi, a zatim se postepeno hladi do 5-6 °C ukoliko se dobijaju piva donjeg vrenja, odnosno do 15-16 °C ako se proizvode piva gornjeg vrenja. Za vrijeme hlađenja, može doći do kontaminacije sladovine. Ukoliko se sladovina hladi u zatvorenom sistemu, sladovina je

zaštićena od kontaminacije. Odvajanje taloga iz sladovine se može vršiti separatorima uz pomoć centrifugalne sile. Odvajanjem nečistoće se dobija izbistrena sladovina. Bolje se postiže bistenje ohlađene sladovine, jer se pored grubih, izdvajaju i sitne čestice. Vrenje je najvažnija faza, jer od njega zavisi vrsta i kvalitet piva. Proces vrenja počinje dodavanjem u sladovinu pivskog kvasca. Tokom glavnog vrenja se razloži najveći dio šećera do etanola i ugljendioksida, a tokom naknadnog vrenja fermentiše preostali šećer, stvaraju se aromatične materije, pivo se bistri i zasićuje ugljendioksidom. U proizvodnji piva se najviše koriste kvasci donjeg vrenja, koji su se prilagodili procesu alkoholnog vrenja sladovine pri niskoj temperaturi. Kvasac donjeg vrenja je *Saccharomyces carlsbergensis*, koji se pri 5-10 °C relativno veoma brzo razmnožava, ali je aktivan i na temperaturi od 1 do 2 °C, što ima značaja za naknadno vrenje, tokom odležavanja piva. Kvasci donjeg vrenja mogu da previru rafinozu, što nije slučaj sa kvascima gornjeg vrenja. Kvasci gornjeg vrenja se uglavnom koriste za proizvodnju jakih i specijalnih piva i obično se vrši na temperaturi 18-22 °C. Pivski kvasci donjeg vrenja u toku i pri kraju vrenja stvaraju pahuljice - flokule koje su rezultat slepljivanja njihovih ćelija. Ovo ima praktičan značaj, jer se taloženjem kvasca pivo bistri, a slijepljeni i istaloženi kvasac može ponovo da se koristi za sljedeću proizvodnju. U toku glavnog vrenja dolazi do fermentacije šećera u etanol i CO₂, djelovanjem enzima kvasca, pri čemu se oslobađa toplota. Na dužinu glavnog vrenja utiču temperatura, soj i količina dodatog kvasca, kao i sastav sladovine. Pri temperaturi od 5 do 8 °C glavno vrenje traje oko 4 dana. Glavno vrenje se prekida kada se stvori određena količina diacetila. Pri kraju vrenja mlado pivo se hladi na 3 °C i prebacuje u sudove u kojima će se odvijati naknadno vrenje. Zatim se vrši otakanje mladog piva, pri čemu na dnu posude ostaje talog kvasca. Zatim se vrši otakanje mladog piva, pri čemu na dnu posude ostaje talog kvasca, čiji se srednji sloj sastoji od aktivnih ćelija i ponovo koristi. Naknadno vrenje se odvija pri temperaturi -1 °C, u zatvorenim tankovima, pod pritiskom ugljen-doksida. Naknadno vrenje, u zavisnosti od vrste piva, traje 12-14 dana. Nakon završetka faze naknadnog vrenja, odležano pivo dobija karakteristične senzorne osobine, ali još uvijek nema potrebnu bistrinu. Zbog toga se vrši njegova filtracija, kako bi se odstranile čestice koje stvaraju mutnoću. Pivo treba filtrirati bez prisustva kiseonika. Koloidna stabilnost piva predstavlja jednu od najvažnijih pokazatelja kvaliteta piva, a procjenjuje se na osnovu broja dana u toku kojih se kvalitet piva ne mijenja. Pivo koje je slabije fermentisalo i koje sadrži manje ugljendioksida je manje stabilno. Biološka stabilnost piva se postiže uništavanjem mikroorganizama pasterizacijom. Pivo se pasterizuje pločastim izmjenjivačima toplote na 68-72 °C u trajanju od 30-50 s. Pivo pakovano u limenkama se pasterizuje u tunelskim pasterizatorima po režimu na temperaturi 58-65 °C u trajanju 10-20 minuta. Pasterizacija na višim temperaturama značajno smanjuje kvalitet piva. Pivo može da se puni u staklenu, limenu i plastičnu ambalažu. Pivo se najviše pakuje i konzumira iz staklenih boca, koje mogu biti povratne i nepovratne. Prednost staklenih boca je što se mogu jednostavno oprati. Glavni sastojci piva su voda, alkohol, ugljendioksid i nefermentisani deo ekstrakta osnovne sladovine. Sadržaj alkohola zavisi od sastava sladovine i intenziteta fermentacije. Zavisno od vrste piva, sadržaj alkohola se kreće od 2,8 do 6% vol. Pored etil-alkohola, u pivu se nalaze i male količine viših alkohola i 0,2-0,3% glicerina. U pivu normalno ima 0,35-0,45% ugljen-dioksida. Samo u prekomjerno presićenom pivu ima do 0,7% CO₂. U pivu zaostaju određene količine maltoze i dr. Značajan dio ekstrakta (8-10%) čine azotne materije, kao što su proteini, peptoni, aminokiseline, albumoze, amidi, amonijačne soli. Od ostalih organskih materija ekstrakta se nalaze materije hmelja, obojene materije (melanoidini), organske kiseline mliječna, ćilibarna, jabučna, oksalna. Mineralne materije čine 3-4% sadržaja ekstrakta. To su soli kalijuma i natrijuma (oko 30%), soli fosforne kiseline (oko 30%, kao P₂O₅), soli silicijumove kiseline (oko 10% SiO₂) i male količine kalcijuma, magnezijuma, aluminijuma i gvožđa. Udio ekstrakta piva se kreće 3-10%. Hemijski sastav piva najviše zavisi od koncentracije osnovne sladovine. Značajan dio ekstrakta piva čine koloidne materije. Dekstrini, pentozani, složene azotne materije, hmeljne smole, taninske i obojene materije se nalaze u pivu u obliku koloida i imaju električni naboj. Ukus, pjenušavost, stabilnost piva u velikoj mjeri zavise od sastava i veličine ovih micela. Mineralne materije i kiseline se u pivu nalaze najvećim dijelom kao joni koji se adsorbuju na koloidima i utiču na njihovo naelektrisanje i hidrataciju. Sve ove materije se nalaze u koloidno-hemijskoj ravnoteži.

Pivo ima određenu hranljivu vrijednost jer sadrži ugljene hidrate i azotne materije. Ekstrakt piva se gotovo potpuno iskorišćava u organizmu (do 95%). Oko 60% energetske vrijednosti piva otpada na alkohol koji nije hranljiva materija, jer ne služi za sintezu novih tkiva. Ugljendioksid daje pivu karakter osvježavajućeg pića i povoljno djeluje na rad organa za varenje. Gorke materije hmelja stimuliraju lučenje žuči i poboljšavaju varenje hrane.

34.9.2. HACCP sistem u proizvodnji piva

Kritične kontrolne tačke u proizvodnji piva mogu biti: prijem sirovine, sladovanje – dobijanje slada, fermentacija, pakovanje, skladištenje. Ukoliko nisu ispoštovani principi dobre poljoprivredne prakse, u pivskom ječmu se mogu naći ostaci pesticida. Oni se mogu akumulirati i u pivskom kvascu i tako kontaminiraju i naredne procese fermentacije. Osim što su toksični, pesticidi utiču i na aktivnost enzima tokom procesa sladovanja. Kritične granice ovih supstanci propisuje Codex Alimentarius, a prisustvo teških metala Direktiva 80/776/EC. Gornja granica za sadržaj mikotoksina je do 0,004 mg/L. Uglavnom se mogu naći aflatoksini, ohratoksin A, zearalenon, deoksinivalenol i velika su opasnost za zdravlje. Voda takođe mora biti higijenski ispravna, neke pivare vrše filtraciju vode kroz aktivni ugalj, zatim koriste jonoizmjenjivačke smole kojima se uklanja nečistoća (pesticidi, herbicidi i industrijski otpad). U fazi sladovanja treba obratiti pažnju na mikrobiološke i fizičke opasnosti. Proizvodnja nitrozodimetilamina (NDMA) tokom sladovanja (proizvod reakcije azotmonoksida sa organskim materijama) predstavlja hemijsku opasnost i ne smije preći koncentraciju od 2,5 ppb. Ovo jedinjenje ima kancerogeno dejstvo. Rizici koji se mogu javiti kao posljedica kontaminacije putem vazduha se takođe moraju svesti na najniži nivo. Proces proizvodnje sladovine, tj. ekstrakcije rastvorljivih materija iz slada je takođe izložen riziku od visokog sadržaja nitrozodimetilamina, kao i prisustva ostataka deterdženta. Enterobakterije koje se mogu naći u sladovini su najčešće porijeklom iz kontaminiranog hmelja i dovode do pojave neprijatnog ukusa i fenolnih mrlja. Zato je veoma značajno kontrolisati prisustvo fenola u sladovini, kao hemijske opasnosti. Proces fermentacije se prati mjerenjem specifične težine sladovine i ovim procesom se može upravljati promjenom temperature. Proces fermentacije nije uspješan ako nije došlo do stvaranja potrebne količine etanola, jer je došlo do kontaminacije bakterijama mliječne kiseline (rodovi *Lactobacillus* i *Pediococcus*). Ove bakterije dovode do pojave mrlja u pivu tokom zrenja i čuvanja u bocama. One tokom fermentacije snižavaju pH sa 5,2 na 4,2 što dovodi do neaktivnosti kvasaca. Mikroorganizmi koji uzrokuju kvarenje piva su bakterije mliječne kiseline, bakterije sirćetne kiseline, bakterije iz familije *Enterobacteriaceae*, bakterije iz rodova *Pectinatus* i *Megasphaera* i divlji kvasci. Zrenje obuhvata promjene koje se dešavaju u pivu u periodu od glavne fermentacije do filtracije piva. Piva gornjeg vrenja zriju pri temperaturi 12–20 °C, dok se lager piva drže u mnogo hladnijim uslovima. Dobra proizvođačka praksa je veoma značajna za proizvodnju zdravstveno bezbjednog i kvalitetnog piva. Slad mora da se čuva na suvom i hladnom mjestu da bi se spriječio rast plijesni. Sladovina treba da se proizvodi upotrebom zdravstveno bezbjedne vode i na odgovarajućoj temperaturi. Pravilno dodavanje hmelja, kvasca, pravilno sprovođenje filtracije i biološke stabilizacije su neophodni za postizanje mikrobiološke stabilnosti piva. Veoma je značajno da se pivo puni u hermetički zatvorenim bocama u higijenskim uslovima. Kako bi se spriječila mikrobiološka kontaminacija, neophodno je održavati visoki nivo higijene tokom cijelog procesa proizvodnje. Kiseonik koji se apsorbuje tokom filtracije može ozbiljno da utiče na organoleptičke karakteristike proizvoda. Kritična gornja granica za količinu apsorbovanog kiseonika je 0,2 ppm. Pakovanje može takođe biti kritična kontrolna tačka, jer boce i punilice za pivo mogu biti kontaminirane rastvorima za pranje i dezinfekciju. Do ove kontaminacije često dolazi zbog neispravnog CIP sistema (sistem za pranje u mjestu). Prekomjerna pasterizacija dovodi do oksidacije i tako dovodi do pojave neprijatnog ukusa piva. Kontrola boca nakon pasterizacije je važna, zbog oštećenja koja se mogu javiti tokom pasterizacije. Oprema koja se koristi u proizvodnji piva mora biti standardizovana. Označavanje pakovanja treba da bude u skladu sa zahtjevima Codexa Alimentarius - proizvod mora biti jasno deklarisan, sa navedenom listom sastojaka. Boce se pakuju u kartonske kutije različitih veličina. Opasnosti koje se mogu javiti kod pakovanja su fizičke prirode zbog mogućeg oštećenja boca.

Gotovo pivo se podvrgava hemijskoj, mikrobiološkoj i organoleptičkoj analizi kako bi se obezbijedio njegov kvalitet u okviru propisanih normi.

Pitanja

Opišite tehnološki proces proizvodnje piva. Koje su zdravstvene opasnosti u proizvodnji piva? Koja je dobra proizvođačka praksa u proizvodnji piva? Koje su kritične kontrolne tačke HACCP sistema u proizvodnji piva i zbog čega?

34.10. HACCP sistem u proizvodnji rakije

34.10.1. Tehnologija proizvodnje rakije od šljive

Šljivovica je rakija koja se dobija destilacijom fermentisanog kljuka šljive i koja nakon prve destilacije ima najmanje 25% vol. etanola (meka rakija). Dvostrukom destilacijom se dobija kvalitetna rakija - prepečenica koja ima 40-45% etanola i kao takva se plasira na tržište. Osnovne tehnološke operacije pri proizvodnji šljivovice su: branje plodova šljive, pranje plodova, otkošćavanje i usitnjavanje plodova, fermentacija, destilacija kljuka i odležavanje rakije. Branje plodova se najčešće vrši ručno protresanjem stabala. Plodovi se pri padu na zemlju prljaju i oštećuju, tako da prostor ispod stabala voćki treba prekriti najlonom. Da bi se uklonile eventualno prisutne nečistoće i mikroorganizmi, sakupljeni plodovi se peru. Berba je jedan od najznačajnijih koraka u proizvodnji rakije. Voće u trenutku berbe treba da je u punoj zrelosti, jer tada sadrži maksimalnu količinu šećera i najintenzivniju sortnu aromu - koja je veoma važna za proizvodnju rakije. Trulo i pljesnivo voće se ne smije koristiti za proizvodnju rakije. Od svih sastavnih komponenti ploda voća (voda, celuloza, skrob, šećer, kiseline, tanin, dekstrini, proteini, mineralne materije, enzimi i bojene materije), za proizvodnju domaće rakije od najvećeg značaja su šećer, određene kiseline, tanini i aromatične materije, koje direktno utiču na kvalitet rakije. Voće, kada je potpuno zrelo pada samo od sebe ili pri malom potresu stabla i tada ga treba brati. Čim otpadne, voće treba pokupiti, odmah staviti u posudu za vrenje i poklopiti. Kao posudu za vrenje najbolje je koristiti drvenu bačvu (kacu) sa poklopcem. Da bi fermentacija što ranije počela, vrši se usitnjavanje i muljanje plodova. Muljanje treba obaviti tako da ne dođe do drobljenja koštice, ili da procenat izdrobljene koštice bude ispod 1.5%. U suprotnom, dolazi do pojave mirisa na badem - zbog prisustva amigdalina, iz kojeg se stvaraju i toksična jedinjenja kao što su benzaldehid, cijanovodonična kiselina i kancerogeni etilkarbammat. Zato je pri proizvodnji rakije preporučljivo potpuno ukloniti koštice iz plodova koštičavog voća. Punjenje posuda za vrenje treba završiti najduže za jedan dan. Punjenje u dužem vremenskom periodu je štetno, jer dovodi do sirćetnog ukiseljavanja. U napunjene posude se dodaju selekcionisane kulture kvasaca i materije kojima se kvasci hrane - azotna jedinjenja i vitamini. Kiselost ploda šljive je 3.8-4.0, tako da se vrši korekcija kiselosti do pH 3.2 dodatkom sumporne ili fosforne kiseline. Odgovarajuća temperatura za fermentaciju je 16-20 °C, pri kojoj fermentacija traje oko dvije nedjelje. Prilikom vrenja na površinu kace izlaze čvrsti djelovi prevrelog voćnog kljuka, koji formiraju sloj koji se zove klobuk. Klobuk je šupljikav, suši se, izložen je vazduhu i u njemu se razvijaju bakterije sirćetne kiseline. Kada prestane da se oslobađa ugljendioksid i klobuk potone, smatra se da je vrenje završeno. Sigurni pokazatelj završetka vrenja je kada se Eksleovim širomjerom izmjeri vrijednost od 8-20 °Oe (°Oe - stepen Eksleove skale (Oechsle scale)). Oechsle -ovim stepenima se izražava razlika u specifičnoj zapreminskoj masi između kljuka i vode i gotovo je u potpunosti posljedica rastvorenog šećera u kljuku. Broj stepeni Oechsle (°Oe) odgovara broju grama razlike između mase jednog litra kljuka i jednog litra vode, mjereno pri temperaturi od 20 °C. Oechsleova skala se koristi za predviđanje maksimalne količine alkohola u rakiji i vinu. Destilacija se obavlja u kazanima za destilaciju. Kazan za destilaciju se ne puni do vrha, nego najviše do 60% zapremine. Destilacija ima za svrhu da se iz fermentisanog kljuka izdvoje isparljiva jedinjenja u tečni destilat - rakiju. Kondenzacijom se pare alkohola i drugih isparljivih jedinjenja pretvaraju u tečnost. Isparljivi sastojci

kljuka sastoje se iz velikog broja jedinjenja, koja pored vode i alkohola takođe prelaze u destilat. To su aromatične isparljive kiseline, estri, viši alkoholi itd. Neka od ovih jedinjenja treba pri destilaciji izbjeći (naročito više alkohole). Destilacija se izvodi frakciono. Postoje tri frakcije: prva, srednja i poslednja. Kada potekne prvi tanki mlaz rakije, to je prvijenac, koji sadrži veliki procenat lako isparljivih jedinjenja koja kvare miris rakije i mora se odvojiti u količini 0,3-0,6 % od zapremine kotla (3 - 6 dl na 100 L kljuka). Za dobijanje kvalitetne rakije se radi ponovna destilacija i za nju se izdvaja srednja frakcija. Drugom destilacijom se u rakiji povećava sadržaj alkohola, ali se vrši i njeno prečišćavanje od nepoželjnih jedinjenja. U prepečenici se koncentrišu aromatična jedinjenja koja joj daju poseban ukus i miris na šljivu. Dobijena rakija se može dalje razblažiti destilovanom vodom, do željenog procenta alkohola. Minimalno vrijeme koje je potrebno da rakija nakon proizvodnje odleži je 6-8 nedelja na sobnoj temperaturi.

34.10.2. Tehnologija proizvodnje rakije od vinove loze - lozovače

Lozovača je rakija koja se dobija destilacijom fermentisanog kljuka grožđa i sadrži 40-45% vol etanola. Prije muljanja grožđa treba ukloniti peteljku. Fermentacija se može odvijati spontano ili uz dodatak selekcionisane kulture kvasaca. Vrijeme trajanja fermentacije je oko deset dana na temperaturi 16-20 °C. Smatra se da je fermentacija završena kada prevreli kljuk pokaže vrijednost 0-3 °Oe, što se mjeri uz pomoć Eksleovog širomjera. Destilacija prevrelog kljuka se obavezno radi dvostruko (dva puta) - prvo se dobija sirova meka rakija koja se zatim redestiliše. Prvijenac se izdvaja u količini od 1% kapaciteta kazana, a zatim se prihvata srednja frakcija destilata. Svođenje destilata na željenu jačinu se izvodi dodavanjem destilovane vode.

34.10.3.. Zdravstvene opasnosti i kritične kontrolne tačke u proizvodnji rakije

U proizvodnji rakije se dešavaju prevare od strane proizvođača. Često se prodaju od strane neregistrovanih proizvođača, van prodajnih mjesta, sumnjivog kvaliteta, jer nema sigurnih informacija o tome da li je rakija zaista proizvedena od voća, koliki je procenat alkohola u rakiji, da li su korišćene zamjene za voće, da li je dodavan šećer i arome voća, da li ispunjava zahtjeve prema Pravilniku itd. Veoma je značajno vršiti laboratorijska ispitivanja kvaliteta rakija, jer ona mogu dati odgovor na ova pitanja. Potrošač nije u mogućnosti da odredi kvalitet rakije tokom kupovine. Na flaši treba da bude istaknuta deklaracija, na kojoj jasno treba da pišu informacije o sadržaju, porijeklu rakije i dr. Kritične kontrolne tačke u HACCP sistemu u proizvodnji rakije mogu biti berba voća, prijem voća, fermentacija kljuka, destilacija, redestilacija, odležavanje, dodavanje vode, pakovanje, čuvanje rakije. Naročito su značajni rizici od hemijskih opasnosti, zbog mogućnosti kontaminacije voća pesticidima i teškim metalima, kao i sadržaja alkohola i drugih toksičnih jedinjenja u kljuku i destilatu. Rakija ne smije da sadrži štetne materije u količinama većim od dozvoljenih, kao što su metanol i etanol, koji su otrovni. Iako su alkoholna pića relativno mikrobiološki bezbjednija od hrane zbog visokog sadržaja alkohola, opasnosti i rizici se moraju identifikovati, kako bi proizvod bio zdravstveno bezbjedan.

34.11. Tehnologija proizvodnje likera

Likeri su jaka alkoholna pića, koja prema Zakonu o jakim alkoholnim pićima moraju da sadrže najmanje 15 %vol. etanola i 100 g šećera/L (izuzetak je liker od trešanja/višanja kojem se dodaje 70 g/L i liker od lincure kojem se dodaje 80 g šećera/L). Etil alkohol i destilat koji se koriste u proizvodnji likera i drugih jakih alkoholnih pića mora biti poljoprivrednog porijekla i ne smije da sadrži furfural, niti više od 30 g metanola/hektolitr 100% vol. etanola. Likeru, kao ni drugim jakim alkoholnim pićima se ne smije se dodavati etil alkohol sintetičkog porijekla. Za proizvodnju likera se uglavnom koriste kvalitetne rakije od grožđa i jabuka. U proizvodnji likera najčešće se koristi metoda maceracije. Ovom metodom se vrši ekstrakcija aromatičnih jedinjenja iz biljnog materijala u alkoholno-vodenom rastvoru - tj. rakiji. Prije maceracije se vrši usitnjavanje voća da bi se dobili bolji rezultati maceracije. Prilikom maceracije mogu se dodati i pektinolitički enzimi koji će razložiti

pektin voća i učiniti liker stabilnijim. Pektin je jedinjenje koje nije rastvorljivo u alkoholu i ukoliko se ne razloži, u gotovom liker u se taloži na dnu boce. Maceraciju treba obaviti u dobro zatvorenim posudama od inoksa (nerđajućeg čelika) ili u staklenim bocama. Plastika se ne preporučuje. Liker se može proizvesti i na drugi način - miješanjem svježeg soka voća (25-30L) sa rakijom (100 L). Prethodno je potrebno voćnu kašu ili kasnije sok tretirati pektinolitičkim enzimom, čime se obezbjeđuju veća iskoristivost soka i stabilnost likera (bez zamućenja). U proizvodnji likera za maceraciju se može koristiti voće, cijelo suvo ili svježe bilje, ili samo lišće, korijenje, sjemenke, cvjetovi biljaka. Treba imati u vidu da voće za maceraciju treba da bude potpuno zdravo i čisto. Ne preporučuje se usitnjavanje voća na veoma sitne komade, jer je kasnije filtracija macerata teža. Kod određene vrsta voća preporučuje se uklanjanje koštica (na primjer kod višnje, trešnje). Takođe je vrlo značajno voditi računa da ne dođe do lomljenja koštica. Bilje se cijelo uranja u alkohol, dok se korijen siječe na kriške. Nakon filtracije, maceratu se dodaje šećer. Šećer se može dodati i na početku maceracije, radi bržeg otapanja šećera.

Pitanja

Opišite tehnološki proces proizvodnje rakije šljivovice. Opišite tehnološki proces proizvodnje rakije lozovače. Koje su zdravstvene opasnosti u proizvodnji alkoholnih pića? Koje su kritične kontrolne tačke u proizvodnji rakije? Opišite tehnološki proces proizvodnje likera.

34.12. Mikrobiološka, hemijska i fizička kontaminacija povrća

Mikrobiološka kontaminacija

Usljed mikrobiološkog kvarenja gubi se 30% - 50% količine povrća namijenjenog za ljudsku upotrebu. Kvarenje u prvom redu izazivaju bakterije, zatim kvasci i plijesni. S obzirom na hemijski sastav povrća i sadržaj velike količine vode, ono predstavlja veoma dobar supstrat za razmnožavanje mikroorganizama. Najveći broj mikrororganizama se nalazi na površini povrća. Međutim, mogu dospjeti i u unutrašnjost biljke preko prirodnih otvora - stoma koje imaju funkciju u respiraciji i transpiraciji biljke, zatim preko pukotina, oštećenja koje izazivaju insekti, mehaničkim oštećenjima tokom branja, transporta i sl. Svježe povrće je tokom gajenja u neposrednom kontaktu sa zemljištem, koje je najveći izvor različitih mikroorganizama. Na taj način dolazi do njegove kontaminacije mikroorganizmima, preko otpadnih voda, đubriva, kontakta sa životinjama i ljudima. Nakon berbe se povećava broj mikroorganizama, a njihov broj zavisi od higijenskih uslova, brzine i načina berbe i dr. Ukoliko se povrće skladišti u gomilama, dolazi do povećanja temperature i oslobađanja vode. Tako se stvaraju vrlo povoljni uslovi za razmnožavanje mikroorganizama, koji već za nekoliko sati dovode do kvarenja povrća. Mikrobiološko kvarenje povrća se ispoljava razmekšavanjem, pojavom plijesnivosti, promjenom boje, ukusa i mirisa (vrenje i truljenje), oslobađanjem gasova. Od mikotoksina u povrću se najčešće nalaze aflatoksini, ohratoksin A, patulin, toksini plijesni roda *Alternaria*. Mikroorganizmi koji se najčešće nalaze u povrću su: *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Proteus vulgaris* i *P. mirabilis*, *Escherichia coli*, kvasci: *Candida*, *Saccharomyces* i *Rhodotorula*, plijesni rodova *Alternaria*, *Geotrichum*, *Aspergillus*, *Penicillium* (*Penicillium expansum*), *Botrytis cinerea* (sivo plijesnivo kvarenje), *Sclerotinia sclerotiorum* (vođeno mekano kvarenje povrća), *A. niger* (crno plijesnivo kvarenje - stvaranje tamno smeđih i crnih kolonija na površini povrća).

Hemijska kontaminacija

Nakon tretiranja biljaka, jedan dio pesticida ostaje na biljkama i naziva se ostatkom (reziduom) pesticida. Rezidue pesticida mogu da se nađu kako u svježem povrću, tako i u proizvodima od povrća. Od pesticida se najviše primjenjuju herbicidi – sredstva za uništavanje korova (preko 40%); insekticidi – sredstva za kontrolu insekata (preko 30%); fungicidi – sredstva za kontrolu gljivičnih

oboljenja (preko 20%). Najznačajniji su organohlorni pesticidi, zatim organofosforni pesticidi, karbamati, sintetski piretroidi itd. Prirodni zagađivači životne sredine nastaju tokom prirodnih pojava (vulkanske erupcije, pješčane oluje, zemljotresi, šumski požari, tajfuni, poplave). Vještački zagađivači su posljedica aktivnosti čovjeka, kao što je nekontrolisano spaljivanje otpada. Najpoznatiji kontaminanti hrane koji nastaju aktivnošću čovjeka su: dioksini, policiklični aromatični ugljovodonici, polihlorovani bifenili, teški metali, radioaktivni elementi. Sredstva za pranje i čišćenje, aditivi, određene supstance koje ulaze u sastav ambalaže su takođe hemijski kontaminanti.

Fizička kontaminacija

Fizički kontaminanti dolaze u hranu prilikom lomljenja i habanja ambalaže, alata, opreme i sl. Oni utiču negativno na zdravlje ljudi. Fizički kontaminanti mogu biti: staklo, metal, kamenje, grančice, peteljke, lišće, drvo, nakit. *Kritične kontrolne tačke u proizvodnji i preradi povrća su:* branje, pranje, sortiranje, mikrobiološka ispitivanja, kontrola hemijskog sastava (sadržaj vlage, isparljivih ulja, sadržaj pepela), sušenje (kontrola aktivnosti vode, kontrola sadržaja aflatoksina, pakovanje, skladištenje (na primjer, suhu papriku ne treba čuvati u skladištima sa sadržajem vlage većim od 70% i temperaturom iznad 5 °C. Ne smije biti insekata, glodara i dr.

34.13. Sanitacija pogona za preradu voća i povrća

Mjere sanitarne zaštite su veoma značajne u borbi protiv patogenih mikroorganizama i mikroroganzama koji dovode do kvara hrane. Na zdravstvenu bezbjednost i dužinu trajanja proizvoda značajno utiče stepen mikrobiološke kontaminacije tokom proizvodnje, prerade, čuvanja i distribucije. Sprovođenje strogih mjera sanitacije je neophodno da bi se dobio zdravstveno bezbjedan proizvod. Pod sanitacijom u proizvodnji hrane se podrazumijeva skup mjera koje se sprovode u cilju održavanja higijenskih uslova. Sanitacija se smatra osnovom sistema zdravstvene bezbjednosti hrane. Program higijene u pogonima za preradu voća i povrća se bazira na istim principima kao i u drugim pogonima za proizvodnju hrane. Ovaj program obuhvata dizajn objekta i opreme u skladu sa higijenskim standardima, obuku radnika, upotrebu odgovarajućih sredstava za čišćenje, pranje i dezinfekciju, usvajanje efikasnih procedura pranja i ocjenu uspješnosti programa putem vizuelne inspekcije i laboratorijskih ispitivanja. Krajnji cilj sprovođenja programa higijenskih mjera je dobijanje zdravstveno bezbjednog proizvoda. Ako su fabrika i oprema dizajnirani u skladu sa higijenskim standardima, čišćenje i pranje se lakše i uspješnije sprovodi. Oprema u pogonima za preradu voća i povrća treba da budu glatke i nepropustljive, kako se na njoj ne bi zadržavale čestice hrane. Oprema treba da bude bez pukotina i džepova u kojima se može nakupljati nečistoća. Objekat treba obezbijediti od ulaska štetočina. Provjera prisustva štetočina je važna preventivna higijenska mjera. Za sirovine i drugi materijal treba obezbijediti adekvatan skladišni prostor. Nedostatak prostora u proizvodnom pogonu otežava sprovođenje higijenskih mjera i povećava rizik od kontaminacije, povreda radnika i oštećenja opreme. Program sprovođenja sanitacije započinje postupcima za sprečavanje i smanjenje kontaminacije sirovina, vode, vazduha. Veoma je važno spriječiti kontaminaciju sirovine, koja može biti značajan izvor mikroorganizama. Postupcima pranja i ljuštenja voća i povrća se mogu fizički ukloniti mikroorganizmi. Pravilnim konzervisanjem i čuvanjem voća i povrća na niskim temperaturama se dodatno obezbjeđuje zdravstvena bezbjednost proizvoda. Metodom sterilizacije hrane se uništavaju patogene bakterije. Postupci konzervisanja voća i povrća obuhvataju punjenje hrane u metalne, staklene ili plastične posude, zatim njihovo hermetičko zatvaranje i tretman visokom temperaturom – sterilizacija. Sterilizacijom se uništavaju spore *Clostridium botulinum* i drugih štetnih mikroorganizama. Snabdijevanje dovoljnom količinom higijenski ispravne vode je od ogromnog značaja za zdravstvenu bezbjednost proizvoda. Nephodno je koristiti odgovarajuća sredstva za pranje i dezinfekciju površina objekta, opreme, radnih površina, pribora i dr. Šećeri i ostala jedinjenja koja se lako rastvaraju u vodi mogu se uspješno ukloniti uz pomoć tople vode temperature 60 do 80 °C. Međutim, ukoliko su se stvorile naslage nečistoće, pranje samo vodom nije dovoljno efikasno. Naslage nečistoće se uspješno mogu ukloniti upotrebom mlaza

vode pod pritiskom. Temperatura mlaza vode ne treba da bude veća od 60 °C, jer bi došlo do lijepljenja nečistoće za površine i razmnožavanja mikroorganizama u njoj. Da bi se uklonile stvorene naslage, nakon pranja vodom se može koristiti i neko kiselo sredstvo. Kisela sredstva na bazi peroksisirćetne kiseline se koriste i za uništavanje mikroorganizama u cijevima za dovod vode za pranje voća i povrća. Nakon toga se vrši dezinfekcija. Hlor i njegova jedinjenja predstavljaju najefikasnija halogena sredstva za sanitaciju pogona za proizvodnju hrane, kontejnera i za dezinfekciju vode. Kalcijum hipohlorit i natrijum hipohlorit se najčešće koriste za dezinfekciju u fabrikama za preradu voća i povrća. Hlor kao gas je jeftiniji, ali su kalcijum hipohlorit i natrijum hipohlorit jednostavniji za primjenu. Rastvori hipohlorita su osjetljivi na promjene temperature, prisustvo organske materije i promjene pH. Korozivna su i iritiraju kožu, pa treba biti oprezan prilikom njihove primjene. Jedinjenja kvaternernog amonijuma su djelotvorna protiv većine bakterija i kvasaca. Otporna su na promjene temperature, rastvorljiva u vodi, bez boje i mirisa, nisu korozivna za metale, ne iritiraju kožu u uobičajenim koncentracijama. Bolje uklanjaju nečistoću od drugih sredstava. Najbolje uništavaju mikroorganizme pri pH 6 i preko 6. Imaju slabije dejstvo na bakterije ako se miješaju sa sredstvima za pranje ili ako se rastvaraju u tvrdoj vodi. Postupak sanitacije površina objekta za preradu povrća i voća ima, dakle, nekoliko faza: prvo se vrši pretpranje nečistih površina (zidova, tavanica, podova) vodom temperature 55 °C, a zatim pranje rastvorom nekog kiselog sredstva. Ako je prisutan neki metal, sem nerđajućeg čelika, umjesto kiselog sredstva za čišćenje koristi se alkalno sredstvo. Sredstvo za čišćenje treba da djeluje 10-20 minuta. Nakon toga se ovo sredstvo ispira u trajanju od jednog minuta – na isti način kako se vrši i pretpranje, upotrebom vode temperature 50 °C- 55 °C. Zatim treba detaljno provjeriti čistoću površina i ako je potrebno ponoviti postupak pranja. Za dezinfekciju opranih površina koristi se sredstvo na bazi hlora. Ovo sredstvo treba da ima koncentraciju 100 ppm i obično se nanosi prskanjem. Vodovodne cijevi kojima se dovodi voda za pranje povrća se pere i dezinfikuje na isti način. Najčešći metodi uništavanja mikroorganizama su primjenom temperature, hemijskih sredstava, zračenja, a najčešće metode inhibicije razvoja mikroorganizama su hlađenje, dehidracija i fermentacija. Kada je u pitanju dezinfekcija sirovina, sirćetna kiselina (5%) i rastvori peroksisirćetne kiseline su efikasni u smanjenju broja *Escherichia coli* O157:H7 u jabukama za proizvodnju sirćeta. Ispiranje kiselim rastvorom natrijum hlorigida je takođe dobro sredstvo za dezinfekciju. Ozonom se može postići uspješna dezinfekcija sirovina, materijala za pakovanje i proizvodne okoline. Primjenjuje se za dezinfekciju jabukovog sirćeta i soka od narandže, umjesto pasterizacije, u cilju smanjenja broja bakterija *E. coli* O157:H7 i *Salmonella spp.* Ozon je nestabilan gas koji lako stupa u reakciju sa organskim supstancama. Interaguje sa membranama mikroorganizama i denaturiše njihove metaboličke enzime. Vrš brzu oksidaciju mikroorganizama u rastvoru, što je pozitivno svojstvo. Lična higijena radnog osoblja je od ključne važnosti u održavanju higijene proizvodnje.

Pitanja

Koje su zdravstvene opasnosti u proizvodnji povrća? Kako se vrši sanitacija pogona za preradu voća i povrća? Kako se sprovodi postupak sanitacije pogona za preradu voća i povrća? Koji se dezinficijensi koriste za dezinfekciju pogona za preradu voća i povrća?

34.14. Dobra proizvođačka praksa u proizvodnji mikrobilja

Mikrobilje predstavlja mlade i nježne jestive sadnice koje se proizvode od sjemena različitih vrsta povrća, aromatičnog bilja i dr. Može se uzgajati u staklenicama, na otvorenom, u zemljištu ili na alternativnim supstratima za uzgoj - u prisustvu svjetlosti. Ono ima duži period rasta od klica i jestiv je samo nadzemni dio. Može se stavljati na tržište dok je još na supstratu, čime se može obezbijediti duži rok trajanja proizvoda. U odnosu na zrelo povrće, sadrži veću količinu nutrijenata. Obično, zavisno od vrste mikrobilja, reže se 7-21 dan nakon nicanja, kada kotiledoni otpadnu i kada se razviju prvi pravi listovi. Mikrobilje tada obično dostigne visinu 3 do 9 cm - mjerno iznad linije supstrata. Proizvodnja klica i mikrobilja se razlikuje: sjeme mikrobilja se kratko vrijeme natapa vodom, uglavnom se uzgaja na supstratu i koristi se za ishranu nakon rezanja i bez korijena. S druge strane,

klice se jedu zajedno sa korijenom. Zato se klice smatraju mnogo rizičnijom hranom u pogledu zdravstvene bezbjednosti od mikrobilja. Mikrobilje gajeno u hidroponskom sistemu je podložnije kolonizaciji bakterija u odnosu na druge sisteme. Bejbi povrće je slično mikrobilju, s tim što se bere kasnije od mikrobilja, ali prije nego biljke dostignu punu zrelost. Mikrobilje sadrži više vitamina, minerala i antioksidanata od zrelog povrća. Mikrobilje se može kontaminirati u bilo kojoj fazi proizvodnje. Kritična kontrolna tačka (CCP) je korak u procesu proizvodnje gdje se opasnost visokog rizika može ukloniti ili svesti na prihvatljiv nivo. Kontrole vode za navodnjavanje, supstrata za uzgoj, sjemena, pranja, rezanja i čuvanja proizvoda predstavljaju kritične kontrolne tačke. Oštećenje biljke tokom rezanja olakšava kontaminaciju patogenim mikroorganizmima. Pošto se mikrobilje najčešće reže ručno, rizik su i proizvođači koji ne održavaju adekvatnu higijenu. Voda kojom treba navodnjavati mikrobilje mora odgovarati higijenskim zahtjevima vode za piće. Supstrat ne bi trebalo da sadrži štetne mikroorganizme, teške metale i druge zagađujuće materije. Patogeni često mogu kontaminirati sjeme. Zbog toga su važni postupci adekvatne dezinfekcije sjemena. Jedan od dezinficijenasa koji se koristi za dezinfekciju sjemena je kalcijum hipohlorit. Pranje mikrobilja prije pakovanja dovodi do smanjenja početnog broja mikroorganizama, ali stvara vlažnu sredinu koja stimuliše rast mikroorganizama, zbog čega je neophodno ukloniti višak vode. Neadekvatna higijenska praksa poljoprivrednih proizvođača predstavlja veliki rizik za bezbjednost hrane. Posude koje se koriste za uzgoj mikrobilja prije ponovne upotrebe treba dezinfikovati. Opremu za rezanje mikrobilja takođe treba dezinfikovati i izbjegavati njen kontakt sa podlogom za rast mikrobilja. Važan faktor za očuvanje mikrobilja je način skladištenja. U zavisnosti od sorte i uslova skladištenja, kvalitet se može očuvati čak i preko 14 dana. Mikrobilje se najčešće čuva na temperaturi od 5 °C, a ono koje je otporno na nastanak oštećenja od hlađenja može se držati i na temperaturi 0 do 1 °C. Prskanje mikrobilja sa 10 mM kalcijum hlorida dnevno prije samog rezanja smanjuje broj mikroorganizama tokom skladištenja, odnosno kvarenje. Adekvatna higijena, gustina biljaka u cilju postizanja dobre cirkulacije vazduha i druge mjere dobre proizvođačke prakse su neophodni da se spriječi pojava bolesti. Upotreba sterilne podloge umjesto zemljišta takođe smanjuje mogućnost pojave bolesti. Glavni problem koji se može javiti kod upakovanog mikrobilja je truljenje, koje se manifestuje neprijatnim mirisom, promjenom boje i omekšavanjem biljnog tkiva. Ovo se naročito dešava kada je temperatura skladištenja iznad optimalne.

Pitanja

Šta je mikrobilje, klice i bejbi bilje? Koja je dobra proizvođačka praksa u proizvodnji mikrobilja? Koje su opasnosti u proizvodnji mikrobilja i koji su izvori kontaminacije? Koje su kritične kontrolne tačke u proizvodnji mikrobilja?

34.15. HACCP sistem u proizvodnji proizvoda od povrća

U proizvodnji proizvoda od povrća, u cilju uspostavljanja funkcionalnog HACCP sistema je veoma značajno prethodno sprovesti programe dobre poljoprivredne prakse i dobre proizvođačke prakse. HACCP se zasniva na dva važna koncepta u proizvodnji zdravstveno bezbjedne hrane: prevenciji i dokumentovanju.

34.15.1. HACCP sistem u proizvodnji sušene mljevene crvene paprike

Kvalitet i zdravstvena bezbjednost crvene sušene mljevene paprike se obezbjeđuje ispravnim sprovođenjem postupaka sadnje, gajenja, berbe paprike do prodaje gotovog upakovanog proizvoda. Suva ljuta paprika je proizvod koji je podložan rastu plijesni i kontaminaciji mikotoksinima - ukoliko se proizvodnja vrši u neadekvatnim mikroklimatskim i tehnološkim uslovima (vlažnost vazduha, temperatura vazduha, način skladištenja i sušenja i dr.). Vrste plijesni *Aspergillus fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger*, *A. ochraceus* su nađene u različitim vrstama paprike. Biljke se najčešće kontaminiraju sa *Aspergillus spp.* tokom gajenja, tako da je kasnije veoma teško u potpunosti

spriječiti stvaranje aflatoksina. Aflatoksini su otporni na termičku obradu i druge operacije u preradi hrane i zato se mogu naći i u finalnom proizvodu. Nakon berbe paprike vrše se operacije sortiranja zdravih plodova, pranja, sječenja, odstranjivanja sjemena, sušenja, mljevenja i pakovanja. Sortiranjem se odstranjuju stabljike i pljesnivi plodovi. Operacija sušenja se vrši u pećnici ili na suncu. Mljevenjem se postiže potrebna usitnjenost proizvoda. Nakon mljevenja, proizvodi se čuvaju upakovani ili neupakovani – u rasutom stanju. *Kritične kontrolne tačke tokom proizvodnje sušene mljevene crvene paprike* mogu biti sortiranje, pranje, sušenje, skladištenje i pakovanje. Tokom sortiranja, uklanjanje pljesnivih i pokvarenih plodova, nečistoće i drugih stranih materija je veoma značajno da ne dođe do kontaminacije zdravih plodova paprike. Tokom sortiranja plodova, pregleda se njihova boja, miris, prisustvo nečistoće. U ovoj fazi se uzima uzorak i za mikrobiološka i hemijska ispitivanja. Nakon sortiranja, plodove paprike treba dobro oprati kako bi se uklonila nečistoća. Zatim se vrši sušenje paprike. Cilj sušenja je da se odstrani voda (smanji aktivnost vode), kako bi se spriječio razvoj mikroorganizama, u prvom redu plijesni. Nakon sušenja na suncu u trajanju 12-15 dana, u paprici dolazi do smanjenja sadržaja vlage na 7,35% (sa 90,8%). Pri tome treba voditi računa da se sušenjem ne naruši kvalitet proizvoda. Rizik za kontaminaciju plijesnima se povećava tokom sušenja na suncu - preko vazduha i zemlje. Zbog toga je bolje sušiti u pećnici, kao i zbog kraćeg vremena sušenja. Sušenjem u pećnici je izbjegnuto uticaj spoljašnjih faktora kao što su kontakt sa pticama, prašinom, uticaj vjetrova, promjene temperature. Prije pakovanja treba izvršiti analizu sušene paprike na prisustvo aflatoksina. Ako je količina veća od dozvoljene vrijednosti, proizvod se odlaže u posebnu prostoriju. U cilju uklanjanja aflatoksina, može se izvršiti tretman zračenjem. Prerađene paprike treba što prije upakovati, kako ne bi došlo do povećanja sadržaja vlage u njima i mikrobiološke kontaminacije. Brzim pakovanjem se sprečava da nečistoća iz okoline dospije u proizvod. Veoma je važno spriječiti hemijske reakcije proizvoda sa ambalažnim materijalom, kao i migraciju supstanci iz ambalažnog materijala u proizvod. Materijal za pakovanje treba da bude otporan na fizička dejstva i apsorpciju vlage iz spoljašnje sredine. Skladištenje proizvoda treba da bude u čistim skladištima i u kontrolisanim mikroklimatskim uslovima. Ukoliko se proizvod čuva neupakovan - u rasutom stanju, ova faza takođe predstavlja kritičnu kontrolnu tačku. Proizvod se ne smije čuvati u skladištima u kojima je relativna vlažnost vazduha veća od 70% i temperatura vazduha veća od 5 °C. Uslovi u skladištu, temperatura i vlažnost vazduha se moraju redovno kontrolisati. U skladištima ne smiju biti prisutni insekti i glodari koji mogu kontaminirati proizvod i smanjiti njegov kvalitet. Kritične kontrolne tačke u proizvodnji *sušene crvene paprike* su *dehidracija i sterilizacija*. Sprovođenje HACCP plana će biti uspješno kada se uspostave i drugi postupci kao što su sanitarni standardni operativni postupci (SSOP) i dobra proizvođačka praksa (GMP).

34.15.2. *HACCP sistem u proizvodnji čipsa od krompira*

Osnovne tehnološke operacije u proizvodnji čipsa su: sortiranje krompira, pranje, ljuštenje, sječenje na tanke kriške, blanširanje, sušenje, prženje, cijedenje viška ulja, dodavanje začina, pakovanje, skladištenje i transport. Nakon sortiranja zdravog krompira odgovarajućeg prečnika (45 - 70 mm) i sa najmanje 20% suve materije, vrši se njegovo pranje hladnom vodom. Pranjem se odstranjuje nečistoća, zemlja, mulj, pijesak itd. koji su porijeklom iz polja i tokom vađenja krompira. Očišćeni i oguljeni krompir treba ponovo pregledati da li je prisutna neka bolest, strane primjese, zelena boja krompira i sl. i takve krtole treba isključiti. Zatim se krompiri mašinski sijeku na kriške debljine 1,20-1,70 mm. Nakon rezanja vrši se ponovo pranje vodom, kako bi se odstranio škrob koji se stvara na kriškama nakon sječenja. Nakon pranja vrši se blanširanje u vrućoj vodi temperature 80 -85 °C 4 minuta ili na vodenoj pari. Osim toga što se sprečava tamnjenje kriški - zato što se sa njihove površine odstranjuju redukujući šećeri, želatinizacijom površinskog škroba se smanjuje količina upijenog ulja tokom prženja. Nakon blanširanja kriške se suše, a zatim prže. Sušenjem prije prženja se smanjuje sadržaj vlage i značajno smanjuje apsorpcija ulja i povećava hrskavost čipsa. Temperatura prženja se podešava na 175 ±10 °C, a vrijeme prženja na 1,5 do 3 minuta (prihvatljive granice su 2 do 4 minuta). Nakon prženja kriške se cijede kako bi se odstranio višak ulja. Nakon cijedenja, kriške se

hlade. Ohlađene kriške treba da budu hrskave konzistencije. Ohlađene kriške se zatim ubacuju u miješalicu u kojoj su dodati začini, gdje će se oni ravnomjerno rasporediti u čipsu. Začinjene kriške se transportuju do mašine za pakovanje. Temperatura vazduha u prostoriji za pakovanje treba da bude 20-25 °C, a vlažnost vazduha 40-60%. Tokom punjenja, pakovanje treba da bude ispravno zaptiveno i sa odgovarajućom koncentracijom azota. Prženje i pakovanje su *glavne kritične kontrolne tačke*. Tokom prženja se stvaraju štetne termostabilne hemijske supstance, kao što je kancerogena supstanca akrilamid. Prisustvo fizičkih, hemijskih i mikrobioloških opasnosti u začinima, hemijskih opasnosti u materijalu za pakovanje, skladištenje i distribucija takođe mogu biti kritične kontrolne tačke.

Pitanja

Opišite tehnološki proces proizvodnje sušene crvene mljevene paprike. Koje su kritične kontrolne tačke u proizvodnji sušene mljevene paprike i zbog čega? Opišite tehnološki proces proizvodnje čipsa. Koje su kritične kontrolne tačke u proizvodnji čipsa i zbog čega?

34.16. HACCP sistem u proizvodnji žitarica

33.16.1. Mikrobiološka, hemijska i fizička kontaminacija žitarica

Žitarice su jednogodišnje biljke iz porodice trava (*Gramineae*), čiji su zrnasti plodovi (žita) namijenjeni za ishranu ljudi i životinja. Još se nazivaju i cerealije ili hlebna žita. Plodovi žitarica su značajan izvor ugljenih hidrata, bjelancevina, celuloze, mineralnih materija i vitamina. U ishrani se najčešće koriste pšenica, raž, ječam, pirinač, ovas i kukuruz. Pored njih, u žitarice spadaju i proso, sirak, heljda, kao i hibrid pšenice i raži - tritikale. Prema određenim botaničkim osobinama, žita se dijele na prava - strna, koja imaju cvijet u obliku klasa i prosolika žita čiji je cvijet u obliku metlice. U strna žita svrstavaju se pšenica, raž, ječam i ovas, a u prosolika pirinač i kukuruz. Pravilnikom o minimalnom kvalitetu žita, mlinskih i pekarskih proizvoda od žita i tjestenina žitarice su definisane kao zrna biljaka iz porodice *Gramineae* namijenjena za ljudsku upotrebu i industrijsku preradu. Oljuštena žita su proizvodi koji su dobijeni skidanjem pljevice sa zrelih i dobro očišćenih zrna žita. Neoljuštena žita su proizvodi koji sadrže pljevicu. Primjese su sve strane materije koje nijesu zrna žita i zrna koja imaju neki vid oštećenja (lomljena zrna, proklijala zrna, crne primjese i dr. Lomljena zrna su zrna koja nijesu oštećena u vidu nagriženih ili ubodenih mjesta. Proklijala zrna su zrna kod kojih se okom može uočiti proces klijanja. Crne primjese su strano sjeme biljaka - koje ne pripadaju žitu, oštećena zrna - zrna koja nisu za ljudsku upotrebu zbog truleži uzrokovanog plijesnima ili bakterijama, zrna oštećena samozagrijavanjem ili sušenjem pri ekstremnim temperaturama, zrna kontaminirana plijesnima roda *Fusarium*, neorganske primjese (kamen, zemlja, pijesak, prašina, metal, staklo i dr.), nečistoće organskog porijekla (slama, djelovi klipa), glavica u raži (sklerocije plijesni *Claviceps purpurea*), primjese životinjskog porijekla (nečistoće i djelovi od glodara, insekata i dr.). Mlinarski i pekarski proizvodi su: žita za ljudsku upotrebu, oljuštena žita, žita za industrijsku preradu u mlinske proizvode, gotovi proizvodi od žita, mlinski proizvodi, pekarski proizvodi, gotove smješe za pekarske i druge proizvode, tijesta i proizvodi od tijesta, tjestenine. Žita za ljudsku ishranu treba da budu zrela i zdrava. Ukus, boja, miris i oblik zrna žita treba da su svojstveni vrsti žita. Ne smiju imati miris i ukus na sjeme korova, plijesni, skladišne štetočine, kvar uzrokovan lošim skladištenjem i transportom, na sredstva za zaštitu bilja, sredstva za uništavanje skladišnih štetočina i dr. Žita koja se stavljaju na tržište ne smiju da sadrže skladišne štetočine - glodare i insekte, niti njihove djelove. Žita koja se tokom skladištenja tretiraju na prisustvo štetočina, koriste se tek nakon isteka karence. Zrna žita za ishranu ljudi treba da budu iste vrste i ujednačenog oblika i veličine, karakteristične boje i mirisa. Ne smiju biti prisutna nagrižena i oštećena zrna. Najveći sadržaj vlage koji mogu da imaju žita za ljudsku upotrebu (pšenica, ječam, raž, kukuruz, heljda) je 13,5%. Oljušteni pirinač, ovas, proso, spelta i heljda mogu da sadrže najviše 14,5% vlage. Žita namijenjena za preradu u mlinske proizvode i gotove proizvode od žita takođe mogu da imaju najviše 14,5% vlage. Fizičke

opasnosti koje se mogu naći u žitu i proizvodima od žita su strana tijela - staklo, metal, šljunak, kamenje, drvo, zemlja, pijesak, plastika, biljni otpad. Hemijske opasnosti mogu biti: teški metali, rezidue pesticida, dioksini, furani, nitriti, policiklični aromatični ugljovodonici. Teški metali se mogu naći u žitaricama kao kontaminanti iz vazduha, kao što je olovo ili iz zemljišta, na primjer kadmijum. Olovo, kadmijum i živa su naročito toksični. Dioksini se oslobađaju iz industrijskog atmosferskog otpada i mogu se naći u zemljištu i vodi. Biološke opasnosti mogu biti: insekti, grinje, glodari, ptice, mikroorganizmi, alergeni (sjeme ambrozije). Postupci termičke obrade hrane djelimično uništavaju sjeme ambrozije. *Kritične kontrolne tačke u proizvodnji i preradi žitarica su:* žetva (vrijeme žetve, kontrola sadržaja mikotoksina), skladištenje nakon žetve (sadržaj vlage, temperatura, svjetlost, ventilacija, nečistoće u žitu, prisustvo glodara i insekata, izlomljenost i oštećenja sjemena žita, kontrola sadržaja mikotoksina, ostataka pesticida, dioksina, polihlorovanih bifenila), sušenje (kontrola sadržaja vode, temperatura), skladištenje (stvaranje nepovoljnih uslova za razvoj plijesni, kontrola sadržaja mikotoksina). Kvalitet kukuruza prije skladištenja i uslovi skladištenja su od velikog značaja u sprečavanju kontaminacije kukuruza mikroorganizmima i mikotoksinima. Postupak sušenja klipova kukuruza prije odvajanja zrna je vrlo dobra praksa. Broj insekata u uskladištenom kukuruzu mora biti doveden na minimum. U skladištu prisutni insekti napadaju žito, a vlaga koju stvaraju pruža povoljne uslove za razmnožavanje plijesni. Rast plijesni u uskladištenoj hrani se kontroliše uz pomoć konzervanasa ili prirodnih inhibitora. Kontaminacija kukuruza mikotoksinima značajno zavisi od temperature i relativne vlažnosti vazduha.

34.16.2. Dobra proizvođačka praksa i HACCP sistem u sprečavanju kontaminacije žita mikotoksinima

Vlaga i visoke temperature smanjuju otpornost biljaka, a odgovaraju razvoju gljiva. Kombinacija faktora suše i visokih temperatura okoline je prepoznata kao primarni faktor okoline koji dovodi do kontaminacije usjeva žitarica aflatoksinom. Kritični period za proizvodnju aflatoksina počinje otprilike do 20 dana nakon cvjetanja biljke, ako prosječne dnevne temperature prelaze 27 °C. Pri ovim uslovima prirodna otpornost biljke kukuruza na gljive je smanjena, a pri visokim temperaturama *Aspergillus flavus* ima prednost u odnosu na druge prisutne gljive. Vjetrom raznesene spore plijesni *A. flavus* koje su vrlo otporne na isušivanje mogu ući kroz svilu kukuruza. Fizičko oštećenje od strane insekata i ptica takođe je kritičan faktor u kontaminaciji aflatoksinom, jer izlaže endosperm preranom sušenju i invaziji *A. flavus*. Kada gljivični rast započne, može se nastaviti sve dok se sadržaj vlage u zrnu ne smanji ispod 14%. Dobra poljoprivredna praksa za upravljanje aflatoksinom u uzgoju kukuruza obuhvata i donošenje odluke o vremenu sadnje - kako bi se smanjila izloženost ekstremnim temperaturama tokom kritičnog perioda formiranja zrna, održavanje ravnomjernog navodnjavanja na poljima, dobra prihrana, kontrola insekata, ranu žetvu, sušenje (ako je potrebno) do <14% vlage prije skladištenja. Aflatoksin može biti još veći problem u uskladištenom kukuruzu. Pri sadržaju vlage čak i nešto preko 14%, temperaturne fluktuacije će uzrokovati da manja količina slobodne vode migrira u džepove. Ukoliko se u džepovima poveća sadržaj vlage na 16%, uz temperaturu oko 35 °C, aktivnost vode (aw) u kukuruzu dostiže 0,80, što je minimalna vrijednost pri kojoj *A. flavus* može da raste. U početku će gljiva rasti u vrlo malom dijelu zaraženih zrna, ali se pri ovom rastu oslobađa dodatna vlaga iz kukuruza, što dovodi do brzog širenja gljiva. Poznato je da brojne gljive proizvode ohratoksin A, kao što su *Aspergillus ochraceus*, *A. carbonarius*, *A. niger* i *Penicillium verrucosum*. Ohratoksin A uzrokuje oštećenje bubrega i imunosupresiju kod nekoliko životinjskih vrsta i ljudi. Temperatura i vlaga, kao i neki drugi faktori utiču na proizvodnju ovog toksina u kukuruzu u polju. Od drugih faktora su važni sposobnost preživljavanja spora u zemljištu, otpornost na isušivanje, sposobnost invazije na klip u razvoju i sposobnost ovih plijesni da se takmiče sa drugim gljivama kao što su *A. flavus*, *A. niger* i *Fusarium* vrste za oštećena zrna. Dokazana je i negativna interakcija između *A. niger* i *A. flavus*, što onda utiče i na proizvodnju mikotoksina koje stvaraju. Fumonizini su još jedna grupa hemijski srodnih mikotoksina - najčešći i najtoksičniji su fumonizin B1 (FB1), FB2 i FB3. Fumonizini su posebno toksični za konje, kod kojih dovode do

oboljenja mozga. Kod svinja izazivaju plućni edem. Ovi toksini se dovode u vezu sa nastankom raka jednjaka kod ljudi i dr. Mnoge vrste *Fusarium* plijesni izazivaju trulež klipa i stabljike kukuruza. *Fusarium* vrste brže rastu i stvaraju veću količinu fumonizina kada je odbrana biljaka oslabljena. Stres od posljedica suše su značajan faktor koji povećava kontaminaciju kukuruza fumonizinom. Ove vrste zahtijevaju veći sadržaj vlage i niže temperature za rast u odnosu na *Aspergillus flavus*. *Fusarium* vrste za razvoj zahtijevaju sadržaj vlage 30-40% i relativnu vlažnost od ~95%, tako da manje imaju uslova za rast u kukuruzu nakon žetve. Oštećenja koja stvaraju insekti takođe mogu povećati kontaminaciju fumonizinom. Zearalenon je nesteroidni estrogeni mikotoksin koji ima ulogu u pojavi neplodnosti kod svinja, goveda, ovaca i drugih životinja. Na kukuruzu, ovaj toksin prvenstveno proizvodi *Fusarium graminearum*, gljiva odgovorna za izazivanje truleži klipa i stabljike kukuruza, ali i trulež pšenice. Zato prilikom rotacije pšenice i kukuruza dolazi do povećane kontaminacije oba usjeva. Ukoliko je inokulum prisutan na ostacima prethodnog usjeva pšenice u zemljištu, infekcija kukuruza se javlja tokom cvjetanja, a olakšana je pri prohladnom, vlažnom vremenu. Trihoteceni su grupa od preko 150 strukturno sličnih toksina. Oni koji najčešće kontaminiraju kukuruz su deoksinivalenol (DON, koji se još naziva vomitoksin), nivalenol i njihovi acetil derivati. DON se češće javlja na kukuruzu u vlažnim i hladnijim predjelima i češće na oštećenim zrnima. Otporni su na tretmane koji se primjenjuju u preradi hrane. Akutno trovanje trihotecenima se manifestuje gubitkom apetita, povraćanjem, slabljenjem imuniteta. Gljive na usjevima mogu proizvesti mikotoksine u polju, tokom rukovanja i skladištenja. Uslovi potrebni za proizvodnju mikotoksina su složeni i uključuju kombinaciju uslova pogodnih za gljivičnu infekciju i rast i onih koji pogoduju stvaranju mikotoksina. Plitka obrada zemljišta kojom se s jedne strane čuva gornji sloj zemljišta utiče i na povećanu kontaminaciju sporama gljiva, što zahtijeva nalaženje kompromisa između kontrole mikotoksina i očuvanja tla. Ovim se može smanjiti broj prisutnih spora, ali se ne mogu potpuno eliminisati. Odabir hibrida koji su prilagođeni lokalnim uslovima, sa povećanom otpornošću na napade insekata i većom tolerancijom na sušu su manje osjetljivi na kontaminaciju plijesnima. Određivanje datuma sjetve kako bi se maksimalno smanjila izloženost visokim temperaturama i stres od suše tokom perioda razvoja i sazrijevanja zrna je važna preventivna mjera. Tokom skladištenja, prethodna kontaminacija sporama iz zemljišta i oštećenje zrna povećavaju mogućnost stvaranja mikotoksina. Kombajni mogu uzrokovati mehaničko oštećenje zrna i učiniti ih osjetljivijim na invaziju plijesnima. Mehaničkim oštećenjima je više izloženo zrno koje prije žetve nije dovoljno suvo, ili je u toku žetve primilo vlagu usljed iznenadne kiše. Ukoliko se ovakvi uslovi tokom berbe mogu predvidjeti, treba razmotriti mogućnosti da žetva počne ranije. Prema tome, najkritičniji faktor tokom žetve je praćenje sadržaja vlage i postizanje ciljane vlažnosti zrna. Uklanjanje korova i sl. je takođe veoma važno, jer primjese ugrožavaju protok vazduha u skladištu. Faktori koji pogoduju rastu plijesni tokom skladištenja prvenstveno se odnose na broj prisutnih spora, temperaturu, relativnu vlažnost vazduha, sadržaj vlage u zrnu i prisustvo i aktivnost insekata. Do infekcije plijesnima najčešće dolazi prije žetve, ali se može javiti i nakon žetve od spora plijesni prisutnih u ostacima prašine u skladišnim silosima, kao onih koje prenose insekti i glodari ako se nalaze u skladištima. Na proizvodnju mikotoksina u skladištu takođe utiče sadržaj vlage i temperature. *Fusarium* vrste najbolje rastu u sredini sa 30 – 40% vlage, koliko je ima u zrnu kukuruza tokom razvoja i ne rastu ako je aktivnost vode (a_w) $<0,88$. Zbog toga se značajnije količine *Fusarium* mikotoksina neće stvoriti tokom skladištenja kukuruza. S druge strane, aflatoksin može biti problem ne samo prije, nego i nakon žetve. Vrste *Aspergillus* su dominantne pri nižoj aktivnosti vode (a_w 0,80 – 0,92; 16 – 20% vlage na 30 °C), pa je invazija prije žetve uzrokovana preranim sušenjem zrna kukuruza zbog uticaja toplotnog stresa ili fizičkog oštećenja. Sprečavanje proizvodnje aflatoksina u skladištu se postiže ako je aktivnost vode u zrnu kukuruza ispod 0,70 - što na temperaturi 30 °C odgovara sadržaju vlage od 14%. Međutim, čak i ako je sadržaj vlage u rasponu od 14-15%, na 30 °C migracija i akumulacija vlage zbog temperaturnih razlika na površini zrna može dovesti do toga da je u tzv. džepovima skladištenog kukuruza prisutno 16-18% vlage, što pogoduje brzom rastu vrsta *Aspergillus* i stvaranju aflatoksina i ohratoksina. Ukoliko se kukuruz skladišti i čuva na temperaturi 10 – 20 °C, male su mogućnosti za značajnu proizvodnju aflatoksina. Uz to bi i sadržaj vlage trebao

da bude najmanje 17% da bi došlo do sporog rasta plijesni na ovoj temperaturi. Dobra provjetrenost, odnosno aeracija je neophodna kada su temperature okoline visoke, ali je efikasna samo kada vazduh okoline ima relativnu vlažnost <80% i temperaturu <20 °C. Zato se aeracija obično vrši noću. Opasnosti povezane sa proizvodnjom mikotoksina tokom transporta i izvoza su iste kao one koje se javljaju u uskladištenom žitu. Kukuruz treba da bude zdrav i što je više moguće bez lakog zrna, napuklog zrna i primjesa. Treba koristiti samo posude koje su čiste i bez ostataka zrna i prašine koji mogu biti kontaminirani sporama gljivica. Ukoliko se ovi uslovi ispune, uzrok za rast plijesni i proizvodnju mikotoksina tokom transporta je migracija i akumulacija vlage unutar zatvorenih kontejnera, koji se često drže na tropskim ljetnim temperaturama i po nekoliko nedelja, što može uzrokovati stvaranje kondenzacije na zrnju. Sadržaj vlage u kukuruzu raste iznad prihvatljive vrijednosti ukoliko dođe do povećanja temperature okoline. Tako se na 40 °C aktivnost vode (A_w) kukuruza koji ima 14% vlage sa 0,70 povećava na 0,75, a na 50 °C na 0,8 (što je minimalna vrijednost za rast *A. flavus*). Zato kukuruz koji bi mogao biti podložan takvim temperaturama tokom transporta treba sušiti do 12 – 13% vlage. Tokom izvoza, rizici od ovih opasnosti se smanjuju obezbjeđivanjem minimalnih variranja zadate temperature i uključivanjem materijala koji apsorbiraju vlagu u kontejnerima tokom transporta (materijali na bazi silika gela ili dijatomejske zemlje). Insekti takođe povećavaju mogućnost kontaminacije uskladištenog kukuruza plijesnima. Moljci se najbolje razmnožavaju pri temperaturama 30-35 °C i vlažnosti vazduha 75-80%. U cilju sprečavanja invazije insekata koriste se hermetički zatvorena skladišta, higijena, ventilacija, kontrolisanje temperature i vlažnosti vazduha i dr. Sušenje zrna žita može biti direktno i indirektno. Tokom direktnog sušenja grijač i zagrijani vazduh dolaze direktno u kontakt sa žitom, dok kod indirektnog sušenja to nije slučaj. Prije sušenja ili vršidbe veoma vlažno, svježe požnjeveno žito ne treba stavljati na gomilu više od nekoliko sati, kako bi se smanjio rizik od razvoja plijesni. Ako žito nije moguće odmah sušiti, treba ga provjetriti jakom cirkulacijom vazduha. Po potrebi se prije sušenja može obaviti čišćenje. Rizik od razvoja mikroorganizama se javlja tokom skladištenja žita s neodgovarajućim nivoom vlage. Zrno se može očistiti sortiranjem i pranjem. Treba voditi računa da se zrno ne ošteti tokom tog postupka i da se ukoliko se pere dobro osuši. Svježe požnjevene žitarice treba odmah dobro sušiti tako da se oštećenje zrna svede na najmanju moguću mjeru i da nivo vlage bude niži od onog koji pogoduje razvoju plijesni tijekom skladištenja. Zato sušenje predstavlja kritičnu kontrolnu tačku. Sušenjem se smanjuje sadržaj vode, što je priprema za kasnije dobro skladištenje. Sušenje je poslednja faza u kojoj se opasnost od razvoja plijesni i mikotoksina može kontrolisati. Ako se ne kontroliše, prilikom direktnog sušenja može doći do kontaminacije žita dioksinima, polihlorovanim bifenilima ili poliaromatičnim ugljovodonicima od strane upotrijebljenog goriva. HACCP sistem analizira svaki korak u proizvodnji i identifikuje kontrolne tačke ključne za minimiziranje kontaminacije. Dokumentovano praćenje kritičnih kontrolnih tačaka doprinosi osiguranju. Potrebno je voditi evidenciju o svim koracima proizvodnje, od uzgajanja do konačnog proizvoda. Dijagram toka proizvodnje bi obuhvatio sljedeće korake: nabavka sjemena, priprema zemljišta, sjetva, praćenje rasta biljke, žetva, period poslije žetve, skladištenje. Analiza opasnosti se vrši za svaki korak procesa. Uspješan HACCP program se bazira na sveobuhvatnoj dokumentaciji procedura i zapisa. Ona obuhvata dijagram toka procesa, procjenu opasnosti i rizika, spisak postupaka dobre poljoprivredne prakse, spisak kritičnih kontrolnih tačaka i kritičnih granica i programa praćenja. Kako bi se smanjila ili spriječila proizvodnja mikotoksina, potrebno je sprovesti sušenje što je prije moguće nakon žetve. Kritična vrijednost za aktivnost vode (a_w) je oko 0.7. Problemi u održavanju niske a_w često se javljaju na mjestima gdje je visoka vlažnost okoline. Oštećeno zrno sklonije je invaziji plijesni, a samim tim i kontaminaciji mikotoksinima. Veoma je važno izbjeći oštećenja prije sušenja i tokom sušenja i skladištenja.

Mjere dobre poljoprivredne prakse za sprečavanje kontaminacije žita mikotoksinima prikazane su u tabeli 79.

Tabela 79. Mjere dobre poljoprivredne prakse za sprečavanje kontaminacije žita mikotoksinima

Procesni korak	Opasnost	Dobra proizvodjacka praksa
Kupovina sjemenskog zrna	Hibrid neprikladan za lokalne uslove, tržište, osjetljiv na lokalne bolesti	Odabrati sjeme u skladu sa savjetima stručnjaka
Priprema zemljišta	Zemljište kontaminirano sporama <i>Fusarium</i> iz prethodnog usjeva pšenice	Izbjegavati rotaciju usjeva pšenice i kukuruza u osjetljivim područjima
	Zemljište kontaminirano sporama <i>Aspergillus</i> iz biljnih ostataka	Zaorati biljne ostake u zemljište
	Zemljište neujednačene dubine ili sposobnost zadržavanja vode	Napraviti mapu polja koja pokazuje gdje se nalaze plitka zemljišta, koja treba pratiti zbog stresa biljaka i posebno ih žnjati
Sjetva	Vrijeme sjetve može uticati na izlaganje zrna u razvoju visokim temperaturama i maloj količini padavina	Izbjegavati vrijeme sjetve koje će dovesti do cvjetanja u sljedećih 20 dana u periodima vrućeg i suvog vremena.
Žetva	Kiša ili visoka vlažnost oko žetve su veliki rizik za visoku vlažnost zrna	Pratiti vremensku prognozu i obaviti ranije berbu ako je moguće
Skladištenje	Kontejner za skladištenje kontaminiran prašinom i ostacima koji sadrže visoke koncentracije spora gljivica	Dekontaminirati kontejner prije skladištenja

Kritične kontrolne tačke u kojima se kontroliše opasnost od kontaminacije žita mikotoksinima (HACCP sistem) prikazane su u tabeli 80.

Tabela 80. Kritične kontrolne tačke u kojima se kontroliše opasnost od kontaminacije žita mikotoksinima (HACCP sistem)

CCP	Opasnost	Preventivna Kontrolna mjera	Kritične granice	Monitoring	Učestalost	Korektivne mjere
Uzgajanje Prije žetve/	Niska vlažnost zemljišta dovodi do stresa biljaka tokom razvoja zrna	Navodnjavanje	Donja granica kritične aw usaglašena sa stručnim mišljenjem	Mjeri se i bilježi vlažnost zemljišta	Nedjeljno	dodatno navodnjavanje odgovarajućom količinom
	Nedovoljna količina hranljivih materija u	Prihrana	Količina azota, fosfora i kalijuma u	Praćenje vrste i količine	Kako preporučuje stručnjaci	Dodatak potrebne količine đubriva,

	zemljištu - dovodi do stresa biljaka tokom razvoja jezgra		zemljištu prema savjetu stručnjaka	dodatog đubriva	određeni hibrid	bilježiti dodatu količinu
	Napad insekata dovodi do oštećenja zrna	Plan integrisanog upravljanja štetočinama (IPM).	Populacija insekata u prihvatljivim granicama utvrđenim programom kontrole	Vizuelna inspekcija i ispitivanje uzoraka	nedjeljno	Primjena pesticida u skladu sa IPM planom
Žetva	Oštećenje zrna od kombajna	Berba kada se zrna osuše	Sadržaj vlage $\leq 14\%$	Mjerenje i evidentiranje sadržaja vlage u zrnu	Prije žetve	Odgoditi žetvu dok se zrna dovoljno ne osuše
Skladištenje	Sadržaj vlage u zrnu je visok	Ne skladištiti dok se zrna ne osuše	Sadržaj vlage $\leq 14\%$	Mjerenje i evidentiranje sadržaja vlage u zrnu	Neposredno prije skladištenja	Osušiti mehanički zrna
	Napad insekata, omogućava gljivama da prodru u zrno	Plan integrisanog upravljanja štetočinama IPM plan	Nema dokaza o invaziji insekata ili glodara korištenjem inspekcijskih protokola navedenih u IPM planu	Vizuelni pregled sa evidentiranim rezultatima	nedjeljno	Primijeniti metode kontrole štetočina u skladu sa IPM planom
	Visoka vlaga i temperatura okoline	Provjetravanje zrna uz kontrolu temperature i vlažnosti	Temperatura i vlažnost unutar granica preporučenih u literaturi	Mjerenje i bilježenje vlažnosti, temperature okoline i protoka vazduha	Dnevno tokom skladištenja	Podesiti ventilaciju da se postigne željena temperatura i vlažnost vazduha

Tabela 81. Dodatne CCP za sprečavanje opasnosti od kontaminacije žita mikotoksina tokom izvoza

CCP	Opasnost	Kontrolne mjere	Kritične granice	Monitoring	Učestalost	Korektivne mjere
		Provjera vlage prije utovara zrna u kontejner	Maksimalna vlaga 12% (ili druga granica)	Mjerenje i evidencija vlažnosti zrna	Prije zatvaranja kontejnera	Mehaničko sušenje

Izvoz	Migracija vlage tokom transporta		određena protokolima)			
		Ubacivanje u kontejner materijala (sredstva) za sušenje	Određena količina po toni zrna prema preporuci struke	Vizuelna provjera i evidencija rezultata	Prije zatvaranja kontejnera	Ubaciti materijal za sušenje
	Temperatura u kontejnerima je veoma visoka tokom transporta	Smanjiti temperaturu u transportnim kontejnerima	Ugovor sa brodarskom kompanijom-	Zapisano u ugovoru o otpremi praćenje I evidencija temperature u kontejnerima.	Prije zatvaranja kontejnera	Odložiti transport dok zahtjevi ne budu ispunjeni

34.16.4. Mikrobiološka, hemijska i fizička kontaminacija mlinskih proizvoda

Mlinski proizvodi su brašno, prekrupa, griz, klice, mekinje. Gotovi proizvodi od žita su: pahuljice od žita, korn fleks i srodni proizvodi, musli proizvodi i sl. Mlinski proizvodi ne smiju da sadrže skladišne štetočine u bilo kojem razvojnom obliku, kao ni nečistoće životinjskog porijekla. Mogu da sadrže najviše 0,05% pijeska i 15% vlage. Treba da imaju boju, miris i ukus koji su svojstveni odgovarajućoj vrsti mlinskog proizvoda.

Tehnologija proizvodnje brašna

Prijem i čuvanje žita do prerade. Pšenica i drugo žito dolazi u mlinove sa tržišta ili iz sopstvenih silosa. Silosi se prave od opeke, gvožđa ili betona, ali su najbolji od armiranog betona. Sastoje se iz dva dijela: prvi dio služi za prijem i grubo čišćenje, a drugi koji ima nekoliko ćelija služi za čuvanje pšenice. Ćelije silosa su obično visoke do 20 m, prečnika 2 —10 m. Posebnim uređajima žito se prebacuje iz jedne ćelije u drugu i na taj način se provjetrava i sprečava razvoj i štetno dejstvo žiška.

Pripremanje žita za mljevenje. Žito se u mlinu oslobađa pljeve, zemlje, kamenčića, pijeska. Takođe se odvajaju i određeni djelovi zrna. Klice utiču nepovoljno na kvalitet brašna, zato se one uklanjaju i ostaje uglavnom samo jezgro. Jezgro se sastoji od skroba i lijepka. Pšenica se čisti suvim ili mokrim postupkom. *Pri suvom postupku* pšenica se aspiratorom odvaja od krupnijih i sitnijih primjesa, a istovremeno se pljeva, šuplja zrna, prašina i sl. isisavaju ekshaustorom. Gvozdeni djelovi se izdvajaju magnet-aparatom, a kamenčići takođe posebnim aparatom. Primjese koje imaju loptast oblik i veličinu sličnu zrnu pšenice, odvajaju se trijerima. Trijeri mogu biti u obliku doboša ili diskova. *Brada, klica i spoljna kora* uklanjaju se mašinom za ljušćenje pšenice, koja je u obliku doboša, prevučena sa unutrašnje strane šmirglom i u kojoj se nalaze lopatice takođe prevučene šmirglom. Pošto izađe iz ljuštilice, pšenica ide na mašinu za četkanje koja odvaja odvojene djelove kore, prašinu i sl. Zatim pšenica prolazi kroz aparat za kvašenje u kojem se kora ovlaži, a jezgro ostaje suvo i krto; na taj način se dobija krupnije samljevena kora i potpuno samljeveno jezgro, čime se postiže njihovo lakše odvajanje prilikom prosijavanja. *Mokrim postupkom* pšenica se čisti u mašini za pranje i cijedenje. U koritu za pranje teži djelovi (kamenčići i sl.) padaju na dno i donjim pužem se odvođuju van mašine. Lakši djelovi plivaju po površini i prelivanjem se uklanjaju vodom. Pri tome pšenica lebdi u vodi i gornjim pužem se potiskuje prema centrifugi; tu je lopatice snažno bacaju na šupljikavi

doboš, što dovodi do trljanja zrna, skidanja nečistoće, brade, djelimično kore i klice, zatim se cijede i djelimično suše strujom vazduha koju stvara obrtanje lopatica i dejstvo ventilatora. Tvrdra pšenica se nakon pranja ostavlja određeno vrijeme, da bi se vlaga izjednačila, a meka i prirodno vlažna pšenica se suši u specijalnim sušnicama na 40° - 50 °C. U velikim mlinovima, prije mljevenja pšenica se kondicionira, kako bi kora postala žilava i za vrijeme mljevenja se lakše odvajala, a jezgro postalo krto. Kondicioniranjem se postiže vlažnost pogodna za mljevenje i sijanje i povećava pecivost i zadržavanje gasova u tijestu. Kondicioniranje se vrši hladnim ili toplim postupkom. U hladnom postupku, pšenica se kvasi, a zatim ostavlja da odleži do dostizanja pogodne količine vlage. Toplo kondicioniranje može da se vrši u aparatima sa radijatorima, vakuumom, parom, infracrvenim zracima i dr., a u zavisnosti od postupka može da traje od nekoliko sekundi do 3-4h, na 40-65 °C.

Mljevenje pšenice: Pšenica može da se melje brzim ili postepenim mljevenjem. Pri brzom mljevenju, očišćeno žito se melje u jednolično brašno na mlinskom kamenu ili u mašini za mljevenje, koja se sastoji od valjaka i kamenova. Pri postepenom mljevenju, žito se postupno usitnjava, najprije na krupniju prekrupu, a kasnije na sitniju; poslije svakog mljevenja se vrši prosijavanje, u cilju odvajanja čestica različite veličine. Postepenim mljevenjem se dobija brašno, od potpuno bijelog do crnog.

Sijanjem se prekrupa odvaja od brašna i okrajaka i sortira po veličini. Okrajci se poslije mljevenja siju kako bi se odvojile mekinje. Mlivo se sije na okruglim, šestougaonim ili petougaonim nagnutim sitima. Pri mljevenju u mlinu nastaju velike količine prašine i paspalja koje negativno utiču na zdravlje radnika. Uz to, mješavina paspalja i vazduha je zapaljiva, zbog čega stalno prijeti opasnost od požara. Zato su sve mašine u mlinu vezane mrežom cijevi sa aparatima za uklanjanje prašine i paspalja. Pšenično brašno „tip 400“ sadrži do 0,43% pepela od suve materije. Pšenično brašno ne smije da ima više do 14% vlage.

34.16.5. Dobra proizvođačka praksa i HACCP sistem u proizvodnji hleba i pekarskih proizvoda

Pekarski proizvodi su *hleb, pecivo i drugi pekarski proizvodi*. Oni se takođe mogu stavljati u promet ako imaju svojstven izgled, miris i ukus, bez prisustva stranih mirisa. Hleb je pekarski proizvod koji se dobija miješanjem, oblikovanjem, fermentacijom i pečenjem tijesta. Tijesto se dobija miješanjem mlinskih proizvoda i vode, sa ili bez dodatka pekarskog kvasca i drugih sastojaka za narastanje i kuhinjske soli. Procenat soli u pečenom hlebu ne smije biti veći od 1,4% (14 g soli na 1 kg hleba). Sadržaj vlage u sredini bijelog i polubijelog pšeničnog hleba treba da je najviše do 46%. Tijesto je termički neobrađen proizvod i u toku nekog vremena se može čuvati u odgovarajućim uslovima. Osnovni sastojci tjestenina su griz i brašno. Sadržaj vlage svježeg tjestenine može da bude najviše do 30%, a sušene tjestenine do 13,5%. Neki od planova koje treba sprovesti u okviru dobre proizvođačke prakse u proizvodnji hleba i pekarskih proizvoda su: plan higijenskog održavanja prostora, pribora i opreme, plan obuke zaposlenih lica, plan preventivnog održavanja opreme, plan sprovođenja kontrole objektivnim metodama. U okviru plana za higijensko održavanje prostorija u kojima se proizvodi hrana i njihovih djelova, kao što su odvodni kanali i sifoni, podne i zidne površine, površina tavanice, ulazna i druga vrata, rasvjetna tijela, prozori, ventilacioni i klima uređaji, umivaonici za pranje ruku, slavine, sudopere za pranje hrane, treba definisati uputstvo i sredstva kojima se vrši pranje i dezinfekcija, osobu koja vrši ove postupke, učestalost postupka čišćenja i pranja, kao i sredstvo za dezinfekciju, uputstvo za njegovu upotrebu i učestalost izvođenja dezinfekcije. Ovo treba definisati i za postupke pranja i dezinfekcije pribora i površina koje dolaze u kontakt s hranom – posuđe, plehovi, radni stolovi, daske za rezanje, police, rashladni uređaji, pećnice, mikseri, miješalice, sjeckalice, punilice, uređaji za valjanje tijesta, kolica za transport, sita za brašno, U okviru plana za obuku zaposlena lica treba da savladaju metode i uslove za pravilno skladištenje hrane, rukovanje mjernim uređajima, vođenje evidencije, procese proizvodnje hrane, održavanje higijene, opasnosti koje se javljaju u proizvodnji hrane, upotrebu aditiva, postupke sa neusaglašenim proizvodom, preventivne i korektivne mjere u proizvodni hrane, ličnu higijenu, mogući uticaj zaposlenih lica na zdravstvenu bezbjednost hrane i dr. U okviru plana sprovođenja kontrole objektivnim metodama treba definisati vrstu uzoraka hrane i opreme za ispitivanje, laboratoriju koja

će vršiti ispitivanja, učestalost uzimanja uzoraka, kao i propise na osnovu kojih se ispituju parametri. Neke od evidencija koje se vode su Evidencija kontrole hrane na prijemu, Evidencija temperature u rashladnim uređajima, Evidencija temperature u uređajima za skladištenje smrznute hrane, Evidencija kontrole ispravnosti sita, Evidencija kontrole ulja u fritezama, Evidencija čišćenja, pranja i dezinfekcije uređaja, pribora, opreme, radnih površina, podova i zidova, Evidencija čišćenja, pranja i dezinfekcije uređaja, pribora, opreme, radnih površina, podova i zidova, Evidencija temperature transporta hrane, Evidencija kontrole štetočina, Evidencija interne provjere mjerne opreme, Evidencija preventivnog održavanja opreme, Evidencija edukacije zaposlenih lica, Saglasnost osobe o obavezi prijavljivanja bolesti koje se prenose hranom, Lista dobavljača, Evidencija verifikacije HACCP sistema. U okviru evidencije kontrole hrane na prijemu se vodi evidencija ispunjenosti sljedećih zahtjeva: stanje prevoznog sredstva - higijena, opremljenost mjeračima, mogućnost temperaturnog režima prevoza, rok upotrebe hrane, deklaracija, ambalaža, senzorna svojstva (ukus, miris, izgled), temperatura hrane u transportnom vozilu - maksimalno dopuštena temperatura transporta hrane - za smrznutu hranu min. $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, dozvoljeno odstupanje $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (očitava se na mjernom uređaju vozila ili na površini hrane infracrvenim termometrom, potvrda o dostavi hrane (otpremnica), korektivne mjere, odgovorno lice za prijem hrane. Otpremnicu i evidenciju prijema hrane treba arhivirati. Ukoliko hrana ne ispunjava ove zahtjeve sprovode se korektivne mjere, a to su da se ta hrana ne prima, već se o nedostacima odmah obavještava odgovorna osoba. Kritična temperaturna granica u uređajima za hlađenje voća i povrća treba da bude $8\text{ }^{\circ}\text{C}$, mljevenog mesa $2\text{ }^{\circ}\text{C}$, jaja $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, mliječnih proizvoda $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, proizvoda od mesa $4\text{--}6\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendviči $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ako ove temperature pređu kritične granice, odgovorna osoba mora da obezbijedi popravku uređaja za najviše jedan sat i obezbijedi potrebnu temperaturu. Ukoliko to nije moguće, hranu treba uskladištiti u drugi odgovarajući rashladni uređaj. Kritična granica temperature u zamrzivačima je $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ona se očitava na postavljenim mjernim uređajima najčešće dva puta u toku dana. Ukoliko temperatura u zamrzivačima prelazi ovu kritičnu vrijednost, radnik zadužen za njeno praćenje mora o tome odmah da obavijesti odgovornu osobu. Odgovorna osoba sprovodi i ovjerava evidenciju korektivnih mjera. Ukoliko se kvar ne može otkloniti najduže za jedan sat i ne može se za to vrijeme postići zadata temperatura, potrebno je hranu iz zamrzivača uskladištiti u drugi odgovarajući zamrzivač. Pri tome treba voditi računa o maksimalnom kapacitetu zamrzivača. Evidenciju temperature u zamrzivačima takođe treba arhivirati. Temperatura u rashladnim uređajima se mjeri postavljenim mjernim uređajima najmanje dva puta dnevno. U slučaju da temperatura prelazi gornju granicu od $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ za sendviče ili $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ za smrznute proizvode vozač ne predaje proizvode na planirano mjesto, već je obavezan da o tome obavijesti odgovornu osobu. Saglasnosti o obavezi prijavljivanja bolesti koja se prenosi hranom radno osoblje potpisuje ukoliko imaju simptome kao što su povraćanje, proliv, dugotrajni kašlj, povišena temperatura, gnojne promjene na koži, iscjedak iz uva, nosa, očiju, u slučaju pojave proliva ili povraćanja članova porodice i dr. Verifikacija HACCP plana obuhvata provjeru i potvrdu opisa proizvoda, dijagrama toka proizvodnje, analize opasnosti, kritičnih kontrolnih tačaka i nadzor nad njima (monitoring), dokumenata i evidencije, usklađenost sa važećim zakonskim propisima, napomene o uočenim nedostacima. U evidenciji kontrole štetočina se upisuju podaci o metodi utvrđivanja prisustva štetočina (na osnovu oglodanih mamaca, uočenog fecesa, uočenih živih glodara, uočenih mrtvih glodara, tragova kretanja glodara, nalaza oštećene ambalaže, ostatka oglodane hrane). Ukoliko se primijeti prisustvo samo jedne jedinice štetočine odmah se obavještava odgovorna osoba koja će sprovesti korektivne mjere – tj. dodatne mjere dezinfekcije i deratizacije. Kod proizvoda koji se prže treba voditi evidenciju kontrole ulja. Tokom prženja nastaju štetna jedinjenja koja su posljedica oksidacije ulja. Zato ulje treba redovno mijenjati prema uputstvu. Takođe se vizuelno prati čistoća i boja ulja svakog dana, a pri sumnji na ispravnost ulja kontrola se vrši pomoću kontrolne trake (prati se promjena boje kontrolne trake prema uputstvu proizvođača). Ukoliko je ulje neispravno, sprovodi se korektivna mjera, tj. zamjena ulja. Verifikacija sistema se sastoji u potvrđivanju ispunjenja zahtjeva za termičku obradu - prženje. To su promjena boje kontrolne trake i provjera zapisa (vođenje evidencije kontrole ulja u fritezi). Operacija mehaničko prosijavanje brašna je kritična kontrolna tačka i vodi se evidencija kontrole sita. Tu se mogu javiti

fizičke opasnosti usljed oštećenja sita i sl. Preventivne kontrolne mjere su vizuelna kontrola ispravnosti sita i moguće prisutnosti fizičkih opasnosti. Kritična granica je da ne smije biti oštećenja sita. Nadzor se sastoji u kontroli sita prije i nakon prosijavanja. Ukoliko dođe do oštećenja sita, sprovodi se korektivna mjera, koja se sastoji u zamjeni sita i ponovnom prosijavanju. Verifikacija sistema se sastoji u potvrđivanju ispunjenja ovih zahtjeva i provjere zapisa, tj. evidencije kontrole sita.

Pitanja

Koje se biljke svrstavaju u žitarice i kako se dijele prema botaničkim osobinama? Koje žitarice se najčešće koriste u ishrani ljudi? Koje zahtjeve treba da ispuni žito prema Pravilniku o minimalnom kvalitetu žita, mlinskih i pekarskih proizvoda od žita i tjestenina? Koje su zdravstvene opasnosti u proizvodnji žita? Šta obuhvata dobra poljoprivredna praksa u proizvodnji žita? Koje su kritične kontrolne tačke u proizvodnji i preradi žitarica? Koja je dobra proizvođačka praksa u sprečavanju kontaminacije žita mikotoksinima? Opišite HACCP sistem za sprečavanje kontaminacije žita mikotoksinima? Koje su kritične kontrolne tačke u sprečavanju kontaminacije žita mikotoksinima? Koji su mlinski proizvodi? Koji su gotovi proizvodi od žita? Opišite tehnologiju proizvodnje brašna. Koji su pekarski proizvodi? Kako se proizvode hleb i tijesto? Koji je maksimalno dozvoljeni procenat soli u pečenom hlebu? Koja je dobra proizvođačka praksa u proizvodnji hleba? Koje su kritične kontrolne tačke u proizvodnji hleba i pekarskih proizvoda?

34. 17. Dobra proizvođačka praksa u sakupljanju ljekovitog bilja

34.17.1. Sakupljanje ljekovitog bilja

Da bi se obezbijedio visoki kvalitet ljekovitog bilja, od velikog značaja su obuke farmera, sakupljača, proizvođača i prerađivača. To je jedan od važnih preduslova za sprovođenje dobre poljoprivredne i dobre sakupljačke prakse. Dobra poljoprivredna i sakupljačka praksa se zasniva na samoodrživom korištenju ljekovitog i aromatičnog bilja i zaštiti prirode. Sakupljanje ljekovitog bilja mora biti u skladu sa nacionalnom farmakopejom i važećim nacionalnim zakonima o zaštiti i održivom iskorištavanju biljnih vrsta. Ne smiju se sakupljati ugrožene biljne vrste. Sakupljanje se ne smije vršiti u zagađenim oblastima niti u blizini izvora zagađenja (putevi, industrijski objekti, naselja, deponije smeća, poljoprivredne površine). Sakupljanje bilja ne smije štetno uticati na okolinu u kojoj se vrši sakupljanje. Mora se voditi računa o uslovima koji su potrebni za regeneraciju bilja. Ukoliko se sakuplja korijenje ili lukovice bilja, 80% biljne populacije treba ostaviti netaknuto. Ako se sakupljaju listovi, 70% listova biljke mora biti ostavljeno. Prilikom sakupljanja cvjetova, 30% cvjetova biljke treba ostaviti netaknuto. Beru se samo odrasle biljke. Tokom berbe biljke se ne smiju oštećivati, čupati i dr. U cilju razlikovanja vrsta biljaka potrebno je koristiti botaničke ključeve. Biljke se beru u periodu kada imaju najbolji kvalitet za upotrebu. Svaki sakupljač treba da ima odobrenje za sakupljanje bilja. Oštećene biljke se ne mogu koristiti kao sirovina. Bilje treba brati pod najboljim uslovima, kada zemljište nije vlažno i kada nema rose, kiše ili izuzetno visoke vlažnosti vazduha. Alati za berbu moraju biti čisti. Ubrani biljni materijal ne smije doći u kontakt sa zemljištem. Nakon branja se odmah sakuplja i transportuje u suvim uslovima. Posude koje se koriste u toku berbe moraju biti čiste i ne smiju biti dostupne insektima, glodarima, životinjama. Mehanička oštećenja i sabijanje sakupljenih biljaka koja dovode do nepoželjnih promjena moraju se izbjegavati. U tom cilju vreće se ne smiju prepuniti niti stavljati jedna na drugu.

34.17.2. Prerada ljekovitog bilja

Svježe ubrano bilje treba dostaviti što prije na preradu, kako ne bi došlo do nepoželjnog zagrijavanja biljnog materijala. Ubrano bilje mora biti zaštićeno od insekata, glodara, domaćih životinja. Otrovi i pesticidi se ne smiju koristiti za uništavanje parazita. Regulacija broja štetočina se vrši mehanički -

zatvaranjem vrata, stavljanjem mreža za muve, pomoću ljepljivih traka. Nakon branja, biljke se peru, režu i suše. U slučaju sušenja na otvorenom prostoru, biljna sirovina treba da se raširi u tankom sloju. Potreban je veliki napor da se postigne ravnomjerno sušenje biljnog materijala i tako spriječi razmnožavanje plijesni. Biljni materijal se mora pregledati na prisustvo stranih tijela. Svi postupci treba da budu dokumentovani.

34.17.3.Objekti za preradu ljekovitog bilja

Objekti za preradu ne smiju biti u zagađenim ili plavnim područjima. Treba da imaju odgovarajući radni prostor i skladište, uređaje za kontrolu vlažnosti i temperature, uslove koji onemogućavaju ulazak insekata, stoke i domaćih životinja. Podovi prostorija treba da budu vodootporni, da se mogu lako prati, da nisu klizavi. Zidovi takođe treba da su vodootporni, da se mogu lako prati, da su svijetle boje. Na plafonima ne smije biti kondenzacije niti prisustva plijesni. Na prozorima treba da budu mreže za zaštitu od ulaska insekata. Vrata treba da budu tako napravljena da se zatvaraju sama. Toaleti treba da budu potpuno odvojeni od prostorija u kojima se rukuje ljekovitim biljem. Voda koja se koristi mora biti čista. Higijena prostorija mora da bude na najvećem nivou, uz stalno provjetravanje, radi uklanjanja vlažnosti i prašine. Pušenje i konzumiranje hrane u prostorijama za preradu ljekovitog bilja nisu dozvoljeni. Treba stalno vršiti obuku osoblja o mjerama higijene. Sakupljači moraju da poznaju biljne vrste koje treba da sakupljaju.

34.17.4. Pakovanje, deklarisanje i čuvanje ljekovitog bilja

Proizvodi se pakuju u čiste i suve, najbolje nove papirne vreće, kese ili sanduke. Treba izbjegavati plastičnu ambalažu. Etiketa mora biti jasna. Materijal za pakovanje ne smije da dovede do zagađenja biljnog materijala, što se može desiti ako se koriste vlaknaste vreće. Pakovani sušeni biljni materijal treba skladištiti u suvim, dobro provjetrenim prostorijama u kojima neće biti dnevnih varijacija temperature. U objektima za skladištenje i transport ne smiju biti prisutni pesticidi i druge otrovne supstance. Tokom transporta važno je obezbijediti suve uslove. Za fumigaciju skladišta mogu se koristiti samo dozvoljene supstance. Dezinsekcija se vrši samo kada je to potrebno i od strane obučanih lica. Od velike važnosti je vođenje dokumentacije o tipu, količini i datumu berbe, postupcima fumigacije, porijeklu i preradi sirovine. Lokacija oblasti na kojoj se vrši sakupljanje mora se precizno opisati. Kada je u pitanju dobra poljoprivredna praksa kultivisanog bilja, veoma je važno dokumentovati porijeklo sjemena i rasada. Rasadni ili sadni materijal mora biti kvalitetan, bez kontaminacije ili oboljenja, certifikovan.

34.17.5.Gajenje ljekovitog bilja

Gajenje ljekovitog bilja zahtijeva veliku pažnju. Na osobine sadnog ljekovitog materijala značajno utiču zemljište, klima i mnogi drugi faktori. Potrebno je izbjegavati rizik od kontaminacije izazvanog zagađenjem zemljišta, vazduha ili vode. Ljekovito bilje se ne smije uzgajati na zagađenom zemljištu. Đubrivo se koristi u skladu sa propisima. Kvalitet vode mora biti odgovarajući. U konvencionalnoj proizvodnji treba maksimalno izbjegavati primjenu pesticida i herbicida, a primjenjivati principe integralne zaštite bilja. U organskoj proizvodnji štetočine i bolesti bilja se kontrolišu u skladu sa uputstvima sertifikacionog tijela. Na vrijeme treba primijeniti mjere za zaštitu od mraza, obrezivanje i zasjenjivanje, kako bi se na taj način poboljšao kvalitet i povećala količina proizvedenog bilja. Svi postupci treba da budu dokumentovani.

Pitanja

Koji su postupci dobre proizvođačke prakse u sakupljanju ljekovitog bilja? Koja je dobra praksa u preradi ljekovitog bilja? Koje uslove treba da ispune objekti za preradu ljekovitog bilja? Koja je dobra proizvođačka praksa kod pakovanja, deklarisanja i čuvanja ljekovitog bilja? Koja je dobra proizvođačka praksa u gajenju ljekovitog bilja?

34.18. Opasnosti i rizici od mikrobiološke, hemijske i fizičke kontaminacije autohtonih proizvoda biljnog porijekla

U objektima u kojima se proizvode tradicionalni proizvodi ili koriste tradicionalne metode proizvodnje, mogu biti povećani mikrobiološki i drugi rizici, s obzirom da zidovi, plafoni i vrata prostorija za proizvodnju ne moraju biti napravljeni od glatkih, nepropusnih, neupijajućih i nekorozivnih materijala, a postupci čišćenja i dezinfekcije se prilagođavaju očuvanju prirodne ambijentalne mikroflore. Takođe mogu da koriste opremu, alate i instrumente koji su izrađeni od materijala koji nijesu glatki, otporni na koroziju ili neupijajući (na primjer drvo, kamen i dr.). Da bi se rizici od kontaminacije i razmnožavanja mikroorganizama smanjili na najmanju moguću mjeru, objekti, oprema, alat se mora održavati u zadovoljavajućem higijenskom stanju, da se redovno čiste, peru i dezinfikuju. Ovi objekti malog obima treba da ispunjavaju i uslove utvrđene Uredbom o higijeni hrane. Objekti treba da su zaštićeni od štetočina, da imaju obezbijeđenu dovoljnu količinu tople i/ili hladne pitke vode, da imaju prostor za održavanje adekvatne temperature proizvoda, da su oprema i pribor koji se koriste u proizvodnji, obradi i preradi izrađeni od odgovarajućeg materijala i da se održavaju čistim. Mikrobiološke opasnosti su patogene bakterije, njihovi toksini i metaboliti, kvasci, plijesni, paraziti. Hemijske opasnosti su teški metali, dioksini, pesticidi, ostaci veterinarskih lijekova, deterdženata, nedozvoljeni aditivi u hrani itd. Fizičke opasnosti su: strana tijela u hrani (djelovi stakla, plastike, drveta, metala itd.).

Pitanja

Koje su opasnosti i rizici od mikrobiološke, hemijske i fizičke kontaminacije autohtonih proizvoda biljnog porijekla?

35. DOBRA PROIZVOĐAČKA PRAKSA I HACCP SISTEM U UGOSTITELJSTVU

35.1. Faktori rizika za pojavu zdravstvenih opasnosti u ugostiteljstvu

Higijenski način pripreme i distribucije hrane je od ključnog značaja u sprečavanju pojave bolesti koje se prenose hranom. Međutim, održavanje adekvatne higijene u ugostiteljstvu je teško postići, zbog velikog broja i raznovrsnosti jela koja treba pripremiti za kratko vrijeme, ograničenih ljudskih resursa, nestručnosti radnika, neadekvatnog prostora za rad i sl. Najčešći faktori rizika koji mogu dovesti do pojave bolesti koje se prenose hranom u ugostiteljstvu su: loš kvalitet sirovine, neadekvatno skladištenje hrane, neadekvatno kuvanje, nepravilni temperaturni tretman, nedostatak higijenskih uslova, loša lična higijena, neadekvatna obuka radnog osoblja, kontaminacija opreme, neadekvatno čišćenje i unakrsna kontaminacija. Ugostiteljska preduzeća su obavezna da primjenjuju sisteme upravljanja bezbjednošću hrane zasnovanih na principima analize opasnosti i kritičnih kontrolnih tačaka (HACCP sistem, prema Regulativi EC 852/2004). HACCP sistem se može uvesti ako su prethodno dobro sprovedeni preduslovni programi i specifične aktivnosti. Ovi programi imaju za cilj da smanje pojavu opasnosti u hrani, tako što sprečavaju njenu unakrsnu kontaminaciju, koja je najčešći uzrok trovanja hranom. Ugostiteljstvo se ubrzano razvija u posljednje vrijeme, što je vezano za način života, povećanje broja putovanja i kupovnu moć stanovništva.

35.2. Vrste ugostiteljskih objekata

Minimalni tehnički uslovi za prostor, uređaje i opremu za ugostiteljske objekte propisani su *Pravilnikom o vrstama, minimalnim tehničkim uslovima i kategorizaciji ugostiteljskih objekata (SLCG br. 36/2018)*. Prema ovom pravilniku, ugostiteljski objekti za smještaj, pripremu i usluživanje hrane, pića i napitaka su: *primarni ugostiteljski objekti* - hotel, turističko naselje, motel, pansion, turistički rizort, kamp i dr.; *komplementarni ugostiteljski objekti* - soba, turistički apartman, hostel, kuća, stan, gostionica, etno selo, odmaralište, katun, planinarski dom, turistička vila; *ugostiteljski objekti za pripremu i usluživanje hrane, pića i napitaka*: restoran, bar, picerija, konoba, objekti brze hrane, poslastičarnica, pečenjara, pekara, catering objekti i dr. Mali hoteli imaju najviše 25 smještajnih jedinica. Garni hotel pored smještaja pruža i uslugu pripreme i usluživanja doručka. U apart hotelu sve smještajne jedinice su apartmani. Apart hotel ne mora da ima restoran ukoliko u okviru apartmana postoji kuhinja. Moteli su ugostiteljski objekti koji se nalaze uz veće saobraćajnice i namijenjeni su kraćem boravku turista. Moteli imaju recepciju koja je otvorena 24h, restoran sa kuhinjom i parking prostorom. Pansion je ugostiteljski objekat koji je namijenjen dužem boravku turista, sa recepcijom ili pultom za registraciju i restoranom sa kuhinjom. Oznaku "rizort" ima ugostiteljski objekat koji se nalazi na atraktivnom mjestu sa sadržajima rekreativnog, sportskog, zabavnog karaktera, za održavanje konferencija/kongresa, kupovine i dr. Restoran je ugostiteljski objekat u kojem se priprema i za stolom uslužuje hrana - topla i hladna jela, pića i napici. Restoran se sastoji od prostorije za objedovanje, kuhinje, sanitarnih čvorova, magacina i drugih pomoćnih prostorija, kao i prostora za odlaganje otpada. U restoranima koji su locirani na plaži, ukoliko nemaju prostorije za objedovanje, usluge se pružaju na terasi. Restorani mogu biti nacionalni, klasični, specijalizovani i drugi. Nacionalni restoran je specijalizovani restoran u kojem se pretežno pripremaju i uslužuju tradicionalna jela (najmanje 70% od ukupne ponude) i čiji ambijent odražava nacionalnu kulturu i istorijsko nasljeđe. U klasičnom restoranu se pripremaju i uslužuju klasična jela domaće i međunarodne kuhinje. Specijalizovani restorani - riblji, vegetarijanski, lovački i drugi su oni u kojima se pripremaju i uslužuju posebne vrste jela. Oni u svojoj ponudi moraju da imaju najmanje 70% jela za koja su dobili ovaj naziv. U restoranu sa samousluživanjem - ekspres restoranu se služe unaprijed pripremljena topla i hladna jela, pića i napici. Catering objekat je ugostiteljski objekat koji pripremljena jela, pića i napitke dostavljaju na drugo mjesto sa ili bez usluživanja (priredbe, svečanosti, kućna dostava i slično). Catering objekat se sastoji od kuhinje, magacinskog i drugog prostora za čuvanje hrane, pića i napitaka i prostora za odlaganje otpada. Treba imati u vidu da je oko 63,6% bolesti izazvanih hranom povezano sa *catering* uslugom.

35.3. Zahtjevi za lokaciju i uređenje ugostiteljskog objekta

Ugostiteljski objekat treba da ima uređen prilaz i ulaz u objekat i da bude napravljen od čvrstog materijala (betona, asfalta, kamena). Slobodne površine oko objekta treba da budu hortikulturno uređene. Ugostiteljski objekat treba da ima prostoriju izvan ugostiteljskog objekta za dostavu robe i površinu za odlaganje otpada. Ove prostorije su odvojene i nezavisne od prostorija i površina namijenjenih gostima. Ulaz za dopremanje hrane treba da bude betoniran ili asfaltiran, da ima uređaje za pranje i održavanje higijene i slivnik za vodu. Moraju postojati odvojeni ulazi za osoblje i za goste. Ugostiteljski objekat mora da ima obezbijeđeno stalno snabdijevanje higijenski ispravnom vodom u dovoljnim količinama. Svi slivnici i odvodni kanali unutar i van zgrade moraju da budu ispravni. Ugostiteljski objekti moraju da imaju sistem za tretman otpadnih voda prije nego što ih ispuste u recipijent. Visina zidova restorana i kuhinja treba da bude najmanje tri metra, a visina magacina, sanitarnih i drugih pomoćnih prostorija ugostiteljskog objekta treba da bude najmanje 2,80 m. Ugostiteljski objekat u kojem se priprema i uslužuje hrana treba da ima kuhinju, pomoćne prostorije, tehničke prostorije i posebne ulaze za dopremanje i prijem namirnica i otpremanje otpada.

35.3.1. Higijenski zahtjevi za prostorije i opremu kuhinje u ugostiteljskim objektima

Kuhinja se sastoji od prostorija u kojima se obrađuju namirnice i pripremaju jela, prostorije za točenje pića, prostorije za pripremanje toplih i hladnih napitaka, prostorije za smještaj i čuvanje namirnica i pića - magacine. Pomoćne prostorije čine prostorije namijenjene potrebama radnog osoblja. Te prostorije su: kupatilo, toalet, garderoba i prostorije za objedovanje i odmor osoblja. Tehničke prostorije služe za održavanje uređaja i opreme. Prostorije kuhinje moraju da imaju podove koji su izrađeni od nepropustljivog i neklizajućeg materijala, sa odgovarajućim nagibom i slivnicima na svim podovima koji se peru. Prostorija za čuvanje namirnica se nalazi u blizini prijemnog pulta i direktno je vezana sa kuhinjom. Ugostiteljski objekti treba da imaju i druge magacine: za piće, konzerve i upakovanu hranu, za zalihe, dubinski zamrznute namirnice, za odlaganje sredstava i opreme za čišćenje. Prostorija za čuvanje namirnica treba da ima odgovarajuće police i vitrine. Ona je odvojena od prostorija za obradu i pripremu hrane. Donji dio ulaznih vrata magacina se do visine od 20 cm oblaže nerđajućim metalom, na prozorima se postavlja mreža u cilju zaštite od insekata, kao i mehanička ventilacija i uređaj za hlađenje. Kuhinja u ugostiteljskom objektu mora da odgovara kapacitetu i potrebama prostorije za usluživanje. Odnos površine kuhinje i restorana treba da bude 35%:65%. Kuhinja treba da ima uređaje za odvođenje dima, pare i mirisa (aspiratore, ventilatore i slično). Kuhinjski podovi treba da budu napravljeni od keramičkih pločica ili drugog vodootpornog materijala koji nije klizav i koji se lako čisti i održava. Kuhinjski zidovi u visini najmanje 2 m moraju da budu obloženi keramičkim pločicama ili drugim vodootpornim materijalom, koji se može lako čistiti i održavati. Prozori u kuhinjama moraju da budu zaštićeni od insekata i glodara. Radne površine u kuhinji moraju da budu od nerđajućeg materijala ili od drugog materijala koji može lako da se čisti, pere i dezinfikuje. Pribor u kuhinji mora da bude od nerđajućeg materijala. Na svakom radnom mjestu u kuhinji treba da bude dovoljno kanti za otpatke. U zavisnosti od vrste jela koja se pripremaju, kuhinja mora da ima prostorije ili odvojene prostore za: čišćenje i obradu namirnica (posebne prostore za povrće, voće, meso i ribu); prostorije za završnu obradu namirnica, pripremu jela i salata, pripremu slatkih jela, poslastica i peciva, pranje posuđa - odvojene perionice za pranje restoranskog posuđa i kuhinjskog posuđa (posuđa i pribora za pripremanje jela), čuvanje namirnica za dnevne potrebe kuhinje. Raspored prostorija mora da bude takav da prilikom prenosa i pripreme hrane ne dolazi do ukrštanja namirnica i jela sa upotrijebljenim posuđem. Ugostiteljski objekat u kojem se jela samo proizvode (catering) treba da ima odvojene prostorije ili prostore za pranje kuhinjskog posuđa i transportnih posuda. Kuhinja se oprema odgovarajućim termičkim uređajima, rashladnim uređajima za higijensko čuvanje namirnica - posebno za meso, ribu, mlijeko i mliječne proizvode, suhomesnate proizvode, poslastice i dr., odgovarajućim radnim površinama, opremom za čišćenje, obradu namirnica, kuhinjskim posuđem i priborom od nerđajućeg materijala, policama za odlaganje namirnica i pića, stolom za prijem i odlaganje korišćenog restoranskog posuđa, stolovima za cijedenje posuđa, policama i vitrinama za odlaganje čistog posuđa, sudoperama za pranje namirnica, sudoperama za pranje restoranskog posuđa, sudoperama za pranje kuhinjskog posuđa sa toplom i hladnom vodom, trodjelnom sudoperom ili mašinom za pranje suđa, umivaonikom sa toplom i hladnom vodom, priborom i sredstvima za pranje, dezinfekciju i sušenje ruku osoblja. Prostor za pranje pribora za jelo i posuđa mora da bude odvojen od prostora za pranje i pripremu namirnica. U prostoru za pranje pribora za jelo i posuđa mora da se nalazi: pult od nerđajućeg materijala sa kantom za otpatke; pult za prljavo posuđe i pribora za jelo; pult za prljave čaše; mašina za pranje posuđa i dvodjelna sudopera. Ukoliko nema mašine za pranje posuđa, potrebno je obezbjediti trodjelnu sudoperu za potapanje, pranje i ispiranje posuđa. Prostor za pranje kuhinjskog posuđa treba da ima pult od nerđajućeg materijala za korišćene lonce i šerpe, kante ili kontejnere za otpatke i trodjelne sudopere za potapanje, pranje i ispiranje posuđa. Treba da bude obezbijeđen prostor za skupljanje i privremeno skladištenje otpadaka. Ovaj prostor treba da ima površinu koja obezbjeđuje nesmetano kretanje kamiona za skupljanje otpada. U njemu treba da se nalazi aparat sa vodom pod pritiskom. Pribor za jelo treba da bude izrađen od nerđajućeg, postojanog materijala, bez znakova dotrajalosti. Stakleno i porcelansko posuđe treba da je čisto i neoštećeno.

Topla jela poslužuju se topla i na zagrijanim tanjirima, a hladna jela se poslužuju hladna i na hladnim tanjirima. Osoblje treba da bude informisano o tome da li hrana može prouzrokovati alergijske reakcije. Ugostiteljski objekat treba da ima posebne toalete za osoblje i garderobe za presvlačenje, posebno za muškarce i žene. Garderobe treba da imaju prirodnu ili vještačku ventilaciju. Zaposleni bi trebali da imaju dva ormarića za odvojeno skladištenje odjeće - jedan za ličnu odjeću i jedan za zaštitnu radnu odjeću i obuću. Ovi ormarići moraju da budu napravljeni tako da se lako čiste i provjetravaju. Toaleti ne smiju biti direktno povezani sa prostorijama u kojima se priprema, obrađuje ili servira hrana. U prostoru ispred toaleta mora biti postavljen lavabo sa sredstvima za pranje ruku i uređajem ili ubrusima za sušenje ruku. Ventilacija, prirodna ili vještačka, treba da bude takva da vazduh struji od čistih prema prljavim djelovima objekta. Kod vještačke ventilacije je važno vršiti kontrolu i zamjenu filtera. Kod prirodnih otvora za ventilaciju treba postaviti mreže za zaštitu od insekata sa promjerom rupica do 1,2 mm. Prostorije treba da imaju odgovarajuće prirodno ili vještačko osvjjetljenje na svim radnim mjestima. Osvjetljenje u području pripreme i obrađivanja hrane - na visini na kojoj se vrše radne operacije treba da bude 500 luxa, u toaletima i garderobi 300 luxa, u skladištu u nivou poda najmanje 150 luxa. Oprema treba da bude tako postavljena da se može lako održavati. Za pranje opreme i pribora potrebna je posebna prostorija ili prostor sa toplom i hladnom vodom i sa mjestom za držanje sredstava i pribora za čišćenje. Sredstva za čišćenje i dezinfekciju se koriste prema uputstvu i potrebno ih je čuvati u originalnoj ambalaži. Ova sredstva treba da budu pogodna za čišćenje pribora i površina koje dolaze u kontakt sa hranom. Pribor i oprema za čišćenje treba da budu odvojeni za različite namjene. Za različite površine koriste se krpe različitih boja koje se moraju redovno mijenjati. Sundeći nisu poželjeni za čišćenje.

35.4. *Prijem hrane*

Dobavljače sirovina i hrane treba pažljivo birati. U ugovoru sa dobavljačem treba navesti zahtjeve koje oni treba da ispune. Subjektat u poslovanju hranom treba da vodi Listu dobavljača. Potrebno je čuvati svu dokumentaciju koja se dostavlja prilikom primanja hrane u objekat. Sirovine koje ne ispunjavaju propisane zahtjeve bezbjednosti ne treba primiti u objekat. Kod preuzimanja sirovina i hrane veoma je značajno kontrolisati rokove trajanja hrane. Hrana isteklog roka upotrebe se ne prima. Svježe meso domaćih papkara i kopitara u većim komadima (polutke, četvrtine, butevi) pri prijemu treba da imaju temperaturu najviše +7 °C, svježe meso domaćih papkara i kopitara – manji komadi u vakuum pakovanju +3 °C, svježe iznutrice domaćih papkara i kopitara +3 °C, svježe meso živine +4 °C, svježa riba na izmrmljenom ledu do +7 °C, mljeveno meso +2 °C, prerađevine od mesa +2 °C, duboko zamrznuto meso svih vrsta (domaći papkari, kopitari, živina, riba i plodovi mora) -18 °C, duboko zamrznuto voće i povrće -18 °C, kremasti kolači +4 °C, upakovani sendviči +4 °C, salate sa prelivima +2 °C.

35.5. *Skladištenje hrane*

Subjektat u poslovanju hranom obavezan je da u skladištu obezbijedi odgovarajuće uslove kao što su temperatura, vlaga i ventilacija. Pri slaganju treba uvažiti princip rotiranja hrane - što znači da ono što je prvo uskladišteno treba prvo upotrijebiti. Hrana u skladištu treba da je podignuta iznad poda - ne smije se držati na podu. Direktno na podu se može kratko vrijeme držati ambalaža za piće - gajbe. Sirovu neprerađenu hranu treba držati odvojeno od pripremljene hrane. Sirovine i hrana na kojoj se tokom čuvanja jave plijesni i insekti se ne smije koristiti, već je treba neškodljivo ukloniti. Voće i povrće koje se upotrebljava odmah čuva se na sobnoj temperaturi. Na duže vrijeme voće i povrće se čuva u rashladnim komorama. Preporučena temperatura i vrijeme za skladištenje jabuka je 4-7 °C dvije nedjelje, agruma 4-7 °C jedan mjesec, šljiva 4-7 °C jedna nedjelja, drugo voće 4-7 °C 2 do 5 dana. Preporučena temperatura i vrijeme skladištenja za krompir je 7 -10 °C 30 dana, za zreli luk i repu 16 °C 3 mjeseca (2 nedjelje na sobnoj temperaturi), drugo povrće 4-7 °C 5 dana. Pakovane salate, kečap, sosovi, majonez (neotvoreni) čuvaju se do dva mjeseca uz senzornu provjeru prije

upotrebe (izgled, miris). Žitarice spremne za jelo, keks, krekeri se čuvaju do 6 mjeseci uz senzornu provjeru prije upotrebe (izgled, prisustvo insekata, plijesni, prisustvo neugodnog mirisa). Konzervirana hrana i brašno mogu da se čuvaju do godinu dana uz senzornu provjeru prije upotrebe (izgled, miris i dr.). Potrebno je kontrolisati temperaturu vazduha u svakom rashladnom uređaju (frižideru, rashladnoj vitrini, rashladnoj komori) pojedinačno. Kontrola se vrši termometrima i/ili automatskim bilježenjem temperature najmanje jednom dnevno. Mjerenje temperature se preporučuje ujutru na početku rada, a drugi put na kraju prve smjene. Mjerenje temperature se vrši baždarenim termometrom. Rashladni uređaji se ne smiju pretrpavati, mora se omogućiti nesmetana cirkulacija hladnog vazduha; termički obrađenu i sirovu hranu treba skladištiti odvojeno, tj. treba je čuvati u posebnim rashladnim uređajima; hranu biljnog i životinjskog porijekla treba posebno skladištiti u odvojenim rashladnim uređajima. U istom rashladnom uređaju se mogu čuvati odvojeno i upakovano. Temperature na kojima treba da se skladište lako kvarljive namirnice su: 2 °C za meso i ribu, 4 °C za maslac, jaja i sireve, 6 °C za voće i povrće, -8 °C za namirnice za duboko hlađenje. Lako kvarljive namirnice se čuvaju u hladnjačama ili rashladnim uređajima, odvojeno prema vrsti namirnica (meso, mliječni proizvodi, riba, suhomesnati proizvodi i dr.). Termički obrađenu hranu spremnu za jelo ili za podgrijavanje treba skladištiti u zatvorenim posudama koje se lako peru ili u otvorenim posudama koje se prekrivaju zaštitnom folijom; prije skladištenja u rashladni uređaj, termički obrađenu hranu treba ohladiti na propisan način. U rashladnom uređaju se može odmrzavati samo istovrsna hrana (npr. odmrzavanje mesa se vrši u rashladnom uređaju za svježe meso). Uređaji za duboko zamrzavanje hrane moraju održavati temperaturu najmanje -18 °C i moraju biti ispravni. Potrebno je redovno kontrolisati rok trajanja hrane i neškodljivo ukloniti onu kojoj istekne rok trajanja. Pravilo koje se mora striktno poštovati je da se jednom odmrznuta hrana ne smije ponovo zamrzavati.

35.5.1. Mjerenje temperature hrane

Temperatura hrane obično se provjerava ubodnim termometrom. Prije upotrebe potrebno je dezinfikovati sondu termometra sa 70% alkoholom (ili drugim dezinficijensom). Nakon upotrebe sondu je potrebno oprati vodom i obrisati. Prilikom mjerenja temperature treba sačekati da se vrijednost temperature na pokazivaču stabilizuje i tek se onda očitava. Izuzetno je važno da temperatura hrane prilikom transporta i distribuiranja ne bude ispod 63 °C.

35.6. Dezinsekcija i deratizacija u ugostiteljskim objektima

Objekat mora biti izgrađen tako da je onemogućen ulazak štetočina (postavljene mreže na prozorima i ventilacijskim otvorima, sifoni odvodnih kanala treba da budu pokriveni, da su podovi i zidovi, ventilacija i odvodni kanali bez oštećenja i dr.). Vrata u prostorijama treba da se dobro zatvaraju i tokom pripreme hrane moraju biti zatvorena. Za suzbijanje letećih insekata mogu se postaviti električni uređaji, ali tako da ostaci insekata ne upadaju u hranu. Dezinsekcija hemijskim sredstvima se primjenjuje ako se na ovaj način ne može riješiti problem i ako se pojave bubašvabe. Subjekti u poslovanju hranom dužni su da sklope ugovor sa ovlašćenom organizacijom koja upotrebljava dozvoljena sredstva na optimalan način. Detekcija insekata se vrši praćenjem pojave uginulih insekata i njihovih ostataka, pojave živih insekata na mjestima potencijalnih skrovišta, insekata na klopama (u električnim uređajima, lepljivim klopama), pojave tunela i rupica na pakovanjima hrane. Za sprovođenje programa dezinsekcije subjekat u poslovanju hranom angažuje za to ovlašćenu organizaciju. Treba da se vodi evidencija o datumu dezinsekcije, vrsti i načinu primjene dezinsekcijuskog sredstva, o mjestima gdje je sprovedena dezinsekcija, ime i potpis lica koje je izvršilo dezinsekciju i odgovornog lica za dezinsekciju u objektu. Odgovorno lice je obavezno da vrši kontrolu dezinsekcije, da vodi i čuva evidenciju, kao i potvrde od ovlašćene organizacije. Glodari se detektuju na osnovu prisutnog izmeta, oglodanih pakovanja hrane, rupa u zidovima, gnijezdima u skladištima ili hrani, specifičnog mirisa, pojave miševa i pacova u objektu. Ukoliko fizičke metode

nijesu efikasne, koriste se mamci. Mamci se stavljaju u posebne zaštićene kutije na mjestima koja su van prostora gdje se radi sa hranom. Deratizaciju treba sprovesti u cijelom objektu. Redovna deratizacija se obično sprovodi jednom godišnje, obično u jesen, dok se vanredna deratizacija sprovodi kada se pojave glodari u objektu. Deratizaciju takodje sprovode samo registrovane organizacije. Sredstva i pribori za čišćenje sanitarnih prostorija moraju se držati odvojeno od pribora za čišćenje kuhinje i trpezarije. Pokretne prostorije u kojima se priprema hrana radi stavljanja na tržište i automati za prodaju hrane moraju biti održavani tako da se spriječi kontaminacija, posebno od prisustva životinja ili štetočina. Za serviranje hrane u pokretnim objektima koji nisu priključeni na vodovod koristi se pribor za jednokratnu upotrebu. Sirovine i hrana moraju biti zaštićeni od prašine, izduvnih gasova i biti podignuta od poda.

35.7. Higijena i zdravstveno stanje radnog osoblja

Svako zaposleno lice u radu sa hranom mora da ima znanje o tome kako se higijenski postupi sa hranom. U tom cilju se na osnovu godišnjeg plana sprovode obuke za zaposlena lica. Obuka obuhvata teorijsku edukaciju i praktičnu obuku. Zaposleni u kuhinji moraju imati kosu pokrivenu kapom ili maramom, jer koža vlasišta i kosa sadrže veliki broj odumrlih ćelija, otpalih dlaka, prašine i bakterija. Zato kosa tokom rada mora biti čvrsto povezana. Muškarci mogu da imaju kratku bradu i brkove, koji moraju biti zaštićeni. Radnici treba da nose odgovarajuću, čistu i ako je potrebno zaštitnu odjeću. Radna odjeća treba da se čuva odvojeno od lične odjeće i u posebnim garderobnim ormarima. Poželjeno je da je boja odjeće svijetla i od materijala koji diše i koji se pere na temperaturama iznad 60 °C. Preporučuje se da odjeća bude bez dugmadi i džepova. Za vrijeme grube pripreme hrane u kuhinji gdje su radnici u čestom kontaktu sa vodom, pored radne odjeće preporučuje se nošenje i zaštitnih gumenih kecalja. Zaposlenim licima koja su kliconoše ili boluju od zaraznih bolesti prenosivih hranom zabranjeno je da ulaze u prostore u kojima se odvija proces rada sa hranom. Zaposlena lica koja rukuju hranom su obavezna da u slučaju zdravstvenih smetnji o tome obavijeste poslodavca. Zdravstvene smetnje zbog kojih se zaposleno lice mora isključiti iz procesa rada sa hranom i uputiti na drugo radno mjesto su: dugotrajan kašalj, dugotrajno kihanje, povraćanje, proliv, stomachni bolovi, gnojne promjene na koži, povrede, iscjedak iz ušiju, očiju ili nosa. Preporuka je da sanitarni nalaz ne bude stariji više od 10 dana od dana početka rada.

35.7.1. Higijena ruku

Ruke zaposlenih lica u proizvodnji hrane treba da budu čiste, bez vidljivih promjene na koži, bez nakita i satova. Nokti moraju biti kratko podsječeni, prirodni, bez laka. Ukoliko dođe do oštećenja kože ruku (posjekotine, opekotine), treba ih sanirati i hermetički zaštititi. Pravilnim pranjem ruku uklanja se nečistoća i mikroorganizmi. Oprema za pranje ruku treba da bude postavljena na mjestima prelaska iz nečistog u čisti dio objekta, kako bi se spriječilo ukrštanje čistih i nečistih puteva. Za pranje ruku mora biti dostupna tekuća topla i hladna voda, sapun, ubrus za jednokratnu upotrebu ili mašina za sušenje ruku. Lica koja rukuju hranom treba da peru ruke uvijek prije početka rada, tokom rada ako su ruke prljave, kada prelaze iz nečistog u čisti dio objekta, prije i poslije upotrebe rukavica, prije i poslije rukovanja hranom, nakon korišćenja toaleta, nakon kašljanja, kihanja, brisanja nosa, dodirivanja lica i kose, prije jela i poslije jela, poslije pušenja, poslije upotrebe telefona, nakon kontakta sa otpadom, nakon čišćenja, prije napuštanja radnog mjesta i dr. Ruke se peru tako što se prvo navlaže toplom vodom, zatim se nanese sapun na cijelu površinu ruku - dlanove, prste, između prstiju, na zglobove, vrši trljanje ruke o ruku najmanje 15-20 sekundi. Zatim ruke treba dobro isprati, obrisati ih ubrusom za jednokratnu upotrebu, zatvoriti slavinu ubrusom ili laktom ruke, kako ne bi došlo do kontaminacije opranih ruku. Upotrijebljeni ubrus treba baciti u smeće.

35.8. Sprečavanje unakrsne kontaminacije

U procesu rada sa hranom postoji potencijalna opasnost od unakrsne kontaminacije. To znači da se bakterije, virusi i paraziti prenose sa jedne na drugu hranu preko zagađenog pribora, opreme, površina i lica koja rukuju hranom. Sprečavanje unakrsne kontaminacije je veoma značajno za sprečavanje bolesti koje se prenose hranom. Do unakrsne kontaminacije najčešće dolazi u neadekvatnim i funkcionalno nepovezanim radnim prostorima, procesima i radnim operacijama. Da bi se spriječila unakrsna kontaminacija veoma je važno da se različite vrste hrane odvojeno skladište, da se koriste odvojene radne površine za termički obrađenu i termički neobrađenu hranu, odvojene daske za rezanje, odvojeni pribor za obradu i dr. Da bi se to lakše postiglo koriste se radne površine, oprema i posude različite boje. Ukoliko je moguće, preporučljivo je imati i odvojene prostore za pripremu raznih vrsta hrane. Treba izbjeći ukrštanje čistih i nečistih puteva. Hrana pripremljena za konzumaciju za vrijeme čuvanja treba da je pokrivena - a ukoliko dođe u kontakt sa sirovom, neobrađenom hranom potrebno je neškodljivo ukloniti. Hrana koja se poslužuje sirova (npr. školjke, suši) čuva se odvojeno od ostale hrane. Mjere za sprečavanje unakrsne kontaminacije od strane zaposlenih lica su mjere lične higijene - naročito pranje ruku i promjena rukavica poslije rukovanja drugom vrstom hrane. Prilikom rukovanja sa hranom ne treba dodirivati lice, kožu, kosu. Za brisanje ruku se koriste papirni ubrusi za jednokratnu upotrebu. Nikako ne treba brisati ruke radnom odjećom. Potrebno je uvijek upotrebljavati čisti i dezinfikovani pribor i opremu koja dolazi u kontakt sa hranom.

35.9. Rukovanje otpadom od hrane

Hrana koja se ne potroši smatra se otpadom i ne može se koristiti, podgrijavati niti ponovo upotrijebiti. Otpad od hrane može dovesti do zagađenja hrane i privlačenja štetočina i zato se mora često uklanjati iz prostora u kojem se rukuje hranom. Posude za otpad se moraju nalaziti na svim mjestima gdje otpad nastaje, moraju imati poklopac, kao i pedale kako bi se izbjegao kontakt ruku sa poklopcem. Posude i kontejneri za otpad moraju biti izgrađeni od materijala koji se lako pere i dezinfikuje. Prostori za otpad moraju takođe biti od materijala koji se lako čisti i izgrađeni tako da se spriječi ulazak štetočina. Prostori za odlaganje otpada treba da se nalaze van prostora u kojem se rukuje hranom i prostora za prijem hrane. Uklanjanje otpadnog ulja i drugog otpada mora biti obezbijeđeno u skladu sa posebnim propisima. Otpad se mora uklanjati redovno, kako se ne bi ugrozila bezbjednost hrane. Lica koja rukuju hranom moraju da održavaju ličnu higijenu na vrlo visokom nivou.

35.10. Faktori rizika kontaminacije hrane

Postupci koji predstavljaju visoki faktor rizika su: odmrzavanje velikih količina hrane odjednom, priprema velikog broja obroka, improvizacija u pripremi hrane, istovremeno pripremanje sirovih i gotovih jela na istom radnom mjestu, ranije pripremanje hrane, upotreba ostataka hrane, hlađenje velike količine hrane u isto vrijeme, loša lična higijena - dodir hrane prljavim rukama, neadekvatan transport hrane, neadekvatna nabavka hrane, neadekvatna termička obrada hrane, hlađenje, podgrijavanje, održavanje hrane na toplom. Tokom pohovanja treba paziti da se ulje nikada ne zagrije do faze dimljenja i da ne dolazi do kolebanja temperature (hlađenje i ponovno zagrijavanje). Za pripremu različitih vrsta hrane nikada se ne smije upotrijebiti isto ulje. Prilikom prženja iz ulja nastaju štetna jedinjenja kao što su akrilamidi, PAH, tako da ga treba redovno mijenjati. Prije pripreme, hranu ne treba držati van frižidera. Termički obrađena hrana koja neće biti odmah konzumirana čuva se na temperaturi od najmanje 63 °C i mora biti poslužena u roku 2h. Nakon 4h nepotrošena hrana nije više za upotrebu. Ukoliko se termički obrađena hrana priprema unaprijed, treba je do upotrebe brzo ohladiti i čuvati na hladnom – na temperaturi ispod 5 °C. Pravilno odmrzavanje hrane je veoma važno da bi se spriječio razvoj bakterija. Ako se hrana ne odmrzne potpuno, njena dubina tokom

termičke obrade ostaje neobrađena. Treba voditi računa da se različite vrste hrane odmrzavaju odvojeno, kako ne bi došlo do unakrsne kontaminacije. Ako su u pitanju male porcije, odmrzavanje se može vršiti i u mikrotalasnim pećnicama ili, ako je hrana vakumski upakovana - u hladnoj vodi (kako voda ne bi došla u direktan kontakt sa hranom). Odmrznutu hranu treba odmah upotrijebiti. Nije dozvoljeno hranu zamrzavati ponovo. Ohlađena pripremljena hrana se može podgrijavati, pri čemu u središtu hrane treba postići minimalnu temperaturu 74 °C u trajanju od 15 s. Odmah nakon podgrijavanja hranu treba držati na temperaturi ≥ 63 °C. Podgrijanu hranu koja se nije upotrijebila nije dozvoljeno ponovo ohladiti ili smrznuti. Veoma je važno da se temperatura hrane tokom hlađenja što prije snizi (za 2h na 20 °C, a u narednih 4h na 5 °C). Da bi to postigli može se hrana podijeliti na manje količine. Ohlađenu hranu treba zaštititi i označiti datumom, da bi je mogli kod upotrebe izabrati po sistemu prije pripremljeno - prije upotrijebljeno. Temperature se kontrolišu svaka dva sata i bilježe. Ako je hlađenje od 60 °C do +5 °C trajalo duže od četiri sata ta hrana nije više za upotrebu. Hlađenje hrane se može postići dijeljenjem hrane u manje posude, koje se zatim stavljaju u posudu sa ledom ili ledenom vodom. Led se uzima kašikom ili hvataljkom za led, nikada direktno rukama. Kašiku i hvataljku treba oprati barem na svakih 2h. Nikada ne treba vraćati neiskorišćeni led nazad u skladište leda. Treba redovno čistiti mašine za led. Ako se led kupuje, treba ga kupovati od registrovanog proizvođača. Hlađenje se može obaviti i potapanjem plastičnog hladnjaka sa ledom u hranu uz istovremeno miješanje. Veliki komadi i veoma gusta hrana se hlade u "blast chiller" zamrzivaču (sa brzim hlađenjem). Najbolji način zamrzavanja je šok zamrzavanje, tj. brzo zamrzavanje hrane kojim se sprečava stvaranje velikih kristala vode koji kvare strukturu hrane. Hrana se skladišti i pakuje samo u ambalažu koja je dozvoljena za kontakt sa hranom. Hranu koju treba zamrznuti treba staviti u što manje pakovanje, označiti je i zamrznuti. Kontrolu temperature u uređaju za skladištenje smrznute hrane treba sprovoditi najmanje jednom dnevno i voditi evidenciju.

35.11. Prevoz hrane

Prevozna sredstva za transport hrane moraju biti čista i ispravna, kako bi hrana bila zaštićena od kontaminacije. Prevozna sredstva treba da budu od materijala koji se lako čisti. Da bi se spriječila kontaminacija hrane, vozila namijenjena za prevoz hrane se koriste samo za tu svrhu i moraju biti jasno označena. Ova vozila moraju imati posebne odjeljke za transport svježe - neobrađene hrane i gotove hrane i odgovarajući temperaturni režim prilagođen vrsti hrane. Mora postojati mogućnost kontrole temperature hrane tokom prevoza.

35.12. Postupak povlačenja hrane sa tržišta

Ako subjekat u poslovanju hranom smatra da hrana koju je proizveo ili distribuirao nije bezbjedna, a nije više pod njegovom neposrednom kontrolom, odmah povlači tu hranu sa tržišta i o tome obavještava nadležna tijela. Postupak povlačenja počinje odmah tako što se obavijeste svi koji su primili hranu. Ako je hrana već stigla do konačnog potrošača, subjekat u poslovanju hranom obavještava potrošače o razlogu njenog povlačenja i ako je potrebno traži od potrošača povraćaj te hrane. Obavještenje se stavlja na vidljivom mjestu, na internet stranici subjekta ili u sredstvima javnog informisanja. Subjekti u poslovanju hranom moraju imati izrađen Nacrt povlačenja hrane.

36. DOBRA PROIZVOĐAČKA PRAKSA U PRODAJI HRANE

Subjekt koji se bavi prodajom hrane mora u svakom trenutku da ima informacije o porijeklu hrane u objektu. Uspostavljanje sledljivosti hrane u sektoru trgovine je od naročitog značaja, jer se on direktno srijeće sa potrošačima. To je i mjesto gdje se najčešće hrana povlači sa tržišta i o tome obavještavaju potrošači. Zbog toga moraju uvijek da posjeduju sljedeće podatke: ime i adresa dobavljača, vrsta primljenog proizvoda, broj serije, lot ili datum upotrebe i rok upotrebe proizvoda, datum primanja proizvoda u objekat, količina proizvoda. Za hranu koju isporučuju drugom subjektu

u poslovanju hranom moraju da imaju sljedeće podatke: ime i adresa kupca, vrsta prodatog proizvoda, serija, lot ili datum trajanja proizvoda, rok upotrebe, datum isporuke, količinu proizvoda i dr. *Visokorizična (lako kvarljiva) hrana* je ona u kojoj se bakterije vrlo lako i brzo razmnožavaju. To je sirovo meso, riba, plodovi mora, mlijeko, meki sirevi i sirevi sa plijesnima, jaja, pekarski proizvodi sa krem punjenjem, jela napravljena sa sirom, jajima ili mlijekom, deserti na bazi mlijeka, jela koja se termički obrađuju na niskim temperaturama koje ne uništavaju bakterije. Kod ove hrane datum se navodi kao rok upotrebe „upotrijebiti do (tačan datum)”. Rukovanje hranom visokog rizika mora biti takvo da je stalno obezbijeđen lanac temperature na kojoj se hrana drži. Ako prilikom rukovanja (transporta, prijema, skladištenja, izlaganja u rashladnim vitrinama) dođe do odstupanja temperature u središtu ove hrane za više od + 4 °C, ona se mora odmah isključiti iz prodaje i uništiti na neškodljiv način. *Hrana srednjeg rizika* je hrana koja je pogodna za razvoj mikroorganizama (bakterija) ako se sa njom adekvatno ne postupa (na primjer prepakovano voće i povrće). *Hrana niskog rizika* nije pogodna za razvoj mikroorganizama. To je suva hrana kao što su brašno, žitarice, pirinač, keks, krekeri, gotove smjese, flaširano voće i povrće, upakovani sosovi, upakovani majonez, konzervirana hrana. Rukovanje hranom niskog rizika ne smije da dovede do naknadne ili unakrsne kontaminacije. Rok upotrebe se ne zahtijeva za: svježe voće i povrće, vina, pića koja sadrže 10% vol. ili više alkohola, kolače i pekarske proizvode koji se konzumiraju za 24h od proizvodnje, sirće, kuhinjsku so, kristal šećer, kolače i druge konditore koji se sastoje uglavnom od aromatizovanih i obojenih šećera, žvakaće gume. Hrana kojoj je istekao rok upotrebe i hrana koja ima nejasnu i oštećenu deklaraciju mora se držati i čuvati odvojeno i mora biti jasno označena da nije za upotrebu. U samoposlužnoj prodaji, hljeb i niskorizični pekarski proizvodi moraju biti uvijeni u zaštitnu ambalažu. Lice koje rukuje novcem ne smije rukovati sa neupakovanom hranom ukoliko prethodno nije opralo ruke. Neupakovana hrana se može uzeti i dati rukavicom ili namjenskim priborom. Vaga mora biti higijenski održavana. Neupakovana hrana se nikada ne stavlja direktno na vagu, već se stavlja na papir u koji će i biti uvijena. Moraju biti obezbijeđene posebne vage za sirovo meso, delikatese, voće i povrće i dr. Pri samoposlužnoj prodaji voća i povrća kupcu treba obezbijediti rukavice za jednokratnu upotrebu. Pri prodaji termički obrađene hrane kupcu se savjetuje da hranu potroši najduže za 1,5h od kupovine. Jedan od načina ponude hrane je i degustacija i prezentacija hrane za javnost. Na ovaj način hrana se najčešće nudi u trgovačkim centrima, raznim skupovima i sl. Pri tome treba da budu ispunjeni određeni uslovi: hrana mora biti zaštićena od prašine, izduvnih gasova i drugih izvora zagađenja i treba da bude podignuta od poda. Lice koje radi sa hranom mora poznavati osnovne higijenske principe u radu sa hranom. HACCP je sistem za ocjenu rizika i uspostavljanje preventivnih kontrolnih postupaka tokom rukovanja hranom. Ovaj sistem analizira opasnosti i rizike od pojave opasnosti u svim fazama proizvodnje, kao i da li se može uspostaviti njihova kontrola kroz preduslovne programe i dodatne i određivanje kritičnih kontrolnih tačaka. Svaka kritična kontrolna tačka ima jednu ili više kontrolnih mjera kojima se može spriječiti, eliminisati ili smanjiti pojava opasnosti do prihvatljivog nivoa. Kontrolnim mjerama treba da se postignu zadate vrijednosti za određene parametre. Za svaki parameter postoji donja i gornja kritična granica u okviru kojih treba da se kreću vrijednosti za zadate parametre. Parametri čije se kritične granice određuju mogu biti temperatura, vrijeme, fizičke dimenzije, vlažnost vazduha, sadržaj vlage u hrani, aktivnost vode, pH, koncentracija soli, pristupačni hlor, viskozitet, sadržaj konzervanasa, senzorne osobine (aroma, izgled) i dr.

Pitanja

Koje vrste ugostiteljskih objekata prema Pravilniku o vrstama, minimalnim tehničkim uslovima i kategorizaciji ugostiteljskih objekata (SLCG br. 36/2018) postoje? Koje zahtjeve u pogledu lokacije i uređenja treba da ispune ugostiteljski objekti? Koje zahtjeve treba da ispune kuhinjske prostorije i oprema u ugostiteljskim objektima? Koje uslove treba da ispune prostorije i oprema za skladištenje hrane u ugostiteljskim objektima? Kako se mjeri temperatura hrane? Kako se vrši prijem hrane u ugostiteljskim objektima? Kako se vrši dezinsekcija i deratizacija u ugostiteljskim objektima? Kako

se sprečava unakrsna kontaminacija hrane? Kako se sprovodi rukovanje otpadom od hrane? Koji su faktori rizika kontaminacije hrane u ugostiteljstvu? Kako se sprovodi higijena radnog osoblja? Kako se vrši higijena ruku radnog osoblja? Koja je dobra proizvođačka praksa prilikom prevoza hrane? Koji je postupak povlačenja hrane sa tržišta? Kako se sprovodi dobra proizvođačka praksa u prodaji hrane?

37. OSNOVNI ZAHTJEVI ORGANSKE POLJOPRIVREDE

37.1. Ciljevi i značaj organske poljoprivrede

Organska poljoprivreda se ubrzano razvija, kao reakcija na ugrožavanje životne sredine, kvaliteta hrane i zdravlja ljudi. Tražnja za organskim proizvodima se povećava po stopi od 20%, usljed rasta svijesti potrošača o značaju zdravstveno bezbjedne hrane i zaštiti životne sredine. Cilj organske proizvodnje je, dakle, dobijanje zdravstveno bezbjedne i kvalitetne hrane na ekološki i održiv način. Organska poljoprivreda ima pozitivan uticaj na životnu sredinu, jer poboljšava biodiverzitet (biološku raznolikost), biološku aktivnost zemljišta, dugoročnu plodnost zemljišta, reciklira otpad biljnog i životinjskog porijekla, koristi obnovljive izvore energije, minimizira sve oblike zagađenja koji mogu poticati iz poljoprivrede, poboljšava kvalitet proizvoda. Obnovljivi izvori energije su energija vodotokova, vjetra, sunca, biomase, geotermalna energija. Organskom poljoprivredom se prirodni resursi koriste na održiv način, čuva se agroekosistem, održava se i uvećava plodnost zemljišta, čuvaju se autohtone sorte i rase, povezuje se biljna i stočarska proizvodnja, dobijaju se proizvodi boljeg ukusa. Uz pomoć organske poljoprivrede se štiti i poboljšava zdravlje potrošača, zemljišta, biljaka i životinja, kao i planete u cjelini. Metodama organske poljoprivrede se vraća prirodi ono što se od nje uzima. Vodeći organski proizvodi na tržištu su voće, povrće, hljeb, žitarice, pića, mlijeko i meso.

37.2. Razvoj organske poljoprivrede u Crnoj Gori

Povoljni klimatski uslovi, očuvana priroda i proizvodnja tradicionalnih proizvoda omogućuju razvoj organske poljoprivrede u Crnoj Gori. Prvenstveno se u Crnoj Gori organska poljoprivreda bazira na preradi voća, žitarica i začinskog bilja. Ovdje je obuhvaćeno i sakupljanje šumskog voća, bilja i začina. Organsko voće se prerađuje u sok, masline u maslinovo ulje, a žitarice (pšenica, heljda, raž, kukuruz) u brašno. Značajan potencijal za tržište organske hrane su tradicionalni proizvodi, jer je tradicionalni način proizvodnje lakše prilagoditi standardima organske proizvodnje. Proizvodi lova divljih životinja i ribolova se ne smatraju proizvodima organske poljoprivrede.

37.3. Kontrola i sertifikacija organske proizvodnje

Organska proizvodnja je zakonski regulisana, što podrazumijeva njenu kontrolu i sertifikaciju (Zakonom o organskoj poljoprivredi). Sertifikacija predstavlja postupak kojim nadležno sertifikaciono tijelo izdaje proizvođaču uvjerenje (sertifikat) da radi u skladu sa zahtjevima organske poljoprivrede. U organskoj poljoprivredi zabranjena je upotreba vještačkih pesticida, đubriva, genetički modificovanih organizama i njihovih proizvoda, jonizujućeg zračenja, stimulatora rasta, hormona, aditiva, ureje u ishrani, polivinil-hlorid (PVC) ambalaže i drugih vrsta plastične ambalaže koja sadrži hlor. Mogu se koristiti jedino prirodna đubriva, pesticidi (biopesticidi) i aditivi. Biopesticidi su pesticidi prirodnog porijekla – od biljaka, životinja i neki minerali. Oni su manje otrovni i djeluju samo na određene štetne organizme. Djelotvorni su u malim količinama i brzo se razgrađuju.

37.4. Uslovi za organsku proizvodnju

Uslovi za organsku proizvodnju su: prostorna izolovanost parcela, stočarskih farmi i prerađivačkih pogona od zagađenja, poljoprivredno zemljište u kojem je sadržaj štetnih materija za 50% manje u odnosu na maksimalno dozvoljene količine za konvencionalnu proizvodnju, odgovarajući kvalitet vode i usklađenost razvoja biljne i stočarske proizvodnje. Nakon što ispuni ove uslove, proizvođaču se određuje prelazni period od dvije godine za jednogodišnje i tri godine za dugogodišnje zasade - u kojem se obavezno primjenjuju metode organske poljoprivrede. Prelazni period je vrijeme koje je neophodno da proizvođač stekne iskustvo u primjeni metoda organske proizvodnje.

37.5. Metode u organskoj biljnoj proizvodnji

Metode koje treba sprovesti u organskoj biljnoj proizvodnji su: odgovarajući izbor vrsta i sorti bilja, plodored, odgovarajuća obrada zemljišta, đubrenje, suzbijanje biljnih bolesti, štetočina i korova, sakupljanje šumskih plodova i ljekovitog bilja. Sjeme i sadnice treba da budu certificirani. Treba izbjegavati sjetvu kultura koje su osjetljive na bolesti. Plodnost i biološka aktivnost zemljišta se održava i povećava uzgojem mahunarki, biljaka sa dubokim korijenom - kroz program rotacije, zelenim đubrenjem i unošenjem organske materije u zemljište (komposta i dr). Za proizvodnju komposta mogu se koristiti odgovarajući mikroorganizmi i preparati na biljnoj bazi. Štetočine, bolesti i korov se suzbijaju izborom odgovarajućih vrsta i sorti, odgovarajućim programima rotacije, mehaničkom kultivacijom, čuvanjem staništa prirodnih neprijatelja štetočina, uklanjanjem korova spaljivanjem, malčiranjem i košenjem, ispašom životinja, mehaničkom kontrolom uz pomoć klopki, svjetlosti i zvuka, sterilizacijom parom. Za malčiranje (nastiranje) zemljišta u organskoj poljoprivredi se koriste prirodni materijali kao što su sijeno, slama, strugotina drveta, biorazgradive folije. Stalnim gajenjem usjeva se smanjuje plodnost zemljišta, pa se mora voditi računa o obnavljanju. Plodoredima se može postići održavanje i povećanje plodnosti zemljišta. Plodored predstavlja organizovano smjenjivanje usjeva na jednoj parceli tokom godina. Značajno smanjuje pojavu štetočina, biljnih bolesti i korova. Kulture sa dubokim korijenom treba uzgajati nakon onih sa plitkim, kako bi se održala prozračnost i ocjeditost zemljišta. Kulture koje fiksiraju atmosferski azot treba mijenjati sa onima koje ga troše. Tako će se obezbijediti značajan dio potreba u azotu. Kad god je moguće treba sprovesti predsjetvu, naknadnu sjetvu, međusjetvu i zelenišno đubrenje, kako bi zemljište bilo uvijek pod zelenim pokrivačem. Tako se sprečava zakorovljenost, ispiranje hraniva, erozija i poboljšava struktura zemljišta. Međuusjev je usjev koji se gaji između redova glavne kulture. Na taj način se koristi raspoloživi prostor na najbolji način, gajenjem leguminoznih biljaka smanjuju se troškovi đubrenja, čuva se vlaga u zemljištu i sprečava ispiranje hraniva, popravljaju se osobine zemljišta, sprečava se erozija, smanjuje se upotreba pesticida. Združivanje usjeva je takođe dobar način zaštite zemljišta i biljaka od bolesti i korova. Često se združeno siju kukuruz i pasulj, jari ječam i crvena djetelina, ovas i grahorice, kukuruz i tikve i dr. Dozvoljena je upotreba biopesticida, ali samo uz konsultacije sa sertifikacionim tijelom. Organska zaštita bilja se zasniva pretežno na preventivnim mjerama. To su: spaljivanje biljnih ostataka, plodored, izbor parcele, vrijeme sjetve, đubrenje, navodnjavanje. Zdravstveno stanje biljaka u sljedećoj godini značajno zavisi od higijenskih mjera sprovedenih na polju. U zaraženim ostacima biljaka se održava veliki broj patogenih mikroorganizama. U tom pogledu je veoma značajna mjera sakupljanje i uništavanje biljnih ostataka, najbolje spaljivanjem. Treba izabrati sunčane blago nagnute parcele. Parcele koje se nalaze na sjenovitim mjestima nisu pogodne za gajenje biljaka. Redove biljaka treba postavljati u pravcu duvanja čestih vjetrova. Tako se obezbjeđuje dobro provjetravanje biljaka, kada nema zadržavanja vlage koja odgovara razvoju patogenih gljiva. Treba koristiti optimalne doze organskih đubriva. Kada god je moguće treba navodnjavati sistemom kap po kap. Malčiranje zemljišta folijama ili prirodnim materijalima je preporučljivo. Dezinfekcija zemljišta se može vršiti solarizacijom ili vodenom parom. Izborom dobrog sjemena otpornog na bolesti smanjuje se upotreba drugih mjera zaštite biljaka. Korove u organskoj poljoprivredi moguće je kontrolisati okopavanjem, košenjem prije

cvjetanja korovskih biljaka, gajenjem međuusjeva, solarizacijom, zastiranjem zemljišta folijom tokom perioda 6-8 nedjelja, navodnjavanjem prije sadnje (isprovocira se rast korova) a zatim se obradi zemljište. Na taj način usjev dobija vremensku prednost za rast. Bolesti i štetočine se kontrolišu mjerama kao što su planiranje vremena i načina sadnje, plodored, izbor zdravog sadnog materijala otpornog na bolesti, primjena komposta, korišćenje čiste opreme, uklanjanje bolesnih ostataka biljaka, primjena biopesticida. Veoma je važno da se ujednači odnos biljne i stočarske proizvodnje. To znači da se organskom proizvodnjom obezbijedi dovoljno hrane za ishranu domaćih životinja, a gajenjem životinja dovoljno organskog đubriva. Za 1-2 uslovna grla krupne stoke treba obezbijediti jedan hektar biljne proizvodnje. S obzirom da se u ekstenzivnoj proizvodnji gotovo ne koriste vještačka đubriva, pesticidi i dr., mnogo je lakše preći sa ekstenzivne na organsku proizvodnju. Pašnjake treba drljati nakon svake ispaše, kako bi se feces ravnomjerno rasporedio i tako izbjegla pojava mjesta koja stoka zbog neprijatnog mirisa izbjegava.

37.6. Metode organske stočarske proizvodnje

Metode organske stočarske proizvodnje obuhvataju: izbor vrste i rase životinja, način uzgoja, ishrana i zdravstvena zaštita životinja, postupak sa životinjama koje se nabavljaju sa drugih farmi. Organska proizvodnja u stočarstvu se bazira na primjeni prirodnih metoda uzgoja, sprečavanju stresa, preventivi bolesti, zabrani upotrebe veterinarskih lijekova (antibiotika i dr.), proizvoda životinjskog porijekla iz ishrane životinja (npr. mesno brašno), na očuvanju zdravlja i dobrobiti životinja, izboru vrsta i rasa stoke i njihovoj prilagođenosti lokalnim uslovima i otpornosti na bolest. U organskoj proizvodnji životinje se drže slobodno. *Objekti za držanje životinja* u organskoj poljoprivredi treba da imaju ispast, da obezbjeđuju svjež vazduh, prirodnu svjetlost i dovoljno prostora za kretanje, odmaranje, hranjenje, napajanje. Unutrašnjost objekta, oprema i pribor treba da budu čisti i dezinfikovani. Pod treba da bude gladak ali da nije klizav. Najmanje polovina površine poda treba da bude puni pod, bez rešetki. Za izgradnju objekta se ne smiju koristiti toksični materijali (na primjer azbest, siporeks, nitro boje, lakovi). Za prostirku se može koristiti suva slama i drugi sličan prirodni material, koji se kasnije može koristiti kao đubrivo. *Za ishranu životinja* koriste se isključivo hraniva organskog porijekla. Hrana za životinje se obezbjeđuje sa sopstvenog imanja, a ako to nije moguće, može se koristiti i iz drugih proizvodnih jedinica. Ishrana podmlatka sisara se bazira na majčinom mlijeku ili organskom mlijeku iste vrste. Period ishrane teladi mlijekom je tri mjeseca, jagnjadi i jaradi 45 dana, svinja 40 dana. Zamjena za mlijeko se ne koristi. Svježa voda i hrana treba da budu dostupni životinjama tokom cijelog dana i u dovoljnoj količini. Gajenje preživara se zasniva na maksimalnoj ispaši. U ishrani se ne smiju koristiti antibiotici, kokcidistatici, medicinski preparati, stimulatori rasta, GMO organizmi, sredstva za podsticanje apetita, vještačke boje, urea. Od prirodnih proizvoda ne smiju se davati klanični otpaci, životinjski izmet. *Reprodukcija životinja* se obavlja prirodnim putem ili vještačkim osjemenjivanjem. Ostale metode (embriotransfer, hormonalno izazivanje polnog žar i dr.) nisu dozvoljene. Kastracija životinja može da se vrši od strane veterinara uz obavezno ublažavanje bola. Prevencija bolesti u organskom stočarstvu se postiže pravilnim odgojem, selekcijom odgovarajućih vrsta i rasa, pravilnom ishranom, sprovođenjem vakcinacije, održavanjem higijene, tj. redovnim čišćenjem, pranjem i dezinfekcijom objekata i opreme. O dozvoljenim veterinarskim tretmanima obavezno se vodi evidencija. *Karenca* predstavlja najkraći period koji mora proći od posljednje primjene nekog lijeka do upotrebe proizvoda (mlijeka, mesa i dr). Karenca u organskoj proizvodnji je najmanje dvostruko duža nego kod konvencionalne proizvodnje. Ukoliko karenca nije naznačena, period zabrane korišćenja proizvoda od poslednje upotrebe lijeka je 48h. Za biljojede se moraju obezbijediti pašnjaci, a sve životinje moraju imati ispast. U organskoj stočarskoj proizvodnji koriste se sojevi i rase životinja koje su adaptirane na lokalne uslove gajenja i otporne na bolesti. Sojevi i rase životinja se biraju kako bi se izbjegle bolesti karakteristične za sojeve i rase koje se koriste u intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji (stresni sindrom svinja, blijedo, meko vodenasto meso (BMV sindrom), iznenadno uginuće, spontani pobačaji, teški porođaji i dr. Pri tome treba dati *prednost autohtonim rasama*. U organskoj

proizvodnji *živina se ne drži u kavezima*. Vodenoj živini treba omogućiti pristup potoku, ribnjaku, jezeru, kako bi se ispunili zahtjevi dobrobiti životinja. U objektima za koke nosilje prirodno svjetlo može biti dopunjeno vještačkim, kako bi se obezbijedilo 16h svjetla dnevno, sa obaveznim noćnim periodom bez vještačkog osvjetljenja najmanje 8h. Minimalna starost pilića za klanje je 81 dan. Životinje iz organske proizvodnje *ne treba vezivati* i treba ih hraniti organski proizvedenom hranom. Sisančad se hrane prvenstveno majčinim mlijekom u trajanju od najmanje tri mjeseca za goveda uključujući bivole, bizone i kopitare, 45 dana za ovce i koze i 40 dana za svinje. Biljojedi treba da se hrane maksimalnim korišćenjem ispaše. Najmanje 60% suve materije u dnevnom obroku biljojeda treba da čini vlaknasta hrana. (*Pravilnik o bližim pravilima i uslovima za biljnu i stočarsku organsku proizvodnju (SLCG 53/2014)*). Pričvršćivanje elastičnih traka na repove ovaca, kupiranje repa, sječenje zuba, skraćivanje kljuna i odstranjivanje rogova nisu dozvoljeni u organskoj proizvodnji. U transportu stoke nije dozvoljena upotreba električnog stimulatora ili sredstava za umirenje. Klanje stoke treba da se vrši na način koji minimizira stres i patnju. Upravljanje stajnjakom treba da bude takvo da ne dovodi do degradacije zemljišta i vode. Količina đubriva ne smije da dovede do kontaminacije podzemnih i površinskih voda. Briga o *zdravlju pčela* treba da se bazira na preventivnim mjerama, kao što su adekvatan izbor rase pčela, povoljna okolna sredina, uravnotežena ishrana i dobra pčelarska praksa. Potrebno je odrediti zone u kojima se košnice ne smiju postavljati zbog prisustva izvora kontaminacije opasnim supstancama, genetski modifikovanim organizmima i dr. Pčelinjaci moraju biti locirani van urbanih centara, udaljeni najmanje jedan kilometar od saobraćajnica, industrijskih pogona, deponija, površina pod konvencionalnom poljoprivrednom proizvodnjom. Lokacija pčelinjaka mora da ima dovoljno nektara i pristup higijenski ispravnoj vodi. U prečniku od 3 km mora sadržati usjeve organske proizvodnje ili prirodne vegetacije. Košnice se prave od prirodnih materijala koji nisu opasnost za kontaminaciju okoline ili pčelinjih proizvoda. Na kraju sezone košnicama se ostavljaju rezerve meda i polena u dovoljnoj količini da mogu da prežive zimski period. Prihranjivanje košnica se sprovodi kada nema dovoljno hrane zbog klimatskih i drugih okolnosti. Za prihranu se koristi organski proizveden med ili šećer. Prihranjivanje treba vršiti samo u periodu između posljednjeg vrcanja meda i 15 dana pred početak narednog medonosnog perioda. Pčelinji proizvodi se mogu smatrati organskim ako se ove mjere poštuju najmanje godinu dana. Tokom perioda konverzije (prelaznog perioda) vosak se mora zamijeniti organski proizvedenim voskom. Zdravlje pčelinjih društava treba održavati primjenom dobre poljoprivredne prakse, sa akcentom na prevenciji bolesti kroz selekciju rase i manipulaciju košnicama. Ovo podrazumijeva korišćenje otpornih rasa koje se dobro prilagođavaju lokalnim uslovima, zamjenu maticе, redovno čišćenje i dezinfekciju opreme, redovnu zamjenu pčelinjeg voska, dostupnost dovoljne količine polena i meda u košnicama, redovni pregled košnica radi otkrivanja bolesti, kontrola trutovskog legla u košnici, uništavanje kontaminiranih košnica i materijala. Za suzbijanje štetočina i bolesti dozvoljena je upotreba mliječne, oksalne, sirćetne i mravlje kiseline, sumpora, prirodnih etarskih ulja (mentol, eukaliptol, kamfor), bakterije *Bacillus thuringiensis*, vodene pare i direktnog plamena. Dezinfekcija pčelinjaka se vrši parom ili neposrednim plamenom. Svaki veterinarski tretman mora biti jasno dokumentovan. Prilikom vađenja meda zabranjeno je uništavanje pčela u saću i upotreba sintetičkih repelenata. Zabranjeno je odsijecanje krila matici. Dimljenje košnica treba da bude minimalno. Materijali za dimljenje treba da budu prirodni. U dimilicama za pčele dozvoljena je samo upotreba netretiranog drveta i prirodnih goriva (pečurke, osušena netretirana piljevina). Preporučuje se održavanje što niže temperature tokom vađenja i prerade pčelinjih proizvoda. Na prostoru Crne Gore za pčelarenje se koristi samo *autohtona rasa Apis mellifera carnica*. Prevencija bolesti u organskoj pčelarskoj proizvodnji zasniva se na primjeni mjera kojima se povećava otpornost na bolesti i sprečavaju infekcije, kao npr.: sistematska kontrola košnica i trutovskog legla, obezbjeđivanja dovoljne rezerve polena i meda u košnicama, redovna dezinfekcija materijala i opreme u određenim intervalima, uništavanje kontaminiranih materijala i njihovih izvora, redovna zamjena pčelinjeg voska i zamjena matica. U preradi organskih proizvoda dozvoljeni su postupci koji čuvaju prirodnu strukturu i biološke i nutritivne vrijednosti proizvoda. Proizvodi organske poljoprivrede skladište se u posebnim skladištima, a ako su propisno upakovani i označeni,

mogu se čuvati u posebnom i označenom dijelu skladišta za proizvode konvencionalne poljoprivrede. Za skladištenje lako kvarljivih proizvoda organske poljoprivrede dozvoljeno je koristiti hladnjače i kontejnere sa kontrolisanom atmosferom. U borbi protiv štetočina u objektima za preradu organskih proizvoda i skladištima primjenjuju se najviše *preventivne metode*, kao što su uništavanje staništa štetočina i sprečavanje da uđu u objekat. Ako su preventivne metode nedovoljne, koriste se mehaničke, fizičke i biološke metode. Mehaničke i fizičke metode se baziraju na primjeni klopki (feromonske klopke i dr.), ultrazvuka, svjetlosti, ultraljubičaste svjetlosti, temperature, kontrolisane atmosfere (ugljiendioksid, kiseonik, azot) i dijatomejske zemlje. Ukoliko su ove metode nedovoljne, mogu se koristiti pesticidi koji su dozvoljeni za upotrebu u organskoj proizvodnji (biopesticidi). Proizvodi organske poljoprivrede se moraju pakovati u biorazgradivoj ambalaži. Prilikom transporta moraju biti propisno upakovani i označeni. Proizvodi organske poljoprivrede, ako nisu propisno upakovani i označeni ne mogu se prevoziti zajedno sa proizvodima konvencionalne poljoprivrede. Transportna sredstva moraju da budu čista. Proizvod organske poljoprivrede mora biti deklarisan. *Deklaracija* treba da sadrži sljedeće podatke: naziv, odnosno ime proizvođača, indentifikacioni broj proizvođača, naziv i godinu proizvodnje proizvoda, broj rješenja dozvole za rad i dr. Zabranjeno je prepakivanje proizvoda organske poljoprivrede drugog proizvođača, kao i stavljanje na pakovanje deklaracije drugog proizvođača. Supstance i postupci kojima se otklanjaju posljedice propusta u preradi proizvoda se ne smiju koristiti. Za proizvodnju organskog kvasca koriste se samo organski supstrati. Organska proizvodnja može biti uspostavljena na bilo kojoj farmi ako prođu kroz proces konverzije. Proizvođač je dužan da vodi evidenciju o načinu primijenjenih metoda organske poljoprivrede u proizvodnji organskih proizvoda i čuva svu dokumentaciju o aktivnostima u organskoj proizvodnji. Najekonomičnija organska proizvodnja je ona u kojoj se najveći broj sirovina obezbjeđuje sa svog gazdinstva koje ima zaokruženu stočarsku i biljnu proizvodnju. Organska akvakultura se bazira na uzgoju mlađi koja potiče iz organskih uzgajališta (Pod akvakulturom se podrazumijeva uzgoj riba i drugih vodenih organizama van prirodnih kapaciteta životne sredine). Voda treba da je propisanog kvaliteta. Prevencija bolesti se bazira na držanju životinja na optimalnoj lokaciji uz primjenu dobre uzgajivačke prakse (redovno čišćenje i dezinfekcija objekata, kvalitetna ishrana, odgovarajuća gustina životinja i izbor vrsta i linija. Za proizvodnju morskih algi ne smiju se upotrebljavati đubriva (*Zakon o organskoj proizvodnji Crne Gore, SLCG 56/2013*). Prerada organske hrane mora biti vremenski ili prostorno odvojena od prerade hrane koja nije organska. Supstance i postupci kojima se otklanjaju posljedice propusta u preradi proizvoda se ne smiju koristiti. Za proizvodnju organskog kvasca koriste se samo organski supstrati. Izrazi „organski“, „ekološki“, „biološki“ ili njihove skraćenice „bio“ ili „eko“ mogu se koristiti za označavanje i reklamiranje proizvoda koji ispunjavaju uslove za organski proizvedenu hranu. Zahtjevi za zatvoreni i otvoreni prostor za smještaj goveda, kopitara i ovaca u organskoj proizvodnji su prikazani u tabeli 84.

Tabela 84. Zahtjevi za zatvoreni i otvoreni prostor za smještaj goveda, kopitara i ovaca u organskoj proizvodnji (*Zakon o organskoj proizvodnji Crne Gore, SLCG 56/2013*)

Zahtjevi za zatvoreni i otvoreni prostor za smještaj goveda, kopitara i ovaca u organskoj proizvodnji			
	Unutrašnja površina (neto površina namijenjena životinjama)		Vanjska površina (površina za kretanje, bez pašnjaka)
	Najmanja živa masa (kg)	m ² /grlo	m ² /grlo
Goveda i kopitari za rasplod i tov	do 100	1,5	1,1
	do 200	2,5	1,9
	do 350	4,0	3
	više od 350	5 sa najmanje 1 m ² /100 kg	3,7 sa najmanje 0,75 m ² /100 kg
Mliječne krave		6	4,5
Rasplodni bikovi		10	30

Ovce i koze		1,5/ ovca, koza	2,5
		0,35/ jagnje, jare	0,5

Zahtjevi za zatvoreni i otvoreni prostor za smještaj svinja u organskoj proizvodnji prikazani su u tabeli 85.

Tabela 85. Zahtjevi za zatvoreni i otvoreni prostor za smještaj svinja u organskoj proizvodnji

Zahtjevi za zatvoreni i otvoreni prostor za smještaj svinja			
	Unutrašnja površina (neto površina namijenjena životinjama)		Vanjska površina (površina za kretanje, bez pašnjaka)
	Najmanja živa masa (kg)	m ² /grlo	m ² /grlo
Krmača sa prasadima do 40 dana		7,5/krmača	2,5
Tovne svinje	do 50	0,8	0,6
	do 85	1,1	0,8
	do 110	1,3	1
	preko 110 kg	1,5	1,2
Prasad	u dobi preko 40 dana i do 30 kg	0,6	0,4
Rasplodne svinje		2,5 za ženku	1,9
		6 za mužjaka, a ukoliko se obori koriste za prirodni pripust: 10 nerastu	8,0

Zahtjevi za zatvoreni i otvoreni prostor za smještaj živine u organskoj proizvodnji prikazani su u tabeli 86.

Tabela 86. Zahtjevi za zatvoreni i otvoreni prostor za smještaj živine u organskoj proizvodnji

Zahtjevi za zatvoreni i otvoreni prostor za smještaj živine u organskoj proizvodnji				
	Unutrašnja površina (neto površina namijenjena za životinje)			
	broj životinja/ m ²	cm prečke/životinji	gnijezdo	Vanjska površina (m ² površine raspoložive u turnusu/glavi)
Koke nosilje	6	18	7 koka nosilja/ gnijezdu, a u slučaju zajedničkog gnijezda 120 cm ² /ptici	4, pod uslovom da nije prekoračena granica od 170 kg N/ha godišnje
Živina za tov (u nepokretnim objektima)	10 sa najviše 21 kg žive mase/m	20 (samo za biserke)		4 tovnja pileta ili biserke 4,5 patke 10 ćurana 15 gusaka Kod svih gore navedenih

				vrsta nije pređena granica od 170 kg N/ha godišnje
Živina za tov u pokretnim objektima	16* u pokretnim živinarskim objektima s najviše 30 kg žive mase/m ²			2,5 pod uslovom da granica od 170 kg N/ha godišnje nije pređena

*samo u slučaju da podna površina pokretnog objekta ne prelazi 150 m².

Najveći dozvoljeni broj životinja po hektaru u organskoj proizvodnji prikazan je u tabeli 87.

Tabela 87. Najveći dozvoljeni broj životinja po hektaru u organskoj proizvodnji

Najveći broj životinja po hektaru u organskoj proizvodnji	
Kategorija ili vrsta	Najveći mogući broj životinja po hektaru jednak 170 kg N/ha/godišnje
Kopitari stariji od šest mjeseci	2
Telad za tov	5
Ostala goveda mlađa od godine dana	5
Muška i ženska goveda od jedne do dvije godine	3,3
Muška goveda starija od dvije godine	2
Junice za priplod	2,5
Junice za tov	2,5
Mliječne krave	2
Izlučene mliječne krave	2
Ostale krave	2,5
Ženke priplodnih zečeva	100
Ovce i koze	13,3
Prasad	74
Priplodne krmače	6,5
Svinje u tovu i ostale svinje	14
Pilići u tovu	580
Koke nosilje	230

Proizvodi za čišćenje i dezinfekciju zgrada, opreme i objekata za uzgoj životinja u dozvoljeni u organskoj proizvodnji prikazani su u tabeli 88.

Tabela 88. Proizvodi za čišćenje i dezinfekciju zgrada, opreme i objekata za uzgoj životinja u dozvoljeni u organskoj proizvodnji

<i>Proizvodi za čišćenje i dezinfekciju zgrada, opreme i objekata za uzgoj životinja</i>
Kalijumov i natrijumov sapun
Voda i vodena para
Krečno mlijeko
Kreč
Živi kreč
Natrijum hipohlorit (npr. kao tečni izbjeljivač)
Natrijum hidroksid

Kalijum hidroksid
Vodonik peroksid
Prirodne biljne esencije
Limunska, persirćetna, mravlja, mliječna, oksalna i sirćetna kiselina
Alkohol
Azotna kiselina (mljekarska oprema)
Fosforna kiselina (mljekarska oprema)
Formaldehid
Proizvodi za čišćenje i dezinfekciju vimena i aparata za mužu
Natrijum karbonat

Uzgoj životinja akvakulture i morskih algi u organskoj proizvodnji

Uzgoj životinja akvakulture i morskih algi u organskoj proizvodnji može se obavljati na lokacijama koje nijesu izložene zagađivanju proizvoda. Za uzgoj životinja akvakulture koriste se autohtone vrste riba i drugih životinja, radi dobijanja sojeva koji imaju sposobnost dobre adaptacije na uslove proizvodnje. Prevencija bolesti životinja akvakulture zasniva se na držanju životinja u optimalnim uslovima koji se obezbjeđuju odgovarajućim izborom lokacije, uređenjem proizvodne jedinice, redovnim čišćenjem i dezinfekcijom objekata uz korišćenje visokokvalitetne hrane, održavanje odgovarajuće gustine prilikom držanja i selekcije vrsta i sojeva. U organskoj proizvodnji životinja akvakulture u cilju prevencije bolesti, sprovode se sljedeće mjere: uklanjanje nepojojene hrane, fecesa i uginulih životinja kako bi se izbjeglo privlačenje insekata ili glodara, a rizik od bolesti sveo na najmanju mjeru; primjena ultraljubičastog zračenja i ozona u mrestilištima i rastilištima; korišćenje riba čistača, slatke i morske vode i rastvora natrijum hlorida, za biološku kontrolu ektoparazita. Poslije svakog proizvodnog ciklusa, a prije ponovnog korišćenja, vrši se praznjenje i dezinfikovanje kaveza i drugih konstrukcija koje se koriste u proizvodnji u otvorenom moru, kada se u proizvodnji koriste rezervoari, ribnjaci i kavezi, osim za uzgoj školjki. Za liječenje životinja akvakulture mogu se koristiti supstance biljnog, životinjskog ili mineralnog porijekla u homeopatskom rastvoru, biljke i njihovi ekstrakti koji nemaju anestetički efekat i elementi u tragovima, metali, prirodni imunostimulansi i probiotici. Nakon sprovođenja alopatskih veterinarskih tretmana i tretmana protiv parazita, kao i tretmana koji su obuhvaćeni obaveznim programom zdravstvene zaštite životinja, period karence traje dvostruko duže u odnosu na period karence u neorganskoj proizvodnji u skladu sa uputstvom proizvođača lijeka, a u slučaju da period karence nije određen uputstvom proizvođača lijeka, period karence traje 48h. Berba divljih morskih algi vrši se na održiv način kako ubrana količina ne bi imala značajan uticaj na stanje u vodenom okruženju. Supstance za čišćenje i dezinfekciju opreme i objekata za proizvodnju riba i drugih vodenih organizama i morskih algi u kojima nijesu prisutne životinje su: ozon, natrijum hlorid, natrijum hipohlorid, kalcijum hipohlorid, kreč (CaO, kalcijum oksid), kaustična soda, alkohol, vodonik peroksid, organske kiseline (sirćetna kiselina, mliječna kiselina, limunska kiselina), huminska kiselina, persirćetna kiselina, jodofori, kalijum permanganat, persirćetna i peroktanska kiselina, čaj dobijen od prirodnog sjemena kamelije (korišćenje ograničeno na proizvode od škampa); Supstance za čišćenje i dezinfekciju opreme i objekata za proizvodnju riba i drugih vodenih organizama i morskih algi koje se koriste u prisustvu riba i drugih vodenih organizama su: krečnjak (kalcijum karbonat) za kontrolu pH i dolomit za korekciju pH (korišćenje ograničeno na proizvode od škampa) (*Pravilnik o bližim pravilima i uslovima organske proizvodnje za životinje akvakulture i morske alge (SLCG84/2017)*). Organski proizvodi treba da sadrže samo organske sastojke. Živa riba proizvedena metodama organske proizvodnje prevozi se u odgovarajućim rezervoarima sa čistom vodom, koja zadovoljava fiziološke potrebe u pogledu temperature i rastvorenog kiseonika. Prije prevoza ribe i ribljih proizvoda proizvedenih metodama organske proizvodnje, rezervoari treba da budu detaljno

očišćeni, dezinfikovani i isprani. Tokom prevoza žive ribe treba preduzeti mjere predostrožnosti radi smanjenja stresa, a gustina ribe koja se prevozi, treba da bude na nivou koji nije štetan za ribe. Proizvodnja hrane za životinje koja je dobijena od sirovina koje su proizvedene primjenom metoda organske proizvodnje vrši se vremenski i prostorno odvojeno od proizvodnje hrane za životinje iz neorganske proizvodnje (*Pravilnik o bližim uslovima i pravilima za preradu, pakovanje, prevoz i skladištenje organskih proizvoda, SLCG 83/2016*).

Pitanja

Koji su ciljevi organske proizvodnje? Koji su zahtjevi za biljnu organsku proizvodnju? Koji su zahtjevi za organsku proizvodnju u stočarstvu? Koje su metode organske proizvodnje? Koji se proizvodi u Crnoj Gori najčešće proizvode prema zahtjevima organske proizvodnje? Šta obuhvata postupak certifikacije organskih proizvoda? Koji nacionalni zakonski propisi koji regulišu organsku proizvodnju hrane? Koji su proizvodi za čišćenje i dezinfekciju dozvoljeni u organskoj proizvodnji? Koje se mjere sprovode u uzgoju životinja akvakulture u organskoj proizvodnji?

38. METODE KONTROLE ZDRAVSTVENE BEZBJEDNOSTI HRANE

Efikasna kontrola higijene hrane zahtijeva posvećenost svih učesnika u lancu proizvodnje, počevši od primarnih proizvođača, preko prerađivača, sve do potrošača. Bezbjednost hrane osigurava se poštovanjem i primjenom principa dobre proizvođačke prakse (DPP), dobre higijenske prakse (DHP), sistema analize rizika i kritičnih kontrolnih tačaka (HACCP), itd., sve sa ciljem kontrole opasnosti koje se mogu pojaviti tokom proizvodnje, prerade i distribucije hrane.

38.1. Zakonska regulativa u oblasti kontrole bezbjednosti hrane

38.1.1. Zakon o bezbjednosti hrane (SLCG 57/2015)

Prema ovom Zakonu, subjekat u poslovanju hranom dužan je da uspostavi, primjenjuje i kontinuirano održava postupke zasnovane na principima HACCP-a u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije hrane nakon primarne proizvodnje i pratećih djelatnosti. Radi olakšanja poslovanja i postizanja zahtjeva za bezbjednost hrane, udruženja subjekata u poslovanju hranom ili hranom za životinje mogu sačinjavati vodiče za dobru higijensku praksu i primjenu principa HACCP-a. Zakon o bezbjednosti hrane uređuje: nadležnosti za donošenje propisa za monitoring rezidua i sprovođenje programa rezidua; obaveze i odgovornosti subjekata u poslovanju hranom ili hranom za životinje i higijenski zahtjeve u proizvodnji i prometu hrane i hrane za životinje; uzorkovanje i ispitivanje; monitoring bezbjednosti hrane i hrane za životinje; inspeksijski nadzor, odnosno ovlašćenja inspektora; upravne mjere i radnje; kaznene odredbe. Službenim kontrolama potvrđuje se ispunjenost propisanih zahtjeva za hranu ili hranu za životinje utvrđenih ovim zakonom i zakonom kojim se uređuje inspeksijski nadzor, zdravlje i dobrobit životinja i zdravlje bilja.

Metode i tehnike službene kontrole hrane

Službene kontrole sprovode se korišćenjem odgovarajućih kontrolnih metoda i tehnika, a to su: inspekcija, monitoring, nadzor, verifikacija (provjera), revizija, uzimanje uzoraka i laboratorijska ispitivanja. Službene kontrole sprovode se u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije hrane ili hrane za životinje i na životinjama i proizvodima životinjskog porijekla. Uzimanje uzoraka i laboratorijska ispitivanja hrane ili hrane za životinje prilikom službenih kontrola, vrši se prema propisanim metodama u skladu sa standardima. Uzorci uzeti prilikom sprovođenja službenih kontrola dostavljaju se ovlašćenoj laboratoriji radi laboratorijskog ispitivanja. Prilikom uzimanja uzoraka

hrane ili hrane za životinje za laboratorijsko ispitivanje inspektor je dužan da uzme tri istovjetna uzorka: *službeni uzorak*, *uzorak za drugo mišljenje* za potrebe subjekta u poslovanju hranom ili hranom za životinje i *treći referentni uzorak* (uzorak potreban za sprovođenje daljeg ispitivanja ukoliko se rezultati analize službenog uzorka razlikuju od rezultata analize subjekta u poslovanju hranom ili hranom za životinje). Referentni uzorak se ne uzima za lako kvarljivu hranu i ispitivanja mikrobioloških kriterijuma, a rezultat analize službenog uzorka smatra se mjerodavnim za dalje postupanje. Ispitivanje uzoraka uzetih sprovođenjem službenih kontrola i monitoringa hrane i hrane za životinje, vrše službene akreditovane laboratorije koje ovlasti Ministarstvo, u skladu sa standardima: ISO/IEC 17025 - "*Opšti zahtjevi za kompetentnost laboratorija za ispitivanje i laboratorija za etaloniranje*"; ISO/IEC 17011 - "*Opšti zahtjevi za akreditaciona tijela koja akredituju tijela za ocjenjivanje usaglašenosti*". U slučaju kada u Crnoj Gori nema službene laboratorije za određenu analizu, Ministarstvo određuje akreditovanu laboratoriju države članice Evropske unije. Hrana i hrana za životinje može se uvoziti u Crnu Goru samo preko određenih graničnih inspekcijskih mjesta na kojima je uspostavljen veterinarski nadzor u skladu sa zakonom. Praćenje bezbjednosti hrane i hrane za životinje vrši Organ uprave na osnovu *programa monitoringa*: mikrobioloških opasnosti; kontaminenata; rezidua sredstava za ishranu i zaštitu bilja; rezidua farmakološki aktivnih supstanci veterinarskih lijekova; nedozvoljenih supstanci i drugih opasnosti u hrani i hrani za životinje. Programe donosi Ministarstvo, a sadrže vrste opasnosti u hrani i hrani za životinje, uslove i način sprovođenja monitoringa, metode kontrole, uslove, način i metode uzimanja i čuvanja uzoraka, vođenje evidencije o uzorcima i metode laboratorijskih ispitivanja. Inspektor za hranu vrši inspekcijski nadzor: na nivou primarne proizvodnje hrane i hrane za životinje i pratećih djelatnosti; na nivou proizvodnje, prerade i distribucije hrane, hrane za životinje i materijala koji dolaze u kontakt sa hranom; kod uvoza i izvoza hrane; skladištima; GMO hrane i hrane za životinje.

Sprovođenje službene kontrole hrane životinjskog porijekla

Kontrola hrane životinjskog porijekla se vrši u skladu sa odredbama *Pravilnika o načinu vršenja službenih kontrola proizvoda životinjskog porijekla namijenjenih ishrani ljudi* (SLCG broj 27/2016). Službene kontrole hrane životinjskog porijekla vrše u cilju provjere: ispunjavanja zahtjeva o higijeni hrane, nusproizvoda životinjskog porijekla, sprovođenja dobre higijenske prakse i postupaka zasnovanih na HACCP principima, životinja prije i poslije klanja i svježeg mesa, školjki, proizvoda ribarstva, sirovog mlijeka, kolostruma i mliječnih proizvoda, uslova smještaja i sistema uzgoja životinja. Službene kontrole sprovođenja dobre higijenske prakse vrše se radi provjere: podataka o lancu ishrane, rasporeda, uređenja i održavanja prostorija/prostora i opreme, higijene prije, tokom i nakon obavljanja poslova, lične higijene zaposlenih, suzbijanja štetočina, kvaliteta vode, temperature i hrane za životinje koja se doprema i otprema iz objekta i dokumentacije koja prati tu hranu. Službena kontrola sprovođenja postupaka zasnovanih na HACCP principima obuhvata provjeru da li subjekat u poslovanju hranom primjenjuje postupke, stalno i pravilno i da li ti postupci omogućavaju da proizvodi životinjskog porijekla: ispunjavaju propisane mikrobiološke kriterijume, ispunjavaju propisane zahtjeve za rezidue i kontaminante i ne sadrže strana tijela. Ukoliko subjekat u poslovanju hranom primjenjuje vodiče za primjenu postupaka zasnovanim na principima HACCP službenom kontrolom vrši se provjera pravilne primjene vodiča.

Službena kontrola živih životinja na gazdinstvu prije klanja

Službena kontrola živih životinja (živine, svinja, divljači iz uzgoja) prije klanja (*ante mortem* pregled) može da se vrši na gazdinstvu porijekla. Nakon izvršenog pregleda službeni veterinar izdaje zdravstveno uvjerenje koje treba da prati životinje do klanice. Zdravstveno uvjerenje za živinu koja se uzgaja za proizvodnju jetrene paštete i za živinu sa odloženom evisceracijom, koja je zaklana na gazdinstvu porijekla, službeni veterinar nakon izvršenog *ante mortem* pregleda izdaje zdravstveno uvjerenje koje prati trupove živine do klanice ili objekta za rasijecanje. Životinje zaklane na

gazdinstvu porijekla nakon izvršenog *ante mortem* pregleda mora da prati zdravstveno uvjerenje koje izdaje službeni veterinar. Divljač iz uzgoja koja je zaklana na gazdinstvu porijekla zbog opasnosti za lica koja ih uzgajaju ili zaštite dobrobiti životinja službeni veterinar izdaje zdravstveno uvjerenje. Nakon izvršenih službenih kontrola službeni veterinar sačinjava zapisnik.

Službeno uzorkovanje hrane

Službeno uzorkovanje hrane se sprovodi planski od strane nadležnih organa u cilju utvrđivanja mikrobiološke ispravnosti hrane, vrste i količine aditiva u hrani, prisustva neoznačenih alergena u hrani, najvećih dopuštenih količina određenih kontaminanata u hrani, jonizujućeg zračenja u hrani, prisutnost GMO-a, kao i zoonotskih i komenzalnih bakterija koje su rezistentne na antimikrobna sredstva. Planom se utvrđuje kategorija hrane koja se ispituje, parameter koji se ispituje, vremenski period uzimanja uzoraka, broj uzoraka koji se ispituje, vrsta objekta u kojem će se sprovoditi službeno uzorkovanje.

38.1.2. Pravilnik o monitoringu rezidua u životinjama, namirnicama životinjskog porijekla i hrani za životinje (SLCG 46/06)

Ovaj Pravilnik propisuje: mjere za praćenje (monitoring) farmakološki aktivnih supstanci ili njihovih metabolita kao i ostataka drugih supstanci u životinjama, hrani životinjskog porijekla i hrani za životinje; program monitoringa rezidua; obaveze pravnih i fizičkih lica koja su uključena u sistem proizvodnje životinja i hrane životinjskog porijekla; metodologiju monitoringa rezidua; mjere u slučaju sumnje ili utvrđivanja nedozvoljenog liječenja, ili kada se utvrdi korišćenje nedozvoljene supstance.

38.1.3. Pravilnik o maksimalno dozvoljenim koncentracijama rezidua farmakološki aktivnih supstanci veterinarskih lijekova u namirnicama životinjskog porijekla (SLCG 51/07)

Pravilnik sadrži: listu maksimalno dozvoljenih koncentracija rezidua farmakološki aktivnih supstanci veterinarskih lijekova; listu farmakološki aktivnih supstanci veterinarskih lijekova koje ne smiju da sadrže namirnice životinjskog porijekla i za koje nije propisan MRL; listu hormona i supstanci s hormonskim djelovanjem; minimalnu granicu određivanja prisustva rezidua hloramfenikola, medroxyprogesterone acetata, metabolita nitrofurana i dr.

38.1.4. Pravilnik o dozvoljenim količinama teških metala, mikotoksina i drugih supstanci u hrani (SLCG 81/09)

Ovim pravilnikom utvrđuju se maksimalno dozvoljene količine teških metala (olovo, živa, kadmijum, kalaj), mikotoksina i drugih supstanci (nitrati, 3-monohloropropan-1, 2-diol, dioksini i polihlorovani bifenili i policiklični aromatični ugljo-vodonici) koje može da sadrži hrana.

38.1.5. Uputstvo za sprovođenje Programa monitoringa rezidua

Uputstvom za sprovođenje programa monitoringa rezidua definisani su osnovni principi uzorkovanja; kriterijumi za odabir uzoraka, količine i vrste uzetih uzoraka; uzimanje i pakovanje uzoraka; skladištenje i transport uzoraka; forma zapisnika o uzimanju uzoraka za analizu rezidua; propratni akt za laboratoriju; izvještaj o rezultatima analiza i mjere koje se preduzimaju u slučaju pozitivnog nalaza. Program monitoringa rezidua u skladu sa Direktivom Savjeta 96/23 se sprovodi u Crnoj Gori od 2007. godine. Program donosi Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja. Sredstva za sprovođenje Programa monitoringa rezidua obezbjeđuju se u Budžetu. Uzorkovanje se sprovodi u različitim intervalima tokom cijele godine. Uzimanje uzoraka je iznenadno, nepredvidivo,

neočekivano i izvedeno u različito doba dana, u različitim danima u nedjelji. Veterinarski inspektor dostavlja uzorke uz propratni akt koji ne sadrži podatke o vlasniku i porijeklu uzorka (slijepi uzorak). Po završenim ispitivanjima uzoraka, ovlaštena laboratorija dostavlja rezultate veterinarskom inspektoru koji je obavio uzorkovanje i Odsijeku za veterinarsko javno zdravlje Veterinarske uprave. Veterinarski inspektor, osim po programu, može izvršiti uzorkovanje ukoliko posumnja na upotrebu nedozvoljenih supstanci, odnosno na prisustvo rezidua u količinama većim od dozvoljenih. Centar za ekotoksikološka ispitivanja Crne Gore ovlašten je od strane Veterinarske uprave za obavljanje laboratorijskih ispitivanja rezidua u toku sprovođenja programa monitoringa rezidua.

38.1.6. Pravilnik o mikrobiološkim kriterijumima za bezbjednost hrane (SLCG 24/2012)

Ovim pravilnikom propisuju se mikrobiološki kriterijumi o dozvoljenim vrstama i broju mikroorganizama, bakterijskih toksina i histamina opasnih po zdravlje u hrani i mikrobiološki kriterijumi za higijenu procesa, metode određivanja i procjenu.

38.1.7. Vodič za mikrobiološke kriterijume za bezbjednost hrane (SLCG 53/2012)

Snabdijevanje potrošača hranom koja ne sadrži mikrobiološke, hemijske ili bilo koje druge kontaminante predstavlja osnovni princip programa proizvodnje bezbjedne hrane i zaštite zdravlja stanovništva. Subjekat u poslovanju hranom je dužan da pored opštih higijenskih zahtjeva obezbijedi ispunjavanje i posebnih higijenskih zahtjeva u svim fazama proizvodnje i prometa hrane i hrane za životinje u pogledu fizičkih, hemijskih i mikrobioloških kriterijuma, usaglašenosti temperaturnih režima sa zahtjevima u pojedinim fazama proizvodnje i prometa, održavanje lanca rashlađivanja, uzorkovanja i ispitivanja, usaglašenosti sa proizvođačkom specifikacijom. Takođe, subjekti u poslovanju hranom (SPH) su dužni da uspostave, sprovode i održavaju trajni postupak samokontrole koji se zasniva na sistemu analize opasnosti i kritičnih kontrolnih tačaka (engl. Hazard Analysis and Critical Control Points, HACCP), koji omogućuje prepoznavanje mikrobioloških, hemijskih i fizičkih činilaca koji mogu biti štetni za zdravlje ljudi. SPH mora uvrstiti u plan samokontrole sve obavezne mikrobiološke kriterijume i ostale mikrobiološke zahtjeve specifične za poslovanje hranom. Pored navedenog mikrobiološkog kriterijuma, u plan samokontrole, SPH mora uvrstiti i učestalost uzorkovanja. Pravilnikom o mikrobiološkim kriterijumima za bezbjednost hrane učestalost uzorkovanja propisana je jedino za trupove, mljeveno meso, mesne prerađevine, mehanički odvojeno meso i svježe meso, pa je zbog toga SPH za ove kategorije hrane obavezan uvrstiti u plan samokontrole takvu propisanu učestalost uzorkovanja. U objektima za klanje životinja ili u objektima u kojima se proizvodi mljeveno meso, mesne prerađevine, mehanički odvojeno meso ili svježe meso u poslovanju sa hranom uzimaju se uzorci za mikrobiološka ispitivanja najmanje jednom nedjeljno. Dan u nedjelji kada se uzimaju uzorci mijenja se svake nedjelje, kako bi se obezbijedilo da svaki dan u nedjelji bude obuhvaćen. Za sve ostale kategorije hrane, učestalost uzorkovanja nije propisana, već SPH sam određuje učestalost uzorkovanja i uključuje u svoje planove samokontrole. Učestalost uzorkovanja koju je svojim planom predvidio SPH neophodno je da verifikuje nadležni organ koji vrši službene kontrole. U planu samokontrole moraju biti navedeni postupci uzimanja uzorka, pribor i oprema koja se koristi pri uzorkovanju, opis za pravilnu upotrebu istog i uputstva za rad. Uzorak mora biti uzet na odgovarajući način, kako ne bi došlo do naknadne kontaminacije uzorka. Pored uzorkovanja hrane, Pravilnikom je propisano da SPH mora obavezno da uzima uzorke s proizvodnih površina i opreme (briseve) u objektima u kojima se proizvodi gotova hrana koja pogoduje rastu i razvoju bakterija *L. monocytogenes*, kao i u slučaju uzorkovanja hrane i uzimanje uzoraka s proizvodnih površina i opreme (briseva) SPH mora uvrstiti u planove samokontrole i odrediti učestalost uzorkovanja. U slučaju kada su rezultati ispitivanja Kriterijuma bezbjednosti hrane nezadovoljavajući, SPH je dužan preduzeti odgovarajuće korektivne mjere: povlačenje iz prometa hrane prema Zakonu o bezbjednosti hrane (SLCG 57/2015) utvrđivanje i uklanjanje uzroka nezadovoljavajućih rezultata; provjera da li je proces ponovno pod nadzorom. Korektivne mjere

moraju biti predviđene i primjenjivati se unutar plana samokontrole kojeg je sastavio SPH. Inspekcijski nadzor sprovodi se prema planovima monitoringa bezbjednosti hrane, radi verifikacije postupaka u skladu sa odredbama propisa o hrani. Uzorkovanje kao jedna od metoda i tehnika sprovođenja službenih kontrola mora biti predviđeno planovima službenih kontrola. Planovi službenih kontrola (uključujući uzorkovanje) moraju se sprovoditi na osnovu analize rizika. Planovi monitoringa moraju biti osmišljeni, planirani i sprovedeni na osnovu analize rizika, uzimajući u obzir i rezultate postupaka samokontrole koje sprovodi SPH, osim u slučaju kada se inspekcijska kontrola sprovodi u okviru ispitivanja po epidemiološkim indikacijama ili kod sumnje na zdravstvenu ispravnost hrane koja se nalazi u prometu.

38.2. Uzimanje uzoraka hrane za mikrobiološko ispitivanje

Tokom proizvodnje hrane brojne su mogućnosti za njenu kontaminaciju patogenim mikroorganizmima. Kontaminacija može nastati preko alata, pribora i opreme koja se koristi za preradu i proizvodnju, rashladnih vitrina i komora za skladištenje, transportnih kolica. Zaposleno osoblje takođe može biti izvor kontaminacije preko ruku, odjeće, obuće. Da bi hrana bila zdravstveno bezbjedna, moraju biti zadovoljeni propisani kriterijumi higijene u procesu proizvodnje hrane, kao i kriterijumi za zdravstvenu bezbjednost hrane. Ovi kriterijumi su propisani *Pravilnikom mikrobiološkim kriterijumima za bezbjednost hrane*. U cilju kontrole ispunjenosti ovih kriterijuma, vrši se mikrobiološko ispitivanje hrane i objekata u kojima se proizvodi hrana. Način uzimanja uzoraka hrane za mikrobiološku analizu značajno utiče na rezultat mikrobiološke analize. Proizvođač u procesu samokontrole sam određuje učestalost uzorkovanja hrane, vode i površina koje dolaze u dodir s hranom, a nadležni državni organi vrše kontrolu tog sprovođenja. Način uzimanja uzoraka, njihova veličina i broj treba da budu obrazloženi i dokumentovani u planu samokontrole. Uzorkovanje takođe vrše i nadležna tijela u okviru službene kontrole. Pri uzimanju uzoraka treba poštovati načela dobre higijenske prakse. Uzorkovanje treba da vrše stručna i obučena lica. Uzorkovanje je potrebno sprovoditi priborom za uzorkovanje na način da se spriječi svako njegovo naknadno zagađenje i oštećenje kao i zagađenje i kvarenje hrane od koje je uzet. Pri uzorkovanju se moraju uvažavati načela dobre higijenske prakse kao i moguće dodatne odredbe koje važe za objekat iz kojeg se uzima uzorak. Pri uzimanju uzorka obavezna je upotreba odgovarajuće zaštitne opreme (kape, rukavice, mantili, maske, zaštitna obuća i sl). Obavezna je higijena ruku, pranje i dezinfekcija. Pribor i oprema za uzimanje uzoraka treba da budu sterilni. Uzorci iz smrznutih blokova hrane se uzimaju pomoću pribora kao što su ručni ili električni bušaći, noževi, skalpeli i sl. Tokom uzimanja uzoraka treba spriječiti pojavu unakrsne kontaminacije. Uzorak mora biti reprezentativan u odnosu na seriju hrane od koje se uzima. To znači da uzorak treba da predstavlja seriju proizvoda iz koje je uzet. Prilikom uzorkovanja, treba uzeti broj elementarnih jedinica uzorka koji je propisan Pravilnikom o mikrobiološkim kriterijima za hranu. Osim uzetog broja jedinica potrebno je voditi računa i o količini uzetog uzorka, odnosno količini jedne elementarne jedinice. Veoma je značajno uzeti propisanu količinu uzorka za mikrobiološku analizu. Za mikrobiološku analizu uzima se uzorak koji se sastoji od pet elementarnih jedinica iste serije ili lota proizvoda. Najbolje je, ako je moguće, za uzorak uzeti originalno pakovanje proizvoda. Ukoliko ne postoji takva mogućnost, preporučena minimalna količina uzorka za mikrobiološko ispitivanje je 500 g čvrste, odnosno 500 mL tečne namirnice ili jedinično pakovanje. U situaciji u kojoj nije moguće obezbijediti tu količinu, treba se konsultovati sa laboratorijom o načinu uzimanja uzorka. Ako se uzorak sastoji od više elementarnih jedinica, kod nezapakovanih proizvoda svaka elementarna jedinica mora biti težine najmanje 300 g. Preporučena minimalna količina uzorka (jedna elementarna jedinica uzorka) za mikrobiološko ispitivanje je 250 g ili ml ili jedinično pakovanje. Svaki uzorak treba da prate informacije o nazivu, datumu proizvodnje, roku trajanja, broju serije proizvoda i sl. Uzorci moraju biti propisno upakovani i označeni. Ambalaža za pakovanje uzoraka mora biti sterilna. Prilikom rukovanja uzorcima treba voditi računa da ne dođe do oštećenja ambalaže.

38.2.1. Broj ambalažnih jedinica koji se uzima za analizu u odnosu na broj ambalažnih jedinica

Najmanji broj ambalažnih jedinica koji se uzima za analizu - u odnosu na broj ambalažnih jedinica prikazan je u tabeli 89:

Tabela 89. Broj ambalažnih jedinica koji se uzima za analizu- u odnosu na broj ambalažnih jedinica

Broj ambalažnih jedinica	Uzimanje uzoraka
Do 5	iz svake ambalažne jedinice
6 - 10	iz svake treće ambalažne jedinice
11 - 100	najmanje iz 6 ambalažnih jedinica
101 - 500	najmanje iz 10 ambalažnih jedinica
501 - 1000	najmanje iz 15 ambalažnih jedinica
1001 - 2000	najmanje iz 25 ambalažnih jedinica
više od 2000	najmanje iz 50 ambalažnih jedinica

38.2.1.2. Temperatura čuvanja i najmanja količina uzoraka mlijeka i proizvoda od mlijeka za mikrobiološko ispitivanje

Temperatura čuvanja i minimalna količina uzoraka mlijeka i proizvoda od mlijeka koja se uzima za ispitivanje prikazani su u tabeli 91:

Tabela 91. Temperatura čuvanja uzoraka i minimalna količina uzorka mlijeka i proizvoda od mlijeka (ISO 707:2008(E), IDF 50:2008(E))

Proizvod	Temperatura čuvanja prije i tokom transporta	Minimalna količina uzorka
Nesterilisano mlijeko i tečni mliječni proizvodi	1 do 5 °C	100 ml
Sterilisano mlijeko, UHT mlijeko i sterilisani tečni mliječni proizvodi u originalnoj, neotvorenoj ambalaži	Ambijentalna temperatura, maksimalno 30 °C	100 ml
Sterilisano mlijeko, UHT mlijeko i sterilisani tečni mliječni proizvodi nakon uzorkovanja na liniji proizvodnje	1 do 5 °C	100 ml
Evaporisano mlijeko, zaslađeno kondenzovano mlijeko, mliječni koncentрати i sterilisani koncentрати	Ambijentalna temperatura, maksimalno 30 °C	100 g
Polučvrsti i čvrsti mliječni proizvodi osim maslaca i sira	1 do 5 °C	100 g
Jestivi sladoledi	< - 18 °C	100 g
Mlijeko u prahu	Ambijentalna temperatura, maksimalno 30 °C	100 g
Maslac i proizvodi od maslaca	1 do 5 °C (na tamnom)	50 g

Puter fat (maslac ulje i slični proizvodi)	1 do 5 °C (na tamnom)	50 g
Svježi sir	1 do 5 °C	100 g
Prerađeni sir	1 do 5 °C	100 g
Ostali sirevi	1 do 5 °C	100 g

38.2.2. Uzimanje uzoraka mesa za mikrobiološko ispitivanje

Najmanje jednom nedjeljno proizvođač hrane uzima uzorke za mikrobiološka ispitivanja u klanicama i objektima u kojima se proizvode trupovi, mljeveno meso, mesne prerađevine i mehanički otkošteno meso. Uzimanje uzoraka vrši se svake nedjelje različitim danima da bi se obuhvatili svi radni dani u nedjelji. U slučaju klanja manje od pet papkara i kopitara ili 15 komada živine dnevno, broj životinja od kojih se uzimaju uzorci dopunjava se prilikom sljedećih klanja.

38.2.3. Uzorkovanje mesa trupova za mikrobiološka ispitivanja

Kriterijum higijene procesa na liniji klanja kopitara i papkara utvrđuje se uzorkovanjem nasumično odabranih trupova u svakoj klanici. U klanicama brojlera i ćuraka kriterijum higijene procesa na liniji klanja verifikuje se uzorkovanjem kože vratova. Izbor metode uzorkovanja zavisi uglavnom od svrhe mikrobiološkog pregleda. To mogu biti *metode ekscizije (sječenja), uzimanja brisa i uzorkovanje ispiranjem trupa*. Metoda ekscizije u odnosu na druge metode omogućava izolaciju većeg broja mikroorganizama. Međutim, metode ekscizije su destruktivne i narušavaju izgled trupa - ali su pogodnije kada se uzimaju uzorci sa smrznutih površina. Tehnike uzorkovanja brisom ili ispiranjem trupa omogućavaju ispitivanje velikih površina. Male površine sa najvećim stepenom kontaminacije mikroorganizmima mogu se uzorkovati metodom ekscizije ili brisa. Metoda uzorkovanja ispiranjem trupa je efikasna i praktična metoda za ispitivanje trupova živine i trupova nekih malih sisara i drugih malih životinja. Prilikom izrade planova uzorkovanja potrebno je uzeti u obzir tehnologiju klanja raznih životinjskih vrsta, obim proizvodnje; rasprostranjenost patogenih mikroorganizama iz oblasti iz koje je životinja dovedena itd. Tokom hlađenja, u zavisnosti od uslova u rashladnoj komori, mikroorganizmi mogu biti uništeni ili oštećeni, nadvladani psihrotrofnim mikroorganizmima ili mogu biti čvrsto prilijepljeni za trup, što može dovesti do pogrešne procjene. Da bi se to izbjeglo, potrebno je da se nakon klanja uzorkovanje izvrši što je moguće prije. U pravilu, za svaku vrstu životinje treba uzeti uzorke iz područja sa najvećim stepenom kontaminacije (tabela 90. i slike 113. i 114.).

Tabela 90. Prikaz zona sa najvećim stepenom kontaminacije

Svinjski trup	Trup goveda i ostalih velikih životinja (konji, jeleni i dr.)	Trup ovaca
1 Unutrašnji karlični kanal	1 Unutrašnji karlični kanal	1 Spoljašnje koleno
2 Spoljašnji karlični kanal	2 Spoljašnji karlični kanal	2 Unutrašnji karlični kanal
3 Peritoneum	3 Spoljna patela	3 Vanjski peritoneum
4 Spoljni dio mesnog nastavka	4 Unutrašnja strana koljena joint	4 Prednji vanjski grudne kosti
5 Unutrašnjost xiphoida izdanak	5 Unutrašnja strana butine	5 Vanjska prednja strana noge, lakat
6 Stub dijafragme	6 Vanjski sternum	6 Vrat, predskapularni vanjski dio

7 Vanjski submandibularni dio	7 Unutrašnja grudna kost	
8 Unutrašnji submandibularni dio	8 Vanjski dio xiphoid izdanak	
9 Spoljna prednja noga	9 Unutrašnja nožica izdanak	
10 Unutar prednje noge	10 Unutar prednje noge	
	11 Unutrašnji atlanto-okcipitalni dio	
	12 Vanjski atlanto-okcipitalni dio	
Brojevi od 1 do 12 označavaju područja uzorkovanja prikazana na slikama A.1-A.3.		

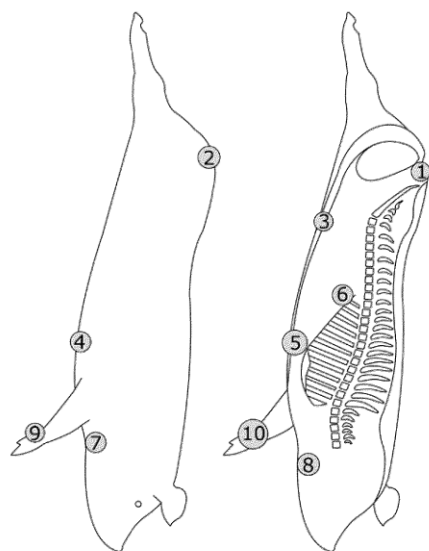


Рисунок А.1 — Свиная туша: примеры зон отбора проб
(слева — латеральная часть, справа — медиальная часть)

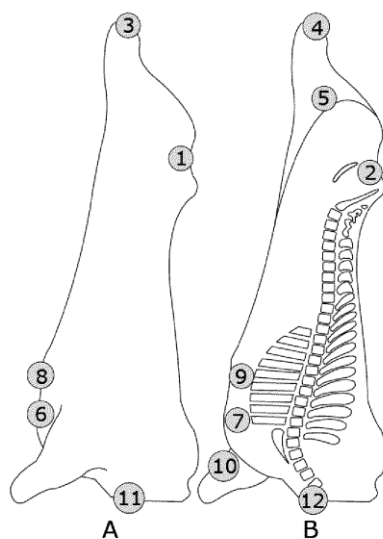


Рисунок А.2 — Туша крупного рогатого скота: примеры зон отбора проб
(слева — латеральная часть, справа — медиальная часть)

Слика 113. Šematski prikaz zona trupa svinja i trupa goveda sa najvećim stepenom kontaminacije (ISO 17604:2017)

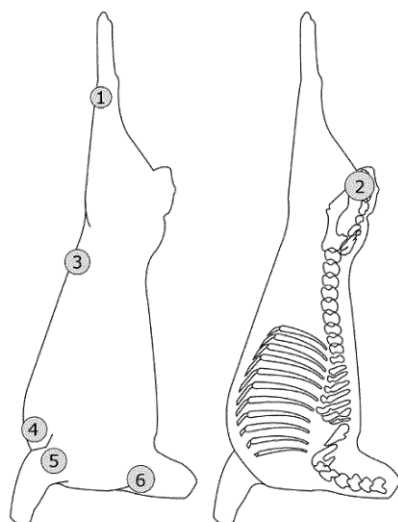


Рисунок А.3 — Овечья туша: примеры зон отбора проб
(слева — латеральная часть, справа — медиальная часть)

Слика 114. Šematski prikaz zona sa najvećim stepenom kontaminacije trupa ovaca (ISO 17604: 2017)

Uzorkovanje je poželjno u određenom vremenskom periodu vršiti sa istih područja trupa (zbog analize tendencije). Preporučuje se uzimanje uzoraka sa više trupova, a ne iz više zona jednog trupa. Izbor zone za uzorkovanje zavisi od tehnologije klanja i korištene opreme. U sklopu nadzornih aktivnosti poželjno je uzeti uzorke sa veće površine trupa. Metoda uzorkovanja treba da bude svaki put ista, kako bi se obezbijedila uporedivost rezultata studije. Može se uzeti više uzoraka sa istog trupa ili sa više trupova sa istog mjesta za formiranje zbirnog uzorka koji se koristi za laboratorijske analize. Dozvoljeno je od više uzoraka sa jednog trupa napraviti zbirni uzorak za ispitivanje. Kod uzorkovanja živine sa farmi, malih sisara i drugih malih životinja vrši se uzorkovanje ispiranjem

trupa. Na trupovima živine obično se uzimaju uzorci sa kože vrata ili, ako nije dostupna, sa kože grudnog koša. Kada se uzorci uzimaju sa površine trupa, rezultati se izražavaju brojem formiranih kolonija mikroroganizama (CFU) po kvadratnom centimetru ispitivane površine trupa. Kada se koristi metoda uzorkovanja ispiranjem trupa, rezultati se izražavaju kao broj CFU na cijelom trupu. Prilikom uzorkovanja kože trupova živine, rezultati se izražavaju brojem CFU po gramu ispitivane kože.

38.2.3.1. Metoda ekscizije

Koriste se dvije različite metode: **metoda sa šupljim uzorkivačem i metoda pomoću šablona**. Kod obadviije metode, uzorak se uzima sa površine trupa (pošto je unutrašnjost trupa obično sterilna). Upotreba *metode sa šupljim uzorkivačem* po pravilu omogućava uzimanje uzoraka sa manjih površina, za razliku od metode šablona. Međutim, metoda sa šupljim uzorkivačem je lakša za korišćenje kod ispitivanja smrznutog mesa. Za izvođenje metode sa šupljim uzorkivačem potrebno je sljedeće: reagensi (etilni alkohol, 70%), pribor i materijali (sterilni skalpeli, sterilne pincete, sterilni šuplji uzorkivač sa površinom reza od najmanje 5 cm² (promjer oko 2,5 cm), sterilne makaze, plinski gorionik, salvete ili pamučna vata, sterilne polietilenske kese za homogenizator). Uzorkovanje se izvodi tako što se sterilnim šupljim uzorkivačem u određenim područjima na površini trupa naprave okrugli rezovi. Zatim se šuplji uzorkivač uklanja i diskovi kože ili mišićnog tkiva (debljine oko 2 mm) se zatim odvajaju od trupa sterilnim skalpelom ili makazama i pincetom staviti u označenu sterilnu polietilensku vrećicu. Svaki uzorak se uzima čistim i sterilnim instrumentima. Instrumenti se mogu ponovo koristiti tokom uzorkovanja pod uslovom da se temeljno očiste i dezinfikuju nakon svake upotrebe na sljedeći način: očistiti krpom ili pamučnom vatom natopljenom u 70% etanolu, uroniti pribor u posudu sa 70% etil alkoholom, flambirati – opaliti na plamenu (ako otvoreni plamen nije dostupan samo pustiti da etil alkohol ispari) i ohladiti. Pošto je potrebno određeno vrijeme za obradu pribora, bolje je imati nekoliko setova prethodno sterilisanih instrumenata (šuplji uzorkivač, skalpel, pinceta). Mora se spriječiti mogućnost kontaminacije instrumenata prije upotrebe. Dozvoljena je upotreba sterilnih instrumenata za jednokratnu upotrebu. Ako će se uzeti uzorci koristiti za pripremu zajedničkog uzorka, u tom slučaju nije potrebno čistiti i dezinfikovati instrumente između uzimanja uzoraka. *Metoda šablona* je slična metodi šupljeg uzorkivača, osim što se koriste šabloni i skalpel ili nož umjesto šupljeg uzorkivača. Okviri za šablone se obično izrađuju od metala ili sintetičkih materijala i koriste se za ograničavanje područja uzorkovanja, npr. 10, 50 ili 100 cm². Metoda se izvodi tako što se sterilnim sunđerom temeljno prebriše površina ograničena šablonom, uz pritisak, kretnjama u najmanje dva smjera (najmanje 10 puta u vertikalnom i 10 puta u vodoravnom smjeru). Nakon uzimanja brisa, sunđer se vraća nazad u kesu za uzorkovanje s razblaživačem. Jedan sunđer se može koristiti za uzorkovanje samo jednog trupa. Prilikom uzorkovanja potrebno je voditi računa da ne dođe do unakrsne kontaminacije između trupova. Uzorci kojima temperatura padne na 0 °C nisu pogodni za ispitivanje na prisustvo bakterija iz roda *Campylobacter*. **Uzimanje uzoraka kože sa vrata živine** se vrši obično čim trupovi uđu u proizvodnu liniju. Uzorci se uzimaju sterilnim makazama i stavljaju u sterilnu polietilensku kesicu. Ne treba uzorkovati trupove s vrlo kratkim dijelom kože na vratu. Donjim dijelom kesice zahvata se koža vrata i brzo odsijeca. Uzeti uzorak se zatim izmjeri (u pravilu njegova masa treba da je oko 10 g). Prije ispitivanja uzorci sa tri trupa živine iz istog jata porijekla objedinjuju se u jedan, kako bi se konačno dobilo pet uzoraka po 25 g i ti uzorci se koriste kako bi se provjerila usaglašenost sa kriterijumom bezbjednosti hrane u pogledu prisustva salmonela. **Uzorkovanje kože živine s grudnog dijela:** Koža živine se brzo i lako uklanja. To se izvodi tako što se trup stavi na ravnu površinu, izbjegavajući svaki dodir s površinom odabranog područja kože. Koristeći skalpel i pincetu, ukloniti onoliko kože s grudi koliko je potrebno (oko 25 g). Rezultati se izražavaju kao CFU/g ili kao prisustvo/odsustvo u 25 g.

38.2.3.2. Metoda uzimanja brisa

Metoda uzimanja brisa je nedestruktivna metoda, posebno se koristi za uzorkovanje uzoraka sa velikih površina. Mogu se koristiti sterilni brisevi (tamponi vate na drvenim štapićima), sunderi, mali komadi platna. Veličina briseva zavisi od područja koje se ispituje (na primjer, mali brisevi za površinu 10 cm² na trupovima male divljači, veliki brisevi za 50 cm² površine na trupovima goveda). Ako se koriste sterilni šabloni brisevi se navlaže sa 10 ml razrjeđivača. Šablon se pritisne na svako područje odabrano za uzorkovanje. Cijeli prostor unutar okvira šablona se briše štapićem, pritiskajući i pomerajući ga u najmanje dva smjera (na primer, prvo horizontalno, a zatim vertikalno), najmanje 10 puta u svakom smjeru. Zatim se štapić stavlja u razrjeđivač koji se koristio za vlaženje i promućka ručno. Suvim brisom ponovo obrisati isto područje kako bi se pokupila zaostala tečnost i staviti bris u istoj epruveti sa razblaživačem. Okviri šablona se mogu očistiti, dezinfikovati i ponovo koristiti za nove uzorke. Metoda pomoću sundera i briseva se koristi posebno za uzorkovanje velikih površina. Uzimanje uzoraka sa velikih površina bez upotrebe šablona povećava vjerovatnoću otkrivanja patogena koji su prisutni u malom broju na trupu. Uzimanje uzoraka iz različitih područja istog trupa može se obaviti korištenjem istog brisa. Koriste se sterilni šabloni sa unutrašnjom površinom najmanje 100 cm².

38.2.3.3. Metoda uzorkovanja ispiranjem trupa

Za metodu uzorkovanja trupa ispiranjem potreban je sterilan razblaživač u količini 300 ml, 400 ml ili 600 ml) i velike stomacher sterilne polietilenske kese. Uzorkovanje trupova se vrši na transportnoj proizvodnoj traci. Prvo se otvori plastična kesa bez dodirivanja sterilne unutrašnje površine. Na trup koji je zakačen na transporteru se s obje ruke stavlja plastična vrećica pri čemu noge trupa ostaju van plastične vrećice. Zatim se trup skida sa transportne trake – noge s eosaobađaju sa kuke. Izbjegavati trupove sa velikom količinom vode koja teče iz njih, ili se takav trup ostavi na posebno mjesto u aseptičnim uslovima da voda iscuri prije nego se stavi u plastičnu vrećicu. Zatim se dno plastične vrećice s trupom osloni na ravnu površinu. Uz pridržavanje plastične vrećice, malo je otvoriti i dodati sterilni razblaživač, obično 400 ml (za pileći trup) ili 600 ml (za ćureći trup). Zatim treba istisnuti višak vazduha iz plastične vrećice i zatvoriti je. Nježno držeći plastičnu vrećicu jednom rukom na dnu, drugom rukom pri vrhu, isprati trup mućkanjem u trajanju oko 1 min. Zatim pažljivo treba okretati plastičnu vrećicu kružnim pokretima naprijed-nazad kako bi se isprale sve površine trupa. Zatim se plastična vrećica postavi na ravnu površinu i otvori. Trup se vadi iz plastične vrećice, pri čemu treba dozvoliti da se višak tečnosti sa trupa cijedi u nju. Izbjeći dodir unutrašnje površine plastične vrećice rukama. Zatim treba zatvoriti plastičnu vrećicu kako bi se izbjeglo curenje tečnosti i kontaminacija. Tečnost iz plastične vrećice se može prebaciti u sterilnu posudu u aseptičnim uslovima (na primjer u bocu u kojoj je bio sterilni razblaživač).

38.2.4. Uzorkovanje i ispitivanje klica i vode koja se koristi za potapanje klica

Proizvođač klica obavlja ispitivanje reprezentativnog uzorka svake serije sjemena. Reprezentativni uzorak sadrži najmanje 0,5% mase serije sjemena u poduzorcima od 50 g. Proizvođač uzima uzorke klica za mikrobiološko ispitivanje u fazi u kojoj je najveća vjerovatnoća da će se otkriti *E. coli* koja stvara shiga toksin (STEC) i *Salmonella* spp., ali svakako ne ranije od 48h od početka klijanja. Za ispitivanje vode za potapanje klica uzima se pet uzoraka od po 200 ml vode.

38.2.5. Uzimanje uzoraka jaja za mikrobiološko ispitivanje

Uzorci jaja u pakirnim centrima za jaja i objektima za skladištenje jaja na kriterijum *Salmonella* (serotip *Salmonella typhimurium* i *Salmonella enteritidis*) uzorkuju se u količini od najmanje 50

komada (5x10). U objektima sa proizvodnjom do 350 komada dnevno, za uzorkovanje se preporučuje minimalno 10 komada jaja.

38.2.6. Uzimanje uzoraka hrane za životinje za mikrobiološko ispitivanje

Za ručno uzimanje uzoraka čvrste hrane za životinje koriste se lopatice sa ravnim dnom i vertikalnim stranicama i sonde za uzimanje uzoraka sa dugim prerezom ili pregradama. Dimenzije sonde za uzimanje uzoraka treba da odgovaraju osobinama uzorka (dubina posude, veličina vreće) i veličini čestica hrane za životinje, a ako sonda za uzimanje uzoraka ima nekoliko otvora, oni se odvajaju pregradama ili raspoređenim otvorima kako bi se obezbjedilo da se uzorak uzima na različitim mjestima uzduž sonde. Najmanji broj pojedinačnih uzoraka za količinu hrane $\leq 2,5$ t je 7, a za količinu hrane $>2,5$ t broj pojedinačnih uzoraka se dobija kada se kvadratni korijen iz broja tona pomnoži sa 20. Kada dobijeni broj nije cijeli broj, zaokružuje se na sljedeći cijeli broj. Minimalan broj jedinica pojedinačnog uzorka je: jedna jedinica za 1 do 20 jedinica, tri jedinice za 21 do 150 jedinica, pet jedinica za 151 do 400 jedinica, jedna četvrtina kvadratnog korijena broja jedinica za preko 400 jedinica. U slučaju kada otvaranje jedinice može uticati na analizu (npr. kvarljiva vlažna hrana za životinje), neotvorena jedinica služi kao pojedinačni uzorak. Za jedinice čiji sadržaj ne prelazi 1 kg ili 1 L, pojedinačni uzorak čini sadržaj jedne izvorne jedinice. Uzorci treba da se uzimaju i pripremaju bez nepotrebnog odlaganja uz mjere opreza da ne dođe do promjena sastava ili kontaminacije proizvoda. Pojedinačni uzorci treba da se uzimaju nasumično i treba da budu približno jednake veličine. Veličina pojedinačnog uzorka iznosi najmanje 100 g ili 25 g za vlaknastu hranu ili hranu niske specifične težine. Pojedinačni uzorci miješaju se tako da se dobije zbirni uzorak. Zbirni uzorak treba pažljivo da se izmiješa. Reprezentativni zbirni uzorak može se smanjiti do 2,0 kg ili 2,0 litra, po mogućnosti mehaničkim ili automatskim distributerom (redukovani uzorak). Ukoliko nije moguće korišćenje distributera, uzorak se može po potrebi smanjiti ručno dijeljenjem na četiri dijela. Najmanja količina uzorka stočne hrane koji se šalje na mikrobiološko ispitivanje treba da iznosi 500 g, odnosno 1000 g ako se sumnja da je hrana izazvala oboljenje. Uzorci se stavljaju u sterilne staklene posude ili sterilne plastične kese. Uzorci se označavaju kartonskim privescima, sa podacima, kao što su: naziv i ukupna količina hrane za stoku, datum proizvodnje, proizvođač, vlasnik, svrha ispitivanja itd.

38.2.7. Uzorkovanje vode

Kontrola vode za ljudsku upotrebu je od velikog značaja u sprečavanju pojave bolesti koje se prenose vodom. Voda za ljudsku potrošnju mora da ispunjava propisane zahtjeve na mjestima potrošnje vode, na mjestu punjenja u boce ili drugu ambalažu, na mjestu gdje se voda koristi u proizvodnji hrane i dr. Uzorak vode za mikrobiološku analizu najčešće se uzima na slavini u čistu, sterilnu bocu u količini od 500 mL do 1 L, zavisno od parametara koji se ispituju. Ako se uzima uzorak hlorisane vode, on se uzima u sterilnu bocu koja sadrži natrijum tiosulfat, kako bi se spriječilo baktericidno djelovanje hlora na mikroorganizme. Prilikom uzimanja uzorka vode, slavina se prethodno očisti, pusti da voda teče oko 3 minuta i nakon toga se uzima uzorak. Treba voditi računa da ne dođe do naknadne kontaminacije boce, zatvarača za bocu ili slavine. Prilikom uzimanja uzorka vode, boca se nikad ne puni do vrha kako bi se izvršila homogenizacija uzorka prije same analize. Transport uzoraka do laboratorije treba obaviti pri temperaturi 5 ± 3 °C i najduže za 6 do 8 h. Mikrobiološki parametri zdravstvene ispravnosti vode su *E. coli*, koliformne bakterije, *Enterococcus* spp., *Pseudomonas aeruginosa*. Ovi mikroorganizmi su indikatori fekalnog zagađenja vode i ukazuju da mogu biti prisutne i patogeni crijevni mikroorganizmi. Osim ovih parametara, određuje se i ukupan broj kolonija mikroorganizama na 22 i 36 °C.

38.2.8. Čuvanje i transport uzoraka

Transport uzoraka do laboratorije i početak laboratorijske analize treba da se obavi na odgovarajućoj temperaturi i za što kraće vrijeme. Svježe i ohlađene namirnice moraju se transportovati u ručnom frižideru na temperaturi 0 °C - 4 °C, a zamrznute ispod - 18 °C. Ne smije doći do odmrzavanja zamrznutih, niti do zamrzavanja ohlađenih namirnica. Smrzavanje ohlađenih uzoraka ili postupno i dugotrajno odmrzavanje smrznutih uzoraka može značajno izmijeniti prvobitnu mikrofloru. Mikrobiološka analiza takvih uzoraka ne daje prave rezultate i nije mjerodavna. Mikrobiološka analiza svježih i ohlađenih uzoraka se mora obaviti najkasnije za 24h nakon prijema u laboratoriju. Do ispitivanja se uzorci čuvaju na temperaturi (3 ± 2 °C) - ne duže od 24h. Zamrznute uzorke kao što su trupovi ili konfekcionirano meso živine i kunića, treba prije analize odmrzavati postupno tokom 15-16h na temperaturi 0 °C - 4 °C. Prije zasijavanja na odgovarajuće podloge, briseve, odnosno sundere i ispirke trupova sa razblaživačem treba promućkati na vorteksu, odnosno homogenizatoru. U postupcima uzorkovanja se, dakle, mora definisati vrijeme od trenutka uzimanja uzoraka, dolaska u laboratoriju, vrijeme do početka ispitivanja (koje bi po pravilu trebalo da bude do 6h, a ne bi smjelo biti duže od 24h) i uslovi čuvanja (temperatura, izlaganje sunčevoj svjetlosti i dr). Vrijeme od trenutka uzimanja uzoraka do početka ispitivanja za različitu hranu je navedeno u normi standarda MEST EN ISO 7218. Uzimanje uzoraka se vrši u skladu sa normama standarda MEST EN ISO 17604 i MEST EN ISO 7218: uzorci moraju da budu dostavljeni u laboratoriju u što kraćem vremenskom periodu i da se transportuju i čuvaju na propisanoj temperaturi na kojoj neće doći do mikrobioloških promjena.

38.3. Uzimanje briseva i otisaka sa površina

Provjera efikasnosti postupaka čišćenja i dezinfekcije u procesu proizvodnje hrane vrši se uzimanjem *briseva, otisaka ili ispirka*. Uzorke treba uzimati na teško pristupačnim mjestima, na površinama koje dolaze u kontakt s hranom, kao i na mjestima koja nisu u direktnom kontaktu s hranom. Zbog mogućnosti djelovanja dezinficijensa na mikroorganizme, briseve je najbolje uzeti prije početka rada ili dva sata nakon sprovedene dezinfekcije. Pribor koji je potreban za uzimanje uzoraka su: sterilne kontaktne (otisne) ploče ili posude, sterilne otisne pločice (*dipslaid*s), sterilni brisevi, sunderi ili tkanine (krpe). Za površine koje su manje od 100 cm² koriste se sterilni brisevi i otisne pločice, a za površine veće od 100 cm² sterilni sunderi ili tkanine.

Sterilne kontaktne (otisne) ploče su plastične posude prečnika 65 mm, napunjene određenom količinom čvrste hranljive podloge za rast ispitivanog mikroorganizma (slika 108.). Koriste se i posude drugih promjera, u zavisnosti od površine koju treba uzorkovati. Hranljiva podloga treba da ima konveksnu - ispupčenu površinu. Nakon inkubacije, računa se broj formiranih kolonija mikroorganizama (CFU) po kvadratnom centimetru površine kontaktne ploče.

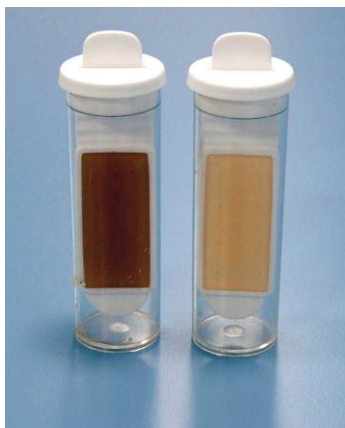


Slika 108. Kontaktna posuda

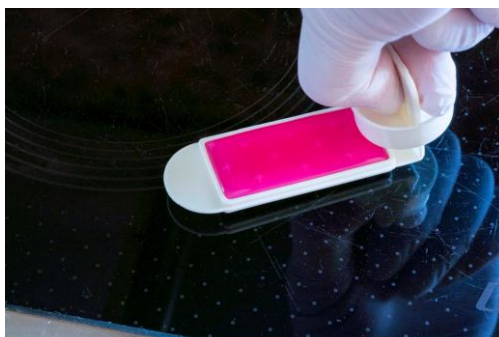
<https://eagleanalytical.com/product/65mm-tsa-plate/>

Sterilne otisne pločice imaju površinu 7 cm² - 10 cm² i obložene su sa jedne ili obadvije strane hranljivom podlogom - s jedne strane je hranljiva podloga za rast aerobnih mezofilnih bakterija, a s

druge hranljiva podloga za rast bakterija iz familije *Enterobacteriaceae*. Prije upotrebe se čuvaju zatvoreno u sterilne epruvete (slika 109.). Uzorkovanje pomoću otisnih pločica je pogodno za ravne površine kao što su radni stolovi - dok su brisevi, tkanine i sunderi pogodni za ostale tipove površina. Uzorkovanje otisnim pločicama izvodi se tako što se čep savije pod uglom od 90 °C, pa se sa obadvije strane, u trajanju od 10 s čvrsto pritisnu za površinu - pritiskom koji stvara masa od 500 g (slika 110.). Zatim se otisne pločice vraćaju u sterilnu epruvetu, dobro zatvore i inkubiraju na 37 ± 1 °C 24h, nakon čega se izbroje izrasle kolonije na podlozi za rast enterobakterija. Inkubacija se nastavlja sljedećih 48h na 30 ± 1 °C i zatim broje izrasle kolonije na podlozi za rast aerobnih mezofilnih bakterija. Rezultat se izražava brojem izraslih kolonija mikroorganizama (CFU) po kvadratnom centimetru površine otisne pločice.



Slika 109. Sterilno zapakovane otisne pločice
<https://www.ebay.co.uk/itm/260313752158>



Slika 110. Otisne pločice
<https://www.steiner-chemie.de/>

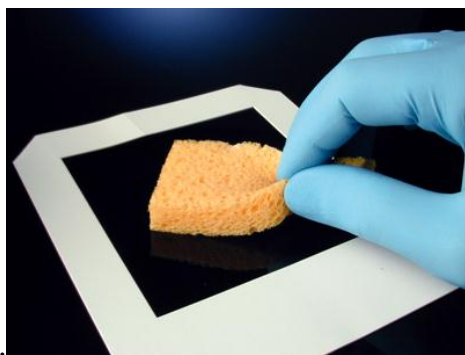
Sterilni brisevi se koriste za uzorkovanje sa teško pristupačnih mjesta kao što su neravna oprema i pribor, predmeti s naborima, površina koje dolaze u dodir s hranom (transportne trake, rezači, mašine za mljevenje, punilice i dr.), površina koje nisu u direktnom kontaktu s hranom kao (podovi, pribor za čišćenje, točkovi viljuškara, kolica za transport). Zavisno od vrste ispitivanja prebriše se cijeli predmet (čša, tanjir, šolja, pribor za jelo i dr.) ili se briše površina koja se ograniči sterilnim šablonom (metalni, papirnati, plastični) s otvorom 5 x 5 cm. Pošto dezinficijensi obično djeluju u periodu 5 - 15 minuta, treba sačekati da prođe ovaj period prije uzimanja briseva ili otisaka. Bris se izvadi iz sterilnog omota i navlaži potapanjem u epruvetu koja sadrži razblaživač (puferisana peptonska voda ili peptonski slani rastvor). Vrh brisa se pritisne uz zid epruvete kako bi se uklonio višak tečnosti. Za uzimanje briseva koristi se sterilni šablon odgovarajućih dimenzija. Šablon (okvir) je napravljen od materijala koji je otporan na koroziju, npr. od nerđajućeg čelika. Šabloni mogu biti različite površine, od 20 cm² do 100 cm² i mogu lako da se čiste i sterilišu. Površina šablona za

uzimanje briseva za ispitivanje higijene je 5 x 5 cm, a za određivanje prisustva patogenih mikroorganizama kao što su *L. monocytogenes* i *Salmonella* spp. 10 x 10 cm. Bris se uzima tako što se površina šablona prebriše u horizontalnom i vertikalnom smjeru, pri čemu se bris okreće između palca i kažiprsta (slika 111.). Nakon toga se bris stavi u epruvetu u kojoj je tečnost za razblaživanje ili neutralizujuća tečnost i ručno promućka. Zatim se štapić brisa prelomi, gornji dio odstrani, a epruveta zatvori.



Slika 111. Uzimanje brisa sa radne površine
<https://800ezmicro.com/supplies/surface-swabbing>

Kako bi se spriječilo inhibitorno dejstvo ostataka dezinficijensa na ispitujućim površinama, dodaju se odgovarajući neutralizatori. Ne postoji za sve dezinficijense propisani odgovarajući neutralizator. Uopšteno, sorbitan monooleat (30 g/l) i lecitin (3 g/l) se koriste za neutralizaciju ostataka kvaternernih amonijumovih jedinjenja i amfotericida. Natrijum tiosulfat (5 g/l) je dobar neutralizator za dezinficijense na bazi hlora. Za neutralizaciju dezinficijensa na bazi peroksida, koriste se enzimi katalaza ili peroksidaza. Jedna jedinica ovih enzima katalizuje razgradnju 1 μmol vodonik peroksida u minuti na 25 °C i pri pH $7,0 \pm 0,2$. Za laboratorijsko ispitivanje koristi se početna suspenzija ili, ako je potrebno, prave se dalja decimalna razrjeđenja u cilju određivanja ukupnog broja mikroorganizama. **Sterilni sunderi i tkanine** se koriste za uzorkovanje većih površina (slika 73). Tkanine i sunderi su pakovani pojedinačno u sterilne plastične kese. Prilikom uzorkovanja, prvo je potrebno otvoriti plastičnu kesu u kojoj se nalazi krpa ili sunder. Zatim se doda razblaživač u količini koja je dovoljna da se sunder, odnosno krpa navlaži, bez viška tečnosti. Da bi se sunder ili krpa kompletno navlažili, pritiskaju se preko spoljašnje strane kese. Ukoliko su površine koje se uzorkuju vlažne, nije potrebno vlaženje sundera, odnosno krpe. Nakon toga se krpa ili sunder aseptično izvade sterilnom pincetom ili rukom u sterilnoj rukavici. Sunderom ili krpom, držeći ih sterilnom pincetom, sterilnim držačem ili rukavicom, prebriše se ispitivana površina horizontalnim i vertikalnim pokretima (u dva okomita smjera, slika 112.). Pri tome treba mijenjati stranu sundera, odnosno krpe. Nakon brisanja, sunder, odnosno krpa se vraćaju i aseptički zatvaraju u sterilnu kesu u koju je dodata poznata količina tečnosti za razblaživanje (npr. 100 ml za uzorkovanu površinu 100 cm²). Kesi treba pravilno zatvoriti da ne bi došlo do curenja tečnosti. Uzorke je poželjno transportovati do laboratorije u ručnom frižideru na temperaturi 1 °C do 4 °C najduže za 4 h. Laboratorijska ispitivanja treba obaviti što je prije moguće, a najkasnije u roku od 24 h. Zbog opasnosti od zaostajanja podloge, vlage i sl., površinu nakon uzorkovanja treba očistiti i dezinfikovati sterilnom tkaninom namočenom u alkohol.



Slika 112. Uzimanje uzoraka sterilnim sunderom
<https://catalog.hardydiagnostics.com>

Ako se metoda brisa koristi za dokazivanje prisustva specifičnih mikroorganizama (npr. *Listeria monocytogenes* ili *Salmonella spp.*), ispitujuća površina treba da bude najmanje 100 cm², a poželjno je oko 1.000 cm². Nakon uzimanja uzorka, krpu ili sunder treba staviti u odgovarajući bujon za obogaćivanje i dobro promiješati. Izračunava se broj formiranih kolonija (CFU) po mililitru početne suspenzije (ISO 18593:2004). S obzirom da metode kontaktne ploče, brisa i krpe ne daju isti rezultat, potrebno je istaći koja metoda je korištena.

38.4. Metoda uzimanja ispirka

U ispitivanu posudu, ambalažu i dr. doda se 10 ml sterilnog fiziološkog rastvora, posuda se zatvori i dobro promućka, nakon toga se ispirak prelije u epruvetu i prije obrade dobro homogenizuje na homogenizatoru.

38.5. Uzimanje uzoraka za hemijske analize hrane

Uzorkovanje hrane u cilju ispitivanja količine policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH jedinjenja - benzo(a)piren, benz(a)antracen, benzo(b)fluorantena, krizen) prvenstveno se sprovodi u odnosu na karakteristike proizvodnog procesa. Tu su obično obuhvaćeni dimljeni proizvodi od mesa i ribe. Minimalna količina uzorka hrane je 250 g. Ukoliko se uzorak ne transportuje odmah u laboratoriju, čuva se zamrznut. Za uzorkovanje su potrebne plastične vrećice ili staklene posude. Za određivanje ukupne količine isparljivog azota uzorkuju se najčešće neprerađeni proizvodi ribarstva nekih vrsta riba. Preporučuje se uzorkovanje ribe koja je senzornim pregledom sumnjiva na svježinu. Za reprezentativan uzorak treba uzeti najmanje 100 g ribljeg mesa. Uzorak treba dostaviti ohlađen najkasnije do 24h, ili ga treba zamrznuti ukoliko je potrebno duže vrijeme za transport u laboratoriju. Uzorkovanje hrane životinjskog porijekla na prisustvo GMO-a prvenstveno obuhvata mesne proizvode sa dodatkom soje, kukuruza, durum pšenice. U cilju ispitivanja na ukupne prosječne apsorbirane doze jonizujućeg zračenja hrane životinjskog porijekla vrši se uzorkovanje mesa s kostima, školjke, ribe, mehanički otkošteno meso (jer ima kosti) i dr. Uzorak se dostavlja u stanju u kojem je nađen u objektu. Prilikom određivanja ukupnih fosfata (P₂O₅) u uzorku treba utvrditi i nivo prirodno prisutnog fosfora iz bjelanjčevina, a dobijenu vrijednost treba oduzeti od vrijednosti ukupnih fosfata (P₂O₅).

38.6. Uzimanje uzoraka za hemijske analize hrane za životinje

Za kontrolu prisustva ostataka pesticida u mahunarkama, zrnima žitarica i orašastom voću, najmanja količina smanjenog uzorka iznosi 3 kg. Za kontrolu prisustva genetski modifikovanog materijala smanjeni uzorak mora sadržati najmanje 35000 sjemenki/zrna kako bi se omogućilo dobijanje konačnih uzoraka za potrebe ispitivanja, a u slučaju referentnog uzorka najmanje 10000 sjemenki zrna. Posude za pakovanje uzoraka treba da su označene i zapečaćene tako da ih nije moguće otvoriti bez oštećenja.

Pitanja

Kako se uzimaju uzorci hrane za mikrobiološka ispitivanja (meso, mlijeko, jaja)? Kako se uzimaju uzorci za mikrobiološko ispitivanje mesa trupova? Kako se uzimaju brisevi za mikrobiološko ispitivanje mesa trupova? Kako se uzimaju uzorci vode? Kako se čuvaju i transportuju uzorci hrane? Kako se vrši službena kontrola hrane? Koje provjere se vrše prilikom službene kontrole hrane životinjskog porijekla? Kako se vrši službena kontrola živih životinja na gazdinstvu prije klanja? Koje su obaveze subjekta u poslovanju hranom prema Vodiču za mikrobiološke kriterijume za bezbjednost hrane? Kako se uzimaju uzorci hrane za hemijska ispitivanja? Kako se uzimaju uzorci hrane za hemijska ispitivanja hrane za životinje? Koja hrana se najčešće ispituje na prisustvo policikličnih aromatičnih ugljovodonika, genetički modificovane hrane i prosječnu dozu apsorbovanog jonizujućeg zračenja? Kako se uzimaju uzorci za mikrobiološko ispitivanje hrane? Kako se uzimaju uzorci za mikrobiološko ispitivanje hrane za životinje? Kako se izvode metode uzimanja briseva i otisaka za mikrobiološko ispitivanje radnih površina? Kako se uzimaju uzorci za hemijske analize hrane i hrane za životinje?

38.7. Laboratorijska ispitivanja hrane

Laboratorije ovlaštene za mikrobiološka ispitivanja hrane moraju da budu akreditovane u skladu sa standardom MEST ISO/IEC 17025 –“Opšti zahtjevi za kompetentnost laboratorija za ispitivanje i laboratorija za etaloniranje” tj. da rade ispitivanja akreditovanim metodama. Laboratorijska ispitivanja uzoraka hrane sastoje se od: senzorskih, mikrobioloških, parazitoloških, imunoenzimskih, molekularno-bioloških, fizičko-hemijskih i hemijskih ispitivanja, u zavisnosti od vrste namirnica. U toku laboratorijskih ispitivanja mogu da se koriste trijažne ("screening") i konfirmativne metode. Metode za trijažu treba da budu brze, jednostavne i jeftine i da omoguće detekciju svih pozitivnih uzoraka, a da pri tome ne daju lažno negativne rezultate. Ovim metodama treba da se ustanovi samo da li količine ispitanih kontaminenata prelaze zakonom utvrđene norme ili ne. Ukoliko "screening" metoda ukazuje na prisustvo nekog jedinjenja u količini koja nije dozvoljena, sledeći korak je konfirmacija, odnosno potvrđivanje ili odbacivanje prethodnog nalaza i, u slučaju potvrđivanja, kvantifikacija. Senzorna ispitivanja se sastoje u čulnoj percepciji: čulo vida (vizuelna - optička), ukusa (oralna - gustativna), mirisa (olfaktorna), sluha (audijska), dodira (palpatorna - taktilna).

38.7.1. Senzorna ocjena hrane

Jedan od najčešće korišćenih sistema senzorne ocjene hrane je sistem bodovanja. Prilikom bodovanja svi elementi kvaliteta svrstavaju se po svome značaju i unose po redu (prvo oni koji se ocjenjuju vidom, zatim mirisom i sl.). Npr. u sistemu bodovanja mlijeka, od ukupno 100 bodova za ocjenu pojedinih svojstava primjenjuje se sljedeći odnos: ukus i miris: 45, sediment: 10, ambalaža (posuda): 5, način zatvaranja: 5, bakteriološki nalaz: 35 bodova. Bodovne skale mogu sadržati 50-100, ili od 0-10 bodova. Primjer: med je sladak, gust, kristalan, viskozan proizvod koji po nijansi boje može biti vrlo svijetle tj. tamno-žute boje, do crvenkaste ili smeđe. Boja, ukus i miris (aroma) meda u osnovi zavise od vrste cvjetova sa kojih pčele sakupljaju slatke sokove. Potrebno je, pored kontrole namirnica poslije završenog procesa proizvodnje, odnosno prije stavljanja u promet, vršiti kontrolu u određenim vremenskim intervalima i tokom skladištenja. Ova ispitivanja se vrše po određenom sistemu i kombinacijom senzornih, hemijskih i mikrobioloških metoda, što predstavlja studiju stabilnosti (održivost u definisanom roku upotrebe).

38.7.2. Mikrobiološke metode ispitivanja hrane

Mikroorganizmi i ISO metode (standardne metode) koje se koriste za njihovo ispitivanje u hrani su prikazani u tabeli 92:

Tabela 92. Mikroorganizmi i metode koje se koriste za njihovo ispitivanje u hrani

Mikroorganizam	Metoda
<i>Salmonella</i>	MEST EN ISO 6579
<i>Listeria monocytogenes</i>	MEST EN ISO 11290-1 i 2.
<i>E. coli</i>	ISO 16649 -1, 2 i 3
Broj aerobnih kolonija	MEST EN ISO 4833
<i>Enterobacteriaceae</i>	MEST EN ISO 21528-1 i 2
<i>Bacillus cereus</i>	MEST EN ISO 7932
Koagulaza pozitivne stafilokoke <i>Staphylococcus aureus</i>	EN ISO 6888-1 i 2
<i>Clostridium perfringens</i>	ISO 7937
<i>Clostridium botulinum</i>	ISO/TS 17919
<i>Yersinia enterocolitica</i>	ISO 10273:2003I, SO/TS 18867
<i>Cronobacter spp.</i>	ISO/TS 22964:2006
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	ISO/DIS 21872
<i>Campylobacter spp.</i>	ISO 10272-1

38.7.2.1. Priprema uzoraka hrane za mikrobiološko ispitivanje

Priprema uzoraka hrane za mikrobiološko ispitivanje obuhvata:

- pripremanje uzorka za ispitivanje - homogenizacija,
- priprema početne suspenzije (osnovnog razrjeđenja) i
- priprema decimalnih razblaženja (razrjeđenja) za mikrobiološko ispitivanje, prema ISO 6887-1: 2008.

Postupak pripreme uzorka se izvodi na sljedeći način: odmjerena količina uzorka se prethodno homogenizuje. Homogenizacija se može vršiti uz pomoć tarionika i tučka ili stomahera. Nakon homogenizacije u tarioniku, u Erlenmajerovoj tikvici se priprema osnovno razrjeđenje mućkanjem ili vibriranjem u toku 15 minuta. U stomaheru se homogenizacija vrši u sterilnoj "stomaher kesi" u trajanju 1-2 min. Početna suspenzija (osnovno razblaženje) je suspenzija, rastvor, ili emulzija dobijena pošto se izmjerena količina uzorka izmiješa sa devetostrukom količinom sredstva za razblaživanje (20 ml ili g uzorka u 180 ml, ili 10ml ili g u 90 ml ili 1ml ili g u 9 ml tečnosti za razblaživanje). Kao tečnost za razblaživanje se koristi peptonski slani rastvor ili puferisana peptonska voda. Ukoliko se ispituje sir, kao tečnost za razblaživanje se koristi rastvor natrijum citrata ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\cdot 2\text{H}_2\text{O}$). (Sastav peptonskog slanog rastvora: proizvod enzimskog razlaganja kazeina 1,0 g, NaCl 8,5 g, voda 1000 ml. Sastav puferisane peptonske vode : proizvod razlaganja životinjskog tkiva 10,0 g, NaCl 5,0 g, dinatrijum-hidrogen fosfat-dodekahidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4\cdot 12\text{H}_2\text{O}$) 9,0 g, kalijum-dihidrogen-fosfat (KH_2PO_4) 1,5 g, voda 1000 ml. Sastav rastvora natrijum citrata: 20g natrijum citrata i voda 1000 ml). Temperatura sredstva za razblaživanje treba da bude približno ista kao i temperatura okoline da bi se izbjeglo oštećenje mikroorganizama. Osnovno razrjeđenje omogućava ravnomjernu raspodjelu mikroorganizama, koji se nalaze u ispitivanom uzorku. Dalja decimalna razrjeđenja su suspenzije ili rastvori dobijeni miješanjem određene zapremine osnovnog razrjeđenja (početne suspenzije) sa devetostrukom zapreminom tečnosti za razrjeđenje i ponavljanjem ove operacije, sve dok se ne dobije niz decimalnih razrjeđenja podesan za inokulaciju podloga. Cilj pravljenja daljih razblaženja je da se smanji broj mikroorganizama/ml, što poslije inkubacije na hranljivim podlogama omogućava posmatranje rasta mikroorganizama u tečnim podlogama i brojanje pojedinačnih kolonija na čvrstim podlogama.

38.7.2.2. Izolacija i identifikacija mikroorganizama iz hrane

Redosljed postupaka pri izolaciji i identifikaciji mikroorganizama iz namirnica je:

- Predobogaćenje (koristi se neselektivni tečni medijum u cilju oporavka subletalno oštećenih ćelija mikrororganizama;
- Obogaćenje (koristi se selektivna tečna hranljiva podloga u radi povećanja broja ciljanih mikroorganizama);
- Izolacija mikroorganizama (koristi se selektivna čvrsta hranljiva podloga za dobijanje pojedinačnih kolonija);
- Identifikacija mikroorganizama (ispitivanje morfologije, fenotipizacija, serološka ispitivanja, PCR metode).

Izolacija i identifikacija bakterija Salmonella vrsta

Bakterije roda *Salmonella* se ispituju metodom MEST EN ISO 6579. Za predobogaćenje se koristi puferisana peptonska voda (Buffered peptone water - BPW), a za obogaćenje: Rappaport Vassiliadis bujon I Muller-Kaufman tetrations bujon. Podloge za obogaćenje stimulišu rast salmonela, a inhibišu rast ostale mikroflora. Za izolaciju salmonela se koriste selektivno diferencijalne podloge: XLD agar (Xylose Lysine Desoxyholate agar) i BG-agar (Briliant green agar - modifikovani). Za ispitivanje biohemijskih karakteristika (identifikaciju) salmonela se koriste: dvostruki šećer po Kligleru, kosi agar sa urejom po Christensenu, tečne podloge za dokazivanje indola, podloga za reakciju sa metil crvenim I Voges Proskauer reakciju, Simons citratni agar za dokazivanje razlaganja citrata i dr.

Izolacija i identifikacija Listeria monocytogenes

Dokazivanje ove bakterijske vrste u hrani se vrši prema metodi MEST EN ISO 11290-1 i MEST EN ISO 11290-2. Za obogaćenje se koriste tečne podloge: Half Fraser bujon - za primarno obogaćenje (inhibišu rast drugih mikroorganizama) I Fraser bujon – za sekundarno obogaćenje. Za izolaciju listerije se koriste selektivno diferencijalne podloge: Palcam agar, Aloa agar (Agar *Listeria* according to Ottaviani and Agosti), krvni agar i polutečni hranljivi agar. Na aloa agaru kolonije *L. monocytogenes* su karakterističnog izgleda: sivo plave, okrugle, sa zonom prosvjetljenja. Na krvnom agaru se radi CAMP test, a na polutečnom hranljivom agaru test pokretljivosti - *L. monocytogenes* raste karakteristično u vidu kišobrana.

Određivanje broja aerobnih kolonija

Određivanje broja aerobnih kolonija u hrani se vrši u skladu sa standardom MEST EN ISO 4833. Za određivanje broja kolonija aerobnih bakterija koristi se agar za ukupan broj bakterija (sadrži tripton, ekstrakt kvasca, dekstrozu, kazein, agar). Kada se ispituju proizvodi od mlijeka, ovoj podlozi se dodaje 1,0 g obranog mlijeka u prahu/L podloge. Obrano mlijeko u prahu treba da bude bez inhibitornih supstanci. Postupak zasijavanja uzorka se izvodi na sljedeći način: sterilnom pipetom se vrši prebacivanje 1 ml tečnog uzorka, kao i decimalnih razrjeđenja tečnog uzorka, odnosno 1 ml osnovnog razrjeđenja i ostalih decimalnih razrjeđenja čvrstog uzorka u po dvije Petrijeve šolje. Zatim se u Petrijeve šolje dodaje po 12-15 ml agara za ukupan broj, čija je temperatura 44-47 °C. Vrijeme između pripreme osnovnog razrjeđenja i momenta razlivanja agara u Petrijeve ploče ne treba da bude duže od 45 minuta. Treba pažljivo miješati inokulum sa dodatim agarom rotiranjem Petrijevih ploča, a zatim dopustiti mješavini da očvrstne, ostavljajući ih na hladnoj vodoravnoj površini. Poslije potpunog očvršćavanja, Petrijeve šolje treba okrenuti i staviti u inkubator na 30 °C u trajanju od 72h. Ne treba slagati više od šest Petrijevih ploča jednu na drugu. Grupe naslaganih Petri ploča treba odvojiti jednu od druge, kao i od zidova inkubatora. Nakon isteka perioda inkubacije, broje se

kolonije aparatom za brojanje kolonija. Petri ploče se posmatraju pod prigušenom svjetlošću. Precizni podaci se dobijaju na Petri pločama na kojima se nalazi više od 15 i manje od 300 kolonija.

Izolacija i identifikacija Staphylococcus aureus

Staphylococcus aureus se izoluje i identifikuje u skladu sa standardom EN ISO 6888-1 i 2. Iz pripremljenih decimalnih razrjeđenja zasijava se selektivno diferencijalna podloga – agar po Baird Parkeru (ETPGA), sa dodatkom žumanceta (slika 115.).



Slika 115. Izgled kolonija *S. aureus* na Baird Parker agaru
foodmicrobiologie.blogspot.com

Izolacija i identifikacija Clostridium perfringens

Clostridium perfringens se izoluje i identifikuje u skladu sa međunarodnim standardom ISO 7937. Za predobogaćenje se koriste tečne podloge: tioglikolatti bujon (inkubacija 7 dana; 35 °C; javlja se zamućenje podloge, pri čemu je površinski sloj podloge bistar). Selektivno diferencijalne podloge za izolaciju i identifikaciju *Cl. perfringens* je TSC agar (triptozna sulfid cikloserin). Zasijane podloge se inkubiraju na 37 °C, anaerobno, 20h. Kolonije *Cl. perfringens* su na ovoj podlozi crne boje.

Izolacija i identifikacija Escherichia coli

Ova bakterija se izoluje i identifikuje prema metodi SO 16649. Selektivna podloga za izolaciju *E. coli* je brilijant zeleni laktoza žučni bujon (BZLŽ bujon) sa Durhamovim cjevčicama. Selektivno - diferencijalne podloge za rast i identifikaciju *E. coli* su ljubičasto crveni žučni agar (VRB - Violet Red Bile) i TBX Chromogenic Agar. TBX Chromogenic Agar (tripton žučni slani agar sa dodatkom x-β-D-glukuronida) omogućava detekciju enzima glukuronidaze, koji je visoko specifičan za *E. coli*. Ovaj agar inhibira rast drugih koliformnih bakterija i rast gram pozitivnih bakterija. Za biohemijsku identifikaciju *E. coli* koriste se: dvostruki šećer po Kligleru i podloge za dokazivanje indola, acetilmetilkarbinola (Voges-Proskauer reakcija), citrata i redukciju metilcrvenog.

Izolacija kvasaca i plijesni

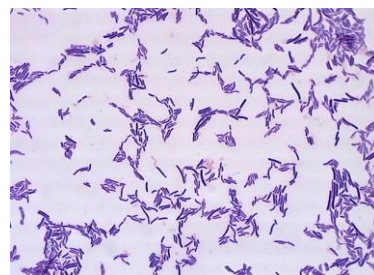
Kvasci se izoluju na selektivnoj podlozi Sabouraud agaru.

Izolacija bakterija mliječne kiseline

Bakterije mliječne kiseline - laktokoke (*Lactococcus spp.*) se izoluju na M 17 bujonu i M17 agaru, a laktobacili (*Lactobacillus spp.*) na MRS bujonu i MRS agaru (slike 116. i 117.).



Slika 116. Kolonije *Lactobacillus* spp. na MRS agaru
Lactobacillus spp.
www.jcm.riken.jp



Slika 117. Bojenje po Gramu

38.7.3. Mikrobiološko ispitivanje hrane za životinje

Za mikrobiološko ispitivanje hrane za životinje koriste se iste metode kao i za ispitivanje hrane uz obavezna dodatna ispitivanja na prisustvo kvasaca i plijesni.

Određivanje broja kolonija kvasaca i plijesni

Određivanje broja kolonija kvasaca i plijesni se radi prema metodi ISO 21527-1:2011. Kao sredstvo za razrjeđenje za pripremu osnovnog i decimalnih razrjeđenja koristi se 0,1% peptonski bujon. Sastav peptonskog bujona: enzimski digest životinjskog ili biljnog tkiva 1g i voda 1000 ml. Kao podloga za zasijavanje decimalnih razrjeđenja i rast kolonija koristi se dichloran–rose bengal chloramphenicol agar (DRBC), a postupak rada je sljedeći: na DRBC agaru razlivenom u petriploči se sterilnom pipetom nanese 0,1 ml razrjeđenja ispitivanog uzorka. Ukoliko se očekuje mali broj kolonija, može se nanijeti 0,3 ml razblaženja. Zatim se nanese tečnost razvuče po cijeloj površini agara. Zasijani agar se inkubira 5 dana na temperaturi 25 °C. Nakon inkubacije, za brojanje kolonija se uzimaju Petri ploče koje imaju manje od 150 kolonija. Brojanje kolonija se vrši prvi put poslije 2 dana, a zatim nakon 5 dana inkubacije. Kolonije kvasaca i plijesni se mogu brojati i posebno. Treba imati u vidu da razblaženje 10 x često ne daje rezultat smanjenja broja kolonija 10 puta, zbog fragmentacije micelijuma i rasipanja spora iz plodonosnih tijela tokom pravljenja razrjeđenja. Takođe se javlja kompetitivna inhibicija rasta, ukoliko je broj kolonija na ploči veliki.

Postupak sa uzorcima stočne hrane nakon ispitivanja

Uzorke stočne hrane treba čuvati na suvom mjestu i sobnoj temperaturi u plastičnim kesama ili kartonskim kutijama najmanje 3 mjeseca od momenta prihvatanja uzorka u laboratoriju. Nakon tog perioda uzorci se sterilisu u autoklavu.

38.7.4. Brze mikrobiološke metode ispitivanja hrane

S obzirom da se standardne - konvencionalne mikrobiološke metode zasnivaju na detekciji kolonija mikroorganizama nastalih njihovim razmnožavanjem na čvrstim hranljivim podlogama, one dugo traju. Zbog toga se javila potreba za brzim i istovremeno pouzdanim metodama. Na osnovu principa po kome rade, ove brze metode se dijele na: modifikovane i automatizovane konvencionalne metode, metode brojanja ćelija mikroorganizama, metode bazirane na mjerenju impedanse, imunološke metode, metode bazirane na analizi nukleinskih kiselina.

Modifikovane i automatizovane konvencionalne metode

Konvencionalne petri ploče sa hranljivim agarom se zamjenjuju dipslajdovima. Agarni slajdovi koji sadrže selektivne ili neselektivne podloge se prislone ili urone u ispitivani uzorak a zatim se prekriju sterilnim slajdom. Nakon inkubiranja, kolonije koje izrastu se identifikuju i broje automatski. Dodavanjem obojenih ili fluorescentnih supstrata u selektivne podloge, identifikacija i brojanje kolonija se olakšava i ubrzava. Kada reaguju sa specifičnim bakterijskim enzimima ili metabolitima, ova jedinjenja daju jasno obojene ili fluorescentne produkte. Veliki broj morfoloških, fizioloških i biohemijskih testova se koristi za identifikaciju izolovanih mikroorganizama (API sistem i dr.).

Metode brojanja ćelija mikroorganizama

Protočna citometrija sa sortiranjem ćelija je optička metoda za analizu individualnih ćelija u kompleksnim smjesama. Ćelije se brzinom od oko 3000 ćelija/s usmjeravaju kroz snop laserskog svijetla i mjeri se rasipanje svijetla i emitovana fluorescencija. Autofluorescencija bakterijskih ćelija ili fluorescencija obilježenih proba zakačenih za određene komponente ćelije ili ćelijske membrane se detektuje i mjeri kada se ćelija osvijetli snopom laserske svjetlosti.

Metode bazirane na mjerenju impedanse

Ove metode se baziraju na mjerenju promjene provodljivosti u medijumu u kome rastu mikroorganizmi. Vrijeme koje je potrebno da mikroorganizmi izrastu i da se dese promjene u medijumu indirektno je proporcionalno početnom inokulumu. Rezultati se predstavljaju na krivoj impedanse koja se poredi sa kalibracionom krivom da bi se procijenio broj bakterija. Nekoliko automatskih sistema koji rade na principu mjerenja impedanse su komercijalno dostupni. Ovi sistemi mogu da analiziraju više uzoraka istovremeno. Razvijeni su testovi za detekciju *Salmonella spp.*, *Listeria spp.* i *Campylobacter*.

Metode bazirane na analizi nukleinskih kiselina

U poslednjoj deceniji se primjenjuju mikrobiološke metode koje se baziraju na analizi nukleinskih kiselina, tj. djelova nukleinskih kiselina. Metode detekcije se baziraju na hibridizaciji ciljanih djelova nukleinskih kiselina sa radioaktivno ili fluorescentno obilježenim probama. U zavisnosti od potreba, da li se želi rod, vrsta ili soj, specifična identifikacija i detekcija, različiti djelovi genoma tj. nukleinskih kiselina se koriste kao ciljane (target) sekvence. Prvi korak u ovim metodama je liza ćelija i prečišćavanje nukleinskih kiselina, da bi moglo da dođe do hibridizacije sa obilježenom probom. Radioaktivno ili fluorescentno obilježene probe, po formiranju hibrida, omogućavaju direktnu detekciju hibrida. Zbog povećane osjetljivosti, metode koje uključuju i korak umnožavanja ciljane sekvence su sve više prisutne. Najpopularniji metod umnožavanja je PCR (*polymerase chain reaction*).

38.7.5. Mikrobiološki kriterijumi za bezbjednost hrane

38.7.5.1. Uredba o mikrobiološkim kriterijumima za bezbjednost hrane

Prema Zakonu o bezbjednosti hrane (Sl. list Crne Gore br. 57/2015) subjekat u poslovanju hranom ili hranom za životinje je odgovoran za bezbjednost hrane ili hrane za životinje u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije. Subjekti koji proizvode hranu su dužni da uspostave sistem analize opasnosti i kritičnih kontrolnih tačaka (engl. *Hazard Analysis and Critical Control Points*, HACCP), koji omogućuje prepoznavanje mikrobioloških, hemijskih i fizičkih činilaca koji mogu biti štetni za zdravlje ljudi. Mikrobiološki kriterijumi za hranu su definisani EU Uredbom 2073/2005.

Uredbom o mikrobiološkim kriterijumima za bezbjednost hrane ("Sl. list CG", br. 26/2016) propisani su mikrobiološki kriterijumi o dozvoljenim vrstama i broju mikroorganizama, bakterijskih toksina i histamina u hrani opasnih po zdravlje i mikrobiološki kriterijumi za higijenu procesa proizvodnje. *Mikrobiološki kriterijum* je kriterijum na osnovu koga se određuje prihvatljivost hrane, serije hrane ili procesa proizvodnje hrane u odnosu na prisustvo i broj mikroorganizama, količinu njihovih toksina i drugih metabolita po jedinici mase, zapremine, površine ili serije. *Mikrobiološki kriterijum bezbjednosti hrane* ukazuje na prihvatljivost proizvoda ili serije hrane i primjenjuje se na hranu koja je stavljena na tržište. *Mikrobiološki kriterijum higijene procesa* se primjenjuje na proces proizvodnje i prerade hrane i ukazuje na pravilnost funkcionisanja proizvodnog procesa i na vrijednost kontaminacije iznad koje se moraju preduzeti korektivne mjere - kako bi se održala higijena proizvodnog procesa. Subjekat u poslovanju hranom koji proizvodi hranu čiji je rok upotrebe pet i više dana, dužan je da vrši ispitivanja na bakteriju *Listeria monocytogenes* i sprovodi studijska ispitivanja, posebno za gotovu hranu koja pogoduje njenom rastu - radi utvrđivanja usaglašenosti hrane sa mikrobiološkim kriterijumima tokom roka upotrebe. Proizvodjač hrane je obavezan da uzima i uzorke tj. briseve s proizvodnih površina i opreme u objektima u kojima se proizvodi hrana koja je pogodna za rast bakterije *L. monocytogenes* u skladu sa planom uzimanja uzoraka. Subjekat koji proizvodi dehidriranu hranu za odojčad ili dehidriranu hranu za posebne medicinske potrebe, hranu koja je namijenjena djeci mlađoj od šest mjeseci, a koja predstavlja rizik zbog prisustva *Enterobacter sakazakii*, dužan je da uzima uzorke sa radnih površina i opreme, radi ispitivanja prisustva bakterija iz familije *Enterobacteriaceae* u skladu sa planom uzorkovanja subjekta. Za hranu za koju Uredbom nije propisana učestalost uzimanja, subjekat je dužan da učestalost uzimanja uzoraka odredi planom. Uzimanje uzoraka sa trupova i mjesta uzimanja uzoraka vrše se u skladu sa uputstvima/vodičima za sprovođenje dobre higijenske prakse. U objektima za klanje životinja, kao i u objektima za dobijanje mljevenog mesa, proizvoda od mesa i mehanički odvojenog mesa uzimaju se uzorci za mikrobiološka ispitivanja najmanje jednom nedjeljno. Dan u nedjelji kada se uzimaju uzorci se mijenja svake nedjelje, kako bi svaki dan u nedjelji bio obuhvaćen. Subjekat u poslovanju hranom uzorke klica za mikrobiološku analizu uzima najmanje jednom mjesečno u fazi u kojoj je najveća vjerovatnoća da će se otkriti *E. coli* koja stvara toksin shiga (STEC) i *Salmonella spp.*, ali ne prije 48h od početka procesa klijanja.

38.7.5.2. Mikrobiološki pokazatelji za kriterijume bezbjednosti hrane koja se stavlja na tržište

Mikrobiološki pokazatelji za kriterijume bezbjednosti hrane stavljene na tržište su *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, koagulaza pozitivne stafilokoke, *Chronobacter sakazakii*, *Escherichia coli*, dok su mikrobiološki pokazatelji kriterijuma higijene procesa na kraju ili za vrijeme proizvodnog procesa hrane aerobne mezofilne bakterije, *E. coli*, *Enterobacteriaceae* i koagulaza pozitivne stafilokoke (*Pravilnik, Uredba i Vodič za mikrobiološke kriterijume za bezbjednost hrane*). Kao kriterijumi higijene procesa proizvodnje hrane može se ispitivati i prisustvo salmonele i listerije, kao patogena koji izazivaju zoonoze.

38.7.5.3. Detaljniji prikaz mikroorganizama koji se prema Uredbi ispituju u hrani

Mikroorganizmi koji se prema Uredbi ispituju u hrani su *Salmonella spp.*, (ne smije je biti u 25 g mesa i proizvoda od mesa, svježeg mesa i svježeg mesa živine, mlijeka i proizvoda od mlijeka, jaja i proizvoda od jaja, želatina, kolagena, sladoleda, rakova i školjki, puževa, klica, rezanog voća i povrća, dehidrirane gotove hrane za odojčad i gotove hrane za posebne medicinske potrebe i dr.), *Listeria monocytogenes* (ne smije je biti u 25 g gotove hrane za odojčad i gotove hrane za posebne medicinske potrebe, kao i u drugoj vrsti hrane koja omogućava rast ove bakterije; u hrani koja ne omogućava njen rast ne smije je biti više od 100/g, *E. coli* 0157:H7 (ne smije je biti u 25 g klica), *Cronobacter sakazakii*, (ne smije ga biti u 10 g dehidrirane hrane za odojčad i dehidrirane dijetetske hrane za posebne medicinske potrebe za djecu mlađu od šest mjeseci), stafilokokni enterotoksini (ne

smije ih biti u 25 g sireva, mlijeka u prahu i surutke), *E. coli*, histamin (ne smije ga biti više od 100 mg/kg u ribama koje imaju visoki sadržaj histidina). Prema mikrobiološkim kriterijumima za higijenu proizvodnog procesa na trupovima goveda, ovaca, koza i svinja granične vrijednosti za broj aerobnih bakterija su 3,5 log do 5 log/cm², a za broj enterobakterija 1,5 do 2,5 log/cm². Na ispitivanim površinama trupova, kao ni u 25 g zbirnog uzorka kožica vrata brojlera ne smije se naći *Salmonella spp.* Kao *mikrobiološki kriterijumi higijene procesa* se ispituju broj kolonija aerobnih bakterija i *E. coli* u mljevenom mesu, mehanički odvojenom mesu, proizvodima od mesa, broj kolonija enterobakterija u pasterizovanom mlijeku i drugim pasterizovanim tečnim proizvodima od mlijeka, *E. coli* u sirevima proizvedenim od mlijeka ili surutke koji su termički obrađeni, maslacu i pavlaci proizvedenim od sirovog mlijeka ili mlijeka koje je termički obrađeno na temperaturi nižoj od temperature pasterizacije, koagulaza pozitivne stafilokoke u sirevima proizvedenim od sirovog mlijeka, sirevima proizvedenim od termički obrađenog mlijeka na temperaturi nižoj od temperature pasterizacije, zrelim ili nedozrelim (svježim) sirevima proizvedenim od mlijeka ili surutke koji su pasterizovani ili obrađeni još jačim termičkim režimom, broj enterobakterija i koagulaza pozitivnih stafilokoka u mlijeku u prahu i surutki u prahu, broj enterobakterija u sladoledu i smrznutim mliječnim dezertima, dehidriranoj početnoj hrani za odojčad, dehidriranoj hrani za posebne medicinske potrebe namijenjena djeci mlađoj od šest mjeseci, dehidriranoj prelaznoj hrani za odojčad, broj kolonija *Bacillus cereus* u dehidriranoj početnoj hrani za odojčad i dehidriranoj hrani za posebne medicinske potrebe namijenjena djeci mlađoj od šest mjeseci, broj enterobakterija u proizvodima od jaja, *E. coli* i koagulaza pozitivne stafilokoke u proizvodima od kuvanih rakova i mekušaca sa odstranjenim oklopom i ljuskom, broj *E. coli* u rezanom voću i povrću i nepasterizovanim sokovima od voća i povrća.

38.7.5.4. Tumačenje rezultata mikrobioloških ispitivanja u skladu sa Uredbom o mikrobiološkim kriterijumima za bezbjednost hrane SLCG 26/2016

U skladu sa mikrobiološkim kriterijumima, postoje dva načina tumačenja rezultata sprovedenih mikrobioloških ispitivanja uzoraka hrane. Prvi način je kada je u mikrobiološkom kriterijumu data jedna granična vrijednost ($m=M$) pa će rezultati ispitivanja biti zadovoljavajući ili nezadovoljavajući. Ovakva granična vrijednost i interpretacija rezultata uglavnom se primjenjuje za Kriterijume bezbjednosti hrane. U ovom slučaju rezultati sprovedenih mikrobioloških ispitivanja interpretiraju se na sljedeći način: zadovoljavajući: Ako svih 5 (n) uzoraka pokaže odsustvo *Salmonellae* u 25 g; nezadovoljavajući: Ako je ustanovljena *Salmonella* u 25 g u bilo kojoj elementarnoj jedinici uzorka. Drugi način je kada su u mikrobiološkom kriterijumu date dvije granične vrijednosti (m i M) pa se dobijeni rezultati ispitivanja mogu interpretirati kao zadovoljavajući, prihvatljivi ili nezadovoljavajući. Dvije granične vrijednosti i tri moguće interpretacije rezultata uobičajene su za Kriterijume higijene u procesu proizvodnje.

38.7.5.6. Vrijednosti mikrobioloških parametara iznad kojih se hrana smatra zdravstveno nebezbednom (prema Vodiču za mikrobiološke kriterijume za bezbjednost hrane RCG)

Hrana se ne smije stavljati na tržište ukoliko nije zdravstveno bezbjedna. Kada se utvrdi zdravstvena neispravnost uzorka, hrana se mora povući s tržišta ili opozvati. Vrijednosti parametara koji hranu čine zdravstveno nebezbednom prema Vodiču za mikrobiološke kriterijume za bezbjednost hrane prikazane su u tabeli 93.

Tabela 93. Granične vrijednosti parametara iznad kojih se hrana smatra zdravstveno nebezbednom - prema Vodiču za mikrobiološke kriterijume za bezbjednost hrane

PARAMETAR/TOKSIN	Potencijalan rizik u pogledu prisutnosti/broja bakterija	Potencijalan rizik u pogledu toksina
<i>Salmonella</i>	pozitivno u 25g uzorka	
<i>Listeria monocytogenes</i>	$> 10^2$ cfu/g	
<i>Bacillus cereus</i>	$> 10^5$ cfu/g, ml	
<i>Bacillus cereus</i>	$> 10^3$ cfu/g, ml	Potvrđena sposobnost stvaranja dijarealnog ili emetičkog toksina u izolovanoj koloniji
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	$> 10^3$ cfu/g	
<i>Campylobacter spp.</i>	pozitivno u 25g uzorka	
<i>Koagulaza pozitivne stafilokoke i Staphylococcus aureus</i>	$> 10^4$ cfu/g, ml	Potvrđena sposobnost stvaranja stafilokoknog enterotoksina
<i>Stafilokokni enterotoksini</i>	pozitivno u uzorku	Potvrđena prisutnost stafilokoknog enterotoksina u uzorku hrane
<i>Yersinia enterocolitica</i>	pozitivno u 25g uzorka	
<i>Clostridium perfringens</i>	$> 10^4$ cfu/g, ml	
<i>Clostridium botulinum</i>	pozitivno u 1g uzorka	Potvrđena sposobnost stvaranja toksina u izolovanoj koloniji
<i>E. coli (VTEC)</i>	pozitivno u 25g uzorka	Potvrđena sposobnost stvaranja verotoksina u izolovanoj koloniji

38.7.5.7. Postupci koji se sprovode ukoliko rezultati mikrobioloških ispitivanja nisu zadovoljavajući

Kada rezultati ispitivanja mikrobioloških kriterijuma bezbjednosti hrane nijesu zadovoljavajući, hrana nije za tržište ili se povlači sa tržišta i ispituju se uzroci takvih rezultata, kako bi se spriječila njena ponovna mikrobiološka kontaminacija. Kada rezultati ispitivanja mikrobioloških kriterijuma higijene procesa nisu zadovoljavajući, proizvod nije za tržište i preduzimaju se korektivne mjere, kako bi se održala higijena proizvodnog procesa. Kada su rezultati ispitivanja mikrobioloških kriterijuma higijene procesa prihvatljivi, proizvod može da ide na tržište, ali se preduzimaju korektivne mjere, kako bi se poboljšala higijena proizvodnog procesa. Subjekti u poslovanju hranom su dužni da sprovedu analizu rezultata ispitivanja i da, kada uoče da se trend kreće prema nezadovoljavajućim rezultatima, bez odlaganja preduzmu mjere za utvrđivanje uzroka takvih rezultata i mjere za sprečavanje ponovne mikrobiološke kontaminacije. Radnici treba da se pridržavaju uputstava za održavanje higijene opreme, higijene ruku i zaštitne odjeće. Da bi se spriječila kontaminacija, vrlo je značajno redovno sprovoditi postupke čišćenja, pranja i dezinfekcije radnih površina i ruku radnika. Nepravilno čišćenje i dezinfekcija su u direktnoj vezi sa brojnim epidemijama bolesti prenosivih hranom. Takođe treba voditi računa o porijeklu životinja i adekvatnom sprovođenju bio-sigurnosnih mjera na farmama životinja. Takođe se vrše studijska ispitivanja hrane koja obuhvataju podatke o fizičkim i hemijskim osobinama proizvoda, kao što su pH vrijednost, aw (aktivnost vode), sadržaj soli, koncentracije konzervansa i način pakovanja, uslove skladištenja i prerade, mogućnost kontaminacije i predviđeni rok upotrebe, podatke iz naučne

literature koji se odnose na rast i preživljavanje mikroorganizama. Takođe se rade i dodatna istraživanja koja uključuju ispitivanja sposobnosti rasta ili preživljavanja mikroorganizama u proizvodu pod različitim uslovima čuvanja i dr.

38.7.5.8. Tumačenje mikrobioloških kriterijuma za hranu za životinje

Mikrobiološka ispravnost hrane za životinje je osnovni preduslov za očuvanje njihovog zdravlja i produktivnosti. Na tržište se može stavljati samo hrana za životinje koja je bezbjedna i koja nema negativan uticaj na životnu sredinu ili dobrobit životinja. Često su krmne smješe kontaminirane mikroorganizmima koji izazivaju bolesti životinja, a samim tim predstavljaju i opasnost po zdravlje ljudi. Do kontaminacije hrane može doći u svim fazama proizvodnje, skladištenja, distribucije kao i tokom hranjenja životinja. Glavni patogeni uzročnici, prisutni u hrani za životinje, su prvenstveno bakterije iz roda *Salmonella*, zatim enterobakterije, sulfitoreredukujuće klostridije, koagulaza pozitivne stafilokoke, bacili i različite vrste plijesni. Najčešći problem u hrani za životinje je prisustvo bakterija iz roda salmonela. Nije rijetka pojava obolijevanja ljudi od salmoneloze, usljed ishrane kontaminiranim mesom i jajima živine. Plijesni, osim što utiču na kvalitet hrane, mogu proizvoditi mikotoksine, čije se štetno dejstvo ispoljava smanjenom iskoristivošću hrane, slabijim prirastom, kao i drugim simptomima trovanja u životinja. Maksimalno dozvoljeni broj mikroorganizama u stočnoj hrani i sirovinama koje služe za proizvodnju krmnih smješa, prema Pravilniku o maksimalnim količinama štetnih materija i sastojaka u stočnoj hrani (Sl. list SFRJ br. 2/90), prikazan je u tabeli 94.

Tabela 94. Maksimalno dozvoljeni broj mikroorganizama u stočnoj hrani prema Pravilniku

Stočna hrana	Broj bakterija/g	Broj kvasaca/g
Hraniva animalnog porijekla	50.000.000	10.000
Hraniva biljnog porijekla	100.000.000	300.000
Krmne smješe za mlade životinje	10.000.000	50.000
Krmne smješe za odrasle životinje	10.000.000	300.000

Dozvoljeni broj patogenih mikroorganizama u stočnoj hrani prema istom Pravilniku je prikazan u tabeli 95.

Tabela 95. Dozvoljeni broj patogenih mikroorganizama u stočnoj hrani prema Pravilniku

Stočna hrana	Vrsta mikroorganizma	Broj mikroorganizama
Hraniva i krmne smješe	Patogeni mikroorganizmi	0/50 g
Hraniva i krmne smješe	Salmonele	0/50 g
Hraniva i krmne smješe	Sulfitoreredukujuće klostridije	1000/g

Hrana za životinje takođe ne smije sadržati toksine toksigenih bakterija u 1g (*Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens* i *Staphylococcus aureus*, član 10 Pravilnika). Ovim pravilnikom takođe su propisane maksimalno dozvoljene količine toksina toksigenih plijesni u stočnoj hrani (aflatoksin, zearalenon, ohratoksin, trihoteceni, član 11. Pravilnika).

38.7.5.9. Normativi mikrobiološke čistoće za predmete, površine i ruke koji dolaze u dodir s hranom

Normativi mikrobiološke čistoće za predmete, površine i ruke koji dolaze u dodir s hranom određuju se u skladu s normom ISO 18593 (Mikrobiologija hrane i hrane za životinje - Horizontalne metode za postupke uzorkovanja s površina upotrebom **kontaktnih ploča i briseva**). Normativi mikrobiološke čistoće za predmete, površine i ruke koji dolaze u dodir s hranom - u skladu s normom ISO 18593 prikazani su u tabeli 96:

Tabela 96. Normativi mikrobiološke čistoće za predmete, površine i ruke koji dolaze u dodir s hranom - u skladu s normom ISO 18593

PREDMETI, POVRŠINE, RUKE	Aerobne mezofilne bakterije		Enterobacteriaceae	
	odgovara	ne odgovara	odgovara	ne odgovara
Porculanske, staklene, glatko metalne površine cfu*/cm ²	≤10 (≤1)	>10 (>1)	0-1	> 1
Ostale površine (drvene, plastične, kamene i sl) cfu*/cm ² (cfu - broj kolonija bakterija)	≤10 (≤1)	>10 (>1)	0-1	>1
Tanjiri, zdjelice, pribor za jelo i manje posude cfu*/ml ili cm ²	≤100 (≤1)	>100 (>1)	0-1	>1
Boce ili ambalaža za tečnosti cfu*/ml	0-1	≥1	0-1	>1
Ruke lica u dodiru s hranom cfu*/ml ili cm ²	≤200 (≤2)	>200 (>2)	0-1	>1

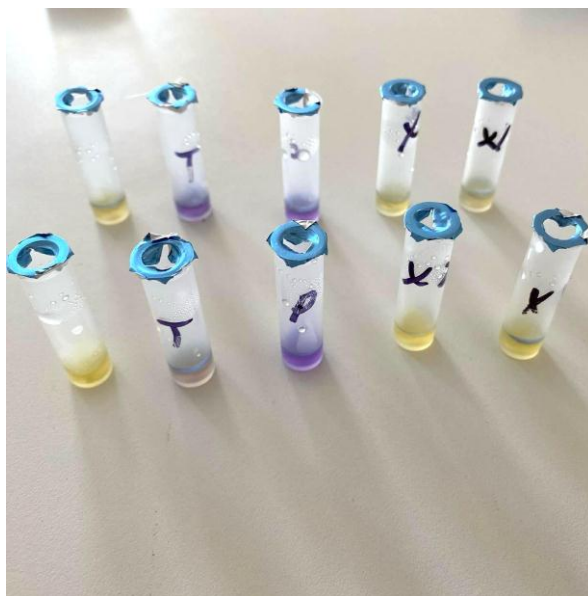
Ispitivana površina za detekciju specifičnih (npr. *Listeria monocytogenes* ili *Salmonella* spp) i drugih patogenih mikroorganizama, mora iznositi 100 cm² do 1000 cm². Kontaktne i otisne pločice se ne koriste za detekciju patogena. U slučaju vidljivih nečistoća potrebno je sprovesti čišćenje i dezinfekciju prije mikrobiološkog ispitivanja. Vrijednosti navedene u zagradama odnose se na otisak. Normativi u tabeli obavezni su za objekte pod nadzorom sanitarne inspekcije.

Pitanja

Koje su senzorne metode za ispitivanje hrane? Koji su standardne mikrobiološke metode za ispitivanje hrane? Kako se pripremaju uzorci za izvođenje standardnih metoda ispitivanja hrane? Koji mikroorganizmi se ispituju standardnim mikrobiološkim metodama u hrani? Koji su brze metode za ispitivanje hrane? Koji su mikrobiološki kriterijumi za bezbjednost hrane i šta nam oni pokazuju? Koji su mikrobiološki kriterijumi za higijenu procesa proizvodnje i šta nam oni pokazuju? Kako se tumače rezultati za mikrobiološke kriterijume bezbjednosti hrane i mikrobiološke kriterijume higijene procesa proizvodnje prema Uredbi o mikrobiološkim kriterijumima za bezbjednost hrane SLCG 26/2016? Koji su granične vrijednosti mikrobioloških parametara iznad kojih se hrana smatra zdravstveno nebezbednom - prema Vodiču za mikrobiološke kriterijume bezbjednosti hrane? Koji je značaj mikrobiološke ispravnosti hrane za životinje? Na koji način dolazi do kontaminacije hrane za životinje? Koji se patogeni mikroorganizmi mogu naći u hrani za životinje? Koji su mikrobiološki kriterijumi za hranu za životinje? Koji su metode za ispitivanje mikrobiološke čistoće predmeta, površina i ruku? Koji su normativi mikrobiološke čistoće za predmete, površine i ruke koji dolaze u dodir s hranom? Koji se postupci sprovode ukoliko se utvrdi da su mikrobiološki kriterijumi za bezbjednost hrane i higijenu procesa neusaglašeni sa propisima?

38.7.7. Brzi testovi za određivanje rezidua antibiotika i sulfonamida u hrani

Za detekciju rezidua antibiotika u mesu, mlijeku, jajima i drugim namirnicama danas se koriste specifični i brzi dijagnostički metodi. Ovi testovi su visoko osjetljivi i brzo se izvode – za svega nekoliko minuta. Skrining testovi kojima se ispituju samo β -laktamski antibiotici su: Penzim S, Delvo-X-press, β Star i CHARM β -laktam test. *Penzim test* je kvalitativna enzimska metoda koja se bazira na vezivanju penicilina iz ispitivanog uzorka za enzim DD-karboksipeptidazu (D-ala-D-ala karboksipeptidaza). Ovo vezivanje se otkriva dodatkom D-alanina koji je supstrat za ovaj enzim. Ukoliko dođe do razlaganja D – alanina, dolazi do promjene boje indikatora, što je potvrda da je u ispitivanom uzorku bio prisutan penicilin. *Delvo X-PRESS* je imuno receptorski test kojim se specifično otkriva prisustvo β laktamskih antibiotika. Ovaj test se zasniva na vezivanju konjugovanog enzima za rezidue β -laktamskih antibiotika iz mlijeka. Ako u uzorku nije bilo rezidua, konjugovani enzim ostaje slobodan i vezuje se za antibiotike koji su imobilisani na zidu test epruvete. Nakon ispiranja i dodavanja supstrata za enzim javlja se promjena boje. *β Star* test se bazira na vezivanju β -laktamskih antibiotika za specifične receptore na česticama zlata. *Delvo SP testom* se osim prisustva β -laktamskih, može ispitati i prisustvo drugih antibiotika, kao što su tetraciklini, aminoglikozidi, makrolidi i dr., zatim sulfonamidi. To je mikrobiološka metoda koja se bazira na inhibiciji rasta test bakterije *Geobacillus (Bacillus) stearothermophilus* var. *calidolactis* C 953 u prisustvu rezidua antibiotika. Mikrotitarske pločice, u kojima se nalazi čvrsti agar sa određenim brojem spora ovog test mikroorganizma i koji je obojen ljubičastim indikatorom (bromkrezol purpurni indikator) inkubiraju se 2,5h na temperaturi od 64 ± 0.5 °C sa dodatim uzorkom. Ukoliko se nakon inkubacije zadržala ljubičasta boja, uzorak je pozitivan na prisustvo antibiotika. Prema tome, ako je rast mikroorganizama bio spriječen eventualno prisutnim antibiotikom, neće doći do promjene boje podloge - ostaće ljubičaste boje. Promjena boje u žutoljubičastu označava sumnjivu reakciju, a pojava žute boje ukazuje da antibiotici nisu prisutni u ispitivanom uzorku (slika 118.). Pozitivna reakcija ukazuje na prisustvo bilo koje supstance koja sprečava rast mikroorganizama.



Slika 118. Rezultati Delvo SP testa: ljubičasta boja –pozitivna reakcija, žuta boja –negativna reakcija https://sibagropribor.ru/catalog/antibiotiki_v_moloke/test-na-antibiotiki-v-moloke-delvotest-delvotest-br-komplekt-100-ampul/

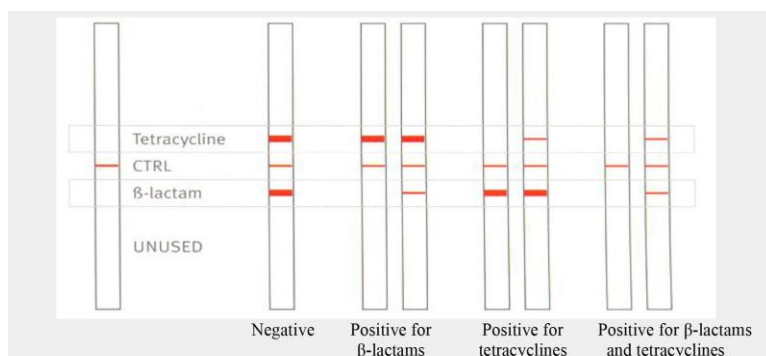
CHARM testovi se koriste za otkrivanje ostataka antibiotika u mlijeku, jajima, ribi, mesu, medu, bubrezima, tkivu, krvnom serumu, urinu živih životinja, vodi i drugim ekstraktima hrane (slika 119.).

Ovi testovi se baziraju na vezivanju antibiotika za receptore na mikroorganizmu. Test se izvodi tako što se ispitivanom uzorku hrane dodaje mikroorganizam, a zatim obilježeni antibiotik (npr. C-14 penicilin), koji može da se veže za ista receptorska mjesta na mikroorganizmu kao i antibiotik koji je potencijalno prisutan u uzorku. Ukoliko se za mikroorganizam veže veća količina obilježenog antibiotika - penicilina C-14, to znači da je u ispitivanom uzorku bila prisutna manja količina antibiotika. Reakcija se očitava kao pozitivna na prisustvo antibiotika, ukoliko se nakon inkubacije i dalje zadrži plava boja uzorka. Pojava žute boje je znak negativne reakcije. Trajanje izvođenja testa je 10-15 minuta. *IDEXX SNAP* testovi se baziraju na ELISA test reakciji (Enzyme-linked immunosorbent Assay). Ovim testovima se uz pomoć konjugovanih enzima otkrivaju antigeni ili antitijela u hrani, krvi, fecesu. Snap testovi su brzi i rezultat se dobija za 6-10 minuta.



Slika 119. Idexx Snap test za otkrivanje antibiotika
<https://manpharma.ph/product/snap-tests/>

Twinsensor testom se pored β - laktamskih antibiotika može ispitati i prisustvo tetraciklina. Ovaj test se bazira na specifičnom vezivanju antibiotika za antitijela koja su vezana za čestice zlata - koje su pričvršćene za zid bunarčića. Ovim testom se za samo 6 minuta može dobiti rezultat. Ispitivani uzorak mlijeka u količini od 200 μ l se stavlja u bunarčić i zagrijava na temperaturi $50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, a zatim se u njega uranja traka na kojoj se nakon dodatnih tri minuta inkubacije na istoj temperaturi očitavaju rezultati. Rezultati se očitavaju kao pozitivni ili negativni, u zavisnosti od jačine boje linija koje se pojavljuju na test traci. Kada su test linije intenzivnije boje, tj. jače izražene u odnosu na kontrolnu liniju, rezultat je negativan, a ako su test linije jednako ili manje vidljive od kontrolne rezultat je pozitivan, što znači da ispitivani uzorak sadrži antibiotike (slika 120.). Test je primjenjiv za testiranje na licu mjesta – na farmama, otkupnim mjestima, mljekarama, kao i u analitičkim laboratorijima.



Slika 120. Očitavanje rezultata na traci Twinsensor testa
<https://www.hiyilab.com/adulteration-milk-testing-kit/425.html>

Bio test se bazira na inhibiciji rasta starter kultura za proizvodnju jogurta od strane antibiotika koji mogu biti prisutni u mlijeku. Pri tome se određuje da li je mlijeko postiglo odgovarajuću kiselost. Test se izvodi tako što se 100 ml mlijeka inaktivira temperaturom, ohladi na 42°C i doda 2% jogurtne kultura (*Str. termophilus*, *Lb. bulgaricus*). Nakon toga se vrši inkubacija u trajanju od 2 sata i određuje stepen kiselosti. Test je pozitivan ukoliko je stepen kiselosti manji ili jednak 25 °SH. S obzirom da test dugo traje i nije dovoljno osjetljiv na maksimalno dozvoljenu količinu rezidua u mlijeku, više se ne koristi.

38.7.8. Imunohemijske metode za ispitivanje hrane

Imunohemija, koja koristi poliklonska i monoklonska antitijela, koristi se u analizi sastojaka hrane, određivanju virusa, bakterija i ostataka velikog broja veterinarskih lijekova. Metode se baziraju na sposobnosti bioloških molekula, kao što su antitijela i receptori, da prepoznaju jedinstvenu strukturu analita i da selektivno i reverzibilno vežu strani molekul – antigen. Antigen, unijet u životinjski organizam, indukuje imuni odgovor, što rezultira stvaranjem specifičnih antitijela koja se mogu naći u serumu. Analiza se izvodi tako što se antitijela dovode u kontakt sa analitom, a zatim se dodaje obilježeni analit koji može biti obilježen enzimom, radioaktivnim izotopom ili fluorescentno obilježen. Obilježeni analit se nadmeće sa neobilježenim analitom za dostupna vezivna mjesta. Količina obilježenog analita koji se vezao određuje se direktno ili poslije dodatka odgovarajućeg supstrata koji se transformiše u proizvod koji je moguće selektivno odrediti (detektovati). U zavisnosti od vrste obilježavanja, imunotehnike mogu biti: ELISA (enzyme linked immunosorbent assay), RIA (radioimmuno assay), IRMA (immunoradiometric assay) i FPIA (fluorescence polarisation immunoassay). Imunotehnike bazirane na enzimom obilježenim ligandima imaju odgovarajuću osjetljivost za većinu upotreba i veliki broj metoda baziranih na ELISA testovima je razvijeno za određivanje pesticida, ostataka veterinarskih lijekova (kao što su hloramfenikol i sulfonamidi) u tkivima životinja i dostupne su u formi kompleta (kit). Komercijalni testovi postoje i za određivanje prisustva nedozvoljenih dodataka mliječnih, biljnih ili životinjskih proteina u proizvodima od mesa. Imunotestovi mogu da pomognu u detekciji i kvantifikaciji ostataka nedozvoljenih supstanci u životnoj okolini, hrani i tkivima životinja. Imunološke metode za detekciju mikroorganizama i termostabilnih bakterijskih toksina se takođe baziraju na specifičnoj reakciji vezivanja antitijela za antigen. Razvijena su mnoga poliklonska i monoklonska antitijela na različite toksine kao i na djelove ćelijske membrane.

38.7.9. Fizičko-hemijske metode ispitivanja hrane

Hrana kao kompleksna hemijska smjesa u osnovi se sastoji od masti, ugljenih hidrata, vlakana, vode i minerala. Sekundarni sastojci hrane su one materije koje se, u cilju obezbjeđivanja funkcionalnih

svojstava, kao što su aroma, održivost, stabilnost i drugo, namjerno dodaju u toku procesa proizvodnje. Postoje i nenamjerni sastojci hrane, kao posljedica procesa proizvodnje, prerade, skladištenja ili pakovanja. Ovdje spada mikrobiološka kontaminacija, zagađivači iz okoline (pesticidi, toksični elementi, PCB, radiokontaminanti i drugo), veterinarski lijekovi, anabolici, aditivi hrane za životinje i drugo. Sekundarni sastojci hrane su prisutni u veoma malim količinama (mg/kg ili g/kg), što otežava njihovu identifikaciju ili pripremu uzoraka za instrumentalna određivanja. To takođe zahtijeva veoma osjetljive, sofisticirane i skupe instrumentalne tehnike za njihovu identifikaciju i kvantifikaciju. Bez obzira na to da li je cilj da se nekom metodom odredi pojedinačno jedinjenje (analit) ili više jedinjenja (multirezidualno ispitivanje), priprema uzoraka je veoma kompleksna i uključuje seriju postupaka čiji je krajnji cilj detekcija i kvantifikacija jedinjenja od interesa u količinama koje se zahtijevaju, u relativno kompleksnim supstratima hrane.

38.7.9.1. *Analitičke metode bazirane na fizičko-hemijskim principima*

Analitičke hemijske metode se bave odvajanjem, dokazivanjem i određivanjem pojedinih supstanci u nekom uzorku. Analitička ispitivanja baziraju se na volumetriji, gravimetriji, spektrofotometriji, tečnoj i gasnoj hromatografiji.

38.7.9.2. *Volumetrijske metode*

Analitičke metode koje su bazirane na mjerenju zapremine nazivaju se volumetrijske metode. Osnovna operacija kod volumetrijskih metoda je titracija. Ona se izvodi tako što se rastvoru ispitivane supstance postupno dodaje standardni rastvor, tj. rastvor poznate koncentracije, do momenta dok se reakcija ne završi. Za dobijanje rezultata u nekoj volumetrijskoj analizi treba da bude poznata zapremina ispitivanog rastvora, koncentracija standardnog rastvora, zapremina standardnog rastvora koja je potrošena za reakciju, kao i stehiometrijski odnos između standardnog rastvora i titrovanog rastvora. Standardni rastvor se naziva *titrant*, a rastvor koji se titruje se naziva *titrand*. Zato se volumetrijske analitičke metode analize nazivaju i titrimetrijskim metodama. Volumetrijske metode su jedne od najčešće korišćenih klasičnih analitičkih metoda zbog svoje jednostavnosti izvođenja, uz to su brze i nisu zahtjevne u pogledu opreme. Prilikom odvijanja volumetrijskih reakcija, ne može biti prihvatljivo odvijanje drugih hemijskih reakcija koje ometaju reakciju između tritranta i titranda. Završna tačka titracije predstavlja trenutak kada je reakcija završena. To je tačka u kojoj standardni rastvor i titrovani ispitivani rastvor izreaguju u stehiometrijskom odnosu, tj. kvantitativno. Ova tačka se može odrediti na osnovu promjene boje - vizuelno ili fizičko-hemijskim mjerenjem. Za određivanje završne tačke titracije na osnovu promjene boje se koriste indikatori - supstance koje mijenjaju boju nakon dodatka i najmanje količine standardnog rastvora u suvišku. Indikatori pri tom ne utiču na tok reakcije. U zavisnosti od tipa hemijske reakcije koja se odvija tokom titracije, postoji nekoliko volumetrijskih metoda: *metoda neutralizacije*, koja se zasniva na reakciji između vodonikovih i hidroksilnih jona, odnosno kiselina i baza, pri čemu nastaje voda; *metode precipitacije* - taložne metode koje se baziraju na reakcijama pri kojima dolazi do izdvajanja teško rastvorljivih jedinjenja u vidu taloga; od njih se najčešće koristi argentometrija, u kojoj se kao reagens koristi srebro-nitrat; *metode kompleksometrije* se baziraju na reakcijama u kojima se stvaraju stabilni kompleksi između metalnih jona i kompleksona (kompleksoni su organske poliaminokarbonske kiseline, od kojih je napoznatija etilendiamintetrasirćetna kiselina (EDTA)); *metode oksidoredukcije* se baziraju na reakcijama u kojima dolazi do razmjene elektrona između oksidacionog i redukcionog sredstva. Od njih se najviše koriste permanganometrija i jodimetrija.

38.7.9.3. Gravimetrijske metode

Gravimetrijske analitičke metode se zasnivaju na mjerenju mase supstance koja se izdvaja iz uzorka u slobodnom obliku, ili u obliku jedinjenja čiji nam je hemijski sastav poznat. One su jedne od najstarijih analitičkih metoda i vrlo su selektivne i tačne. Njihov nedostatak je što njihovo izvođenje dugo traje, operacije su zahtjevne i ne daju mogućnost određivanja malih količina supstanci. Gravimetrijskom metodom se ispitivana supstanca u rastvoru taloži u obliku teško rastvorljivog jedinjenja uz pomoć odgovarajućeg reagensa. Dobijeni talog se odvaja od tečne faze rastvora filtracijom (cijedenjem), a zatim se ispira kako bi se uklonio višak reagensa i adsorbovana nečistoća. Isprani talog se zatim suši, žari i mjeri. Iz količine taloga i njegove molekulske mase, izračunava se količina ispitivane supstance u uzorku.

38.7.9.4. Spektrofotometrijske metode

Spektrofotometrijske metode se baziraju na interakciji materije i zračenja. Energetske promjene koje se pri toj interakciji dešavaju na atomu ili molekulu neke materije, kao što su emisija ili apsorpcija zračenja se mogu registrovati. Na osnovu emitovanog ili apsorbovanog zračenja od strane ispitivane materije može se izvršiti identifikacija. Intenzitet emitovanog, odnosno apsorbovanog zračenja je mjera količine, odnosno koncentracije materije. Na osnovu frekvencije emitovanog zračenja se vrši identifikacija vrste atoma, dok je intenzitet zračenja srazmjeran njegovoj količini. Ove dvije činjenice predstavljaju osnovu kvalitativne i kvantitativne spektrohemijske analize. Spektrofotometrija je, dakle, kvalitativna i kvantitativna analitička metoda. Kvalitativna spektrofotometrija je apsorpciona metoda koja se zasniva na zavisnosti apsorbanace od talasne dužine zračenja koje je prošlo kroz analiziranu supstancu. Talasna dužina je najmanje rastojanje između dvije tačke koje osciluju u istoj fazi. Na osnovu zavisnosti apsorpcije od talasne dužine moguće je identifikovati apsorbujuću supstancu. Kvalitativna spektrofotometrijska analiza se zasniva na tome da apsorpcioni spektar zavisi od sastava i strukture ispitivane supstance. Da bi se kvantitativna analiza izvršila sa najvećom tačnošću i osjetljivošću, važan je izbor talasne dužine na kojoj se vrši mjerenje. Kvantitativna spektrofotometrija se zasniva na Lamber-Berovom zakonu, prema kojem intenzitet monohromatske svjetlosti koja prolazi kroz neki rastvor eksponencijalno opada sa dužinom pređenog puta kroz rastvor (tj. sa debljinom rastvora) i većom koncentracijom molekula u rastvoru koji apsorbuju svjetlost. Zbog toga je spektrofotometrija i kvantitativna metoda. Ovaj zakon je primjenjiv samo pri prolasku monohromatske svjetlosti (monohromatska svjetlost je svjetlost koja ima tačno određenu frekvenciju i talasnu dužinu; suprotno od monohromatske svjetlosti je bijela svjetlost (bijeli spektar), koja se sastoji od spektra frekvencija i talasnih dužina, koji daje spektar boja). Eliminisanje ostalih talasnih dužina se postiže monohromatorom. Monohromatori mogu biti filteri, prizme, difrakcione rešetke. Uređaji na kojima se obavljaju fotometrijska određivanja nazivaju se fotometri a ukoliko imaju ugrađen monohromator, spektrofotometri. Fotodetektor pretvaraju svjetlost u električni signal čija je jačina proporcionalna broju fotona koji udari u fotosenzitivnu površinu. Pretvaranje svjetlosti različitih talasnih dužina u vrlo jak, fokusiran i nedivergentan željeni snop monohromatske svjetlosti se može postići pomoću lasera. Do apsorpcije svjetlosti od strane molekula dolazi usljed njegove interakcije sa svetlosnim zračenjem. Apsorbovana energija zračenja uzrokuje energetske promjene u molekulu. Kada molekul interaguje sa zračenjem u ultraljubičastoj i vidljivoj oblasti, apsorbovana energija zračenja pobuđuje spoljne elektrone, zbog čega jedan ili više elektrona prelaze na viši energetski nivo. Spektralna analiza je zasnovana na mjerenju energije zračenja koju su apsorbovali ili emitovali atomi, molekuli ili joni ispitivane supstance. U molekulskoj spektroskopiji obično se mjeri apsorbovana energija zračenja. Spektrofotometar je uređaj koji se sastoji iz četiri dijela: izvora svjetlosti, uređaja za dobijanje monohromatske svjetlosti, uzorka i sistema za detekciju i registrovanje mjerene veličine. Osnovni princip rada spektrofotometra je taj, što bijela svjetlost koju stvara izvor zračenja prolazi kroz uski otvor i nakon toga se razlaže uz pomoć monohromatora;

monohromatska svjetlost zatim prolazi kroz drugi otvor i dolazi do uzorka, pri čemu dio svjetlosti koji rastvor ne apsorbira prolazi kroz njega i pada na sistem za detekciju koji mjeri jačinu te propuštene svjetlosti. Kao izvor svjetlosti, odnosno izvor zračenja kod spektrofotometra koji koristi vidljivu oblast svjetlosti, uglavnom se koristi lampa sa volframovim vlaknom. Tečni uzorci se ispituju u kivetama - standardnim spektrofotometrijskim posudicama i u njima se stavlja rastvor koji se ispituje. Kao sistem za detekciju mjerene veličine najčešće se koristi fotoelektrični detektor. Struja koja se stvara u fotoćeliji proporcionalna je jačini svjetlosti koja je prošla kroz rastvor, a obrnuto proporcionalna koncentraciji supstance u rastvoru. Prije kvantitativne analize neke supstance primjenom apsorpcione spektroskopije, potrebno je odrediti najpogodniju talasnu dužinu. Razlog je taj što rastvor supstance ne apsorbira jednako sve talasne dužine polihromatskog zraka, već uvijek postoji barem jedna talasna dužina koju ispitivani rastvor apsorbira više nego druge. Ova talasna dužina monohromatskog zraka se naziva radna talasna dužina. To je, dakle, talasna dužina na kojoj ispitivani rastvor pokazuje najmanju propustljivost, a maksimalnu apsorpciju. Radna talasna dužina određuje se eksperimentalno, snimanjem apsorpcionog spektra date supstance, tj. praćenjem promjene apsorpcije supstance u zavisnosti od talasne dužine. Snimanjem apsorpcionog spektra ispitivane supstance u različitim koncentracijama, dobijaju se apsorpcione i kalibracione krive. Na osnovu njih se određuje radna talasna dužina. Spektrofotometar se razlikuje od fotometra jer omogućava mjerenje u spektru svih talasnih dužina vidljive svjetlosti, a ne samo u unaprijed određenim talasnim dužinama. Spektrofotometri djeluju izolovanjem svjetlosti na talasnim dužinama talasa bijele svjetlosti. Spektrofotometar razbija svjetlost u spektar, koristeći rešetku u boji ili neki drugi sistem. Zatim senzori čitaju svaki dio spektra i daju podatke o njemu. Spektrofotometrijske metode su kvalitativne ili kvantitativne apsorpcione metode koja se baziraju na odnosu između apsorpcije i talasne dužine zračenja koje prolazi kroz analizirani uzorak. Kod kvalitativne analize dobijeni apsorpcioni spektar zavisi od strukture i sastava ispitivane supstance. Kvantitativna analiza se zasniva na tome da je logaritam apsorpcije svjetlosti koja prolazi kroz rastvor (jačina obojenosti rastvora) proporcionalan koncentraciji rastvorene supstance.

38.7.9.5. Optičke spektrometrijske metode

Optičke spektrometrijske metode (optičke spektroskopske, spektrofotometrijske metode) kao što su atomska apsorpciona spektrometrija (eng. Atomic Absorption Spectroscopy – AAS, slika 91.), atomska emisiona spektrometrija (eng. Atomic Emission Spectroscopy - AES) i atomska fluorescentna spektrometrija (eng. Atomic Fluorescence Spectroscopy - AFS) su optičke spektrometrijske tehnike koje su se u posljednje vrijeme značajno razvile. Kod svih ovih metoda koriste se spektrometri i detektori slične konstrukcije, ali se razlikuju u talasnoj dužini spektralne oblasti svjetlosti koju koriste. Ispitivani uzorci koji su najčešće u tečnom stanju, uz pomoć sistema za raspršivanje rastvora uvode se u aparat.

Atomska apsorpciona spektroskopija (AAS)

Princip metode *atomske apsorpcione spektroskopije (AAS)* je u prevođenju uzorka u stanje slobodnog atoma procesom atomizacije električnom strujom ili energijom plamena. Slobodni atomi apsorbiraju energiju zračenja određene talasne dužine. Atomsku apsorpciju karakterišu linijski spektri. Linijske spektre karakteriše određena talasna dužina, jer atomi u slobodnom stanju apsorbiraju strogo određene talasne dužine. Na tome se bazira visoka selektivnost atomske spektroskopije. Karakteristične talasne dužine se odvajaju monohromatorom i na kraju detektorom pretvaraju u mjerni signal koji se očitava. Atomska apsorpciona spektrofotometrija se, dakle, bazira na određivanju koncentracije nekog elementa u uzorku mjerenjem *apsorpcije* zračenja atoma koje je specifične talasne dužine za svaki ispitivani element (slika 121.).



Slika 121. Atomski apsorpciooni spektrofotometar

<https://www.pharmacy.cuhk.edu.hk/1/research/facilities/lab2-atomic-absorption-spectrophotometer-aas-id-1-6/>

Atomska emisiona spektrofotometrija (AES)

Atomska emisiona spektrofotometrija (AES) (plamena fotometrija, plamena metoda) je metoda koja je slična atomskoj apsorpcionoj spektrofotometriji. Za pobuđivanje se takođe koristi plamen kao i za prethodnu metodu. Plamenom fotometrijom se mjeri zračenje koje emituju pobuđeni atomi.

Masena spektrometrija (MS)

Spektrometrija masa ili masena spektrometrija (engl. *mass spectrometry* – MS) je analitička metoda kojom se analiziraju molekuli na osnovu odnosa njihove mase i naelektrisanja.. Da bi se ova analiza uradila, prethodno se u jonizatoru mora izvršiti jonizacija molekula. Glavni dijelovi masenog spektrometra su: jonizator, analizator masa i jonski detektor. Molekuli uzorka se prvo jonizuju u jonizatoru, zatim se joni ubrzavaju u električnom i magnetnom polju, a njihovo razdvajanje vrši na analizatoru - na osnovu odnosa njihove mase i naelektrisanja. Iz analizatora razdvojeni joni stižu na detektor gdje proizvode električni signal - koji se može registrovati na računaru ili nekom drugom uređaju. Detektor registruje razdvojene jone u vidu spektra masa. Masena spektrometrija se karakteriše time što se dobijeni joni razdvajaju i identifikuju u masenom spektrometru. Pojava induktivno-kuplovane plazme (ICP), odnosno jonizujućeg gasa kao izvora toplote za elektronsku ekscitaciju u AAS i AES i MS metodama predstavlja najnovije dostignuće u ovoj oblasti i nalazi sve veću primjenu. Jonizacija molekula se može postići na više načina, neki od njih su elektro-raspršivanje (engl. *electrospray ionization*, ESI) i matricom potpomognuta jonizacija uz desorpciju laserskim zračenjem (engl. *matrix-assisted laser desorption/ionization*, MALDI). Elektro-raspršivanjem se joni stvaraju direktno iz rastvora i ovaj način se koristi u tačnoj hromatografiji. Uzorak se raspršuje u aerosol u prisustvu jakog električnog polja, nakon čega rastvarač iz kapljica aerosola isparava, a naelektrisani joni otpušteni s kapljica odlaze u analizator.

MALDI-TOF masena spektrometrija

MALDI-TOF masena spektrometrija (MALDI - *Matrix Assisted Laser Desorption and Ionisation* - matricom potpomognuta jonizacija uz desorpciju laserskim zračenjem; TOF - *Time of Flight* — vrijeme leta (vrijeme prolaska jona) je metoda koja se naročito koristi za analizu velikih, neisparljivih i termolabilnih jedinjenja kao što su oligonukleotidi, proteini, sintetički polimeri, biopolimeri, neorganska jedinjenja velike molekulske mase. MALDI-TOF metoda može da se koristi i za identifikaciju masnih kiselina, šećera, lipida, DNK, mikroorganizama itd. Identifikacija mikroorganizama se bazira na otkrivanju njihovih ribozomalnih proteina. Takođe može da se koristi i za identifikaciju novih jedinjenja, diferencijaciju tumora, biomarkera, otkrivanje bolesnih stanja (npr. kardiomiopatije, osteoartritis, fasciolozu kod ovaca i dr.). MALDI –TOF masena spektrometrija se najčešće koristi za analizu proteina i peptida. Ova metoda je pogodna, jer ne zahtijeva modifikaciju

uzorka i što se spektar masa dobija za nekoliko sekundi. Njena prednost je i u tome, što za njeno izvođenje nije potrebno podešavati talasnu dužinu zračenja frekvenciji apsorpcije koju može da apsorbuje ispitivani analit - već je matrica ta koja apsorbuje zračenje lasera. Matrica ima sposobnost da apsorbuje vidljivo ili ultraljubičasto zračenje i prenese ga na ispitivani uzorak. U tom cilju, uzorak se miješa sa matricom (engl. *matrix*) – tj. jedinjenjem koje apsorbuje UV-zračenje (npr. α -cijano-4-hidroksi-trans-cimetna kiselina), a zatim se smjesa nanosi na ciljnu ploču (*target plate* – *Maldi plate*). U ovoj smjesi molekuli uzorka ostaju zarobljeni u matrici usljed stvaranja kokristala. Nakon nanošenja na ploču, djelovanjem lasera na ovu smjesu dolazi do desorpcije, tj. oslobađanja, odvajanja molekula matriksa zajedno sa molekulima uzorka od ploče u vidu gasa. Smjesa se, dakle, pobuđuje laserom što dovodi do isparavanja matrice zajedno sa uzorkom u gasovitu fazu. Do stvaranja jona uzorka dolazi usljed razmjene elektrona i protona između uzorka i pobuđene matrice. Spektar masa nastaje na osnovu dužine vremena prolaska jona kroz cijev analizatora do detektora. Vrijeme trajanja prolaska jona zavisi od odnosa njihove mase i naelektrisanja. Detekcija jona je, dakle, zasnovana na njihovom naelektrisanju, masi i početnoj brzini.

38.7.9.6. Metode hemiluminiscencije

Hemiluminiscencija je emisiona spektrofotometrijska metoda, kod koje se emisija javlja kao posljedica hemijske reakcije. Hemiluminiscencija predstavlja tip luminiscencije kod koje je ekscitacija (pobuđivanje) elektrona izazvana hemijskom reakcijom (na primjer reakcija oksidacije organskih jedinjenja kao što su luciferin, luminal, izoluminol, akridinijum estri ili reakcije oksidacije do koje dovode oksidaciona sredstva kao što su vodonik peroksid, hipohlorit, kiseonik). Svjetlost, dakle, emituju ekscitirani proizvodi formirani u reakciji oksidacije. (Luminiscencija predstavlja pojavu emisije svjetlosti usljed pobuđivanja elektrona bez upotrebe termičke energije).

38.7.9.7. Fluorimetrijske metode

Fluorimetrija je vrsta spektrometrije kojom se ispituje fluorescencija uzorka. Zrak svjetlosti - najčešće ultraljubičaste svjetlosti pobuđuje elektrone molekula određenih jedinjenja u uzorku i dovodi do emitovanja svjetlosti niže energije - najčešće vidljivu svjetlost. Pojava emisije svjetlosti u fluorescenciji je slična hemiluminiscenciji u tome, što nakon apsorpcije energije elektron iz osnovnog stanja prelazi u pobuđeno stanje (prelazi na jedan od viših nivoa), a zatim se vrlo brzo vraća u osnovno stanje, pri čemu emituje kvant svjetlosti.

38.7.9.8. Kolorimetrijske metode

Supstance koje apsorbuju zračenje u oblasti vidljivog spektra (400–800 nm) vidimo kao obojene. Boja supstance je posljedica apsorpcije svjetlosti samo određenih talasnih dužina. Ostale frekvencije se odbijaju ili propuštaju. Boja koju ima rastvor neke supstance odgovara boji iz spektra vidljive svjetlosti koju ta supstanca apsorbuje. Obojenost rastvora određene supstance je jača ukoliko je njena koncentracija u rastvoru veća. Koncentracija rastvora obojene supstance se određuje upoređivanjem sa intenzitetom obojenog rastvora poznate koncentracije, a analitičke metode zasnovane na ovom principu se zovu kolorimetrijske metode. Kolorimetrijskim metodama se, dakle, vrši određivanje koncentracija obojenih rastvora koji apsorbuju u oblasti vidljivog spektra svjetlosti. Kolorimetrija je kvantitativna, ali ne i kvalitativna metoda, zato što se za njeno izvođenje koristi polihromatska svjetlost. Kolorimetrijskim metodama se određuju koncentracije obojenih rastvora koji apsorbuju u vidljivom ili dijelu spektra bliskom UV zračenju. Boja koju ima rastvor neke supstance je komplementarna boji koju ta supstanca apsorbuje. Mjerenje jačine boje rastvora može da se mjeri spektrofotometrom.

38.7.9.9. Gasna hromatografija

Gasni hromatograf (slika 122.) je instrument koji se u hemijskoj analizi koristi za razdvajanje komponenti iz smješe datog uzorka.



Slika 122. Gasni hromatograf sa masenim spektrometrom
<https://splaboratorija.rs/o-nama/nas-profil/oprema/>

Princip gasno hromatografske analize je u prolasku uzorka (nošen gasom nosačem) kroz kolonu, koja razdvaja uzorak na komponente, u zavisnosti od fizičkih i hemijskih osobina komponenti i njihovih mogućih uzajamnih odnosa sa stacionarnom fazom kojom je punjena kolona. Razdvajanjem komponenata smješe, usljed različitog vremenskog zadržavanja komponenti u koloni (*svaka komponenta ima svoje retenciono vrijeme*) i njihovom detekcijom se vrši identifikacija pojedinih komponenti. Na kraju kolone je detektor koji električnim putem registruje pojedine komponente uzorka. Brzina prolaska uzorka kroz kolonu se određuje temperaturom kolone u *peći* i podešavanjem brzine prolaska nosećeg gasa (*flow rate*). Prilikom gasno hromatografske analize mikrošpricom injektora se u kolonu ubacuje tačno poznata zapremina uzorka (izražena u mikrolitrima (μL)). Ulogu nosioca preuzima gas nosač, koji uzorak pronosi kroz kolonu. Protok gasa nosača je i dalje stabilan, ali uzorak se razlaže na sastavne djelove zbog različitih adsorpcionih sposobnosti pojedinih komponenti uzorka. Povećavanjem dužine kretanja pojedinih komponenti kroz kolonu, povećava se i distanca između njih, tako da prilikom izlaska uzorka iz kolone i stizanja do detektora, sve komponente uzorka su jasno razdvojene i svaka posebno dolazi na detektor. Pomoću detektora se identifikuje svaka pojedina komponenta i njihova koncentracija u ispitivanom uzorku.

38.7.9.10. Tečna hromatografija visokih performansi (HPLC, tečna hromatografija pod visokim pritiskom)

Tečna hromatografija (slika 123.) je oblik kolonske hromatografije koji se često koristi u analitičkoj hemiji. HPLC se koristi za razdvajanje komponenti iz smjese na osnovu hemijskih interakcija između supstance koja se analizira i stacionarne faze u koloni. Princip rada HPLC-a je forsiranje prolaska analizirane supstance ili smjese kroz kolonu (kroz cijev napunjenu materijalom sitnih čestica velike površine) pumpanjem tečnosti (mobilna faza) pod visokim pritiskom kroz kolonu. Unosi se mala zapremina uzorka u tok mobilne faze i na osnovu specifičnih hemijskih i fizičkih interakcija, dolazi do različitog zadržavanja komponenata smješe. Vrijeme zadržavanja zavisi od prirode supstance koja se analizira, stacionarne faze i sastava mobilne faze. Vrijeme za koje supstanca dođe do kraja kolone

naziva se retenciono vrijeme i karakteristično je za određenu supstancu. Korištenje visokog pritiska povećava linearnu brzinu i daje komponentama manje vremena za zadržavanje, što poboljšava rezoluciju hromatograma. Koriste se rastvarači čisti ili u kombinaciji (npr. voda, metanol, organski rastvarači, itd). Voda može sadržavati i neki pufer, u cilju boljeg razdvajanja.



Slika 123. Tečni hromatograf
<https://splaboratorija.rs/o-nama/nas-profil/oprema/>

Pitanja

Koje su brze metode za određivanje rezidua antibiotika i sulfonamida u hrani? Na kojim principima su zasnovani brzi testovi za određivanje antibiotika i sulfonamida u hrani? Koje su imunohemijske metode ispitivanja hrane? Koje su fizičko-hemijske metode za ispitivanje hrane i opišite ih? Koji se sekundarni sastojci hrane mogu ispitivati fizičko-hemijskim metodama? Objasnite volumetrijske, gravimetrijske, spektrofotometrijske i hromatografske metode ispitivanja hrane.

39. GENETIČKI MODIFIKOVANA HRANA

39.1. Genetički modifikovani organizmi

Genetički modifikovani organizmi (GMO) su organizmi čiji je genetički sastav izmijenjen postupcima ubacivanja novih ili brisanja postojećih gena na vještački način. To su novi organizmi koji su stvoreni s ciljem dobijanja jedinki sa novim svojstvima. Genetički modifikovanim organizmima je laboratorijski izmijenjena struktura na način koji se ne događa u prirodi. Genetički modifikovani organizmi sadrže jedan ili više gena koji se u njih unose metodama genetičkog inženjerstva, pri čemu se geni uzimaju od druge, nesrodne, ali i od sasvim udaljene vrste. *Cisgeneza* predstavlja zamjenu gena između organizama koji mogu da se ukrste, a *transgeneza* razmjenu gena između organizama koji nemaju međusobne veze jedni sa drugima (na primjer krompir i duvan sa genima ribe koja živi u hladnim vodama, kako bi biljke bile otporne na hladnoću i dr.). Uneseni gen se zove transgen, zbog čega se ovakvi organizmi još zovu i transgeni organizmi. GMO usjevi prvi put su komercijalizovani 1996. godine. Najveći proizvođači GMO su SAD, Argentina, Brazil, Kina i Indija. Smatra se da 75% ukupne hrane u Americi sadrži GMO - uglavnom su to zasadi soje, kukuruza, pamuka i krompira. Soja je najzastupljenija genetički modifikovana biljka - 77% ukupno proizvedene soje u svijetu je genetički modifikovana soja. Osim soje, kukuruza, pamuka i uljane repice, u različitim zemljama u svijetu odobrenja su izdata i za različite sorte i hibride i drugih biljnih vrsta, kao što su: pšenica, riža, krompir, paradajz, paprika, dinja, tikvica, pasulj, sočivo, cikorija, duvan, suncokret, šećerna repa, karanfil, petunija, ruža, šljiva, papaja, topola, jabuka, ananas. Među GMO su i bundeva, losos i dr. GMO imaju negativan uticaj na zdravlje i životnu sredinu. Izazivaju alergije, kancer, sterilitet, gojaznost, astmu, autizam, prevremenu adolescenciju, starenje, smrt,

razvoj otpornosti na antibiotike. Takođe imaju uticaj na životnu sredinu usljed transfera gena na neciljane vrste, na biodiverzitet i tradicionalne sorte. GMO se prenose putem vjetra i tako kontaminiraju prostore zasađene prirodnim kulturama i istrebljuju prirodno sjeme. GMO mogu dovesti do degradacije i kontaminacije ekosistema, a zatim i do masovnog umiranja stanovništva. Biljke koje imaju osobine pesticida uništavaju pčele i leptire, utiču negativno na zdravlje ljudi. Genetički modificovani organizam može dospjeti na farmu i protiv volje farmera. Alergije se javljaju usljed ubacivanja gena od poznatih alergena ili novih, nepoznatih alergena. BT (*Bacillus thuringiensis*) kukuruz je genetički izmijenjen tako da visoko toksičan gen BT (koji je uzet od bakterije *Bacillus thuringiensis*) kodira sintezu proteina koji ima osobine insekticida. Kukuruz stvara konstantno ovaj toksin i čovjek ga sa hranom unosi u organizam. Većina GM biljaka koje se danas uzgajaju pripadaju tzv. "prvoj generaciji GM biljaka" koje su genetički izmijenjene s ciljem da se dobiju sorte i hibridi koji su otporni na uzročnike bolesti (insekti, fitopatogene gljive, bakterije, virusi). Postupak za odobrenje uvođenja GMO-a u okolinu ili ishranu je izuzetno složen i zahtijeva veoma opsežna ispitivanja. Procjena zdravstvene ispravnosti obuhvata veliki broj analiza, a najviše pažnje posvećuje se alergenosti, toksičnosti, mogućnosti nepoželjnog prenosa određenih gena i ukrštanju GM usjeva s konvencionalnim usjevima ili srodnim divljim vrstama. Genetičkim modifikacijama takođe dolazi do izmjena određenih biohemijskih procesa u domaćinu. Neki produkti metabolizma mogu postati toksični ili se povećava proizvodnja postojećeg toksina. Posebno zabrinjavaju geni za otpornost na pojedine antibiotike, koji se nalaze u nekim GM biljkama, pošto se ti antibiotici istovremeno primjenjuju i u liječenju ljudi i životinja. Cilj zakonodavstva u vezi s GMO-om je zaštita života i zdravlja ljudi, zaštita zdravlja i dobrobiti životinja, zaštita okoline i biodiverziteta, kao i zaštita interesa potrošača. U svijetu ne postoji jedinstveno zakonodavstvo kojim je oblast GMO-a regulisana, već je ova materija u različitim zemljama različito uređena. Tako npr. u SAD-u označavanje GM proizvoda nije obavezno, kao ni u Argentini, Kanadi, Urugvaju, Meksiku, Čileu, Paragvaju i Egiptu, dok u EU proizvodi sa >0,9% odobrenih GMO moraju biti označeni. U Brazilu i Australiji hrana sa >1% GMO mora biti označena, izuzev GM soje u Brazilu, dok u Japanu taj prag iznosi 5%. Oblast GMO-a je regulisan većim brojem međunarodnih konvencija, protokola, sporazuma, uputstava i smjernica. Primjena GMO u stočarstvu ima za cilj povećanje mliječnosti i prirasta životinja, povećanje broja potomaka po jedinki, povećanje rezistentnosti životinja na bolesti, isključivanje nepoželjnih osobina (npr. rogovi), povećanje brzine rasta (primjer lososa), proizvodnja i izlučivanje lijekova putem mlijeka, bolje iskorištavanje hrane, smanjenje masnoće mesa, lakša aklimatizacija na uslove uzgoja itd. Međutim, još uvijek postoje brojna pitanja u vezi s korištenjem genetički modificovanih životinja, jer nosi brojne rizike, kao što su: uticaj na dobrobit životinja, rizici u vezi s kloniranjem životinja, upotreba hormona rasta, prelaženje granica vrsta, odgovor prirode na smanjenje raznolikosti i dr., zbog čega korištenje genetički modificovanih životinja još uvijek nije zaživjelo u praksi.

39.2. Genetički modificovana hrana

Genetički modificovana hrana se proizvodi od cijelih genetički modificovanih biljaka ili nekih njihovih dijelova (skrob, ulja, brašno, aditivi, biljne boje). Može se proizvesti i od genetički modificovanih životinja (meso, mlijeko). Na tržištu postoji meso životinja kojima su dodavani rekombinantni (genetički modificovani) hormoni rasta (losos, govedina, svinjetina), za koje se pretpostavlja da može da uzrokuje hormonske poremećaje. Do sada je stvoreno oko sto biljnih i par desetina životinjskih genetički modificovanih vrsta. Najčešće se tako gaje soja (slika 124.), kukuruz, paradajz, krompir, pirinač, odnosno sve ono što je vezano za industrijske potrebe.



Slika 124. Genetički modificovana soja

<https://me.ekapija.com/bs/news/2377192/rs-daje-zeleno-svjetlo-za-gmo-soju-u-stocnoj-ishrani-promet-u>

Za potrebe naučnih eksperimenata, stvoreni su brojni genetički modificovani organizmi, od virusa i bakterija (koji se mogu koristiti kao biološko oružje), do sisara (zamorci, miševi). Kada se genetički modificovani organizmi nađu u prirodi, reaguju sa ostalim živim svijetom na nepredvidiv način. Genetički modificovana hrana (slika 125.) ne može da bude hrana budućnosti, jer nosi brojne opasnosti po ljudsko zdravlje i životnu sredinu.



Slika 125. Genetički modificovana jabuka

<https://glossy.espreso.co.rs/zdravi-i-srecni/put-do-srece/30503/sta-je-genetski-modifikovana-hrana>

Ishrana genetički modificovanom hranom povećava broj slučajeva alergija i nekih fizioloških poremećaja. Smatra se da ishrana mlijekom i mesom goveda kojima je davan rekombinantni hormon rasta povećava rizik od raka dojke, debelog crijeva i prostate. Pored mogućih zdravstvenih problema kod ljudi i stoke, puštanje GMO u životnu sredinu dovelo bi do ekoloških i ekonomskih problema. Već utvrđene promjene su: povećano hemijsko zagađivanje zemljišta, vode i vazduha, erozija, uništavanje pčela i drugih oprašivača, korisnih insekata i ptica, stvaranje korova i insekata koji zahtijevaju povećane količine pesticida, stvaranje bakterija otpornih na antibiotike, prenošenje unijetih gena sa modificovanih usjeva na nemodifikovane usjeve i ugrožavanje biodiverziteta. Na taj način se gubi kontrola nad sjemenskom proizvodnjom i poljoprivreda postaje zavisna od stranog faktora.

39.3. Nacionalni propisi koji regulišu oblast upotrebe i ispitivanja genetički modificovane hrane

Zakon o bezbjednosti hrane SLCG 57/2015 definiše genetički modificovanu hranu kao hranu koja sadrži ili je proizvedena od genetički modificovanih organizama (GMO). Ona ne smije biti štetna za zdravlje ljudi i životinja, stvarati zabluđu kod potrošača odnosno kupaca. Lista genetički modificovane hrane ili hrane za životinje koja se može stavljati na tržište, način i uslovi korišćenja i označavanja utvrđuju se propisom Vlade. U **Zakonu o genetički modificovanim organizmima**

(SLCG 22/2008, 40/2011) se navodi da GMO mogu da budu u upotrebi u zatvorenim sistemima, namjerno uvedeni u životnu sredinu i stavljeni u promet i upotrebu u skladu sa zakonom. Nadležni organi, u saglasnosti sa načelom predostrožnosti, dužni su da obezbijede preduzimanje odgovarajućih mjera za izbjegavanje štetnih efekata na zdravlje ljudi i životnu sredinu, koji mogu biti prouzrokovani namjernim uvođenjem u zatvorene sisteme, životnu sredinu ili stavljanjem u promet proizvoda koji sadrže, sastoje se ili su dobijeni od GMO. Zabranjeno je staviti u promet ili gajiti u komercijalne svrhe GMO, ako za njega ne postoje eksperimentalni podaci i istraživanja o neposrednim i posrednim uticajima na ekosisteme koji mogu biti ugroženi njegovom upotrebom, a koji su dobijeni u ogledima izvedenim na teritoriji Crne Gore. Prilikom procjene rizika od GMO posebno se identifikuju i isključuju GMO koji sadrže gene rezistentne na antibiotike za ljudsku i veterinarsku upotrebu, a koji mogu da prouzrokuju štetni efekat na zdravlje ljudi i životnu sredinu. Javnost ima pravo da bude obaviještena o upravljanju GMO i uključena u postupke odlučivanja u skladu sa zakonom. Poslove državne uprave u oblasti GMO vrše: Ministarstvo poljoprivrede, Ministarstvo ekologije, Ministarstvo zdravlja, organ uprave nadležan za poslove veterinarstva, organ uprave nadležan za fitosanitarne poslove, organ uprave nadležan za zaštitu životne sredine. Radi praćenja stanja u oblasti GMO i pružanja pomoći u donošenju odluka i pripremi propisa iz oblasti GMO, osniva se Nacionalni savjet za biološku sigurnost. Članovi Nacionalnog savjeta za biološku sigurnost imenuju se iz reda istaknutih naučnih i stručnih radnika u zvanju doktora nauka iz oblasti biologije, poljoprivrede, medicine, veterine, mikrobiologije, genetike, ekologije, evolucione biologije, populacione biologije, toksikologije, alergologije, šumarstva, biohemije, molekularne biologije i drugih relevantnih naučnih oblasti. Prije započinjanja *upotrebe GMO u zatvorenom sistemu*, podnosilac prijave dužan je da izradi procjenu rizika za namjeravanu upotrebu. Na osnovu analize karakteristika GMO, namjeravane upotrebe i uslova životne sredine koja može biti izložena opasnosti, procjenom će se utvrditi mogući štetni efekti, nivo rizika, mjere potrebne za sprečavanje incidenta i druge sigurnosne mjere, kao i mjere za postupanje sa otpadom i otpadnim vodama iz zatvorenog sistema. Podnosilac prijave dužan je da, prije namjernog uvođenja GMO, proizvoda koji sadrže, sastoje se ili su dobijeni od GMO u životnu sredinu, pribavi odobrenje organa uprave nadležnog za zaštitu životne sredine. Rješenje kojim se odobrava uvođenje GMO u životnu sredinu sadrži naročito: osnovne karakteristike GMO i sažetak rezultata procjene rizika, uslove, način i postupak uvođenja u životnu sredinu, rokove za dostavljanje izvještaja, period na koji se izdaje, a u obrazloženju i osvrt na mišljenja iznesena u javnoj raspravi. Zabranjeno je uvođenje GMO u životnu sredinu u zaštićenim područjima, u područjima namijenjenim organskoj proizvodnji poljoprivrednih proizvoda i u područjima za razvoj ekoturizma. Pravno ili fizičko lice koje namjerava prvi put da stavi u promet GMO ili proizvod koji sadrži, sastoji se ili je dobijen od GMO, dužno je da pribavi odobrenje za stavljanje u promet GMO ili proizvoda koji sadrži, sastoji se ili je dobijen od GMO. Subjekat u poslovanju GMO dužan je da otpad koji sadrži, sastoji se ili je dobijen od GMO uništava na način da GMO više ne bude sposoban za reprodukciju ili prenos genetičkog materijala na druge organizme. *Uredbom o uslovima i načinu korišćenja genetički modifikovane hrane ili hrane za životinje (2018)* propisani su način i uslovi korišćenja, sljedljivost i označavanje genetički modifikovane hrane ili hrane za životinje, oblik, sadržaj i način vođenja registra izdatih odobrenja za upotrebu genetički modifikovanih organizama ili proizvoda koji sadrže te organizme u zatvorenom sistemu. Genetički modifikovani organizmi za upotrebu kao hrana ili hrana koja sadrži genetički modifikovane organizme ne smiju se stavljati na tržište, osim na osnovu odobrenja u skladu sa uredbom i zakonom. Subjekat koji proizvodi ili stavlja na tržište GMO hranu dužan je da hranu koja se dostavlja krajnjem potrošaču ili dobavljačima na veliko, označi da sadrži genetički modifikovane organizme ili se od njih sastoji. Označavanje se ne primjenjuje na hranu koja sadrži sastojke koji sadrže genetički modifikovane organizme u količini ispod 0,9%. Genetički modifikovana hrana ili hrana za životinje, pored informacija utvrđenih propisima o informisanju potrošača, označava se navođenjem riječi „genetički modifikovan” ili „proizveden od genetički modifikovanog (naziv sastojka)”. Oznake se navode štampanim slovima iste veličine kao lista sastojaka.

39.4. Metode ispitivanja genetički modificirane hrane

Pravilnikom o metodama za uzimanje uzoraka i laboratorijska ispitivanja hrane za životinje na prisustvo genetski modificiranog materijala (SLCG 16/2016) je ukazano da treba biti oprezan zbog mogućnosti nejednake distribucije GMO sastojaka u hrani. Ukupna veličina uzoraka za materijale u hrani za životinje ne smije biti manja od mase 35 000 zrna/sjemenki, a konačni uzorak ne smije težiti manje od mase 10 000 zrna/sjemenki. Službene kontrole potrebno je sprovoditi u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade, skladištenja i distribucije proizvoda koji sadrže ili bi mogli sadržati GMO, odnosno hrane ili hrane za životinje proizvedene iz GMO, uključujući i kontrole prilikom uvoza. U slučaju partija od 50 do 500 tona, veličina miješanog uzorka treba biti jednaka 0,01% ukupne veličine partije. U slučaju partija manjih od 50 tona, veličina miješanog uzorka treba biti 5 kg. U slučaju partija većih od 500 tona, veličina miješanog uzorka treba biti 50 kg. Pri svakom intervalu uzorkovanja (sistemska uzimanje uzoraka) ili na svakom mjestu uzimanja uzorka (statičko uzorkovanje) treba uzeti dodatni uzorak od 1 kg, koji treba podijeliti u dva dijela od po 0,5 kg, od kojih se jedan koristi kao dodatni uzorak za dobijanje miješanog uzorka, a drugi se čuva kao čuvani dodatni uzorak. Uzorkovanje materijala koji su većih dimenzija od žitarica (na primjer voće, krompir) treba sprovoditi u skladu sa standardom ISO 2859. Uzorkovanje uljarica treba sprovoditi prema standardu ISO 542. Za uzorkovanje pakovane hrane i proizvoda hrane za životinje potrebno je sprovesti postupke prema ISO 2859. Laboratorije koje sprovode analize treba da su akreditovane u skladu sa ISO 17025/1999, odnosno trebaju biti sertifikovane u skladu sa odgovarajućim programom i da redovno učestvuju u programima testiranja osposobljenosti koje organizuju ili koordiniraju laboratorije vrednovane na nacionalnom ili međunarodnom nivou i/ili nacionalne ili međunarodne organizacije. Analitičko ispitivanje uzoraka sprovodi se u skladu sa opštim laboratorijskim i zahtjevima navedenim u standardu EN ISO 24276:2002. U cilju utvrđivanja prisustva genetičkih modifikacija u sjemenu i sadnom materijalu raznih vrsta biljaka i hrani za ljude i hrani za domaće životinje koristi se više metoda za detekciju njihovog kvalitativnog i kvantitativnog prisustva. Ove tehnike se baziraju na: utvrđivanju prisustva nove osobine (fenotipa), otkrivanju specifičnih proteina, analizi DNK, koja se najčešće koristi u praksi. Detekcija na bazi fenotipa se zasniva na ispoljavanju osobina transgenih organizama, ali je primjenljiva samo za neke osobine, kao što je npr. tolerantnost prema totalnim herbicidima. Ova tehnika zahtijeva praćenje rasta i razvoja ispitivanog organizma. Detekcija na bazi specifičnih proteina se zasniva na upotrebi antitijela kao test reagenasa, tj. serološkim metodama. Najčešće korišćeni imuno-test je ELISA test (Enzyme Linked Immunosorbent Assay) i koji se primjenjuje u laboratoriji za testiranje nekih GMO. Otkrivanje GMO na bazi analize DNK se bazira na utvrđivanju prisustva genetičkih modifikacija u ispitivanim uzorcima PCR metodom (Polymerase Chain Reaction - Lančana reakcija polimeraze), koja predstavlja in vitro umnožavanje (amplifikaciju) određenog fragmenta DNK. PCR reakcija je u suštini imitacija sinteze DNK koja se inače normalno dešava u živim organizmima. Ciljni dio DNK molekula koji se želi umnožiti (gen ili dio gena) određuje se prajmerima, odnosno kratkim oligonukleotidnim sekvencama, koji su komplementarni krajevima segmenta DNK od interesa. Prajmeri pokreću niz reakcija od strane enzima DNK polimeraze, koja na osnovu jednog lanca DNK sintetiše novi, komplementarni lanac, koji odgovara dužini koju ograničavaju izabrani prajmeri. Izvođenje PCR metode ima nekoliko faza, a to su: Izolacija DNK iz uzorka, Priprema PCR smješe, PCR reakcija i identifikacija PCR produkata. Osnovna razlika i veliko unapređenje Real Time PCR u odnosu na standardni PCR je u tome što Real Time PCR omogućuje detekciju i kvantifikaciju umnoženog ciljanog segmenta DNK u realnom vremenu, tj. u toku amplifikacije uzorka, zbog čega nije potrebna vizuelizacija produkata PCR reakcije elektroforezom na agaroznom gelu, ali i u tome što Real Time PCR ima sistem za detekciju PCR produkta zasnovan na detektoru fluorescencije.

Pitanja

Šta su genetički modificirani organizmi? Kojim metodama nastaju genetički modificirani organizmi? Koje su opasnosti od upotrebe genetički modificirane hrane? Kako je nacionalnim propisima regulisana upotreba genetički modificirane hrane? Koje su metode za detekciju genetički modificirane hrane?

40. NOVA HRANA

Prema Zakonu o bezbjednosti hrane nova hrana je ona hrana koja nije u znatnijem obimu korišćena za ishranu ljudi i nije rezultat genetičke modifikacije. U novu hranu svrstava se hrana sa novom ili promijenjenom molekularnom strukturom, zatim ona koja je izolovana iz mikroorganizama, gljiva, algi, biljaka i životinja – izuzev one dobijene tradicionalnim načinima gajenja i za koje je poznato da su bezbjedni za potrošnju, kao i hrana koja je dobijena tehnološkim postupkom koji nije do sada korišćen, a koji dovodi do značajne promjene u sastavu hrane i koja utiče na njenu prihvatljivost za ishranu ljudi. Nova hrana ne smije biti opasna za zdravlje potrošača, ne smije da stvara zabluđu kod krajnjeg potrošača, niti dovesti u pitanje nutritivnu vrijednost i bezbjednost hrane. Nova hrana se ne odnosi na aditive i prehrambene arome odobrene za hranu. Nova hrana koja se može koristiti i stavljati na tržište je utvrđena Uredbom o novoj hrani koja se može koristiti i stavljati na tržište (2018.). Na listi nove hrane prema ovoj Uredbi se nalaze: N-acetil-D-neuraminska kiselina, L-alanil-L-glutamin (koji se proizvodi pomoću genetički modificiranog soja bakterije *Escherichia coli*, koja ovaj proizvod izlučuje u uzgojni medijum od kojeg se zatim odvaja i prečišćava; koristi se za proizvodnju suplemenata); ulje dobijeno od mikroalge *Ulkenia sp.* (koristi se u pekarskim proizvodima hleb, pecivo, kolači); ulje bogato arahidonskom kiselinom dobijeno od gljive *Mortierella alpine* (u hrani za prevremeno rođenu djecu); arganovo ulje dobijeno iz biljke *Argania spinose* (koristi se kao začini i za proizvodnju suplemenata); sjeme bosiljka (*Ocimum basilicum*) - u voćnim sokovima; ekstrakt fermentisanog crnog zrna soje (za proizvodnju suplemenata); ekstrakt kaka sa smanjenim udjelom masti (u proizvodnji suplemenata); guar guma (prirodna guar guma predstavlja mljeveni endosperm sjemenki biljke *Cyamopsis tetragonolobus L. Taub* (Porodica *Leguminosae*) - sastoji se od polisaharida koga čine jedinice galaktopiranoze i manopiranoze koje su povezane glikozidnim vezama (galaktomanan) i dodaje se svježim mliječnim proizvodima kao što su jogurt, svježi sirevi, tečna hrana na bazi voća ili povrća, kompoti na bazi voća i povrća, žitarice u kombinaciji s mliječnim proizvodima; ekstrakt lista lucerke *Medicago sativa* (u proizvodnji suplemenata), likopen iz paradajza (u proizvodnji pića na bazi voća i povrća i dr.), ulje od koštica šljive, krompirov protein, proteini iz sjemenki uljane repice, ekstrakt fermentisane soje, vlakna šećerne trske, ekstrakt suncokretovog ulja, sušene mikroalge *Tetraselmis chuii*, trehaloza, pekarski kvasac (*Saccharomyces cerevisiae*) tretiran UV zračenjem, hleb tretiran UV zračenjem, mlijeko tretirano UV zračenjem, vitamin K2 (menakinon), ekstrakt pšeničnih mekinja, beta-glukani iz kvasca itd.

Pitanja

Šta se podrazumijeva pod novom hranom? Kojim propisima je regulisana upotreba nove hrane i koje zahtjeve treba da ispuni? Navedite neke od proizvoda nove hrane prema Uredbi.

41. OPASNOSTI OD PREVARE HRANOM

Prevare hranom predstavljaju jedan od najozbiljnijih problema prehrambene industrije i mogu dovesti do ozbiljnih zdravstvenih posljedica. Postoji više oblika prevare hranom: krivotvorenje, obmanjivanje, krađa, simulacija, falsifikovanje i dr. *Krivotvorenjem* se gotovom proizvodu dodaje lažna komponenta – na primjer dodavanje melamina mlijeku. Melamin je jedinjenje bogato azotom koje se ilegalno dodaje razblaženom mlijeku kako bi mu se povećao sadržaj proteina. Ovo jedinjenje kada se unese u organizam izaziva oštećenje bubrega. Obmanjivanjem se daju netačne informacije na deklaraciji proizvoda (na primjer pogrešne informacije o isteku roka i dr.). *Krađom* se umeću ili miješaju nelegalni proizvodi sa legalnim. *Simulacijom* se imitira, ali ne i potpuno kopira originalni proizvod proizvodom koji nije proizveden istim postupcima. *Falsifikovanjem* se kopira namirnica koja nije proizvedena istim postupcima. Falsifikovanjem se vrši povreda prava intelektualne svojine. Proizvodi koji se najčešće falsifikuju su: mlijeko i mliječni proizvodi, konditorski proizvodi (čokolada, keks, bomboni, žvakaće gume i sl. – tj. zaslađeni i začinjeni industrijski proizvodi), meso i proizvodi od mesa, riba, maslinovo ulje, sokovi od voća i povrća, med, organska hrana, dodaci hrani, alkoholna pića i dr. Često se dešava da su deklaracije na ambalaži netačne, da je dodat sastojak koji nije naveden u deklaraciji, da je nedovoljno informacija o konzervansu, da je neispravan naziv proizvoda (npr. proizvod ima naziv “maslac”, a sadrži masnoće koje se razlikuju od masnoća koje sadrže mliječni proizvodi). Maslinovom ulju se dodaju jeftinije vrste ulja, najčešće sojino, suncokretovo, orahovo ulje. Potrošači mogu biti prevareni proizvodnjom čokolade koja ne sadrži kakao, sokovima koji ne sadrže voće, medom kojem je dodat šećer, mesom kojem je dodata druga vrsta mesa, a koje nije navedeno u deklaraciji. U falsifikovani med se dodaje šećerni sirup, kukuruzni sirup, fruktoza, glukoza. Uklanjanje cjelokupnog polena iz meda je znak da je med falsifikovan, najverovatnije da bi se sakrilo njegovo porijeklo. Falsifikovanim vinu se dodaje voda, alkohol i druge supstance, vino lošijeg kvaliteta, zaslađivači. Falsifikovani voćni sokovi se razblažuju vodom ili jeftinijim sokom, a neki se sastoje samo od vode, boje i arome, bez obzira što je na deklaraciji navedeno da sadrži voće. Često se falsifikuje i javorov sirup koji se koristi kao zaslađivač. Falsifikovanje rafiniranim šećerima takođe dovodi do zdravstvenih problema - dijabetesa, propadanja zuba, gojaznosti, bolesti srca, kancera, smanjene kognitivne (saznajne) funkcije. Utvrđeno je da začini kao što su šafran, mljeveni crni biber, ekstrakt vanile, kurkuma, paprika i dr. sadrže razne primjese i boje. U šafranu je otkriveno prisustvo glicerina, sandalovine (mirisno drvo iz roda *Santalum*), tartrazina (vještačka žuta boja), barijum sulfata. Otkriveno je čak više od 100 lažnih zamjena za šafran. U crnom biberu je dokazan škrob, sjemenke papaje, heljda, brašno, proso. U nekim čokoladama je dokazano prisustvo materije koja je slična kakau, kao i različitih masti kako bi im se poboljšao ukus. Dešava se da proizvodi koji se prodaju kao domaći nisu domaći, već su kupljeni u veleprodaji ili da proizvodi koji se prodaju kao organski nisu organski i da sadrže pesticide i dr. Nedovoljna i neadekvatna kontrola u proizvodnji i trgovini hranom povećava rizik od prevara hranom. Razvijanje svijesti potrošača o mogućim prevarama hranom bi im omogućilo da sa većom pažnjom donose odluke prilikom kupovine. Prevare hranom nije jednostavno otkriti i zahtijevaju primjenu odgovarajućih metoda. Klasične metode, kao što je metoda za određivanje tačke mržnjenja mlijeka koriste se za dokazivanje razređivanja mlijeka vodom ili metoda za dokazivanje skroba, kojom se provjerava da li je škrob dodat u kafu. Metode koje se koriste za identifikaciju hrane i dokazivanje prevara su metode spektroskopije, hromatografije, molekularne genetike, imunoenzimski testovi i dr. Najčešće se koriste metode spektroskopije. Ove metode se primjenjuju u identifikaciji čajeva, meda, maslinovog ulja, susamovog ulja, šećera, pirinča, antibiotika, toksina, aditiva i drugih opasnih materija koje se mogu naći u mesu i mlijeku. Metode hromatografije se takođe dosta koriste za dokazivanje toksičnih materija u hrani. Određivanjem sastava masnih kiselina u maslinovom ulju se može utvrditi da li je u pitanju čisto maslinovo ulje. Mlijeko u prahu može biti falsifikovano dodatkom skroba, što se provjerava metodama za dokazivanje skroba. Pšenično brašno može takođe biti falsifikovano dodatkom skroba. Svaki subjekat u lancu proizvodnje hrane treba da

ima urađenu analizu i mjere za sprečavanje prevare hranom. U tom cilju potrebno je poznavati faktore rizika vezane za sirovine i ambalažne materijale, dobavljače, kriterijume za ocjenu rizika i dr.

Pitanja

Koji su oblici prevare hranom? Koje su najčešće prevare hranom? Kako se vrši kontrola hrane u cilju otkrivanja prevara?

42. NAČIN INFORMISANJA POTROŠAČA OD STRANE SUBJEKTA U POSLOVANJU HRANOM

Subjekat u poslovanju hranom je dužan da obezbjedi potrošačima informacije o hrani. Način pružanja informacija potrošačima o hrani od strane subjekta u poslovanju hranom je uređen Uredbom o informisanju potrošača (SLCG 57/2015). Informacije o hrani su dostupne krajnjem potrošaču putem etikete, drugog pratećeg materijala ili na drugi način, uključujući sredstva savremene tehnologije ili verbalne komunikacije. Subjekat je dužan da na etiketi ili ambalaži upakovane hrane navede, sljedeće informacije: naziv hrane, spisak i količinu sastojaka, sve sastojke koji mogu da izazovu alergije ili netolerancije, neto količine hrane, datum minimalnog trajanja, odnosno upotrebe, posebne uslove čuvanja i upotrebe, naziv i sjedište, odnosno ime i adresu subjekta u poslovanju hranom, zemlju ili mjesto porijekla za poljoprivredne i prehrambene proizvode garantovanih tradicionalnih specijaliteta i sa oznakom geografskog porijekla u skladu sa posebnim propisom, uputstvo za upotrebu ili pripremu hrane za hranu koju nije moguće pravilno upotrijebiti bez uputstva, za pića koja sadrže više od 1,2 % vol. alkohola, stvarnu jačinu alkohola po volumenu, kao i informacije o nutritivnim vrijednostima proizvoda. Spisak sastojaka hrane ne navodi se za: svježe voće i povrće, krompir koji nije oljušten, rezan ili obrađen na sličan način, gaziranu vodu u čijem se opisu navodi da je gazirana, fermentisano sirće koje je proizvedeno isključivo od jedne sirovine - pod uslovom da nije dodat nijedan drugi sastojak, sir, maslac, fermentisano mlijeko i pavlaku kojima nijesu dodati drugi sastojci - osim mliječnih sastojaka, prehrambenih enzima i mikrobnih kultura neophodnih za njihovu proizvodnju, ili u slučaju sira - osim soli koja je potrebna za proizvodnju svježeg i topljenog sira; hranu koja se sastoji od samo jednog sastojka, kod koje je naziv hrane jednak nazivu sastojka hrane ili naziv hrane omogućava jasno prepoznavanje prirode sastojka. Za hranu koja je brzo kvarljiva datum minimalnog trajanja navodi se riječima: „upotrijebiti do” sa datumom, nakon čijeg isteka hrana se smatra nebezbednom u skladu sa Zakonom o bezbjednosti hrane.

Pitanja

Na koji način subjekat u poslovanju hranom ima obavezu da pruži potrošačima informacije o hrani? Koje informacije o hrani je subjekat dužan da pruži potrošačima? Za koje namirnice se ne navodi spisak sastojaka na etiketi?

INDEKS

A

- Abnormalno ponašanje živalin
- *Absidia*
- *Acetobacter*
- Adenovirusi
- Aditivi
- *Aeromonas*
- Aflatoksini
- *Afrička kuga svinja*
- Akaroza
- Akrilamid
- Aktivitet vode
- *Alcaligenes*
- Alergeni
- Alimentarne intoksikacije
- Alimentarne toksikoinfekcije
- Alkaloidi
- Alkoholi
- *Alternaria*
- ameriška kuga (trulež) pčelinjeg legla
- Amfolitni sapuni
- Anaerobna digestija
- *Analiza rizika*
- *Ancylostoma duodenale*
- *Anisakis simplex*
- *Anthrax*
- Antibiotiki
- Antioksidansi
- Arome
- Artropode koje kontaminiraju hranu
- *Ascaris lumbricoides*
- *Aspergillus*
- Astrovirusi
- Atipična kuga živine
- *Atomska apsorpciona spektroskopija (AAS)*
- *Atomska emisijska spektrofotometrija (AES)*
- Aujeszkijska boleš
- Avijarna influenza ptica

B

- *Bacillus anthracis*
- *Bacillus cereus*
- Bakterije koje izazivaju kvarenje hrane
- Bakterijski toksini

- *Balantidium coli*
- *Bifidobacterium*
- Biocid
- Biodiverzitet
- Bioindikatori zagađenja životne sredine
- Biološka aktivnost zemljišta
- Biološki toksini
- Biomasa
- Biomonitoring zagađenja životne sredine
- Biootpad
- Bioremedijacija životne sredine
- Bjesnilo
- Boginje ovaca i koza
- Boje
- Bolest kvrgave kože goveda
- Bolest plavog jezika
- Bolesti masline
- *Botrytis*
- Brašnena grinja
- Brašneni moljac
- *Brettanomyces*
- *Brevibacterium*
- *Brochothrix*
- *Brucella*
- Bruceloza
- Brzi testovi za određivanje rezidua antibiotika i sulfonamida
- Bubašvabe

C

Campylobacter
Candida
 Cestode
Cladosporium
Claviceps
Clostridium botulinum
Clostridium perfringens
Corynebacterium
 Crni pacov
Cronobacter
Cryptococcus neoformans
Cryptosporidium hominis
Cryptosporidium parvum
Cyclospora cayetanensis
Cystoisospora belli

Č

Čvrsti stajnjak

D

- *Debaryomyces*
- Deponije
- *Deratizacija*
- Deterdženti
- *Dezinfekcija*
- Dezinfekcija fizičkim sredstvima
- Dezinfekcija transportnih sredstava
- Dezinfekcija vimena
- Dezinfekzione barijere
- Dezinsekcija
- *Dicrocoelium dendriticum*
- Dijagnostika mastitisa
- *Dipyllobothrium latum*
- *Dipylidium caninum*
- Dobra pčelarska praksa
- Dobra poljoprivredna praksa
- Dobra proizvođačka praksa:
 - pri zamrzavanju hrane
 - u proizvodnji hrane za životinje
 - u pakovanju i čuvanju hrane
 - u primjeni pesticida
 - u proizvodnji jaja i proizvoda od jaja
 - u proizvodnji mesa i proizvoda od mesa
 - u proizvodnji mikrobilja
 - u proizvodnji mlijeka i proizvoda od mlijeka
 - u proizvodnji povrća i proizvoda od povrća
 - u proizvodnji ribe i proizvoda od ribe
 - u proizvodnji stonih maslina
 - u proizvodnji suve kajsije
 - u proizvodnji voća i proizvoda od voća
 - u skupljanju ljekovitog bilja
 - u sprečavanju kontaminacije hrane mikotoksinima
 - u sprečavanju mastitisa
 - u upravljanju energijom i biooptpadom
 - u zaštiti bilja
 - u zaštiti biodiverziteta
 - u zaštiti vazduha
 - u zaštiti vode
 - u zaštiti zdravlja životinja
 - u zaštiti zemljišta;
- Domaća muva

E

- *Echinococcus granulosus*
- *Echinococcus multilocularis*
- Egzotoksini
- *Emmonsia parva*
- Emulgatori
- Endotoksini
- *Entamoeba histolytica*
- *Enterobius vermicularis*
- *Enterococcus*
- Enterovirusi
- Enzootska leukoza goveda
- Erozija zemljišta
- *Erwinia*
- *Escherichia coli*
- Etologija

F

- Faktori rizika u primarnoj proizvodnji
- *Fasciola hepatica*
- *Fasciolopsis buski*
- Fenol
- Fikotoksini
- Fizičke osobine vazduha
- *Flavobacterium*
- Formaldehid
- Fumigacija
- Fumonizini
- Funkcionalne klase aditiva
- *Fusarium*

G

- Gasna hromatografija
- Genetički modifikovana hrana
- Genetički modifikovani organizmi
- *Geotrichum*
- *Giardia lamblia*
- Glikozidi
- *Gluconobacter*
- Glutaraldehid
- *Gnathostoma spp.*
- Građevinski materijal
- Gravimetrijske metode
- Groznica doline Rifa
- Groznica Zapadnog Nila

H

- HACCP plan
- HACCP sistem bezbjednosti hrane:
- u proizvodnji alkoholnih pića
- u proizvodnji brašna
- u proizvodnji hleba
- u proizvodnji hrane za životinje
- u proizvodnji jogurta
- u proizvodnji meda i drugih pčelinjih proizvoda
- u proizvodnji mesa i proizvoda od mesa
- u proizvodnji mlijeka i proizvoda od mlijeka
- u proizvodnji pasterizovanog mlijeka
- u proizvodnji piva
- u proizvodnji ribe i proizvoda od ribe
- u proizvodnji sira
- u proizvodnji sladoleda
- u proizvodnji sokova
- u proizvodnji suve šunke
- u proizvodnji vina
- u proizvodnji žitarica;
- *Hafnia*
- *Helicobacter pylori*
- Hemijska dezinfekciona sredstva
- Hemijske metode ispitivanja hrane
- Hepatitis A virus
- Hepatitis E virus
- Hidroksimetilfurfural
- Higijena muže
- Higijena pašnjaka
- Higijenska ocjena vode
- Higijenska ocjena zemljišta
- Higijenski normativi za vodu za piće
- Histamin
- Hlebna buba
- Hlor i hlorni preparati
- *Hymenolepis nana*

I

Imunohemijske metode

Informisanje potrošača o hrani

Insekti

Integralna poljoprivredna proizvodnja

Izvori kontaminacije

J

- Jame grobnice
- Japanski encefalitis
- Jod i jodni preparati

K

- Kalijum permanganat
- Kiselost zemljišta
- Klasična kuga svinja
- Klebsilella
- Klice
- *Kluyveromyces*
- Kolorimetrijske metode
- *Komagataeibacter*
- Kompostiranje
- Kontaminenti
- Konzervansi
- Korisni mikroorganizmi
- Krimska-Kongo hemoragijska groznica
- Kritične kontrolne tačke
- Kuga goveda
- Kuga konja
- Kuga malih preživara
- Kvalitet meda
- Kvar mesa
- Kvarerna amonijumova jedinjenja
- Kvasci

L

- *Lactobacillus*
- *Lactococcus*
- Lagune
- Lektini
- Leptospiroza
- *Leuconostoc*
- *Listeria monocytogenes*
- Lokacija za izgradnju staja

Lj

Ljubičasta muva

M

MALDI-TOF masena spektrometrija
 Mali brašnar
 Masena spektrometrija (MS)
 Mastitis krava
 Matična mliječ
 Melamin
 Mesna muva
 Metode prečišćavanja zagađenih voda
 Micelarni koloidi
Micrococcus
 Mikofagne vrste
 Mikotoksini
 Mikrobiološke metode
 Mikrobiološke transformacije organskih jedinjenja
 Mikrobiološki kriterijumi bezbjednosti hrane
 Mikroorganizmi kvarenja hrane
Monilinia
Mucor
 Muva zunzara

N

- Naročito opasne zarazne bolesti
- Nematode
- Nemetali i njihova jedinjenja
- Neonikotinoidi
- Nespecifični (fakultativni) trovači hrane
- Nitrati i nitriti
- Nitratna direktiva
- Noro virusi
- Nova hrana
- Nozemoza
- Nusproizvodi
- Nusproizvodi biljnog porijekla

O

- Obrasci HACCP plana
- Održiva poljoprivreda
- Ohratoksin A
- Omamljivanje životinja
- Opasne zarazne bolesti
- *Opisthorchis felinus*
- Opšti principi higijene
- Organofosforni pesticidi
- Organofosforni pesticidi
- Organohlorni pesticidi

- Organohlorni pesticidi (OCP)
- Organometalna jedinjenja u okolini
- Organska poljoprivreda
- Organski pesticidi
- Otpadne vode
- Otrovi biljaka
- Ozon

P

- *Paragonimus spp.*
- Pasuljev žižak (*Acanthoscelides obtectus* Say)
- Patogeni mikroorganizmi
- Patulin
- *Penicillium*
- *Peronospora*
- Perzistencija pesticida
- Perzistentno opasne materije (POPs)
- Pesticidi
- *Phytophthora*
- Pichia
- *Plasmopara*
- Plavičasta muva
- Plijesni
- Plodnost zemljišta
- Plućna zaraza goveda
- pojačivači aroma
- Policiklični aromatični ugljovodonici
- Polihlorovani bifenili
- Polihlorovani-p-dibenzodiodoksini (PCDD) i dibenzofurani (PCDF)
- Površinski aktivne materije
- Pravilnik o uslovima za objekte i opremu za držanje i uzgoj životinja za proizvodnju
- Prečišćavanje čvrstog otpada
- Prečišćavanje otpadnih voda
- Preduslovni programi
- Prevare hranom
- preventivna dezinfekcija
- preventivna dezinsekcija
- Primarne štetočine
- Primjena mikroorganizama u proizvodnji silaže i sjenaže
- Prirodne boje
- Proizvodnja fermentisanih proizvoda od mlijeka
- Proizvodnja aminokiselina
- Proizvodnja antibiotika
- Proizvodnja biogasa

- Proizvodnja bioinsekticida
- Proizvodnja biomase mikroorganizama
- Proizvodnja ekstracelularnih polisaharida
- Proizvodnja enzima
- Proizvodnja fermentisanih proizvoda od mesa
- Proizvodnja fermentisanih proizvoda od voća i povrća
- Proizvodnja komposta
- Proizvodnja mikrobioloških đubriva - biofertilizatora
- Proizvodnja piva
- Proizvodnja prehrambenih kiselina
- Proizvodnja probiotika
- Proizvodnja sirćeta
- Proizvodnja vina
- Proizvodnja vitamina
- *Proteus*
- Protozoe
- *Pseudomonas*
- *Puccinia*
- *Pythium*

R

- Radionuklidi u okolini
- Remedijacija zemljišta
- Rezidue pesticida
- Rezidue u medu
- Rezistencija na pesticide
- *Rhizopus*
- *Rhodotorula*
- Rota virusi

S

- *Saccharomyces*
- Sadni materijal
- *Salmonella*
- Sanitarno pranje
- *Sapovirus*
- *Sarcocystis spp.*
- *Schizosaccharomyces*
- *Sekundarne štetočine*
- Senzorna ocjena hrane
- *Serratia*
- *Shigella*
- sirna grinja, *Tyrophagus casei* Oud
- sivi pacov
- Sjemenski materijal
- Skladišne štetočine

- Sledljivost
- Slinavka i šap
- Službena kontrola bezbjednosti hrane
- Spektrofotometrijske metode
- Sredstva za popravljjanje mirisa i ukusa
- sredstva za zaslađivanje
- Stajnjak
- Staklenički gasovi
- *Staphylococcus aureus*
- Stočna groblja
- *Streptococcus*
- Stres životinja
- Struktura zemljišta
- Suplementi

T

-
- *Taenia multiceps*
- *Taenia saginata*
- *Taenia solium*
- Tečna hromatografija visokih performansi
- Tečni stajnjak
- Tekuća dezinfekcija
- Tenzidi
- Teški metali
- Toksini otrovnih viših gljiva
- Toksini životinja
- *Toxoplasma gondii*
- Tradicionalni poljoprivredni proizvodi
- Transmisivne spongiformne encefalopatije
- Transport životinja
- Transportna sredstva za životinje
- Trematode
- *Trichinella spiralis*
- Trihoteceni
- Trovači hrane
- Tuberkuloza
- Tularemija

U

Ugljovodonici
 Upravljanje nusproizvodima
 Uredba o higijeni hrane
Ustilago
 Uzorkovanje hrane

V

- Varooza
- Veliki brašnar
- Veliki slaninar
- *Verticillium*
- Veterinarski lijekovi
- Vezikularna bolest svinja
- Vibrio
- Virusi
- Vitamini
- Vještačke boje
- Vještački zaslađivači
- Voćna mušica
- Vodenasto srce - kaudrioza
- Vodonik-peroksid
- Volumetrijske metode

Z

- Zagađenje vazduha
- Zagađenje vode
- Zagađenje zemljišta
- Zagađivači atmosferskog vazduha
- Zakon o dobrobiti životinja
- Zakon o veterinarstvu
- Zamjene za šećer
- Zarazne bolesti
- Zaštita oznake geografskog porijekla
- Zaštita prirode
- završna dezinfekcija
- Zdravstvena zaštita životinja
- Zearalenon
- Zelena mušica
- Zlatna zonzara
- Zoonoze
- *Zygosaccharomyces*

Ž

Žitni žižak
Žitni moljac

Q

Q groznica

Y

Yersinia enterocolitica

LITERATURA

- Abdou A.M. (2003). Purification and Partial Characterization of Psychrotrophic *Serratia marcescens* Lipase. J. Dairy Sci. 86:127–132 © American Dairy Science Association.
- Ačkar Đ., Šubarić D., Babić J., Miličević B., Jozinović A., Tarnai T. (2015). Dobra higijenska praksa u proizvodnji maslinovog ulja, Glasnik zaštite bilja, br 4, p 14-18.
- Adegoke G.O. (2004). Understanding food microbiology, 2nd edition, Ibadan, Nigeria, p 1-212.
- Ahmed T., Kanwal R. and Ayub N. (2006). Influence of Temperature on Growth Pattern of *Lactococcus lactis*, *Streptococcus cremoris* and *Lactobacillus acidophilus* Isolated from Camel Milk, Biotechnology, Vol. 5, Issue: 4, p 481-488.
- Alibi S., Ferjani A., Boukadida J. (2016). Implication of *Corynebacterium* species in food's contamination, Journal of Coastal Life Medicine, 4(5): 416-419.
- Alton GG., Forsyth JRL. (1996). *Brucella*. In: Medical Microbiology. 4th edition. Galveston (TX): University of Texas Medical Branch at Galveston; Chapter 28, Baron S. (ed)., <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7798/?report=reader>
- Alur M.D. (1999). in Encyclopedia of Food Microbiology, (ed.) Richard K. Robinson, Academic Press
- Anast, J.M., Dzieciol, M., Schultz, D.L., Wagner M., Selberherr E., Schmitz-Esser S. (2019). *Brevibacterium* from Austrian hard cheese harbor a putative histamine catabolism pathway and a plasmid for adaptation to the cheese environment. Sci Rep 9, 6164, <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42525-y>
- Andrić B.(2008). Vektorima prenosive zoonoze, Univerzitet Crne Gore, Podgorica, p 1-249.
- Asaj A. (1998). Deratizacija u praksi, Medicinska naklada, Zagreb.
- Asaj A. (1999). Deratizacija u praksi, Medicinska naklada, Zagreb.
- Asaj A. (1999). Zdravstvena dezinsekcija u nastambama i okolišu, Medicinska naklada, Zagreb.
- Asaj A. (2000). Dezinfekcija, Medicinska naklada, Zagreb.
- Asaj A. (2003). Higijena na farmi i okolišu, Medicinska naklada, Zagreb.
- Asefa B. (2016). Optimization of Blanching Time-Temperature Combination and Pre-Drying Durations for Production of High Quality Potato Chips, Food Science and Quality Management, Vol. 58, p 54-59.
- Babić I. (1947). Cestoidea, III dio, Udžbenik veterinarske parazitologije, Naklada, Zagreb, p 1-134.
- Babić J., Matekalo-Sverak V., Borović B., Velebit B., Karan D., Milijašević M., Trbović D. (2012). Uticaj pakovanja u modifikovanoj atmosferi na održivost čevapčića, Tehnologija mesa 53, 1, 36-42.

- Babić J.A. (2013). Uporedno ispitivanje odabranih parametara kvaliteta u toku skladištenja odrezaka šarana pakovanih u vakuumu i modifikovanoj atmosferi, doktorska disertacija, Beograd, p 1-169.
- Babić Lj., Babić M., Pavkov I., Stanačev V. (2005). Koncept HACCP pri osmotskom i konvektivnom sušenju voća PTEP 9 (2005) 1-2, p 7-11.
- Baltić M., Karabasil N. (2011). Kontrola namirnica animalnog porekla, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu, p 1-135.
- Baltić M., Teodorović V. (1997). Higijena mesa riba, rakova i školjki, Veterinarski fakultet, Beograd, p 1-250.
- Baltić Ž. M., Kilibarda N., Dimitrijević M. (2009). Činioci od značaja za održivost ribe i odabranih proizvoda od ribe u prometu, Tehnologija mesa 50, 1-2, 166-176.
- Balzaretti C. M., Marzano M.A. (2013). Prevention of travel-related foodborne diseases: Microbiological risk assessment of food handlers and ready-to-eat foods in northern Italy airport restaurants, Food Control 29, p 202-207.
- Banin D. (2011). Proizvodnja rakije, Heroes, Sokobanja, p 1-110.
- Bannor R. K., Arthur K.K., Oppong D., Oppong-Kyeremeh H. (2023). A comprehensive systematic review and bibliometric analysis of food fraud from a global perspective, Journal of Agriculture and Food Research, 14, p 1-18.
- Barbarić M., Raič A., Karačić A. (2014). Priručnik iz maslinarstva, Federalni agromediteranski zavod Mostar, p 1-72.
- Bašić M., Vilušić M., Ahmetašević E. (2005): Primjena HACCP sustava u proizvodnji sladoleda, Stručni rad, Tehnološki fakultet Univerziteta u Tuzli, BiH, str. 51-60.
- Bataković R., Matavulj M. (2022). Izvještaj o organskoj poljoprivredi, Ecoconnect, p 1-21.
- Beganović A. (1975): Mikrobiologija mesa i mesnih prerađevina, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, p 1-378.
- Beljin-Korać V. (1989). Osnovi higijene domaćih životinja, Poljoprivredni fakultet, Sarajevo.
- Bešlin R., Hristov S. (1990). Praktikum iz zoohigijene, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
- Betts G. (2006). 23 - Other spoilage bacteria, in Food Spoilage Microorganisms, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Blackburn C. W. (ed), p 668-693.
- Bevilacqua A., Corbo M.R. and Sinigaglia M. (ed). (2017). Foodborne Spoilers, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition.
- Biswas A.K., and Mandal P.K. (2020). Meat Quality Analysis, Academic Press, ISBN 978-0-12-819233-7.
- Blackburn C.W. (ed). (2006). Food spoilage microorganisms, CRC Press, p 1-737.

Bojanić M. (1996). Značaj adherencije patogenih mikroorganizama za epitelne ćelije mliječne žlijezde krava pri nastajanju mastitisa. Magistarski rad, Beograd.

Bojanić M. (2001). Mastitis pathogenesis. The Third Symposium in animal clinical pathology and therapy, with international participation, Clinica veterinaria, 11-15. june, Budva, Proceedings, p 238-243

Bojanić M. (2002). Rezultati bakteriološkog ispitivanja uzoraka mlijeka krava u periodu januar-jun 2002. na području Crne Gore, 14. Savetovanje veterinara Srbije, Zlatibor, 10-14. septembar, Zbornik radova i kratkih sadržaja, p. 134.

Bojanić M., Katić V. (1996). Adherencija *Streptococcus agalactiae* i *Staphylococcus aureus* za epitelne ćelije mliječne žlijezde krava. VII Kongres mikrobiologa Jugoslavije, Zbornik rezimea. Herceg Novi, p. 123.

Bojanić M., Piccinini R., Katić V., Zecconi A. (2001). Influence some factors on adherence of *S. aureus* and *S. agalactiae* to bovine mammary secretory epithelial cells (BME-UV1); Acta Veterinaria, Beograd, Vol. 51.No.1, p 45-52.

Bojanić M. (2001). Značaj proizvodnje higijenski ispravnog mlijeka u ishrani ljudi. Zbornik radova, Savjetovanje "Poljoprivreda i turizam Crne Gore", 23-25maj . p 193-197.

Bojanić M. (2002). The results of bacteriological examination of the bovine milk samples on territory of Montenegro in 2002, Congrilaite 2002, 26th IDF World Dairy Congress, 24-27 septembre, Session posters, Science and technology, B4-04.

Bojanić M. (2004). Raširenost infekcije sa *Mycoplasma bovis* kod krava u Crnoj Gori, Veterinarski žurnal Republike Srpske, Vol. IV, No 1-2, p 9-11

Bojanić M., Božarić L., Pejović N. (2003). Prisustvo antitijela na virus bovine dijareje (BVDV) kod mliječnih krava na području Crne Gore, Zbornik referata i kratkih sadržaja, Simpozijum «V Epizootiološki dani» sa međunarodnim učešćem, Subotica, p 51.

Bojanić M., Katić V., Latinović M., Gojković S. (1997). Raširenost mastitisa krava u južnom dijelu Crne Gore. Poljoprivreda i šumarstvo, vol. 43(1-2), 1-22, str. 73-78.

Bojanić M., Adžić B. (2005). Rezultati bakteriološkog ispitivanja uzoraka mlijeka krava na području Crne Gore u 2004. god., "Mleko i proizvodi od mleka", Tara, Zbornik radova, p 54-56.

Bojanić M., Karanović B., Aprcović B., Laušević D., Pejović N. (2001). Raširenost subkliničkih mastitisa na području opštine Danilovgrad, Prvi kongres veterinara Republike Srpske, 28-30. oktobar, Banja Luka, p.54.

Bojanić M., Katić V. (2003). Raširenost i značaj subkliničkih mastitisa krava u Crnoj Gori, Zbornik radova, Peto savjetovanje iz kliničke patologije i terapije, Clinica veterinaria, Budva, 9-13.jun.

Bojanić M., Mirecki S., Stanković V., Živković B. (2003). Promjene fizičko-hemijskih parametara kvaliteta mlijeka i broja somatskih ćelija kod infekcija mliječne žlijezde krava različite etiologije, Simpozijum »Savremeni trendovi u mlekarstvu«, Zbornik radova, Zlatibor, p 61.

Bojanić M., Piccinini R., Katić V., Zecconi A. (2000). Korelacija između adherencije *Staphylococcus aureus* za liniju epitelnih ćelija mliječne mlijezde krava i broja somatskih ćelija u mlijeku, Poljoprivreda i šumarstvo, 3-4, 147-154.

Bojanić M., Šaletić M. (2003). Slučaj endometritisa krave izazvanog sa *Arcanobacterium pyogenes*, Veterinarski žurnal Republike Srpske, Vol. III, No 1-2, p. 104-108.

Bojanić M., Katić V. (1997). Adherencija bakterija kao uslov za nastajanje mastitisa. Poljoprivreda i šumarstvo, vol. 43 (4), Podgorica, str. 71-84.

Bojanić M., Živković B., Stojović P. (2006). "Zdravo vime-ispravno mlijeko", Art Grafika, Udruženje veterinara Crne Gore, priručnik za farmere.

Bojanić M., Kažić D. Katić V., Mandić D., Laušević D., Pavićević Z. (1998). Slučaj fotosenzibilizacije kod krava, p. 644. Zbornik radova II VII Kongresa veterinara Jugoslavije, Beograd.

Bojanić Rašović M. (2019). Significance of the protection of honey bees from braulosis (with a special focus on Montenegro), Agriculture & Forestry, Vol. 65 Issue 2: 113-121.

Bojanić Rašović M. (2017). The most important pathogenic protozoa that transmitted to humans through food. The international symposium on animal science (ISAS). Herceg Novi, 5-10. june, Montenegro, p 331-340, ISBN 978-86-7520-403-9. <http://www.livestocksym.com/>

Bojanić Rašović M. (2018). Evropska kuga pčelinjeg legla, Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 210, p 16-18.

Bojanić Rašović M. (2018). The importance of transmission tick-borne encephalitis through milk of infected animals, Journal of Hygienic Engineering and Design, p 87-90.

Bojanić Rašović M. (2018). Zoohigijena i preventiva bolesti, Univerzitet Crne Gore, Podgorica, p 1-480, ISBN 978-86-7664-158-1, COBISS.CG-ID 37404432.

Bojanić Rašović M. (2018). Akaroza, grinjavost - Acarapisosis of honey bees, acarosis, Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 211, p 14-16.

Bojanić Rašović M. (2018). Američka kuga pčelinjeg legla, Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 210, p 12-15.

Bojanić Rašović M. (2018). Etinioza, Infestation with *Aethina tumida* (small hive beetle – mala košničina buba), Pčelarstvo, Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 213, p 12-17.

Bojanić Rašović M. (2018). Evropska kuga pčelijeg legla, Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 210, p 16-18.

Bojanić Rašović M. (2018). Helminthes that are transmitted through food to humans. Journal of Hygienic Engineering and Design, vol. 22 p 11-17.

Bojanić Rašović M. (2018). Nozemoza, Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 208, p 14-15.

- Bojanić Rašović M. (2018). Tropileloza – Infestation of honey bees with *Tropilaelaps spp.*, Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 212, p 12-15.
- Bojanić Rašović M. (2018). Zdravstvena zaštita pčela u Crnoj Gori, Pčelarstvo, br. 206, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, p 14-15.
- Bojanić Rašović M. (2019). Amebna bolest – Amoebiasis, Pčelarstvo, br. 220, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, p. 14-17.
- Bojanić Rašović M. (2019). Bolesti pčelinjeg legla izazvane plijesnima (prvi dio), Pčelarstvo, br. 218, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, p 10-13.
- Bojanić Rašović M. (2019). Bolesti pčelinjeg legla izazvane plijesnima (drugi dio), Pčelarstvo, br. 219, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, p 8-11.
- Bojanić Rašović M. (2019). Importance and measures of the protection of honey bees from tropilelosis (with a special focus on Montenegro). Journal of Hygienic Engineering and Design, Vol. 28, p 117-124.
- Bojanić Rašović M. (2019). Senotainiaza (Senotainiasis-Apimyiasis –Mijaza pčela), Pčelarstvo, br. 221, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, p 16-18.
- Bojanić Rašović M. (2019). Significance of the protection of honey bees from braulosis (with a special focus on Montenegro), Agriculture & Forestry, Vol. 65 Issue 2: 113-121, Podgorica.
- Bojanić Rašović M. (2019). Varooza pčela -Varoosis (prvi dio), Pčelarstvo, br. 222, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, p 15-23.
- Bojanić Rašović M. (2019). Virusne bolesti pčela (1), Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 215, p 14-17.
- Bojanić Rašović M. (2019). Virusne bolesti pčela (2), Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 216, p 20-23.
- Bojanić Rašović M. (2019). Virusne bolesti pčela, Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 215, p 14-17.
- Bojanić Rašović M. (2020). Mikrobiologija za studente animalne proizvodnje, Univerzitet Crne Gore, Biotehnički fakultet, Podgorica, str. 1-412.
- Bojanić Rašović M. (2020). Mikrobiologija, Univerzitet Crne Gore, Podgorica, p 1-411, ISBN 978-86-7664-189-5, COBISS.CG-ID 14289924.
- Bojanić Rašović M. (2020). Stanje u pogledu zagađenja životne sredine u Crnoj Gori, Pčelarstvo, oktobar, broj 231, 12-15.
- Bojanić Rašović M. (2020). Stanje u pogledu zagađenosti doline rijeke Zete, Pčelarstvo, decembar, broj 233, p 8-11.
- Bojanić Rašović M. (2020). Stanje u pogledu zagađenosti Skadarskog jezera i doline rijeke Zete, Pčelarstvo, novembar, broj 232, p 17-19.

Bojanić Rašović M. (2020). The importance of conducting diagnostics of senotainiasis in Montenegro, GEA (Geo Eco-Eco Agro) International Conference, 28-31 May 2020, Montenegro - Book of Proceedings, p 297-303.

Bojanić Rašović M. (2020). Varooza pčela (treći dio), Pčelarstvo, br. 224, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, p 19-21.

Bojanić Rašović M. (2020). Varooza pčela -Varoosis (drugi dio), Pčelarstvo, br. 223, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, p 16-17.

Bojanić Rašović M. (2020). Zagađujuće materije prisutne u životnoj sredini i njihov značaj za zdravlje ljudi i životinja, Pčelarstvo, avgust, broj 229, 18-23.

Bojanić Rašović M. (2020). Značaj primjene dobre pčelarske prakse u proizvodnji meda i drugih pčelinjih proizvoda u Crnoj Gori (prvi dio), Pčelarstvo, br. 227, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, p 14-18.

Bojanić Rašović M. (2020). Značaj primjene dobre pčelarske prakse u proizvodnji meda i drugih pčelinjih proizvoda u Crnoj Gori (drugi dio), Pčelarstvo, br. 228, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, p 10-15.

Bojanić Rašović M. (2021). Dezinfekcija u pčelarstvu (drugi dio), Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 242, p 18-24.

Bojanić Rašović M. (2021). Fizički i hemijski postupci dezinfekcije u pčelarstvu, 31. i 32. Savetovanje dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija, sa međunarodnim učešćem, Srpsko veterinarsko društvo, Zbornik radova, Vrnjačka banja, p 56-66.

Bojanić Rašović M. (2021). Opasnosti od trovanja pčela akaricidima u Crnoj Gori, februar, broj 235, p 14-17.

Bojanić Rašović M. (2021). Opasnosti od trovanja pčela u Crnoj Gori, Pčelarstvo, januar, broj 234, p 15-17.

Bojanić Rašović M. (2021). Značaj i metode dezinfekcije u stočarstvu (prvi dio), Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 238, p 22-25.

Bojanić Rašović M. (2021). Značaj i metode dezinfekcije u stočarstvu (treći dio), Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 240, p 14-16.

Bojanić Rašović M. (2022). Importance of controlling the hygienic correctness of honey and other bee products in Montenegro, Agriculture & Forestry, 68 (3), 23-34, Podgorica.

Bojanić Rašović M. (2022). Paraziti i parazitske bolesti domaćih životinja, Zdravlje životinja, br. 3, ISSN 2738 – 1889, časopis Udruženja veterinara praktičara Srbije, p 106-116.

Bojanić Rašović M. (2022). Potencijalne opasnosti za zdravstvenu bezbjednost meda u Crnoj Gori, Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 248, p 19-24.

Bojanić Rašović M. (2022). Potential risks of bee poisoning in Montenegro, Journal of Hygienic Engineering and Design, vol. 39, 17-23.

Bojanić Rašović M. (2022). Sistem i metode upravljanja nusproizvodima animalnog porijekla u Crnoj Gori, 33. Savetovanje Dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija, p 61-71. Bajina Bašta, 26-29. Maj 2022, Srpsko veterinarsko društvo

Bojanic Rasovic M. (2022). The importance of applying good beekeeping practice in the production of beekeeping products in Montenegro. Journal of Hygienic Engineering and Design, Vol. 38, p. 52-57.

Bojanić Rašović M. (2023). Praktikum iz zoohigijene, Univerzitet Crne Gore <https://www.ucg.ac.me/publikacijepreview.php>).

Bojanic Rasovic M. (2017). Potential of indigenous lactobacilli as starter culture in dairy products, Acta periodica technologica, 48, p 39-52.

Bojanić Rašović M. (2018). Varooza, Zdravstvena zaštita pčela u Crnoj Gori, Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 207, p 10-11.

Bojanić Rašović M. (2019). Bolesti odraslih pčela izazvane bakterijama, Pčelarstvo, br. 217, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, p 14-17.

Bojanic Rašović M. (2019). Brauloza – Braulosis, Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 214, p 17-19.

Bojanić Rašović M. (2020). Zagađujuće materije u zemljištu, vazduhu i vodi, Pčelarstvo, septembar 2020, broj 230, p 14-17.

Bojanić Rašović M. (2020). Značaj primjene dobre pčelarske prakse u proizvodnji meda i drugih pčelinjih proizvoda u Crnoj Gori, Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, p 1-28.

Bojanić Rašović M.(2021). Dezinfekcija u pčelarstvu (prvi dio), Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 241, p 20-26.

Bojanić Rašović M.(2021). Značaj i metode dezinfekcije u stočarstvu (drugi dio), Pčelarstvo, Savez pčelarskih organizacija Crne Gore, No 239, p 20-23.

Bojanić Rašović M. (2023). Praktikum iz mikrobiologije (2023), Univerzitet Crne Gore

Bojanić Rašović M., Stjepanović A., Katić V., Kuč J. (2010). Neke karakteristike sojeva *Lactococcus garvieae* izolovanih iz prirodno koagulisanoj sirovog mlijeka sa područja Crne Gore, Veterinarski žurnal Republike Srpske, Vol. X, No 1, UDK 619 (05), ISSN 1840-2887, p 69-77, http://www.virsvb.com/index.php?option=com_content&task=view&id=110&Itemid=207

Bojanić Rašović M., Davidović V., Joksimović-Todorović M. (2019). Importance and measures of health protection of honey bees in Montenegro, Journal of Hygienic Engineering and Design, vol 29 p 50-54.

Bojanić Rašović M., Davidović V., Joksimović-Todorović M. (2019). Importance and measures of health protection of honey bees in Montenegro. Journal of Hygienic Engineering and Design, Vol. 29, p 50-54.

Bojanić Rašović M., Jaćimović V. (2021). The importance and measures of protection of honey bees from infestation with *Aethina tumida* (with a special focus on Montenegro). Journal of Hygienic Engineering and Design, Vol. 34, p 88-96.

Bojanic Rasovic M., Mayrhofer S., Ochome A.A. M., Ajanović E., Zunabović M., Martinović A., Domig J.K. (2018). Diversity of lactic acid bacteria isolated from traditional Montenegrin dairy products, Genetika, Belgrade, Vol. 50 (2), p 465-482.

Bojanić Rašović M., N. Nikolić, A. Martinović, V. Katić, R. Rašović, M. Walzer, K. Domig (2013). Correlation between protein to fat ratio of milk and chemical parameters and the yield of semi-hard cheese, Biotechnology in Animal Husbandry, 29(1), P 145-159, ISSN 1450-9156.

Bojanic Rasovic M., Nikolić N., Rasovic R. (2017). Quality of “urda” obtained after production of montenegrin semi-hard cheese. Food Research 1 (5) : 166 - 170 (October 2017).

Bojanic Rasovic M., Petrusic D., Davidovic V., Joksimovic Todorovic M. (2015). Impact of washing and disinfection on count of microorganisms on teat cups of milking machine. Proceedings of The International Symposium on Animal Science (ISAS) 2015, pp 261-265. Faculty of Agriculture University of Novi Sad, Faculty of Agriculture University of Belgrade, 09 – 11. September, 2015. Novi Sad, Serbia. (M33=1). UDC: 637.1

Bojanić Rašović M., S. Mirecki, Nikoleta Nikolić, R. Rašović (2009). Uticaj ukupnog broja mikroorganizama i broja somatskih ćelija mlijeka na randman polutvrdog sira, Prehrambena industrija, Vol 20, 1-2, UDK 664, YU ISSN 0353-6564, p 48-51, <http://www.tf.uns.ac.rs/publikacije/mlekarstvo.php>

Bojanić Rašović M., S. Mirecki, Nikoleta Nikolić, S. Vučinić, I. Ivanović., R. Rašović.(2010). Mikrobiološki i hemijski kvalitet autohtonih sireva u Crnoj Gori, Prehrambena industrija, Vol. 21, 1-2, UDK 664, YU ISSN 0353-6564, p127-133, <http://www.tf.uns.ac.rs/publikacije/mlekarstvo.php>

Bojanić Rašović M., S. Mirecki, Nikoleta Nikolić, Snežana Vučinić (2009). Uticaj mikrobiološkog kvaliteta i broja somatskih ćelija u mlijeku na mikrobiološki kvalitet polutvrdog prirodno sušenog sira, Veterinarski žurnal Republike Srpske, Vol. IX, No 2, Banja Luka, UDK 619(05), ISSN 1840-2887, p163-168.

Bojanić Rašović M., Saičić I., Davidović V., Joksimović Todorović M, Relić R. (2016). Application of good manufacturing practice in beekeeping , Proceedings of The International Symposium on Animal Science (ISAS) 2016, pp 437-442. Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, 24 – 25. november, 2016.

Bojanic Rašović M., Sigrid Mayrhofer, Aleksandra Martinovic, Katharina Dürr and Konrad J. Domig (2017). Lactococci of Local Origin as Potential Starter Cultures for Traditional Montenegrin Cheeses, Food Technology and Biotechnology 55 (1), 55–66. doi: 10.17113/ftb.55.01.17.4854.

Bojanić Rašović M. (2018). Potential and constraints of indigenous enterococci in dairy industry, Acta microbiologica bulgarica, vol 34 (1), p 18-24.

Bojanić Rašović M., Mirecki S., Nikolić N., Rašović R. (2011). Korelacija između odnosa proteina i masti u zbirnom mlijeku krava i hemijskih parametara polutvrdog sira, Zbornik referata i kratkih sadržaja, 22 Savetovanje veterinara Srbije sa međunarodnim učešćem, Zlatibor 14.-17. septembar, ISBN 978-86-83115-18-1, p112-115

Bojanić Rašović M., Martinović A., Weiss A., Schmidt H. (2012). Some technological properties of strains of *Lactococcus lactis* isolated from indigenous dairy products in Montenegro, 1st North and East European Congress on Food NEEFood, 22-24.april, Saint Petersburg, Russia, p 84-85.

Bojanić Rašović M., Bojović O., Hrapović M., Kažić D., Kuč B. (2013). The spread of tuberculosis in Montenegro from 1999. to 2012., Proceedings, Third International Epizootiology Days and XV Serbian Epizootiology Days, p 84-92.

Bojanić Rašović M., Martinović A., Nikolić N., Katić V., Rašović R. (2012). Chemical and rheological properties of semihard cheese during ripening, Proceedings of the First international symposium on animal science, 8-10 november, Belgrade, Serbia, p 1023-1035.

Bojanić Rašović, M. (2021). The most important methods of disinfection in beekeeping. Agriculture and Forestry, 67 (3): 167-176, Podgorica.

Bojanić Rašović, M., Savić, S., Stojanov, I. (2022). Significance of European foulbrood of honey bees diagnostics in Montenegro. Agriculture and Forestry, 68 (1): 321-330, Podgorica.

Bojanić M. (2000). Korelacija između promena u mleku i adherencije patogenih mikroorganizama za epitelne ćelije mlečne žlezde krava, Doktorska disertacija, Beograd.

Bojanić Rašović M., Davidović V., Joksimović-Todorović M. (2018). Measures to protect bee health against varroosis in Montenegro, Acta Agriculturae Serbica, Vol. XXIII, 46, p 177-185 (CAB International Abstracts Database).

Bojanić Rašović M., S. Mirecki, Nikolić N., Katić V., Rašović R. (2011). The correlation between hygienic parameters of milk and weight loss of semihard cheese Biotechnology in Animal Husbandry, 27 (2), p 273-284, ISSN 1450-9156, UDC 637.354, <http://www.istocar.bg.ac.rs/casopiseng.htm>

Bojanić Rašović M., Mirecki S., Nikolić N., Rašović R. (2010). The influence of chemical composition of milk on yield of semi-hard cheese, Biotechnology in Animal Husbandry 26 (3-4), UDC 636, ISSN 1450-9156, p 167-177, <http://www.istocar.bg.ac.rs/casopiseng.htm>

Bojanić-Rašović M., Milašinović M., Davidović V.(2014). Influence of keeping and milking of cows on the hygienic quality of milk, Proceedings of the International Symposium on Animal Science, Belgrade – Zemun, p 591-599.

Boller E.F., Avilla J., Joerg E., Malavolta C., Wijnands F.G. & Esbjerg P. (ed). (2004). Integrated production, Principles and Technical Guidelines, Commission IOBC/WPRS and Commission OILB / SROP, Bilten IOBC wprs, vol. 27 (2).

Bolton M., Kolmer J.A. and Garvin D.F. (2008). Pathogen profile Wheat leaf rust caused by *Puccinia triticina*, Molecular plant pathology, 9(5), 563–575.

Borović B., Vesković S., Velebit B., Baltić T., Spirić D. (2009). Dominantna mikroora izolovana iz tradicionalno fermentisane „sremske“ kobasice, Tehnologija mesa 50, 3-4, 227-231.

Bratcher D.F. (2018). Principles and Practice of Pediatric Infectious Diseases (Fifth Edition), p 770-773.e2, 129 - *Bacillus* Species (Anthrax), Long S.S., Prober C.G. and Fischer M(ed.), Elsevier

Bullerman L.B. (2003). in Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition), Caballero B. (ed), Elsevier Science Ltd.

Bunčić; S. (2009). Vodič za razvoj i primenu preduslovnih programa i principa HACCP u proizvodnji hrane (2009), Beograd.

Burden C.M., Morgan M, Hladun K.R., Amdam G.V., Trumble J.J., Smith B.H.(2019). Acute sublethal exposure to toxic heavy metals alters honey bee (*Apis mellifera*) feeding behavior. Scientific Reports, 9:4253 | <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40396-x>, p 1-10.

Bush M. L., Schmidt C.E., (2023). Streptococcal Infections, College of Medicine, Florida Atlantic University; MSD Manual, Wellington Regional Medical

Butinar L., Zalar P., Frisvad J.C., Gunde-Cimerman N. (2005). The genus *Eurotium* – members of indigenous fungal community in hypersaline waters of salterns FEMS Microbiology Ecology 51 (2005) 155–166.

Buyuksirin M., Ozkaya S., Yucel N., Guldaval F., Ceylan K., Polat E.G. (2011). Pulmonary adiaspiromycosis: The first reported case in Turkey, Respiratory Medicine CME 4, p 166-169.

Campbell, I. (2003). Microbiological aspects of brewing. U: Brewing Microbiology, 1-17. doi:10.1007/978-1-4419-9250-5_1

Campus M., Değirmencioğlu N. and Comunian R. (2018). Technologies and Trends to Improve Table Olive Quality and Safety, Front. Microbiol., vol. 9, article 873, p 1-23.

Čavlek B., Mavlačić Z.(1993). Uticaj dodataka na procese zrenja fermentiranih kobasica, Prehrambeno-tehnol.biotehnol.review 31 (1), 57-62,

Čavor S. (2009). Infrastruktura kvaliteta i evropski model izvrsnosti, NVO ERG-a, Nikšić, p 1- 124.

Čavor S. (2009). Standardi Evropske unije, Nikšić , Agrogrupa, p 1-78.

Čavor S. (2011). Zdravstvena bezbjednost hrane, NVO E-R-G, Nikšić, p 1-168

Chauhan M., Kimothi A., Sharma A. and Pandey A. (2023). Cold adapted *Pseudomonas*: ecology to biotechnology, Front. Microbiol., vol. 14, p 1-15.

Chowdhary A., Kathuria S., Agarwal K., Meis J. F. (2014). Recognizing filamentous basidiomycetes as agents of human disease: A review, Medical Mycology, Volume 52, Issue 8, p. 782–797.

Code of hygienic practice for eggs and eggs products, CAC/RCP 15 – 1976.

Cooney S., O'Brien S., Iversen C. (2014). Encyclopedia of Food Safety Volume 1, 2014, p 433-441, Bacteria: Other Pathogenic Enterobacteriaceae – Enterobacter and Other Genera

Cordier JL. (2006). Emerging Foodborne Pathogens Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, p 450-475, 17 – Enterobacteriaceae, Motarjemi Y. and Adams M. (ed).

Crnčević V. (1951). Proizvodnja voćnih sokova, Zadruga knjiga, Beograd, p 6.

Dajić Stevanović Z., Stešević D., Pljevljakušić D. (2013). Regionalni priručnik za sakupljače ljekovitog bilja, Opština Plužine i Opština Ljubovija.

Dave D. and Ghaly A.E. (2011). Meat Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques: A Critical Review, American Journal of Agricultural and Biological Sciences 6 (4): 486-510, ISSN 1557-4989.

Davidović, V., Joksimović Todorović, M., Stojanović, B., Bojanić Rašović, M., Relić, R., Dimitrijević, B., Jović, S. (2015). Effects of feeding dairy cows by organic and inorganic sources of zinc on blood and milk concentration of this mineral. Proceedings of The International Symposium on Animal Science (ISAS) 2015, pp 337-343. Faculty of Agriculture University of Novi Sad, Faculty of Agriculture University of Belgrade, 09 – 11. September, 2015. Novi Sad, Serbia.

de Souza Sant'Ana A., Alvarenga V.O., Oteiza J.M., Peña W.E.L. (2014). *Alicyclobacillus*, p 42-53. Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition), Carl A. Batt and Mary Lou Tortorello (ed), Elsevier.

Delević O., Đukić D., Radulović S., Mandić L.(2012). Microorganisms as water quality indicators for the Lim river, Acta Agriculturae Serbica, Vol. XVII, 34, 135-141.

Delić S. (1962). Protozoologija i protozoarne bolesti domaćih životinja, skripta, Sarajevo, 1-205.

Di Gioia, F. & Santamaria, P. (2015). Microgreens. ECO-logica srl - Bari, p 1-119.

Dimitrijević S., Ilić T. (2003). Kokcidioza živine, Fakultet veterinarske medicine u Beogradu, Beograd, p 1-79.

Direktiva 2001/96/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o utvrđivanju usklađenih zahtjeva i postupaka za siguran ukrcaj i iskrcaj brodova za rasuti teret.

Direktiva 2002/32/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o nepoželjnim tvarima u hrani za životinje.

Direktiva 2008/98/EZ Europskog parlamenta i Vijeća otpadu i stavljanju izvan snage određenih direktiva.

Direktiva Vijeća 93/43/EEZ o higijeni hrane.

Đisalov J. (2015). Identifikacija *Alternaria* spp. na zrnju spelte i uticaj zaraze na komponente prinosa, sadržaj mikotoksina i tehnološki kvalitet, Doktorska disertacija, Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.

Dobra proizvodna i dobra poljoprivredna i sakupljačka praksa, Monteorganica, Podgorica, p 1-11.

Dobrić Đ.(1988). Zaraze domaćih životinja, opšti deo, Naučna knjiga, Beograd, p 1-105.

Đorđević B., Miletić I., Stanković I. (2009). Vitamini i minerali kao esencijelni nutrijenti, Arh. Farm, 59: 81 – 90.

Doyle P.M. and Beuchat L.R. (2007). Food Microbiology, Third edition, ASM Press, Washington, D.C.

Duan S., Liu F., Qin Q., Jia Q., Cao X., Hua Z., Fan Y. and Wang C. Implementation of the HACCP System for Apple Juice Concentrate Based on Patulin Prevention and Control (2023), *Foods*, 12, 786. <https://doi.org/10.3390/foods12040786>

Dubljević A. (2022). Mikrobiološki rizici u proizvodnji mikrobilja, master rad, Biotehnički fakultet, Podgorica.

Duggan D. E. A., Anderson W. and Elliker P. R. (1963). Inactivation of the Radiation-Resistant Spoilage Bacterium *Micrococcus radiodurans* I. Radiation Inactivation Rates in Three Meat Substrates and in Buffer, *Appl Microbiol.* 11(5): 398–403.

Đukić D., Đorđević S.(2004). Prirodoslovna mikrobiologija, Stylos, Beograd, p 1-179.

Đukić D., Đorđević S., Mandić L., Trifunović B. (2012). Mikrobiološka transformacija organskih supstrata, Agronomski fakultet, Čačak, p 1-232.

Đukić D., Gajin S., Matavulj M., Mandić L. (2000). Mikrobiologija voda, monografija, Prosveta, Beograd p 1-275.

Đukić D., Jemcev V. (2003). Mikrobiološka biotehnologija, Dereta, Beograd, p 1-491.

Đukić D., Jemcev V. (2004). Opšta i industrijska mikrobiologija, Stylos, Novi Sad, p 1-397.

Đukić D., Jemcev V., Đorđević S., Trifunović B., Mandić L., Pešaković M. (2013). Bioremedijacija zemljišta, Budućnost, „Budućnost“ DOO, Novi Sad, p 1-201.

Đukić D., Jemcev V., Đorđević S., Trifunović B., Mandić L., Pešaković I.M. (2013). Bioremedijacija zemljišta, Budućnost DOO, Novi Sad.

Đukić D., Jemcev V., Kuzmanova J. (2007). Biotehnologija zemljišta, Budućnost, Novi Sad, p 1-529.

Đukić D., Jemcev V., Mandić L. (2011). Sanitarna mikrobiologija zemljišta, Agronomski fakultet, Čačak, p 1-502.

Đukić D., Mandić L.(2012). Tehnologija mikrobioloških proizvoda, Prosveta, Beograd, p 1-306.

Đukić D., Mandić L., Pešaković M., Đorđević S. (2009). Mikrobiologija stočne hrane, Budućnost, Novi Sad, p 1-111.

Đukić D., Milošević Sbutega G., Škrinjar M. (2008). Aeromikrobiologija, Agronomski fakultet, Čačak, p 1-188.

Đukić D., Ristanović V. (2005). Hemija i mikrobiologija voda, Agronomski fakultet, Čačak, Stylos.

Đukuć D., Jemcev V., Mandić L. (2006). Mikroorganizmi i alternativna poljoprivreda, Budućnost AD, Čačak, 2006, p 1-154.

Durán N. and Menck C.F.M. (2001). *Chromobacterium violaceum*: A Review of Pharmacological and Industiral Perspectives, *Critical Reviews in Microbiology*, 27(3):201–222.

- Dušková M., Kameník J., Karpíšková R. (2013). *Weissella viridescens* in meat products – a review, *Acta vet., Brno*, 82: 237–24.
- Easdani M., Khaliduzzaman A. and Bhuiyan M.H.R. (2012). The Design of HACCP Plan for Potato Chips Plant in Bangladesh, *J. Environ. Sci. & Natural Resources*, 5(2): 329 – 338.
- Ennaji M. M. (2020). Emerging and Reemerging Viral Pathogens: Fundamental and Basic Virology Aspects of Human, Animal and Plant Pathogens, Volume One, p 1-1126, Academic Press
- FAO. 2021. Risk profile - Group B Streptococcus (GBS) – *Streptococcus agalactiae* sequence type (ST) 283 in freshwater fish. Bangkok. <https://doi.org/10.4060/cb5067en>
- Fashola B. (1987). The Effect of Sodium Chloride on Beta-Hemolytic Streptococci, master rad, Western Kentucky University, <https://digitalcommons.wku.edu/theses/2321/>
- Formicki G., Greń A., Stawarz R., Zyśk B., Gał A. (2013). Metal Content in Honey, Propolis, Wax, and Bee Pollen and Implications for Metal Pollution Monitoring, *Pol. J. Environ. Stud.* Vol. 22, No. 1, 99-106.
- Frank J.F., Hassan A.N. (2002). Encyclopedia of Dairy Sciences, p 1786-1796, Microorganisms associated with milk, Roginski H. (ed.), Elsevier.
- Franzetti L., Scarpellini M., Vecchio A & Planeta D. (2011). Microbiological and safety evaluation of green table olives marketed in Italy, *Ann. Microbiol*, 61:843–851 DOI 10.1007/s13213-011-0205-x.
- Furmeg S., Sokolović J., Bukvić M., Sokolić K., Mustapić P., Benić M., Cvetnić Ž. i Tkalec V.J. (2021). Uzorkovanje hrane, vode za ljudsku potrošnju te obrisaka površina na mikrobiološku ispravnost, *Veterinarska stanica*, 52 (1), p 105-112.
- Fusco V, Quero GM, Cho G-S, Kabisch J, Meske D, Neve H, Bockelmann W and Franz CMAP (2015) The genus *Weissella*: taxonomy, ecology and biotechnological potential. *Front. Microbiol.* 6:155. doi: 10.3389/fmicb.2015.00155.
- Galanosc C. and Freudenberg M. A. (1993). Bacterial endotoxins" biological properties and mechanisms of action *Mediators of Inflammation* 2, S11-S16.
- Gandul-Rojas B. and Gallardo-Guerrero L. (2020). Characterization and Processing of Table Olives: A Special Issue, *Foods*, 9, 1469; doi:10.3390/foods9101469, p 1-7.
- Garriga M., Ehrmann M. A., Arnau J., Hugas M. and Vogel R. F. (1998). *Carnirnonas nigrificans* gen. nov., sp. nov., a bacterial causative agent for black spot formation on cured meat products *International Journal of Systematic Bacteriology* (1 998), 48,677-686.
- Gibson B., Geertman J.M. A., Hittinger C. T., Krogerus K., Libkind D., Louis E. J., Magalhaes F. and Sampaio J. P. (2017). New yeasts—new brews: modern approaches to brewing yeast design and development, *FEMS Yeast Research*, 2017, Vol. 17, No. 4, p 1-13.
- Gil L, Ruiz P, Font G, Manyes L (2016). An overview of the applications of hazards analysis and critical control point (HACCP) system to mycotoxins, *Rev. Toxicol*, 33:50-55.

GL 32–1999. Guidelenes for production, processing, labelling and marketin of organically produced foods. Codex Alimentarius.

Gomes R.J., Borges M.F, Rosa M.F., Castro-Gómez R.J.H. and Spinosa W.A. (2018). Acetic Acid Bacteria in the Food Industry: Systematics, Characteristics and Applications, Food Technology&Biotechnology, Vol. 56, No. 2, p 139-151.

Gugić A., Ordulj I. (2006). Prerada plodova maslina i kvaliteta djevičanskog maslinovog ulja, Glasnik zaštite bilja 6/2006, p 1-11.

Guidelenes for the production, processing, labelling and marketing of organically produced foods. CAC/GL 32–1999.

Hamdi J., Munyanduki H., Omari T. K., El Harrak M., Fassi Fihri O. (2021). Capripoxvirus Infections in Ruminants: A Review. Microorganisms. 23; 9(5):902. doi: 10.3390/microorganisms9050902. PMID: 33922409; PMCID: PMC8145859.p 1-16.

Han-Seung Lee H.S. (2013). Diversity of Halophilic Archaea in Fermented Foods and Human Intestines and Their Application J. Microbiol. Biotechnol. 23(12), 1645–1653 <http://dx.doi.org/10.4014/jmb.1308.08015>

Hill, A. E. (2009). Microbiological stability of beer. U: Beer: A Quality Perspective, 163–183. doi:10.1016/b978-0-12-669201-3.00005-1

Hoel S.,Vadstein O. and Jakobsen A.N. (2019). The Significance of Mesophilic *Aeromonas spp.* in Minimally Processed Ready-to-Eat Seafood, Microorganisms, 7, 91, p 1-25.

Holland R., Liu S.Q. (2011). Lactic Acid Bacteria *Leuconostoc spp.*, Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition), p 138-142, Fuquay J. W. (ed).

Houicher A., Kuley E., Bendeddouche B. and Özogul F. (2013). Histamine and tyramine production by bacteria isolated from spoiled sardine (*Sardina pilchardus*) African Journal of Biotechnology, Vol. 12(21), pp. 3288-3295.

Hristov S. (2002). Zoohigijena, Poljoprivredni fakultet Zemun, Beograd.

Hristov S., Bešlin R. 1991. Stres domaćih životinja. Monografija. Poljoprivredni fakultet. Beograd.

Hristov S., Stanković B. (2009). Najznačajniji propusti u obezbeđenju dobrobiti životinja na farmama goveda i svinja. Zbornik naučnih radova, vol. 15 (3 - 4) 95 - 102.

Hristov S., Stanković B. (2009). Standardi dobrobiti i biosigurnosti na farmama goveda i svinja. Zbornik radova XX Savetovanje dezinfekcija dezinfekcija i deratizacija u zaštiti zdravlja životinja i ljudi sa međunarodnim učešćem, Divčibare, 41 - 48.

Hristov S., Stanković B. (2009). Welfare and biosecurity indicators evaluation in dairy production. Biotechnology in Animal Husbandry 25, 5 - 6, 623 - 630, 2009.

Hristov S., Stanković B., Dokmanović M. (2010b). Standardi zaštite dobrobiti životinja na farmama goveda i svinja. Zbornik naučnih radova, Institut PKB Agroeonomik, Beograd, vol. 16 (3-4): 117-124.

Hristov S., Vučinić M., Relić R., Stanković B. (2006). Uslovi gajenja, dobrobit i ponašanje farmskih životinja. *Biotehnologija u stočarstvu*, 22, 73-84.

Hristov S., Vučinić M., Stanković B. (2007). Zašto nam je potrebna dobrobit životinja. Monografija: "Dobrobit životinja i biosigurnost na farmama", Poljoprivredni fakultet, Zemun, 5 -21.

Hristov S., Zlatanović Z., Skalicki Z., Stanković B. (2010). Procena dobrobiti krava primenom indeksa potreba životinja. *Zbornik radova, XV Savetovanje o biotehnologiji*, Čačak, 15 (17), 473-478.

Hristov S., Zlatanović Z., Skalicki Z., Stanković B., Maksimović N. (2010). Procena dobrobiti krava na osnovu sistema ponašanja. *Zbornik naučnih radova*, vol. 16 (3-4): 79-86.

<https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/tehnologija-proizvodnje-vina>

Indzhelieva D., Kuzelov A., Taškov N., Saneva D., Metodievski D. (2014). Ispitivanje potencijalnog probiotika – *Lactobacillus plantarum* soj L6 izolovanog iz "Karlovske kobasice", XIX savetovanje o biotehnologiji, Agronomski fakultet Čačak, *Zbornik radova*, vol 19 (21).

Informacija o stanju životne sredine u Crnoj Gori u 2018. godini (2019). Agencija za zaštitu prirode i životne sredine Crne Gore, Ministarstvo održivog razvoja i turizma, p 1-337.

Inovativni programi unapređenja organske proizvodnje (2015). Priručnik, Novi Sad, 2015, Vlada Republike Srbije, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine.

Islam S., Islam A., Rahman M., Islam K., Islam M., Kamal M. and Islam N. (2023). Presence of *Brucella* spp. in Milk and Dairy Products: A Comprehensive Review and Its Perspectives, *Journal of Food Quality*, Article ID 2932883, p 19 <https://doi.org/10.1155/2023/2932883>

ISO 17604:2017 - «Microbiology of food chain — Carcass sampling for microbiological analysis» (MIKROBIOLOGIJA LANCA HRANE - Uzorkovanje trupova za mikrobiološka ispitivanja).

ISO 18593:2004(E). Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal methods for sampling techniques from surfaces using contact plates and swabs

ISO 707:2008(E), IDF 50:2008(E), Milk and milk product- Guidance on sampling.

Issa A., Tahergorabi R. (ed). (2019). Chapter 22 - Milk Bacteria and Gastrointestinal Tract: Microbial Composition of Milk, in *Dietary Interventions in Gastrointestinal Diseases, Foods, Nutrients, and Dietary Supplements*, Academic press, p 265-275.

Ivanović J., Baltić Ž. M., Karabasil N., Dimitrijević M., Antić N., Janjić J., Đorđević J. (2013). Ispitivanje mikrobiološke kontaminacije površina koje dolaze u kontakt sa mesom u objektu za preradu mesa, *Tehnologija mesa* 54, 2, 110–116.

Ivanović J., Pećanac B., Janjić J., Glišić M., Đorđević V., Stanišić M., Glamočlija N., Baltić Ž. M. (2015). Uticaj izbora omotača na odabrane parametre bezbednosti i kvaliteta fermentisanih kobasica *Tehnologija mesa* 56, 2, 144–153.

Izveštaj o stanju životne sredine u Crnoj Gori na bazi indikatora (2017). Agencija za zaštitu prirode i životne sredine Crne Gore, Podgorica, p 1-105

Jade Porter T., Divol B., Evodia Setati M. (2019). Lachancea yeast species: Origin, biochemical characteristics and oenological significance, Food Res Int. 119:378-389. doi: 10.1016/j.foodres.2019.02.003.

Jakobek L. (2020). Inteligentna ambalaža za pakiranje mesa, Meso, br. 4.

Janićijević A., Filipović S., Pavlović B.V., Sknepnek A., Kovačević D., Đorđević N., Mirković M., Živković P. (2021). Sinteza i struktura bakterijske celuloze primenom bakterija sirćetnog vrenja, XXVI savetovanje o biotehnologiji, Zbornik radova, p 281-289.

Jarak M., Govedarica M. (2003). Mikrobiologija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, p 1-192.

Jay J.M., Loessner M., Golden D. A. (2005). Modern food microbiology, seventh edition, Food science text series, Springer, p 1-751.

Jeličić I., Božanić R., Krčmar N. (2009). Primjena HACCP sustava u proizvodnji mlijeka, Mljekarstvo 59 (2), 155-175.

Jemcev V., Đukić D.(2000): Mikrobiologija, Vojno-izdavački zavod, Beograd; Šutić D., Radin Dragoslava(2001): Mikrobiologija, Vizartis, Beograd.

Johnson E. A., Echavarri-Erasun C. (2011). Chapter 3 - Yeast Biotechnology, Editor(s): Cletus P. Kurtzman, Jack W. Fell, Teun Boekhout, The Yeasts (Fifth Edition), Elsevier, p. 21-44, ISBN 9780444521491, <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52149-1.00003-3>.

Jovanović L., Pešić Mikulec D., Pavlović I. (2007). Primena HACCP u proizvodnji i distribuciji hrane, monografija, Beograd.

Kabisch J., Erl-Höning C., Wenning M., Böhnlein C., Gareis M., Pichner Rohtraud A. (2015). Spoilage of vacuum-packed beef by the yeast *Kazachstania psychrophila*, Food Microbiology 53, DOI: 10.1016/j.fm.2015.07.017

Karolyi D. (2009). Najčešći problemi u proizvodnji pršuta, Meso, Vol. XI, br. 2.

Kashyap S., Dubey K., Raj T., Kumar P.(2022). Advances in Dairy Microbial Products p 145-161. Chapter 10 - Pathogenic microorganisms in milk: their source, hazardous role and identification, Singh J. and Vyas A(ed)., Woodhead publishing

Katić V. (2007): Praktikum iz higijene mleka, Veterinarska komora Srbije, Beograd.

Katić V., Bojanić M., Stojanović L. (1996): Effect of some factors influencing the adherence of mastitis pathogens to epithelial cells of the bovine mammary gland, Acta veterinaria, Vol. 46, No 6, 326-334.

Katić V., Bulajić S. (2018): Higijena i tehnologija mleka, Veterinarska komora Srbije, Beograd, str. 1-414.

Katić V., Bojanić M. (2003). Uticaj uzročnika nespecifičnih mastitisa na broj somatskih ćelija u mleku, Zbornik radova, Peto savjetovanje iz kliničke patologije i terapije, Clinica veterinaria, Budva, 9-13.jun.

- Kemsawasd V., Jayasena V. and Karnpanit W. (2023). Incidents and Potential Adverse Health Effects of Serious Food Fraud Cases Originated in Asia, *Foods*, 12, 3522. p 1-12.
- Khalid N.M., Marth E. H. (1990). Lactobacilli — Their Enzymes and Role in Ripening and Spoilage of Cheese: A Review, *Journal of Dairy Science*, Volume 73, Issue 10, p 2669-2684,
- Kilibarda N. (2021). *Osnove tehnologije životnih namirnica*, prvo izdanje, Univerzitet Singidunum, Beograd, p 1-469.
- Kim K.K., Kim D. (2013). Chapter 369 - Glutamyl Aminopeptidase (*Lactococcus*), *Handbook of Proteolytic Enzymes*, Volume 2, p 1631-1635, Rawlings N.D. and Salvesen G. (ed). P 1-358.
- Kinman J. (2021). Control strategies for microbial food spoilage. *J. Food Microbiol.* 5(5):13 .
- Klasnić A. (2015). Vode u mesnoj industriji, Završni rad, Veleučilište u Karlovcu, Odjel sigurnosti i zaštite, p 1-49.
- Ključev I.S. (2012). Kontaminacija biljaka patogenim bakterijama iz vode za navodnjavanje, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, p 1-211.
- Kodeks dobre poljoprivredne prakse (2013). Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja Crne Gore;
- Köhler J., Casadevall R.A. and Perfect J. (2015). The Spectrum of Fungi That Infects Humans, *Cold Spring Harb Perspect Med* 2015; 5:a019273, p 1-22.
- Kokkinakis E. K., Fragkiadaki G. A., Ioakeimidi S. H., Giankoulof I. B., i Kokkinaki A. N. (2007). Microbiological Quality of Ice Cream after HACCP Implementation: a Factory Case Study, Department of Commerce & Advertising, Technological Education Institute of Crete, Greece, str. 383-391.
- Komagata K., Tamagawa Y., Iizuka H. (1968). Characteristics of *Erwinia herbicola*, *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 14, 19-37.
- Koprivnjak O. (2014). Kvaliteta, sigurnost i konzerviranje hrane, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, p 1-207.
- Kourtis L. K. and Arvanitoyannis I. S. (2001). Implementation of hazard analysis critical control point (HACCP) system to the alcoholic beverages industry, *Food Reviews International*, 17(1):1-44.
- Kourtis L. K. i Arvanitoyannis I. S. (2001). Implementation of Hazard Analasysis Critical Control Point (HACCP) system to the alcoholic beverages industry. *Food Reviews International*, 17:1, 1-44. doi: 10.1081/FRI-100000514
- Kršev, Lj., Dukat R. (1979). Dezinficijensi u mljekarskoj industriji, *Mljekarstvo* 29 (6), p 139-142.
- Kulišić Z. (2001). *Helmintologija*, Veterinarska komora Srbije, Beograd, p 1-350.
- Kuzmanović N., Obradović A. (2010). Toxins produced by *Pseudomonas syringae*, *Biljni lekar*, 2010, vol. 38, iss. 1, pp. 33-41.

Labbé G. R. and Santos G. (2001). Guide to foodborne pathogens, Wiley-Interscience, John Wiley and Sons, New York, USA, p 1-373.

Lacaz C da S, Heins-Vaccari E.M, De Melo N.T, Hernandez-Arriagada G.L. (1996). Basidiomycosis: a review of the literature, Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo, 38(5):379-90.

Lampel K.A. (ed), Al-Khaldi S. (co-ed), Cahill S. M. (co-ed) (2012). Handbook of Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins, Food and Drug Administration, Bad Bug Book, Second Edition. p. 1-292.

Laušević, D, Bojanić, Mirjana, Jočić, Mirjana, Latinović, Mirjana, Pavićević, Zorica (1997). Klasična kuga svinja na području Crne Gore 1992-1996. godine. Zbornik radova, 4 Savjetovanje veterinara Republike Srpske, Teslić, Banja Vrućica, str. 251.

Lazović B., Adakalić M., Perović T. Ljutica S. (2007). Unapređenje maslinarstva u Crnoj Gori, Savremena poljoprivreda, Novi sad, Vol. 56, 6 p. 214-219.

Ledward K., Robson P. (1998). Factors affecting the heat resistance of *Escherichia coli* O157 : H7, Letters in Applied Microbiology, Volume 26, Issue 4, p 325–330, <https://doi.org/10.1046/j.1472-765X.1998.00339.x>

Lilić S., Borović B., Vranić D. (2013). Uticaj smanjenog sadržaja natrijum-hlorida na proces fermentacije i kvalitet suvih fermentisanih kobasica, Tehnologija mesa 54, 2, 150–159.

Liu L., Zhang Ya-Duo, Zhang Dan-Dan, Zhang Yuan-Yuan, Wang D., Song J., Zhang J., Li R., Kong Zhi-Qiang, Klosterman S. J., Dai Xiao-Feng, Subbarao Krishna V., Zhao J. and Chen Jie-Yin (2021). Biological Characteristics of *Verticillium dahliae* MAT1-1 and MAT1-2 Strains.

Liu, D.; Paterson, R. R. M., *Stachybotrys*. In Molecular Detection of Human Fungal Pathogens, (ed) Dongyou L. CRC Press, 2011. ISBN: 9781439812402, 503-506.

Lolin M. (1991). Bolesti pčela, Naučna knjiga, p 1-118.

Lolin M. (1991). Zarazne bolesti bakterijske etiologije, Beograd.

Lu J., Pua XH., Liu CT., Chang CL., Cheng KC. (2013). The implementation of HACCP management system in a chocolate ice cream plant, Institute of Food Science and Technology, National Taiwan University, Number 1, Section 4, str. 3-9.

Lujanac M.(2013). Uloga i značaj indikator mikroorganizama u okolišu, Diplomski rad, Agronomski fakultet, Zagreb

Luqiong L., Luo J., Ahmed T., Zaki H.E.M., Tian Y., Shafiq S. M., Chen J., Li B. (2022). Beneficial Effect and Potential Risk of *Pantoea* on Rice Production, Plants, 11(19), 2608.

Malmierca M.G., Cardoza R. E., Alexander N. J., McCormick S. P., Hermosa R., Monte E. and Gutiérrez S. (2012). Involvement of Trichoderma Trichothecenes in the Biocontrol Activity and Induction of Plant Defense-Related Genes.

Mandić D., Mirjana Bojanić, Zorica Pavićević, Mirjana Latinović (1996). Malformacioni slučaj teleta. Poljoprivreda i šumarstvo, Vol. 42 (1-4): 1-140, Podgorica

- Mandić D., Mirjana, Bojanić, Zorica, Pavićević (1997). Koncentracija bakra u krvnom serumu junica istočno-frizijske rase na području opštine Podgorica prije i poslije porođaja. Poljoprivreda i šumarstvo, vol. 43 (3), str. 99-106.
- Mandić L., Đukić D., Vesković-Moračanin S. (2014). Proizvodnja mikrobnih belančevina za potrebe ishrane domaćih životinja, XIX Savetovanje o biotehnologiji, Zbornik radova, Vol. 19. (21), p 441-449.
- Mandić S., Savanović D., Velemir A., Marjanović V. (2018). Efikasnost HACCP sistema u kontroli mikrobioloških opasnosti u proizvodnji dimljene pastrmke (*Oncorhynchus mykiss*), Veterinarski žurnal Republike Srpske, Banja Luka, Vol. XVIII, br. 2, p 297 – 325.
- Manojlović M., Đorđević S., Đorelijevski S., Rašić T. (1978). Higijena i tehnologija vode za piće, Udruženje za tehnologiju vode, Beograd, p 380.
- Marinculić A. i sar. (2009). Kemijske i fizikalne opasnosti u hrani. Hrvatska agencija za hranu, Osijek; Biološke opasnosti u hrani, Hrvatska agencija za hranu, Osijek;
- Marković B. (1986). Mikrobiologija II, Bakterije, kvasci i plesni, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, p 1-243.
- Marković B. (1987). Porodiljstvo domaćih životinja, Naučna knjiga, Beograd.
- Marković B. (1991). Bolesti vimena domaćih životinja, Naučna knjiga, Beograd.
- Marković D., Milovančević U., Otović M., Stevanović S. (2022). Uticaj čuvanja u kontrolisanoj atmosferi na kvalitet plodova jabuke, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 35th International Congress on process Industry
- Marković H., Njari R. B., Mihaljević Ž., Marković F., Kozačinski L. (2012). Učestalost onečišćenja svinjskih i goveđih polovica enterobakterijama (*Escherichia coli* i *Salmonella spp.*) u postupku klaoničke obrade, Meso, Vol. XIV, broj 5, p 433-437.
- Martin V., Valera M. J., Medina K., Boido E. and Carrau F. (2018). Oenological Impact of the *Hanseniaspora/Kloeckera* Yeast Genus on Wines—A Review, Fermentation, 4 (3), 76; doi:10.3390/fermentation4030076
- Martinović A., Bojanić Rašović M., Marković B., Radonjić D. (2012). Ripening profile of semihard experimental cheese compared to some commercial varieties, Agriculture & Forestry, Vol 54. (08) (1-4): 61-73, 2012, UDC (UDK) 637.336:577.15
- Martinović A., Radonjić D., Marković B., Bojanić Rašović M. (2012). Survival of probiotic bacteria from cheese in an vitro digestion model-digestion with human gastric and duodenum juice, Role of research in sustainable development of agriculture and rural areas, International Conference, Biotechnical faculty, Podgorica, Montenegro, May 23-26, Book of abstracts, ISBN 978-9940-606-03-9, p 77.
- Matsushika A., Negi K., Suzuki T., Goshima T. and Hoshino T. (2016). Identification and Characterization of a Novel *Issatchenkia orientalis* GPI-Anchored Protein, IoGas1, Required for Resistance to Low pH and Salt Stress, PLoS One. 11(9): e0161888., Published online 2016 Sep 2. doi: 10.1371/journal.pone.0161888

- McSweeney P.L.H. (ed.) (2007). Cheese Problems Solved, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, CRC Press, 133-151, Pathogens and food poisoning bacteria.
- Medina-Pradas E. and Arroyo-López F.N. (2015). Presence of toxic microbial metabolites in table olives, *Front. Microbiol.*, vol. 6, article 873, p 1-6.
- Mercer R.G., Zheng J., Garcia-Hernandez R., Ruan L., Gänzle M.G., McMullen L.M. (2015). Genetic determinants of heat resistance in *Escherichia coli*, *Front. Microbiol.*, vol. 6, article 932, p 1-13.
- Mhone T.A., Matope G. and Saidi P. T (2012). Detection of *Salmonella spp.*, *Candida albicans*, *Aspergillus spp.*, and Antimicrobial Residues in Raw and Processed Cow Milk from Selected Smallholder Farms of Zimbabwe, *Veterinary Medicine International Volume 2012*, Article ID 301902, p 5, Hindawi Publishing Corporation.
- Mihajlovski K.R. (2016). Agricultural and industrial waste as a substrate for cellulose and amylase production by novel bacterial strain *Paenibacillus chitinolyticus* CKS1, doktorska disertacija, p 1-215, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet
- Mijačević Z. (1992). Tehnologija mleka, fermentisana mleka i sirevi, Univerzitet u Beogradu, Beograd, p 1-196.
- Miletić S. (2013). Ispitivanje zagađenih staništa kao izvora mikroorganizama za bioremedijaciju, doktorska disertacija, Beograd, p 1-129.
- Milićević D., Nedeljković-Trailović J., Mašić Z. (2014). Mikotoksini u lancu ishrane – analiza rizika i značaj za javno zdravstvo, *Tehnologija mesa*, p 22-38.
- Milutinović M. (2016): Bakteriološka ispravnost hrane na teritoriji grada Niša, Master rad, Niš, str. 10-70.
- Mioković B., Njari B., Kozačinski L., Zdole N. (2004). Utjecaj postupaka uzorkovanja na mikrobiološku ispravnost namirnica animalnog podrijetla, *Meso*, Vol. VI, br. 6, p 46-50.
- Mirecki N., Wehinger T., Jaklič M. (ed). (2011). Priručnik za organsku proizvodnju za poljoprivredne proizvođače, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Biotehnički fakultet Podgorica.
- Mirić O. M., Šobajić S. S. (2002). Zdravstvena ispravnost namirnica, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, p 1-370.
- Misra, G. M. (2020). Food Safety Risk in an Indoor Microgreen Cultivation System. Theses and Dissertations, p 1-179 .
- Mitrović S., Milošević D., Dankuc D., Jovic R. (2000). Mikotično oboljenje sluzokoža organa glave i vrata, Head and neck mucosal candidiasis, *Med Pregl*. LIII (1-2): 85-88. Novi Sad: januar-februar.
- Molinar Min Anna Rita, Scacchetti S., Dogliero A. and Peano A. Pasquetti M. (2017). Infection by *Microsporum canis* in Paediatric Patients: A Veterinary Perspective 1, *Vet. Sci.* 2017, 4, 46, p 1-6.

Morić I., Alković Ć., Radulović D., Pekić D., Tinaj K., Dragić M. (2017). Smjernice za razvoj održivog maslinarstva u Crnoj Gori - Život među maslinama, Institut za preduzetništvo i ekonomski razvoj, New Page, Podgorica p 1-96.

Mounier J. Coton M., Irlinger F., Landaud S., Bonnarme P. (2017). Cheese Chemistry (Fourth edition), Physics and Microbiology, p 955-996.

Murray Moo-Young (ed). 2019. Comprehensive Biotechnology, Third Edition, Six Volume, Pergamon, Elsevier B.V.

Mycotoxins in Australian maize production: how to reduce the risk, Maize Association of Australia, National Research Centre for Environmental Toxicology, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.maizeaustralia.com.au/wp-content/uploads/2021/04/Revised-mycotoxin-HACCP-guide.pdf>

Načela dobre poljoprivredne prakse (2009). Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, Zagreb.

Nacionalni plan za implementaciju Stokholmske konvencije za period 2014-2021. (2013). Ministarstvo održivog razvoja i turizma, Podgorica, p 1-67.

Nikolić S.B. (2009). Proizvodnja bioetanolu kao alternativnog goriva iz kukuruza pomoću slobodnog i imobilisanog kvasca *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*, Doktorska disertacija, Beograd, p 1-261.

Nitratna direktiva EU (91/676/EEZ) - Direktiva Vijeća o zaštiti voda od onečišćenja uzrokovano nitratima iz poljoprivrednih izvora.

Nolan, A. D. (2018). Effects of Seed Density and Other Factors on the Yield of Microgreens Grown Hydroponically on Burlap, Virginia Tech, p 1-39.

Nyumuah R.O. (2016). Hazard analysis and critical point (HACCP) plan for dried fruit processing, thesis, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, p 1-96.

Obradović A. (2010). Tehnologija i savremeni pravci u proizvodnji sladoleda, Specijalistički rad, Univerzitet Crne Gore, Metalurško-tehnološki fakultet, Podgorica, str. 3-46

Odluka o odvođenju i prečišćavanju atmosferskih voda, Sl. list grada Sremska Mitrovica br. 9/2011 i 5/2014.

Okanlawon B. M., Ogunbanwo S. T. and Okunlola A. O. (2010). Growth of *Bacillus cereus* isolated from some traditional condiments under different regimens, African Journal of Biotechnology Vol. 8 (14), p. 2129-2135.

Oktariani F., Ramona Y., Sudaryatma P.E., Dewi I.A. M. M. and Shetty K. (2022). Role of Marine Bacterial Contaminants in Histamine Formation in Seafood Products: A Review Adnorita Microorganisms, 10, 1197. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10061197>

Opara U. L., Caleb O. J., Belay Z.A (2019). Modified atmosphere packaging for food preservation, Food Quality and Shelf Life, p 235-259, Galanakis C.M. (ed).

Oreščanin V. (2017). Karakterizacija i postupci obrade otpadne vode nastale tijekom proizvodnje etanola iz melase, Hrvatske vode 25, 100, 81-92.

Osimani A., Aquilanti L., Clementi F. (2016). Salmonellosis associated with mass catering: a survey of European Union cases over a 15-year period. Review article, Epidemiol. Infect., 144, 3000–3012. p 3000-3012.

Otenhajmer I. (1989). *Escherichia coli* kao indikator higijenskih uslova u proizvodnji mleka, Mljekarstvo (39), No 7, 179—186.

Ozturkoglu-Budak S.(2017). A model for implementation of HACCP system for prevention and control of mycotoxins during the production of red dried chili pepper, Food Sci. Technol, Campinas, 37 (Supl. 1): 24-29.

Panjević Đ. (1991). Zarazne bolesti životinja virusne etiologije, Univerzitet u Beogradu, Veterinarski fakultet, Beograd, p 1 -127.

Paradh, A. D. (2015). Gram-negative spoilage bacteria in brewing. U: Brewing Microbiology, 175-194. doi: 10.1016/b978-1-78242-331-7.00008-3

Parapouli M., Vasileiadis A., Afendra A.S. and Hatziloukas E. (2020). *Saccharomyces cerevisiae* and its industrial applications, AIMS Microbiology, 6 (1): 1–31.

Parenta G., Romanić R. (2019). 3-Monohlorpropan-1,2-diol estri u jestivim rafinisanim uljima i mastima, Uljarstvo, Vol. 50, br.1.

Pattaraporn Y., Malimas T., Potacharoen W., Tanasupawat S., Tanticharoen M. and Yamada Y. (2005). *Neosasaia chiangmaiensis* gen. nov., sp. nov., a novel osmotolerant acetic acid bacterium in the α -Proteobacteria, J. Gen. Appl. Microbiol., 51, 301–311.

Pavkov I., Babić Lj., Babić M.(2005). Primena HACCP sistema u proizvodnji sušene kajsije, PTEP 9, 3-4, p.70-73.

Pavlović V., Vakanjac S., Pavlović M. (1994). Terapija mastitisa. Vet.glasnik, vol. 48, br. 3-4, p 149.

Pavlovski Z., Škrbić Z., Cmiljanić R., Lukić M. (2007). Sistem garantovanog kvaliteta jaja u odnosu na propise EU i zahteve potrošača, Savremena poljoprivreda, Vol. 56, 1, p 75–82, Novi Sad.

Pelagić Radanov V. V.(2000). Mikrobiologija stočne hrane, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, p 1-240.

Perme T., Bizjak M., Gačnik K.Š., Kirbiš A. (2010). Validation of twinsensorbt, screening test for the detection of β -lactams and tetracyclines in milk and comparison to delvotest® SP-NT, Slov. Vet. Res. 47 (3): 97-106.

Pešić V., Crnobrnja Isailović J., Tomović Lj. (2009). Principi ekologije, Univerzitet Crne Gore, Podgorica, p 1-191.

Petrović J., Čobanović K., Kovačević M., Ratajac R. (2008). Kvalitativno određivanje rezidua antibiotika u mleku različitim skrining metodama i bio testom, Arhiv veterinarske medicine, vol. 1, br. 2, 65-73.

Petrović M., Stanković B., Hristov S., Joksimović-Todorović M., Davidović V., Božić A. (2007). Minimalni standardi o uslovima gajenja i dobrobiti svinja. U monografiji: "Dobrobit životinja i biosigurnost na farmama ", Poljoprivredni fakultet, Zemun, 173-185.

Petruzz L., Corbo M.R., Sinigaglia M., Bevilacqua A. (2017). The Microbiological Quality of Food, Foodborne Spoilers, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, p 1-21, Chapter 1 - Microbial Spoilage of Foods: Fundamentals, Bevilacqua A., Corbo M.R. and Sinigaglia M. (ed).

Pinter N. (2010). Uzorkovanje hrane i površina za mikrobiološku pretragu, Meso, 167-171.

Plan uzorkovanja hrane životinjskog porijekla u 2021. godini (2021), Republika Hrvatska, Ministarstvo poljoprivrede.

Popoff M.R., Bouvet P. (2009). Clostridial toxins, Published Online:13 Oct 2009 <https://doi.org/10.2217/fmb.09.72>, Future Microbiology, vol. 4, No. 8.

Popović I. (2017). Ispitivanje primene neorganskih supstrata na bazi nanokristala TiO₂ za detekciju i kvantifikaciju malih molekula Maldi tof Masenom spektrometrijom, Doktorska disertacija, Kragujevac, Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, p 1-151.

Poyraz F., Yalmanci D., Ispirli H. and Dertli E. 82023). Characterization of Bee Bread Produced with Defined Starter Cultures Mimicking the Natural Fermentation Process, Fermentation, 9, 174, p 1-12.

Pravilnik o bližim karakteristikama lokacije, uslovima izgradnje, sanitarno-tehničkim uslovima, načinu rada i zatvaranja deponija, Sl. list Crne Gore, br. 31/2013.

Pravilnik o bližim pravilima i uslovima za biljnu i stočarsku organsku proizvodnju SLCG 53/2014.

Pravilnik o bližim uslovima koje treba da ispunjavaju objekti i oprema za držanje i uzgoj životinja za proizvodnju SL. List CG, 28/11.

Pravilnik o bližim uslovima za zaštitu životinja tokom klanja, SLCG 54/2015.

Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i metodama za njihovo ispitivanje, SLRCG br. 18/97.

Pravilnik o higijenskim, veterinarsko-zdravstvenim i drugim uslovima za nus proizvode i objekte za preradu ili uništavanje nus proizvoda životinjskog porijekla, Službeni list Crne Gore, broj 45/2015.

Pravilnik o bližim zahtjevima koje u pogledu bezbjednosti treba da ispunjava voda za piće SLCG 24/12.

Pravilnik o bližim zahtjevima koje u pogledu bezbjednosti treba da ispunjava prirodna mineralna, stona i izvorska voda za piće SLCG 32/15.

Pravilnik o karakteristikama i kvalitetu, načinu uzorkovanja i metodama analize maslinovog ulja, SLCG 63/2019.

Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa SLCG 33/2004 i 31/2012.

Pravilnik o kvalitetu i sanitarno-tehničkim uslovima za ispuštanje otpadnih voda, načinu i postupku ispitivanja kvaliteta otpadnih voda i sadržaju izvještaja o utvrđenom kvalitetu otpadnih voda, SLCG 56/19.

Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa, Sl. glasnik RS, br. 50/2019 i 34/2023.

Pravilnik o kvalitetu voćnih džemova, želea, marmelada, pekmeza i zaslađenog kesten pirea, Sl. glasnik RS, br. 101/2015).

Pravilnik o mikrobiološkim kriterijumima za bezbjednost hrane SLCG br. 53/12), Vlada Crne Gore, Ministarstvo zdravlja.

Pravilnik o opštim i posebnim standardima za stavljanje jaja na tržište, SLCG 18/2018

Pravilnik o opštim sanitarnim uslovima koje moraju da ispune objekti koji podležu sanitarnom nadzoru, Službeni glasnik RS, 47/2006.

Pravilnik o uslovima za preradu biootpada i kriterijumima za određivanje kvaliteta produkata organskog recikliranja biootpada SLCG 59/13.

Pravilnik o uslovima za preradu biootpada i kriterijumima za određivanje kvaliteta produkata organskog recikliranja iz biootpada SLCG 59/13.

Pravilnik o zahtjevima za sledljivost hrane životinjskog porijekla, SLCG 48/16.

Pravilnik o minimalnom kvalitetu žita, mlinskih i pekarskih proizvoda od žita i tjestenina SLCG 36/2018.

Preporuka Komisije 2006/576 o prisutnosti deoksinivalenola, zearalenona, okratoksina A, toksina T-2 i HT-2 te fumonizina u proizvodima namijenjenima hranidbi životinja.

Preporuka Komisije br. 2006/583/EZ o sprečavanju i smanjenju toksina *Fusarium* plijesni u žitaricama i proizvodima od žitarica proizvode životinjskog porijekla.

Pravilnik o načinu upisa i vođenju centralnog registra registrovanih odnosno odobrenih objekata za proizvodnju, preradu i distribuciju hrane za životinje SLCG, br. 25/16.

Puhač, I., Hrgović N., Vukićević Z. (1989): Zoohigijena, Univerzitet u Beogradu, Veterinarski fakultet.

Quaglia N. C. and Dambrosio A. (2018). *Helicobacter pylori*: A foodborne pathogen? World J Gastroenterol. 24(31): 3472–3487, doi: 10.3748/wjg.v24.i31.3472

Rabêlo C.A., Ricardo M., Porfirio J.A. Pimentel T.C., Nascimento J.S., Costa L.E.O (2021). Psychrotrophic bacteria in Brazilian organic dairy products: identification, production of deteriorating enzymes and biofilm formation, Food Sci. Technol, Campinas, 41(3): 799-806.

Racić G. (2013). Bioremedijacija u poljoprivredi, TEMPUS projekat: Izgradnja kapaciteta srpskog obrazovanja u oblasti poljoprivrede radi povezivanja sa društvom (CaSA) 544072-TEMPUS-1-2013-1-RS-TEMPUS-SMHES (2013 – 4604 / 001 - 001), p 1-16

- Radenković-Damnjanović B. (2010). Praktikum iz zoohigijene, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine.
- Radovanović R.M., Rajković A. N. (2009). Upravljanje bezbednošću u procesima proizvodnje hrane, Univerzitet u Beogradu, poljoprivredni fakultet, str. 11-212
- Rajić I. (1987). Ishrana domaćih životinja, Naučna knjiga, Beograd.
- Ramachandran G. (2014). Gram-positive and gram-negative bacterial toxins in sepsis A brief review, Virulence, 5:1, 213–218; Landes Bioscience, Review
- Rančić N., Savić D., Jakovljević M. (2011). Analitičke metode u detekciji otrova u humanim uzorcima – primenljivost u specifičnom zbrinjavanju akutno otrovanih, Naučni časopis urgentne medicine, Halo 94,17(1): 34-44.
- Rašeta J. (1994). Higijena mesa, Univerzitet u Beogradu, Veterinarski fakultet Beograd, p 1-218.
- Rašeta J.(1970). Kvar mesa i toksikoinfekcije i intoksikacije mesom, skripta, Beograd, Republički sekretarijat za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu SR Srbije, Beograd, p 1-141.
- Rašeta J., Dakić M. (1984). Higijena mesa živine i jaja, Univerzitet u Beogradu, Veterinarski fakultet, Beograd, p 1-116.
- Rawat R. (2015). Food Spoilage: Microorganisms and their prevention, Asian Journal of Plant Science and Research, 5(4):47-56.
- Relić R., Hristov S., Zlatanović Z., Stanković B., Todorović Joksimović M., Davidović V.(2008): Procena dobrobiti muznih krava. Biotehnologija u stočarstvu, 24: 589 -599.
- Remize F. (2017). Spore-Forming Bacteria, in The Microbiological Quality of Food, Bevilacqua A., Corbo M.R. and Sinigaglia M. (ed), Elsevier.
- Ribes J., Vanover-Sams C., Baker A. (2000). Zygomycetes in Human Disease Clinical microbiology reviews, , Vol.13, No.2, p 236-301.
- Ridell J.(1999). *Hafnia alvei* in Encyclopedia of Food Microbiology, p 973-976, Robinson R.K (ed.) Elsevier.
- Riesute R., Salomskiene J., Moreno D. S., Gustiene S. (2021). Effect of yeasts on food quality and safety and possibilities of their inhibition, Trends in Food Science & Technology Volume 108, p 1-10.
- Ristić T., Komatina S. (2016). Uvod u ekologiju, Evropski univerzitet, Brčko distrikt, p 1-231.
- Robinson K. R. (2002). Dairy microbiology handbook, Wiley-Interscience, New York, p 1-765.
- Robinson R.K. (ed) (2000). Encyclopedia of Food Microbiology, Academic press
- Rosemary S., Seon-Hwa L., Jang-Hyun H., Chun-Keun L. (2005). The Effects of Temperature, pH, and Bactericides on the Growth of *Erwinia pyrifoliae* and *Erwinia amylovora*, The Plant Pathology Journal, Vol. 21, Issue 2, p 127-131, 2093-9280 (eISSN), The Korean Society of Plant Pathology.

- Roy P, Sahni AK, Sriram R, Subramanian S. (2015). *Sporotrichum pruniosum* causing a rare invasive infection in an immunocompromised patient. *Med J Armed Forces India*. 71(Suppl 2): S456-9. doi: 10.1016/j.mjafi.2014.11.011. Epub 2015 Feb 11. PMID: 26858477; PMCID: PMC4705217.
- Sandoval-Denis M., Sutton D., Fothergill A.W., Cano-Lira J., Gené J., Decock C. A. , Hoog G. S. de and Guarro J. (2013). Scopulariopsis, a Poorly Known Opportunistic Fungus: Spectrum of Species in Clinical Samples and In Vitro Responses to Antifungal Drugs, *J. Clin Microbiol.* 51(12): 3937–3943.
- Sandoval-Denis M., Sutton D., Fothergill A.W., Cano-Lira J., Gené J., Decock C.A., de Hoog and Guarro J. (2013). Scopulariopsis, a Poorly Known Opportunistic Fungus: Spectrum of Species in Clinical Samples and In Vitro Responses to Antifungal Drugs, *J Clin Microbiol.* 51(12): 3937–3943.
- Santos J., López-Díaz T.M., García-López M.L., García-Fernández M.C., Otero A. (1994). Minimum water activity for the growth of *Aeromonas hydrophila* as affected by strain, temperature and humectant, *Letters in Applied Microbiology*, Volume 19, Issue 2, p 76–78, <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.1994.tb00909.x>
- Santrač V.M. (2004). Epizootiološke karakteristike bjesnila u Republici Srpskoj u periodu od 1995. do 2001. Godine, Beograd, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Katedra za zarazne bolesti životinja i bolesti pčela
- Šaraba V.S. (2021). Mikroorganizmi-biohidrogeološki indikatori odabranih pojava mineralnih voda Srbije, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, p 1-195.
- Šarkanj B., Kipčić D., Vasić-Rački Đ., Delaš F., Galić K., Katalenić M., Dimitrov N., Klapac T. (2010). Kemijske i fizikalne opasnosti u hrani, Hrvatska agencija za hranu, Osijek, p 1-270.
- Sastraatmadja D.D., Tomita F., Kasai T. (2002). Production of High-Quality Oncom, a Traditional Indonesian Fermented Food, by the Inoculation with Selected Mold Strains in the Form of Pure Culture and Solid Inoculum, *Grad. Sch. Agr. Hokkaido Univ.*, Vol. 70, Pt. 2 : 111-127.
- Satomi M. (2014). *Shewanella*, in *Food Science Encyclopedia of Food Microbiology* (Second Edition), p 397-407, Batt C. A. and Tortorello M.L. (ed), Elsevier
- Savanović D., Novaković B., Močević D. (2007), HACCP plan kao dio sistema upravljanja bezbjednošću hrane u proizvodnji fermentisanih proizvoda od mlijeka, *Journal of engineering & Processing Management*, p. 15-23.
- Savić S. (2006). Vranac od grožđa do vina, Centar za stručno obrazovanje, Podgorica
- Schmidt R., Rodrick G. (2003): *Food safety handbook*, Wiley-Interscience, New York, 1-850.
- Seitz E., Elliker P.R. and Sandine W.E. (1961). A Pigment-producing Spoilage Bacterium Responsible for Violet Discoloration of Refrigerated Market Milk and Cream, *Appl Microbiol.* 9(4): 287–290.
- Shalini D., Tulsi D., Chughb D. (2020). Nocardiosis: A Neglected Disease, *Med Princ Pract* 2020;29:514–523.

Sheehan J.R. Sadlier C. and O'Brien Cork B. (2022). Bacterial endotoxins and exotoxins in intensive care medicine University Hospital, Wilton, Cork, Ireland , BJA Education, 22(6): 224e230 (2022)

Shelke S.A, Sonkar C., Shahaji K. and Masih D.(2019). Study on implementation of HACCP in fruit and vegetable processing unit (Onion dehydration unit) International Journal of Chemical Studies, 7(4): 885-888.

Šibalić S., Cvetković Lj. (1996). Parazitske bolesti domaćih životinja, Univerzitet u Beogradu, Beograd, p 1-421.

Simić Z. (2019). Primena instrumentalnih metoda na analizu uzoraka vode, Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija, 32. Međunarodni kongres o procesnoj industriji, p 307-314.

Sinnott J T., Cullison J. P, Sweeney M. P. (1987). *Candida (Torulopsis) glabrata*, Infect Control, 8(8):334-6.

Šišić M., Kulić S. Hemijske metode u analizi hrane, Chemical methods in food analysis, Univerzitet u Travniku, Farmaceutsko-zdravstveni fakultet, Travnik, Bosna i Hercegovina, https://www.researchgate.net/publication/285594703_Hemijske_metode_u_analizi_hrane#fullTextFileContent (25.jun 2024. god.).

Sivčev B., Ranković-Vasić Z. (2011). Praktikum iz vinogradarstva, Poljoprivredni fakultet, Beograd.

Smith J.L. (2014). *Hafnia*, The Genus, Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition), p 117-120, Batt C.A. and Tortorello M. L. (ed),

Sneath P.H.A. (1956). Cultural and Biochemical Characteristics of the Genus Chromobacterium, J. Gen. Microbiol. 15, 70-98.

Sofilić, T. (2014). Ekotoksikologija, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, p 1-173.

Spasojević J. (2015). Karakterizacija bioremedijacijskih procesa u sedimentima zagađenim policikličnim aromatičnim ugljovodonicima i procjena biodostupnosti, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, p 1-145.

Srebočan V. (1993). Veterinarska toksikologija, Medicinska naklada, Zagreb, 1-357.

Stevanović, V., Lj. Barbić, T. Vilibić-Čavlek, L. Lazarić-Stefanović, J. Kučinar, V. Starešina, N. Turk, L. Kozačinski (2014). Virusi koji se prenose hranom, Hrvatski veterinarski vjesnik, 22, 5-6.

Stević B. (1962). Tehnološka mikrobiologija stočnih proizvoda i ishrane stoke, Naučna knjiga, Beograd, p 1-298.

Stojanović L., Katić V. (1994). Aktuelni problemi u proizvodnji mleka. Vet. glasnik, vol. 48, br. 3-4, p 313.

Stojanović L., Katić V. (1994). Veterinarsko-higijenski značaj mastitisa. Vet. glasnik, vol. 48, br. 3-4, p 149.

Stojanović L., Katić V. (2004). Higijena mleka, Veterinarska komora Srbije, Beograd, p 1-414.

Stojković M. (2022). Optimizacija procesa proizvodnje medovine uz dodatak voćnog soka od aronije kao proizvoda poboljšanih funkcionalnih svojstava, doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, tehnološki fakultet, p 1-214.

Storgårds, E., Haikara, A. i Juvonen, R. (2006). Brewing control systems: microbiological analysis. U: *Brewing: New Technologies*. 391–426. doi:10.1533/9781845691738.391

Štornik A., Skok B. and Trček J. (2016). Comparison of Cultivable Acetic Acid Bacterial Microbiota in Organic and Conventional Apple Cider Vinegar, *Food Technol. Biotechnol.* 54 (1) 113–119.

Stringer, S.C. George S.M., Peck M.W. (2000). Thermal inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Journal of Applied Microbiology*, Volume 88, Issue S1, p 79S–89S, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2000.tb05335.x>,

Studija zaštite zaštićenog prirodnog dobra dolina rijeke Zete (2019). Agencija za zaštitu prirode i životne sredine Danilovgrad, Podgorica, p 1-183.

Šundić D., Radujković B. (2012). Zagađenje Skadarskog jezera, EU project, NVO Green Home, Podgorica, p 1-94.

Šutić D., Radin D. (2001). Mikrobiologija, mikroorganizmi u životu biljaka, Vizartis, Beograd, p 1-320.

Švabić Vlahović M.(2005). Medicinska bakteriologija, Savremena administracija, Beograd, p. 1-419.

Talaue C. O., Rosario R.C. H., Pfeiffer F., Mendoza E.R., Oesterhelt D. (2016). Model Construction and Analysis of Respiration in *Halobacterium salinarum* PLOSONE|DOI:10.1371/journal.pone.0151839.

Tarnai T. (2014). Higijena i sanitacija u proizvodnji maslinovog ulja, Osijek, p 1-38.

Taylor, R.K. and Hale, C.N. (2003). Cold storage affects survival and growth of *Erwinia amylovora* on the calyx of apple. *Letters in Applied Microbiology*, 37: 340-343. <https://doi.org/10.1046/j.1472-765X.2003.01407.x>

Teodorović Vlado, Karabasil N., Dimitrijević M., Vasilev D. (2015). Higijena i tehnologija mesa, Fakultet veterinarske medicine, Beograd.

Todorović Jelka, Bojanić Rašović Mirjana (2009). Mikrobiologija, udžbenik za III razred srednjih stručnih škola, Centar za stručno obrazovanje, Podgorica.

Titera D. (2009). Hygiene in the apiary, A manual for hygienic beekeeping, BeeShop, The research project 'Bees in Europe and Sustainable Honey Production' Bri Dol, p 1-30

Topisirović LJ. Molekularna biotehnologija – etički izazov 21. veka, <http://www.dgsgenetika.org.rs/assets/Uploads/Topisirovic.pdf> . (7.jul 2024).

Trček J. (2018). Mikrobna biotehnologija, Skripta z navodili za vaje za študijski program Biologija p 1-48. file:///C:/Users/PC/Downloads/318-Celotna%20knjiga-521-1-10-20180321.pdf

Uredba o maksimalno dozvoljenim količinama kontaminenata u hrani SLCG br. 48/16.

Ugrinov D., Stojanov A. (2010). Bioremedijacija u tretmanu zagađenog zemljišta, *Zaštita materijala*, 51, broj 4, p 237-244.

Uredba (EEZ) br. 183/2005 Europskog parlamenta i Vijeća o utvrđivanju zahtjeva u pogledu higijene hrane za životinje.

Uredba (EEZ) br. 852/2004 Europskog parlamenta i Vijeća o higijeni hrane.

Uredba (EEZ) br. 882/2004 Europskog parlamenta i Vijeća o službenim kontrolama koje se provode radi provjeravanja poštivanja propisa o hrani i hrani za životinje te propisa o zdravlju i dobrobiti životinja.

Uredba (EU) br. 1169/2011 Europskog parlamenta i Vijeća o informiranju potrošača o hrani.

Uredba (EZ) br. 1774/2002 stavljena izvan snage Uredbom (EZ) br. 1069/2009 Europskog parlamenta i Vijeća o utvrđivanju zdravstvenih pravila za nusproizvode životinjskog podrijetla koji nisu namijenjeni prehrani ljudi.

Uredba (EZ) br. 178/2002 Europskog parlamenta i Vijeća o utvrđivanju općih načela i uvjeta zakona o hrani, osnivanju Europske agencije za sigurnost hrane te utvrđivanju postupaka u područjima sigurnosti hrane.

Uredba (EZ) br. 2160/2003 Europskog parlamenta i Vijeća o kontroli salmonele i drugih određenih uzročnika zoonoza koji se prenose hranom.

Uredba (EZ) br. 396/2005 Europskog parlamenta i Vijeća o maksimalnim razinama ostataka pesticida u ili na hrani i hrani za životinje biljnog i životinjskog podrijetla i o izmjeni Direktive Vijeća 91/414/EEZ

Uredba (EZ) br. 767/2009 Europskog parlamenta i Vijeća o stavljanju na tržište i korištenju hrane za životinje.

Uredba (EZ) br. 999/2001 Europskog parlamenta i Vijeća o utvrđivanju pravila za sprečavanje, kontrolu i iskorjenjivanje određenih transmisivnih spongiformnih encefalopatija.

Uredba Komisije (EU) br. 165/2010 o izmjeni Uredbe (EZ) br. 1881/2006 o utvrđivanju najvećih dopuštenih količina određenih kontaminanata u hrani u odnosu na aflatoksine

Uredba Komisije (EU) br. 225/2012 Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu odobrenja objekata koji stavljaju na tržište, za korištenje u hrani za životinje, proizvode dobivene iz biljnih ulja i mješavina masti i u pogledu posebnih zahtjeva za proizvodnju, skladištenje, prijevoz i testiranje na dioksin ulja, masti i od njih dobivenih proizvoda.

Uredba Komisije (EU) br. 278/2012 o izmjeni Uredbe (EZ) br. 159/2009 u pogledu određivanja količina dioksina i polikloriranih bifenila

Uredba Komisije (EU) br. 589/2014 o metodama uzorkovanja i analitičkim metodama za kontrolu količina dioksina, dioksinima sličnih PCB-a i PCB-a koji nisu slični dioksinu u određenoj hrani i o stavljanju izvan snage Uredbe (EU) br. 252/2012

Uredba Komisije (EU) br. 709/2014 o izmjeni Uredbe (EZ) br. 152/2009 u pogledu određivanja količina dioksina i polikloriranih bifenila.

Uredba Komisije (EZ) br. 152/2009 o utvrđivanju metoda uzorkovanja i analize za službenu kontrolu hrane za životinje.

Uredba Komisije (EZ) br. 1881/2006 o utvrđivanju najvećih dopuštenih količina određenih kontaminanata u hrani [posebno teških metala i mikotoksina].

Uredba Komisije (EZ) br. 1882/2006 o utvrđivanju metoda uzorkovanja i analize za službenu kontrolu količine nitrata u pojedinoj hrani.

Uredba Komisije (EZ) br. 333/2007 o metodama uzorkovanja i analize za službenu kontrolu količina olova, kadmija, žive, anorganskog kositra, 3-MCPD i policikličkih aromatskih ugljikovodika u prehrambenim proizvodima.

Uredba Komisije (EZ) br. 401/2006 o utvrđivanju metoda uzorkovanja i analize za službenu kontrolu razina mikotoksina u hrani.

Uredba o informisanju potrošača (Sl. list CG, br. 48/16).

Uredba o mikrobiološkim kriterijumima za bezbjednost hrane, SLCG 79/20.

Uredba o Nacionalnoj listi indikatora zaštite životne sredine, Službeni list CG, br. 19/2013.

Uredba (EZ) br. 1935/2004 o materijalima i predmetima koji dolaze u dodir s hranom.

Uredba Vijeća (EEZ) br. 315/93 o utvrđivanju postupaka Zajednice za kontrolu kontaminanata u hrani.

Uzelac S. G. (2014). Karakterizacija bakteriocina bakterija mlečne kiseline i mehanizmi delovanja na senzitivne ćelije, Doktorska disertacija Beograd, University of Belgrade, Faculty of Agriculture.

Valčić M. (1998): Opšta epizootiologija, Beograd, p 1-281.

Vallejo C. V., Pérez-Osán María Mercedes, Torres E.M. and Vaquero Rodríguez M. J. (2018).

van Wyk, N., Badura, J., von Wallbrunn, C., & Pretorius, I. S. (2023). Exploring future applications of the apiculate yeast *Hanseniaspora*. *Critical Reviews in Biotechnology*, 44(1), 100–119. <https://doi.org/10.1080/07388551.2022.2136565>

Vandenberg O., Dediste A., Houf K., Ibekwem S., Souayah H., Cadranel S., Douat N., Zissis G., Butzler J.P. and Vandamme P. (2004). *Arcobacter* Species in Humans, *Emerg Infect Dis.* 10(10): 1863–1867.

Veljović M. Priručnik za preradu voća, USAID.

Vereš. M. (1991). Osnovi konzervisanja namirnica, Poljoprivredni fakultet, Naučna knjiga, Beograd, p 1-315.

Vesković M.S., Đukić D. (2015). Bioprotektori u proizvodnji hrane, Agronomski fakultet Čačak

Vodič dobre higijenske prakse za slastičarstvo, I dio (2012), Hrvatska Obrtnička Komora, Nastavni Zavod Za Javno Zdravstvo PGŽ-Rijeka, str. Str. 7-42.

Vodič za bezbednost hrane u ugostiteljskim objektima koji se bave pripremom i/ili služenjem hrane, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Republika Srbija.

Vodič za dobru higijensku praksu u poslovanju hranom (2017). Udruženje turizma i ugostiteljstva i Udruženje trgovine, Privredna komora Crne Gore, maj 2017.

Vodič za razvoj i primenu preduslovnih programa i principa HACCP u proizvodnji hrane (2009), urednik: prof. dr Sava Bunčić, Beograd.

Vojinović D., Jovičić D., Đuričić B., Ilić Ž., Samokovlija A. (2014). Infekcije izazvane leptospirama kod goveda na teritoriji Beograda u periodu od 2000. do 2010. godine. Vet. glasnik 68 (1-2) 11 – 22, p 12-22.

Vučetić J., Veljković V., Vrvic M., Lazić M. (1995). Mikrobiološke sinteze polisaharida, Naučna knjiga, Beograd, p 1-77.

Vučinić M.(2007): Praktikum za predmet ponašanje, dobrobit i zaštita životinja, Univerzitet u Beogradu, fakultet veterinarske medicine

Vukanić G. (2023). Mikrobiološki rizici u proizvodnji sladoleda, master rad, Biotehnički fakultet, Podgorica.

Vuković I. (2006). Osnove tehnologije mesa, Veterinarska komora Srbije, p 1-280.

Vuković I., Dimitrijević M., Tubić M., Vasilev D., Kričković D. (2005). HACCP u proizvodnji suve sremske šunke, Tehnologija mesa, 46, 3-4, 115-120.

Walls K.W. Cryopreservation of protozoa and helminths (1975), p 60-70, in Summaries on presentations of Rounde Table Conference on the Cryogenic preservation of cell culture, Rinfret A.P. and LaSalle B. (ed)., National Academy of Science, Washington, p 1-71. <https://nap.nationalacademies.org/read/20113/chapter/8>

Ward L.J.H., Davey G.P., Heap H.A., Kelly W.J. (2002). Encyclopedia of Dairy Sciences, in: Roginski H., Fuquay J.W., Fox P.F. (Eds.), *Lactococcus lactis*, Elsevier Science Ltd, London, UK, pp. 1511-1516, Academic press.

Watson R. R. and Preedy V.R. (ed) (2019). Dietary Interventions in Gastrointestinal diseases, Foods, Nutrients, and Dietary Supplements, Elsevier.

Wen-Ming Chu (2013). Tumor necrosis factor, Cancer Lett. Jan 28; 328(2): 222–225.

Whitacre D. M. (2014). Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, Volume 228, Springer.

Wirth F. and Goldani L. Z. (2012). Review Article Epidemiology of *Rhodotorula*: An Emerging Pathogen, Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases, Article ID 465717, Hindawi Publishing Corporation 7 pages

Yamani M.I., Saleh M.I. (2019). Halophilic Archaea Cause the „Red Cheese Spoilage“ of the Boiled White Cheese — Fulfillment of Koch’s Postulates Journal of Agriculture and Life Sciences, Vol. 6, No. 1.

Yang S. (2021). Ed. Singh V. in Microbial Cell Factories Engineering for Production of Biomolecules, Academic Press, Elsevier Inc.

Yang Y., Hu H., Zhou C., Zhang W., Y. Y., Yu Y. Liu Q., Lu T. and Zhang Q. (2022). Characteristics and accurate identification of *Pantoea dispersa* with a case of spontaneous rupture of hepatocellular carcinoma in China, Medicine (Baltimore), 101(2): e28541.

Yu C., Qi J., Han H., Wang P., Liu C. (2023). Progress in pathogenesis research of *Ustilago maydis*, and the metabolites involved along with their biosynthesis Mol Plant Pathol. 24:495–509.

Zagorec M., Champomier-Vergès Marie-Christine, in Lawrie's Meat Science (Ninth Edition), Meat microbiology and spoilage, Woodhead Publishing, Elsevier Ltd. 2023.

Zakon o bezbjednosti hrane SLCG 57/15.

Zakon o identifikaciji i registraciji životinja, SLCG, 48/2007.

Zakon o maslinarstvu i maslinovom ulju SLCG br. 45/2014 i 39/2016.

Zakon o organskoj poljoprivredi Crne Gore, SLCG 49/2004.

Zakon o organskoj proizvodnji Crne Gore, SLCG 56/2013.

Zakon o poljoprivrednom zemljištu (“Sl. list RCG”, br. 015/92, 059/92, 027/94, “Sl. list CG”, br. 073/10, 032/11)

Zakon o stočarstvu, SLCG 72/2010.

Zakon o upravljanju otpadom, SLCG 64/11.

Zakon o veterinarstvu, SLCG 30/2012.

Zakon o zaštiti dobrobiti životinja, SLCG, 14/18

Zakon o zaštiti prirode, SLCG 54/16.

Zakon o životnoj sredini, SLCG 52/16.

Zakoni i pravilnici: <http://www.sluzbenilist.me/>

Zbornik radova Jugoslovenskog Simpozijuma o lajšmaniozama (1997): Društvo mikrobiologa Crne Gore, p 1-132.

Zbornik radova, seminar Toksoplazmoza u humanoj i veterinarskoj medicini (2003). Institut za zdravlje Crne Gore, Društvo mikrobiologa Crne Gore, p 1-81.

Zdanovski N. (1961). Pranje i dezinfekcija mljekarskog suda, Mljekarstvo, vol. 11, no 3 i 4, p 38-41.

Zdeněk H., Burda H., Scharffs A., Heth G., Nevo E., Šumbera R., Peško J., Zima J. (2005). Emmonsiosis of subterranean rodents (Bathyergidae, Spalacidae) in Africa and Israel., Medical Mycology, Biology, Environmental Science, Medicin.

Zdravković A. (2014). Upravljanje rizikom zdravstvene bezbijednosti lekovitog bilja na primeru kompanije bilje Borča, Univerzitet Singidunum, Beograd, master rad, 1-70.

Zha J., Liu D., Ren J., Liu Z. and Wu X. (2023). Advances in Metabolic Engineering of *Pichia pastoris* Strains as Powerful Cell Factories, J. Fungi 9, 1027. <https://doi.org/10.3390/jof9101027>

Zhou Y., Nie C., Wen H., Long Y., Zhou M., Xie Z., Hong D. (2022). Human viral encephalitis associated with suid herpesvirus 1, Neurological Sciences, 43:2681–2692.

Zhu Y., Wang W., Li M, Zhang J., Ji L., Zhao Z., Zhang R., Cai D. and Chen L. (2022). Microbial diversity of meat products under spoilage and its controlling approaches. Front. Nutr. 9:1078201. doi: 10.3389/fnut.2022.1078201.

Žarković B. (1971). Dezinfekcija, dezinsekcija, deratizacija, Institut za stručno usavršavanje i specijalizaciju zdravstvenih radnika SRS, Beograd, p 1-347. <https://www.tehnologijahrane.com/knjiga/dezinfekcija-dezinsekcija-deratizacija>

Živković T. (2022). Analiza mikrobioloških rizika u proizvodnji piva, master rad, Podgorica.