

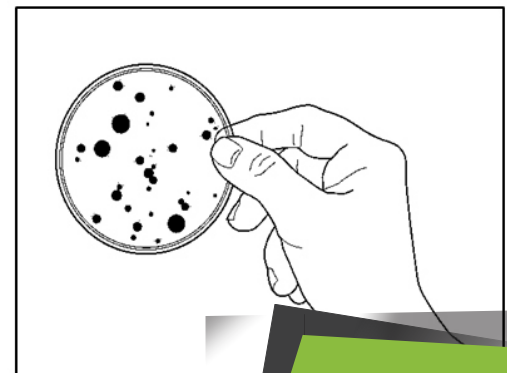
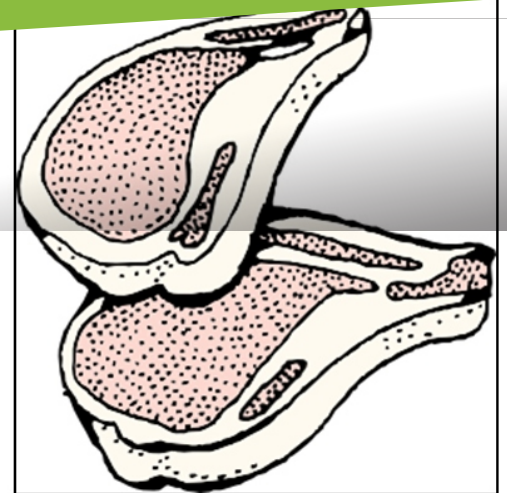
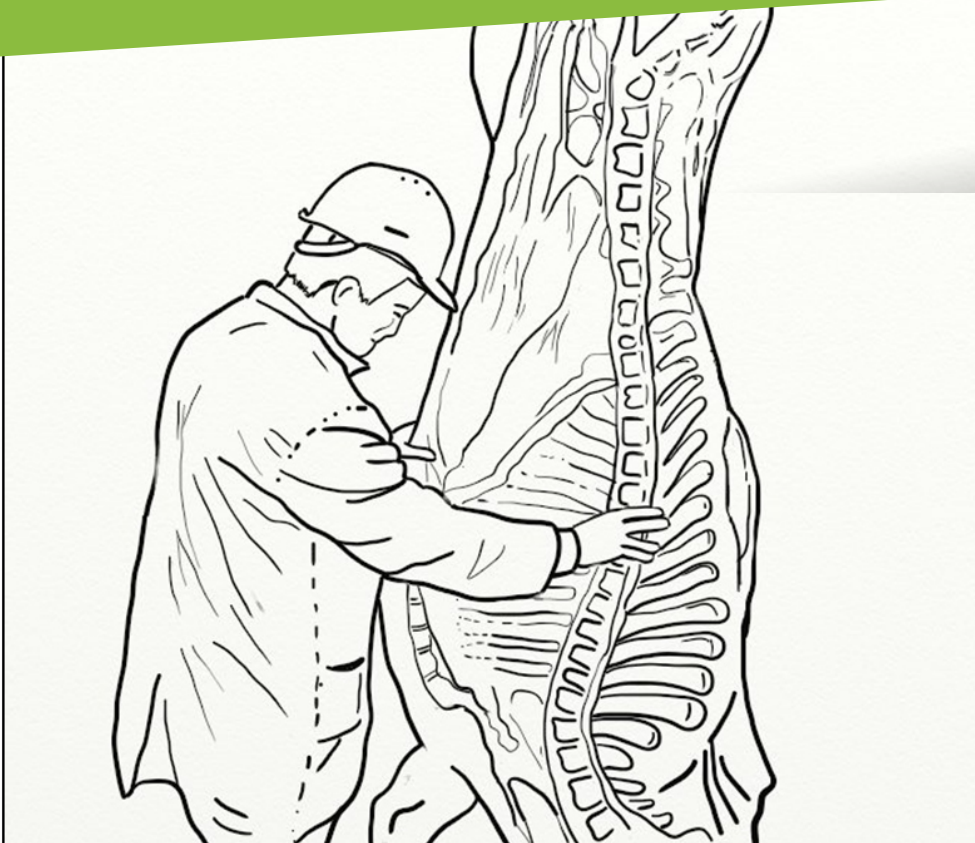


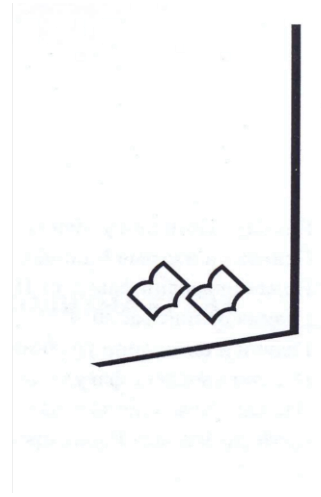
UNIVERZITET U NOVOM SADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET



HIGIJENA MESA

Prof. dr Bojan Blagojević





Prof. dr Bojan Blagojević

HIGIJENA MESA



UNIVERZITET U NOVOM SADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Novi Sad, 2023.

1

EDICIJA OSNOVNI UDŽBENIK

Osnivač i izdavač edicije

*Poljoprivredni fakultet, Novi Sad,
Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad*

Godina osnivanja

1954.

Glavni i odgovorni urednik edicije

*Dr Nedeljko Tica, redovni profesor
Dekan Poljoprivrednog fakulteta*

Članovi komisije za izdavačku delatnost

Dr Branislav Vlahović, redovni profesor (predsednik)

Dr Ivana Davidov, vanredni profesor

Dr Dejan Beuković, docent

Dr Ksenija Mačkić, docent

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

637.5(075.8)

БЛАГОЈЕВИЋ, Бојан, 1982-

Higijena mesa / Bojan Blagojević. - Novi Sad : Poljoprivredni fakultet, 2023 (Novi Sad : Perins inženjering). - 396 str. : ilustr. ; 30 cm. - (Edicija Osnovni udžbenik / Poljoprivredni fakultet, Novi Sad)

Tiraž 20. - Napomene i bibliografske reference uz tekst. - Bibliografija.

ISBN 978-86-7520-580-7

a) Хигијена меса

COBISS.SR-ID 115486473

Autor

Prof. dr Bojan Blagojević
Poljoprivredni fakultet Novi Sad

Glavni i odgovorni urednik

Prof. dr Nedeljko Tica
Dekan Poljoprivrednog fakulteta

Urednik i tehnički urednik

Prof. dr Bojan Blagojević

Recenzenti

Prof. dr Sava Bunčić, redovni profesor u penziji
Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu

Dr Dragan Antić, *Senior Lecturer*
Institute of Infection, Veterinary and Ecological Sciences
Univerzitet u Liverpulu, Ujedinjeno Kraljevstvo

Izdavač

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad

Zabranjeno preštampavanje i fotokopiranje. Sva prava zadržava izdavač.

Štampa

Štampanje odobrila

Komisija za izdavačku delatnost, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

Tiraž

20

Mesto i godina štampanja: Novi Sad, 2023.

Odlukom Nastavno-naučnog veća Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu od 27.1.2023. rukopis je odobren za izdavanje kao osnovni udžbenik

Predgovor

Udžbenik je prevashodno namenjen studentima V godine smeru Veterinarska medicina na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Novom Sadu, tokom pohađanja nastave i za pripremu ispita iz predmeta Higijena mesa.

Osnovni cilj udžbenika i samog predmeta Higijena mesa su da omoguće razumevanje longitudinalnog i integrisanog pristupa higijeni i bezbednosti mesa, kao i da pomognu razumevanju kako taj pristup rezultira u poboljšanju zdravlja ljudi preko bezbedne hrane/mesa, poboljšanju zdravlja i dobrobiti životinja, zaštiti životne sredine, kao i socijalno-ekonomskom napretku. Pored toga, ciljevi ovog udžbenika, kao i predmeta Higijena mesa, su da se omogući studentima da kombinuju i koriste znanja iz svih oblasti veterinarske medicine, a u cilju optimizovanja praksi na farmi tokom odgoja životinja koje služe za proizvodnju hrane, kontrole zoonoza, higijenskog klanja i obrade trupova životinja, prerade i prometa mesa, ali i svih drugih bitnih faza u lancu mesa. Pošto će današnje znanje brzo postati zastarelo, svrha ovog udžbenika je da se studenti upoznaju sa opštim principima higijene i bezbednosti hrane/mesa, a ne sa pojedinostima koje se menjaju iz dana u dan.

Pored mesa, ovaj udžbenik se bavi i drugom hranom životinjskog porekla, naročito ribom, jajima i medom koji i čine deo nastavnog sadržaja predmeta Higijena mesa, dok su higijena i bezbednost mleka samo pomenuti u nekim primerima jer se slušaju na posebnom predmetu. Takođe, zakonodavstvo (domaće i evropsko) koje se odnosi na bezbednost hrane nije detaljno obrađivano jer se taj deo bezbednosti hrane sluša na predmetu Veterinarska legislativa i zvanične kontrole u bezbednosti hrane.

Želim da iskažem veliku zahvalnost prof. dr Savi Bunčiću, redovnom profesoru u penziji i nezavisnom međunarodnom konsultantu u oblasti bezbednosti hrane, kao i dr Draganu Antiću sa Univerziteta u Liverpulu, na nesebičnom zalaganju i savetima prilikom recenzija rukopisa ovog udžbenika, kao i za dugogodišnju uspešnu saradnju na osnovu koje je udžbenik i koncipiran.

Kao podsetnik u svakodnevnom radu, smatram da je ovaj udžbenik koristan i veterinarima i veterinarskim inspektorima koji rade u klanicama, kao i svima uključenim u razvoj i funkcionisanje sistema osiguranja bezbednosti mesa u bilo kojoj fazi lanca mesa.

U Novom Sadu, januar 2023. godine

Autor

Sadržaj

I - Uvod u higijenu i bezbednost mesa	4
Osnovni pojmovi u vezi higijene i bezbednosti hrane/mesa	4
Značaj mesa u ishrani ljudi i ekonomiji	5
Alimentarne bolesti ljudi	7
Naučne discipline u vezi sa bezbednosti hrane	8
Koncept Jedno zdravlje	12
Lanac hrane/mesa	13
Istorijat, tradicionalni i savremeni pristup bezbednosti hrane.....	15
Odgovornost za bezbednost hrane.....	18
Kontrola hrane na nacionalnom i međunarodnom nivou	18
II - Hazardi za zdravlje ljudi	23
Biološki hazardi.....	23
Hemijski hazardi	64
Fizički hazardi.....	74
Profesionalni hazardi.....	75
III - Analiza rizika u bezbednosti hrane	78
Pojam i okvir analize rizika.....	78
Ocena rizika.....	80
Upravljanje rizikom.....	94
Komunikacija rizika	100
IV - Bolesti životinja obavezne za prijavljivanje i njihova kontrola u lancu mesa..	103
Obaveza za prijavljivanje određenih bolesti	103
Najvažnije bolesti obavezne za prijavljivanje.....	105
V - Osiguranje bezbednosti mesa tokom odgoja i u fazi pre klanja životinja.....	113
Kontrola alimentarnih hazarda na farmi.....	113
Kontrola alimentarnih hazarda prilikom transporta od farme do klanice	118
Kontrola alimentarnih hazarda u stočnom depou.....	121
VI - Dobrobit životinja za proizvodnju mesa	125
Pojam i značaj dobrobiti.....	125
Dobrobit životinja tokom odgoja na farmi	127
Dobrobit tokom transporta životinja do klanice.....	131
Dobrobit tokom boravka životinja u stočnom depou	135
Dobrobit tokom omamljivanja i klanja životinja	135
Uticaj dobrobiti životinja na bezbednost i kvalitet mesa	145
VII - Inspekcija mesa.....	150
Pojam, cilj i elementi inspekcije mesa	150
Informacije iz lanca hrane	152
Premortalna inspekcija mesa.....	154
Postmortalna inspekcija mesa	159
Pomoćni testovi u inspekciji mesa	169
Procena upotrebljivosti mesa	172
Obeležavanje mesa.....	177
Modernizacija inspekcije mesa	181

VIII - Higijena klanja i obrade trupova	192
Klanice - konstrukcija, infrastruktura i delovi	193
Proces klanja i obrade trupova životinja	198
Antimikrobne intervencije u klanicama	211
IX - Sporedni proizvodi životinja i zaštita životne sredine	216
Sporedni proizvodi životinja	216
Uticaj industrije mesa na životnu sredinu	226
X - Preduslovni programi, sanitacija i kvalitet vode u industriji hrane	228
Preduslovni programi u industriji hrane	228
Sanitacija u industriji hrane	243
Voda u industriji hrane	244
XI - Analiza hazarda i kritične kontrolne tačke (HACCP).....	247
Uvod.....	247
Razvoj HACCP plana.....	250
Primeri generičkih HACCP planova u industriji mesa	273
Verifikacija HACCP sistema mikrobiološkim testiranjima	289
Zvanična provera HACCP sistema	295
Sistemi upravljanja bezbednošću hrane i privatni standardi zasnovani na HACCP	302
XII - Sistem osiguranja bezbednosti mesa zasnovan na oceni rizika	306
Potreba za modernizacijom tradicionalnog sistema osiguranja bezbednosti mesa	306
Prioritizacija hazarda.....	308
Okvir sistema osiguranja bezbednosti mesa zasnovanog na oceni rizika	310
XIII - Konverzija mišića u meso i kvalitet mesa	317
Konverzija mišića u meso	317
Kvalitet mesa.....	320
XIV - Mikrobiologija, konzervisanje i kvar mesa.....	326
Osnove mikrobiologije hrane/mesa.....	326
Metodi konzervisanja mesa	348
Primena antimikrobnih faktora u proizvodima od mesa	362
Kvar mesa.....	366
XV - Higijena i bezbednost ostale hrane životinjskog porekla	373
Higijena ribe i drugih akvatičnih životinja.....	373
Higijena jaja	377
Higijena meda	381
XVI - Higijena hrane u prometu i kod potrošača	383
Promet	383
Potrošači	387
XVII - Legislativa iz higijene hrane u Evropskoj uniji i Srbiji	389
Legislativa iz higijene hrane u Evropskoj uniji.....	389
Legislativa iz higijene hrane u Srbiji.....	391
Literatura.....	393

I - UVOD U HIGIJENU I BEZBEDNOST MESA

OSNOVNI POJMOVI U VEZI HIGIJENE I BEZBEDNOSTI HRANE/MESA

Pod mesom se podrazumevaju jestivi delovi (mišići ali i iznutrice koje obuhvataju unutrašnje organe i krv) domaćih i divljih životinja koje se proizvode ili love u svrhu ishrane čoveka. To su, dakle, svi delovi životinje koji su namenjeni, odnosno kasnije i procenjeni kao bezbedni i upotrebljivi za ishranu ljudi. Dalje, meso se razmatra u formi sirovog mesa ili proizvoda od mesa. U sirovo meso spada sveže meso (to jest „meso koje, osim hlađenja, nije bilo tretirano u svrhu konzervisanja, izuzev zaštitnog pakovanja koje mu zadržava prirodne karakteristike”), mleveno meso (to jest „meso bez kostiju koje je usitnjeno na fragmente”) i mehanički separisano meso (to jest „meso dobijeno uklanjanjem mišića sa kostiju nakon otkoštavanja ili sa živinskih trupova, pri čemu upotreba mehaničkih sredstava dovodi do gubitka ili izmene vlaknaste građe mišića”). Proizvodi od mesa nastaju preradom mesa ili daljim postupkom prerade već obrađenih proizvoda tako da presečena površina ukazuje da proizvod više nema osobine svežeg mesa. Drugim rečima, proizvod od mesa predstavlja meso podvrgnuto postupku prerade koji je nepovratno izmenio njegove organoleptičke i fizičko-hemijske odlike. Meso je vrsta hrane, pa su tako opšti principi higijene i bezbednosti hrane primenljivi i u higijeni i bezbednosti mesa. Stoga, u ovom udžbeniku su ova dva termina često poistovećena ili navedena u formi „hrana/meso”, ali su ponekad razlike naznačene, naročito kada se navode primeri i određene specifičnosti mesa u odnosu na druge vrste hrane.

Higijena hrane (prema definiciji relevantnih međunarodnih tela, opisanih kasnije u ovom poglavlju) predstavlja sve uslove i mere u svim stadijumima lanca hrane, neophodne da se osigura bezbednost i podesnost hrane za ishranu ljudi. U skladu sa navedenim, higijena mesa predstavlja sve uslove i mere u svim stadijumima lanca mesa neophodne da se osigura bezbednost i podesnost mesa za ishranu ljudi. Higijena mesa se definiše i kao stručno nadgledanje procesa proizvodnje mesa sa ciljem dobijanja mesa koje je upotrebljivo i bezbedno za ishranu čoveka.

Bezbedna hrana je ona hrana koja neće škoditi potrošaču, kada se priprema i/ili konzumira u skladu sa namenjenom upotrebom. Hrana se smatra bezbednom za ishranu ljudi ukoliko ispunjava sledeće uslove: 1) proizvedena je uz primenu svih zahteva o bezbednosti hrane, usklađenih sa njenom namenom, 2) zadovoljava kriterijume performanse i procesne kriterijume bazirane na oceni rizika za određene hazarde (Poglavlje III) i 3) ne sadrži hazarde na nivoima koji su štetni za ljudsko zdravlje. Sveukupno, bezbedna hrana je hrana koja ne izaziva štetne posledice za čoveka, odnosno alimentarno oboljenje. Stoga, po definiciji, bezbednost hrane (engl. *food safety*) je naučna disciplina (tj. „nauka o bezbednosti hrane”) koja opisuje načine proizvodnje, pripreme, rukovanja i čuvanja hrane koji će sprečiti alimentarne bolesti ljudi. Iste definicije su prikladne i za bezbednost mesa.

Termini koji su u direktnoj vezi sa higijenom i bezbednošću hrane/mesa su inspekcija i kontrola hrane/mesa. Inspekcija hrane predstavlja ispitivanje hranljivih proizvoda ili sistema za kontrolu sirovina, prerade i distribucije, od strane nadležnog tela odnosno ovlašćene osobe koja je opunomoćena da izvršava funkcije zvaničnog nadzora i/ili sprovođenja inspekcije. Ovo uključuje, npr. testiranje proizvoda u toku prerade i gotovih proizvoda da se verifikuje da li su u skladu sa zakonskim zahtevima. Kontrola hrane je obavezna aktivnost primene zakona od strane nacionalnih ili lokalnih nadležnih organa da bi se obezbedila zaštita potrošača i osiguralo da sva hrana za vreme proizvodnje, rukovanja, skladištenja, prerade i distribucije bude u stanju da je na kraju

bezbedna i pogodna za ljudsku ishranu (tj. konzumaciju). U daljem značenju, kontrola hrane podrazumeva i da se osigura da je ona prilagođena zahtevima u pogledu kvaliteta i bezbednosti, kao i da bude ispravno i precizno označena, a sve u skladu sa onim što je propisano zakonom. Kontrola hrane se osigurava na nacionalnom i međunarodnom nivou.

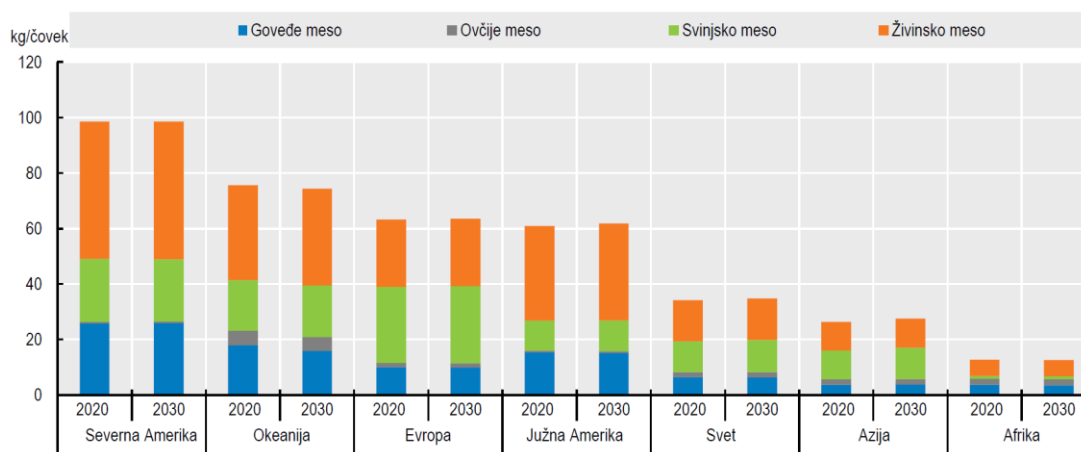
Ovaj udžbenik je fokusiran na higijenu i bezbednost mesa, i ulogu veterinara u osiguranju higijene i bezbednosti mesa. Kvalitet mesa nije detaljno obrađen u ovom udžbeniku, nego samo površno kroz Poglavlje XIII ili čini deo određenih poglavlja koja su istovremeno direktno vezana za bezbednost mesa ili dobrobit životinja, što je primarno u veterinarskoj nadležnosti (npr. uticaj stresa tokom odgoja životinja ili klanja na kvalitet mesa). Kvalitet mesa predstavlja širi pojam od bezbednosti mesa - to je skup svih svojstava mesa koja određuju podesnost za upotrebu od strane čoveka. Ta svojstva predstavljaju nutritivne (to jest hemijski sastav, npr. sadržaj proteina ili masti) i senzorne karakteristike mesa (npr. boja, miris, ukus, sočnost), ali i samu bezbednost mesa koja je deo kvaliteta mesa.

ZNAČAJ MESA U ISHRANI LJUDI I EKONOMIJI

Značaj mesa, kao i značaj/udeo pojedinih vrsta mesa, u ishrani ljudi se tokom istorije menjao. U moderno vreme, meso - crveno i belo (živinsko) - čini izvor oko šestine svih proteina koje čovek unosi. Drugu šestinu čine riba, mleko i jaja, tako da proizvodi životinjskog porekla ukupno čine trećinu izvora proteina u ishrani ljudi. Na nivou celog sveta, čovek prosečno konzumira oko 35 kg mesa godišnje, uz velike varijacije među regionima (Šema I-1), kao i među socijalnim i drugim grupama, a svakako najviše i među pojedincima. Na celom svetu, u Evropi, kao i u našoj zemlji, tri najčešće vrste mesa koje se konzumira su svinjsko, goveđe i živinsko; stoga se ovaj udžbenik prevashodno bavi njima. Međutim, konzumiraju se i mesa malih preživara i divljači, ali i konja, kao i neke vrste egzotičnih mesa, tako da će i ona biti pomenuta u relevantnim primerima.

Meso ne samo što je dobar izvor proteina (Tabela I-1), nego je i biološka vrednost tih proteina visoka jer im je sastav sličan ljudskim, a sadrže i sve aminokiseline koje su esencijalne u ishrani i važne za zdravlje ljudi i životinja. Meso je takođe važan izvor mnogih hidro- i liposolubilnih vitamina, kao i minerala poput fosfora, kalijuma, natrijuma, magnezijuma, kalcijuma, cinka i ostalih, pa je jasna važnost uloge mesa u ishrani ljudi.

Proizvodnja i trgovina mesom je išla uzlaznom putanjom tokom celog prošlog veka, sa tendencijom daljeg rasta prema predviđanjima relevantnih međunarodnih organizacija. Danas se u svetu godišnje proizvede više stotina miliona tona mesa, najviše živinskog, pa svinjskog, pa goveđeg, a zatim mesa ostalih vrsta. Dobar deo mesa se nađe i na međunarodnom tržištu (Tabela I-2), a industrija mesa uključujući i izvoz mesa predstavlja oslonac ekonomije nekih od razvijenijih zemalja sveta. Svekupno, značaj mesa u ishrani i ekonomiji ukazuje na važnost ove namirnice u životu ljudi i svekupnom funkcionisanju društva. Samim tim, jasna je i društveno-ekonomska važnost higijene i bezbednosti ove namirnice.



Šema I-1. Prosečna godišnja konzumacija mesa po glavi stanovnika na svetu u 2020. i predviđanje za 2030. godinu¹

Tabela I-1. Prosečan sastav mesa sisara nakon prestanka *rigor mortis*

Komponenta	Udeo*
Voda	75 %
Proteini	19 %
- miofibrilarni (miozin, aktin, konektin, tropomiozini, filamin, itd.)	11,5 %
- sarkoplazmini (mioglobin, hemoglobin, aldolaza, kreatinkinaza, itd.)	5,5 %
- vezivnotkivni (kolagen, elastin)	2,0 %
Lipidi (neutralne masti, fosfolipidi, masne kiseline, itd.)	2,5 %
Ugljeni hidrati (glikogen, glukoza, itd.)	1,2 %
Razne neproteinske komponente	2,3 %
- azotne (kreatinin, inozin-monofosfat, aminokiseline, itd.)	1,65 %
- neorganske (fosfor, kalijum, natrijum, magnezijum, kalcijum, cink, itd.)	0,65 %
Vitamini	malo

*uz varijacije među vrstama i individualnim životinjama

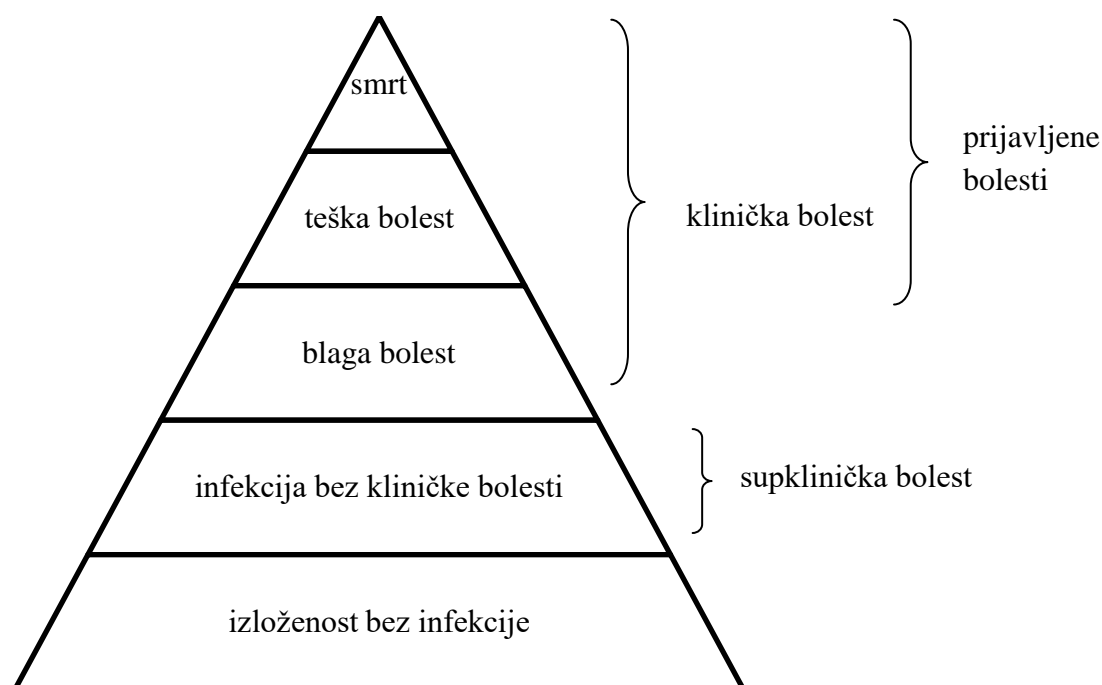
Tabela I-2. Proizvodnja i međunarodna trgovina mesom na nivou celog sveta tokom 2020. godine²

Vrsta mesa	Proizvodnja (miliona tona trupova)	Međunarodna trgovina (miliona tona trupova)
Govede meso	72	11,7
Živinsko meso	136	15,5
Svinjsko meso	109,8	13
Ovčije meso	16,1	1,1
Ostale vrste mesa	6,4	0,4
UKUPNO	340,3	41,7

¹ i ² OECD/FAO, 2022

ALIMENTARNE BOLESTI LJUDI

Danas je poznato preko 200 različitih alimentarnih bolesti izazvanih bakterijama, virusima, parazitima ili hemijskim supstancama. Meso se tradicionalno smatra izvorom i/ili vektorom značajnog dela alimentarnih bolesti ljudi, što potvrđuje i činjenica da je u slučaju nekoliko najčešće prijavljenih zoonotskih bolesti u Evropi (kampilobakterioza, salmoneloza, jersionioza, itd.), meso glavni ili među glavnim izvorima. Stoga se bezbednosti mesa poklanja velika pažnja u javnom zdravlju. Alimentarne bolesti mogu biti vrlo blage ali i opasne po život, a svakako su rastući problem u javnom zdravlju jer imaju i značajan socioekonomski uticaj. Iako najveći deo ostaje neprijavljen (tj. uglavnom se teži oblici registruju što čini samo „vrh ledenog brega“; Šema I-2), procena je da godišnje svaki deseti čovek na svetu oboli od neke alimentarne bolesti (najčešće u lakšoj formi), ali ipak preko 420.000 ljudi godišnje od njih izgubi život.



Šema I-2. Koncept ledenog brega alimentarnih bolesti

Osnovni put unosa alimentarnih opasnosti (engl. *hazard*, termin koji će biti korišćen u ovom udžbeniku) u organizam je oralni, a primarno mesto odakle izazivaju štetna dejstva su creva. U principu, alimentarne bolesti nastaju konzumacijom hrane ili vode koje sadrže alimentarne hazarde, mada neke od ovih bolesti mogu da nastanu i direktnim kontaktom sa životinjama i ljudima koji su nosioci hazarda, ali i iz životne sredine (zemljište, vazduh), a čak i preko vektora-artropoda. Prema mehanizmu nastanka, postoje tri forme alimentarnih bolesti ljudi: alimentarne infekcije, alimentarne toksoinfekcije i alimentarne intoksikacije.

Alimentarne infekcije su izazvane mikroorganizmima koji se unesu (ingestiraju) sa hranom-vodom, prežive/prolaze kiselu sredinu u želucu i potom se nasele (kolonizuju) u crevima koja invadiraju, pa potom penetiraju instestinalnu barijeru. Neki

mikroorganizmi izazivaju lokalno oštećenje tkiva creva izazivajući tako lokalno zapaljenje, dok se drugi šire do limfnih čvorova, jetre, slezine, pa i mozga i mnogih drugih delova organizma izazivajući sistemsku bolest. Primera radi, netifoidne *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*, *Yersinia* najčešće izazivaju lokalnu infekciju, dok tifoidne *Salmonella* ili *Listeria monocytogenes* mogu da izazovu i sistemsku, ali ovo je zavisno od mnogobrojnih faktora povezanih sa patogenom, domaćinom, kao i njihovim interakcijama.

U slučaju alimentarnih toksoinfekcija, uneti mikroorganizmi/bakterije prvo nasele epitel creva, a zatim u crevima stvaraju egzotoksine. Ovi toksini mogu da izazovu toksični efekat na lokalna tkiva creva ali često i da pređu u krvotok izazivajući sistemsku bolest. Primeri izazivača ovakvih bolesti su *Escherichia coli* O157:H7, *Vibrio cholerae*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus* (dijareični sindrom), kao i *Clostridium botulinum* u beba (infantilni botulizam).

U slučaju alimentarnih intoksikacija, bakterije se prethodno umnožavaju u hrani (usled postojanja povoljnih uslova, to jest nepravilnog i dugog skladištenja hrane) i u njoj stvaraju toksine ili toksične metabolite koji se potom u organizam unose sa hranom. Nakon unosa hranom, toksini se apsorbuju preko gastrointestinalnog epitela i izazivaju oštećenje lokalnog tkiva, što može dovesti do zapaljenja koje ima za posledicu dijareju ili povraćanje. U nekim slučajevima, zavisno od patogena ali i domaćina, toksini se šire do udaljenih organa (jetra, bubrezi, periferni ili centralni nervni sistem) dovodeći to teže, sistemske bolesti. Primeri izazivača alimentarnih intoksikacija su *Clostridium botulinum* (uglavnom u odraslih ljudi), *Staphylococcus aureus*, kao i *Bacillus cereus* (emetički sindrom). Pored bakterija, intoksikacije izazivaju i drugi biološki hazardi kao što su gljivice koje stvaraju mikotoksine ili alge (čiji toksini se potom nađu u školjkama pre nego što ih čovek konzumira). Takođe, mnogobrojni hemijski hazardi izazivaju alimentarnu bolest na ovaj način.

NAUČNE DISCIPLINE U VEZI SA BEZBEDNOSTI HRANE

Veterinarsko javno zdravlje

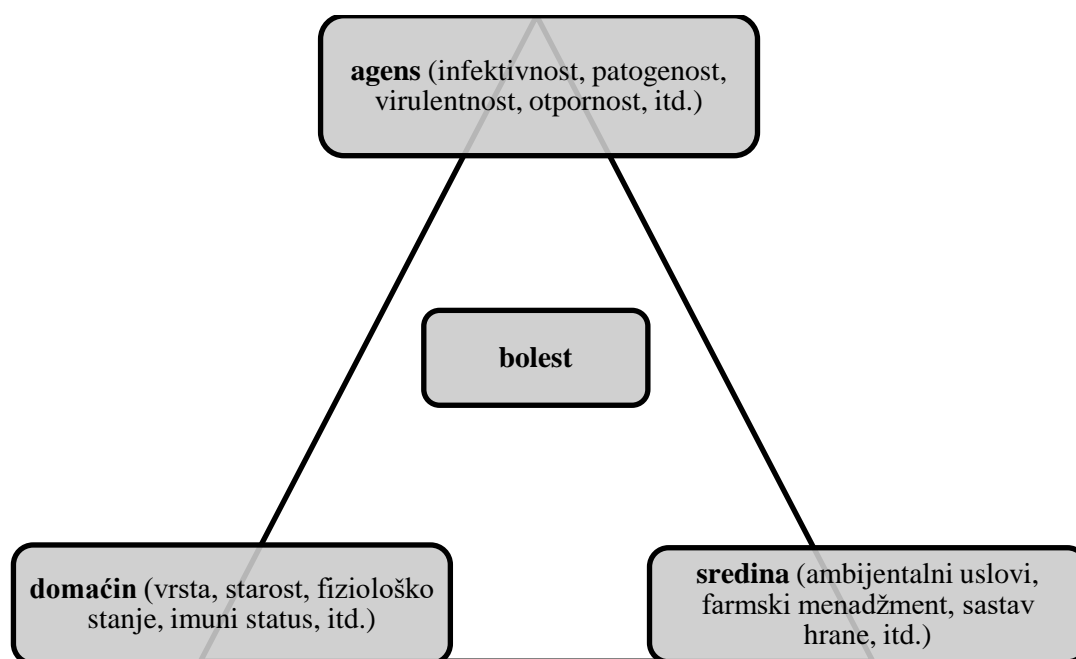
Javno zdravlje (engl. *public health*, PH) je naučna disciplina i grana medicine o zaštiti bezbednosti i unapređenju zdravlja zajednice kroz obrazovanje, kreiranje politike i istraživanja u cilju prevencije bolesti i povreda ljudi. Veterinarsko javno zdravlje (engl. *veterinary public health*, VPH) je deo javnog zdravlja koji se bavi primenom veterinarske nauke u cilju zaštite zdravlja ljudi - bilo da je to kroz brigu o zdravlju ljubimaca, zaštitu dobrobiti životinja, biomedicinska istraživanja ili kroz osiguranje adekvatne proizvodnje životinja koje se koriste za hranu i samu bezbednost hrane. Ipak, VPH najviše utiče na zdravlje ljudi smanjujući njihovu izloženost hazardima koji su zajednički za životinje i ljude, to jest zoonotskim hazardima, pa je i najveći deo VPH usmeren na kontrolu zoonotskih bolesti.

Strategije koje se primenjuju u kontroli ovih bolesti se dele na kontrolu (cilj je da se „živi” sa hazardom koji izaziva bolest ali da se prevalencija ili koncentracija drže ispod prihvatljivog nivoa), eradikaciju (cilj je da se eliminiše hazard u određenom području, populaciji ili delu lanca hrane) i prevenciju (cilj je da se spreči da hazard uđe u područje, populaciju ili deo lanca hrane). VPH se tako definiše i kao veterinarska aktivnost koja

ima za cilj da štiti ili unapređuje javno zdravlje primenom jedne ili sve tri navedene strategije. Zoonoze su bolesti prenosive između ljudi i životinja na više načina - pritom je prenos hranom (tj. alimentarni put) jedan od značajnijih. Stoga je osiguranje bezbednosti hrane jedna od najvažnijih VPH aktivnosti. Najbolje se ilustruje kroz primer veterinarske inspekcije mesa.

Veterinarska epidemiologija

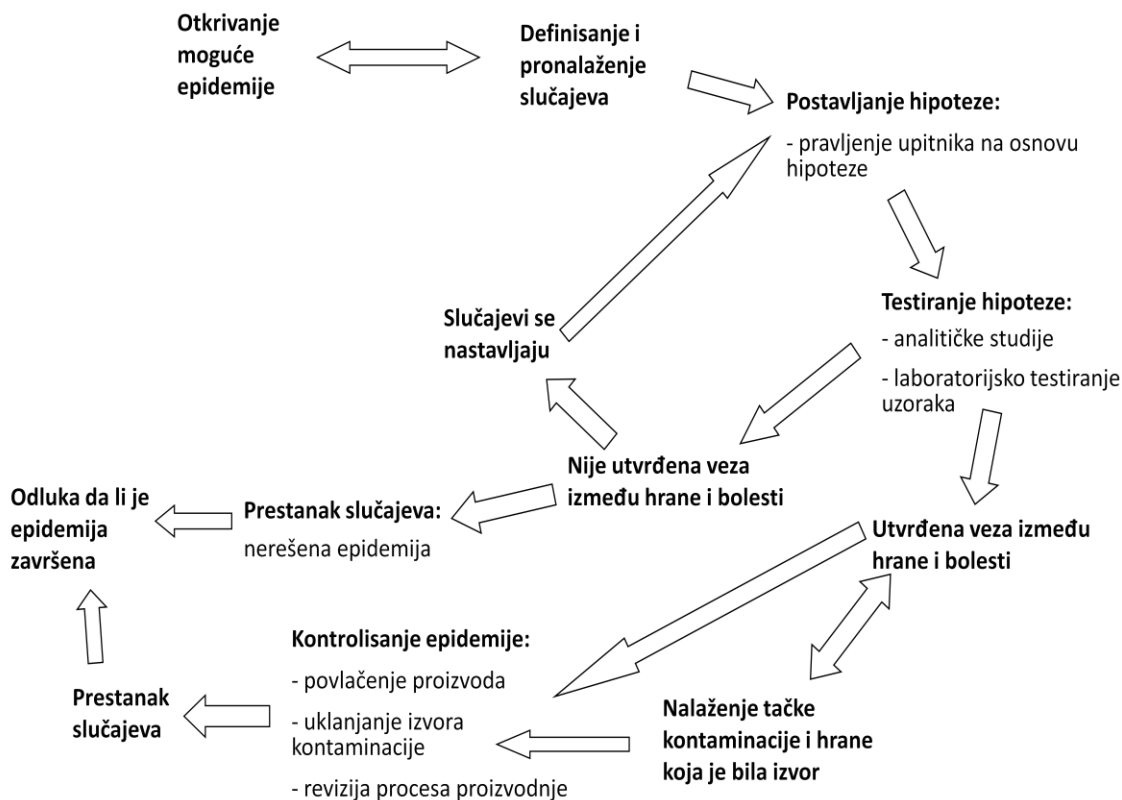
Veterinarska epidemiologija se bavi istraživanjem bolesti, produktivnosti i dobrobiti u populacijama životinja. Koristi se da opiše frekvenciju pojavljivanja bolesti i kako na bolest, produktivnost i dobrobit utiču interakcije različitih faktora. Ova informacija se potom koristi da se rukuje tim faktorima u cilju redukcije pojave bolesti. Drugim rečima, epidemiologija u VPH i bezbednosti hrane predstavlja način razmišljanja i analiziranja problema koji unapređuju znanja o rizicima, rizičnim faktorima, izvorima i putevima infekcije i kontaminacije u lancu hrane, populaciji životinja i životnoj sredini, a sve u cilju primene adekvatnih mera/akcija koje će unaprediti javno zdravlje. U epidemiološkom sistemu razmišljanja, štetni agens (tj. hazard), domaćin i sredina su komponente koje čine epidemiološku trijadu (Šema I-3) neophodnu za nastanak i razvoj bilo koje infektivne bolesti. Po istom principu, u bezbednosti hrane postoji trougao alimentarne bolesti koji čine hazard, domaćin i hrana (opisano u Poglavlju III).



Šema I-3. Epidemiološka trijada

Više termina koji potiču iz epidemiologije su primenjivi i na nauku o bezbednosti hrane, a sve u sklopu javnog zdravlja i veterinarskog javnog zdravlja. Rizična populacija je deo populacije koja je (naročito) prijemčiva za datu bolest. Sporadični slučajevi bolesti su pojave bolesti kod pojedinaca koji nisu ničim povezani, dok endemično (engl. *endemic*) definiše redovno prisutno bolesti ili hazarda u datoj populaciji. Epidemija (engl. *epidemic*) predstavlja brz porast učestalosti, na nivoe preko statusa koji se u datim

uslovima smatra normalnim, dok pandemija (engl. *pandemic*) predstavlja epidemiju čija rasprostranjenost zahvati veći deo sveta. Izbijanje epidemije (engl. *outbreak*) predstavlja iznenadnu epidemiju koja zahvati ≥ 2 pojedinca koji su nečim međusobno povezani. S tim u vezi epidemije alimentarnih oboljenja (engl. *food-borne outbreaks*) su pojave dva ili više slučajeva istog oboljenja/infekcije u ljudi, ili situacija kada broj utvrđenih slučajeva prevazilazi broj očekivanih, a slučajevi su međusobno povezani i u vezi sa istom hranom koja je izvor infekcije. Epidemiologija je naročito korisna u bezbednosti hrane kada je reč o istragama epidemija alimentarnih oboljenja (engl. *food-borne outbreak investigation*) čiji su koraci prikazani u Šemi I-4.



Šema I-4. Koraci u istrazi epidemija alimentarnih oboljenja

Pokazatelji odsustva/prisustva hazarda i bolesti koji se najčešće pominju kada je reč o bezbednosti hrane i zdravlju ljudi i životinja su prevalencija (predstavlja obolele ili inficirane ljude/životinje ili kontaminiranu hranu, kao proporciju ukupne populacije u datom vremenu) i incidencija (predstavlja broj novih slučajeva izražen kao proporcija od definisane (rizične) populacije u datom periodu - najčešće je to godina dana). U cilju otkrivanja hazarda i bolesti, odnosno, detektovanja promena u prevalenciji i incidenciji, primenjuje se praćenje hazarda i bolesti.

Praćenje (engl. *monitoring* - termin koji će dalje biti korišćen) predstavlja stalni, prilagodljivi proces sakupljanja podataka o hazardima i bolestima u datoj populaciji (bez bilo kakvog preduzimanja kontrolnih mera), kako bi se detektovale promene u njihovoj prevalenciji ili incidenciji i odredili stepen i pravci širenja bolesti/hazarda. Monitoring bioloških i hemijskih hazarda je opisan u Poglavlju II. Nadzor (engl. *surveillance*) je

sistem proširenog monitoringa i sastoji se od bliskog i stalnog posmatranja pojave bolesti kako bi se odmah preduzele neophodne mere aktivne kontrole; nadzor je praktično deo svakog programa kontrole bolesti odnosno hazarda.

Mikrobiologija, parazitologija i toksikologija

Mikrobiologija je grana nauke koja proučava mikroorganizme - tj. organizme koji nisu vidljivi golim okom, iako je ta odrednica neprecizna, a preklapa se ili je povezana sa nizom drugih nauka poput imunologije ili celokupne medicine, gde su one sve zajedno oslonac nauke o bezbednosti hrane u pogledu bioloških hazarda. Mikrobiologija obuhvata druge, manje, discipline kao što su bakteriologija, virusologija, mikologija - svaka od njih se bavi biološkim uzročnicima alimentarnih bolesti, a neke i mikroorganizmima kvara ili pak korisnim mikroorganizmima u hrani. Mikrobiologija hrane/mesa (Poglavlje XIV) se bavi aktivnostima mikroorganizama u proizvodnji, očuvanju i bezbednosti hrane/mesa, a obuhvata različite teme od molekularne osnove patogeneze, pa do razvoja sistema upravljanja kvalitetom i bezbednošću hrane.

Parazitologija je nauka o parazitima, njihovim domaćinima i odnosu između parazita i domaćina. Zavisno od toga koji paraziti se razmatraju, parazitologija se nekad smatra i delom mikrobiologije. Ova nauka je imala mnogo veći značaj u tradicionalnoj higijeni mesa, nego što ga ima u današnje vreme. Ovo je naročito slučaj u razvijenim zemljama, gde se parazitologija danas praktično najviše svodi na kontrolu određenih protozoa. S druge strane, parazitologija u higijeni mesa je i dalje izuzetno važna u manje razvijenim regionima sveta.

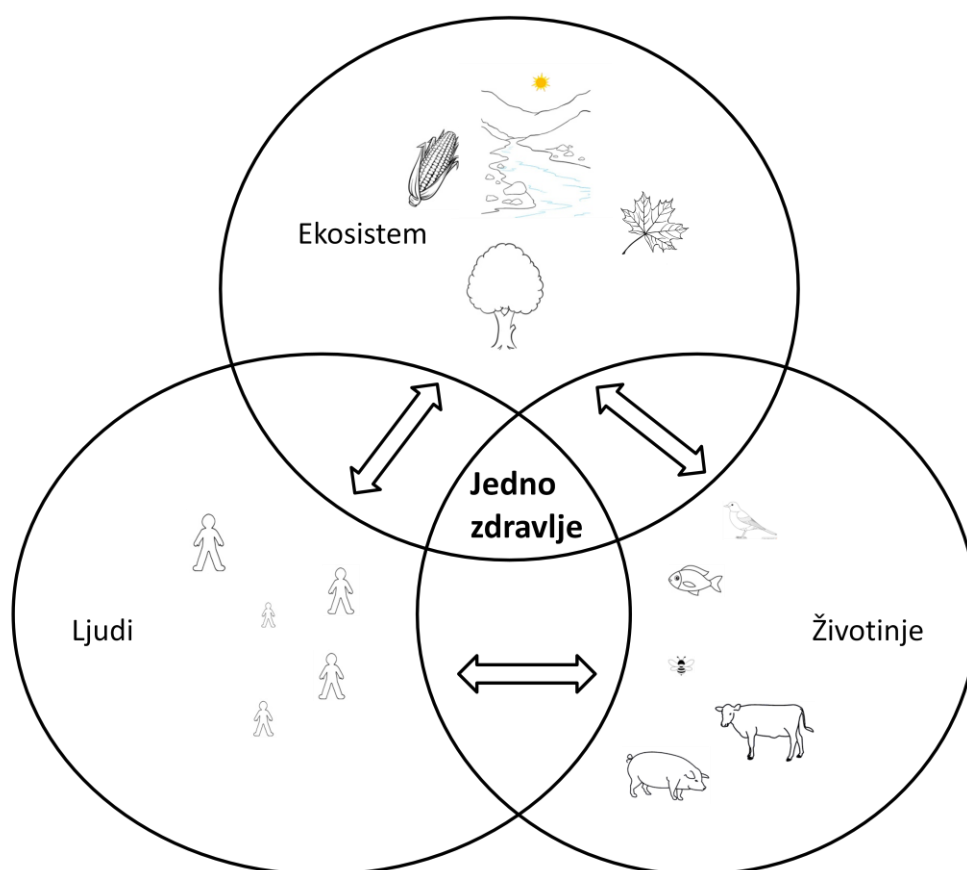
Toksikologija je naučna disciplina, koja se, kao i mikrobiologija, preklapa sa drugim naukama poput hemije ili farmakologije, kao i sveskupne medicine, a koja uključuje proučavanje štetnih efekata hemijskih supstanci - toksina, na žive organizme i praksu dijagnostikovanja i lečenja izloženosti toksinima i toksičnim materijama. Toksikologija je važna sa aspekta hemijskih hazarda, odnosno njihovih efekata na čoveka, kao i mogućnosti prevencije i lečenja trovanja usled tih hazarda.

Analiza rizika

Analiza rizika je proces sastavljen od ocene rizika, upravljanja rizikom i komunikacije rizika. Analiza rizika u bezbednosti hrane (obrađena u Poglavlju III) ima sve značajniju ulogu u poslednje vreme - moderna nauka o bezbednosti hrane ne može da se zamisli bez analize rizika. Analiza rizika je osnovna metodologija koja treba da podrži razvoj standarda u bezbednosti hrane. Ona predstavlja strukturiran, sistematski proces koji ispituje potencijalne negativne uticaje na zdravlje ljudi vezane za određen hazard i razvija opcije za smanjenje rizika od datog hazarda uz interaktivnu komunikaciju između svih zainteresovanih strana uključenih u ovaj proces.

KONCEPT JEDNO ZDRAVLJE

Jedno zdravlje (engl. *One Health*) je relativno novi termin, iako je sam koncept koji podrazumeva vezu (tj. međuzavisnost) između bolesti koje se prenose između ljudi i životinja, kao i da se osnovni biološki i fiziološki procesi odvijaju u svim vrstama živog sveta, odavno prepoznat u nauci. Uprkos ovim naučnim shvatanjima, zdravstvena zaštita i povezana istraživanja su tradicionalno razdvojena na oblasti zdravlja ljudi, životinja i životne sredine. Međutim, pojava bolesti kao što su bovina spongiformna encefalopatija, visokopatogena influenza ptica, kao i skorija pandemija usled korona virusa, podigla je potrebu da se zdravlje posmatra na sveobuhvatniji način i primene principi transdisciplinarnosti u rešavanju zdravstvenih problema. Stoga, koncept Jedno zdravlje predstavlja integrisan pristup čiji je cilj da održivo uravnoteži i optimizuje zdravlje ljudi, životinja i ekosistema koji ih okružuje (Šema I-V). Po toj definiciji, jasno je da veterinar ima vrlo značajnu ulogu u primeni ovog koncepta.



Šema I-5. Koncept Jedno zdravlje

Pošto povezanost ljudi, životinja, biljaka i životne sredine postaje sve očiglednija, tokom proteklih nekoliko godina, koncept Jedno zdravlje postaje sve značajniji i prepoznat je u celom svetu. Stoga, prevashodno u razvijenim zemljama, postoji niz zvaničnih organizacija koje su usmerene na primenu koncepta Jedno zdravlje. Takođe, niz međunarodnih organizacija na polju javnog zdravlja i bezbednosti hrane (opisanih kasnije u ovom poglavlju) su usmerene na dalji razvoj i primenu Jednog zdravlja. U

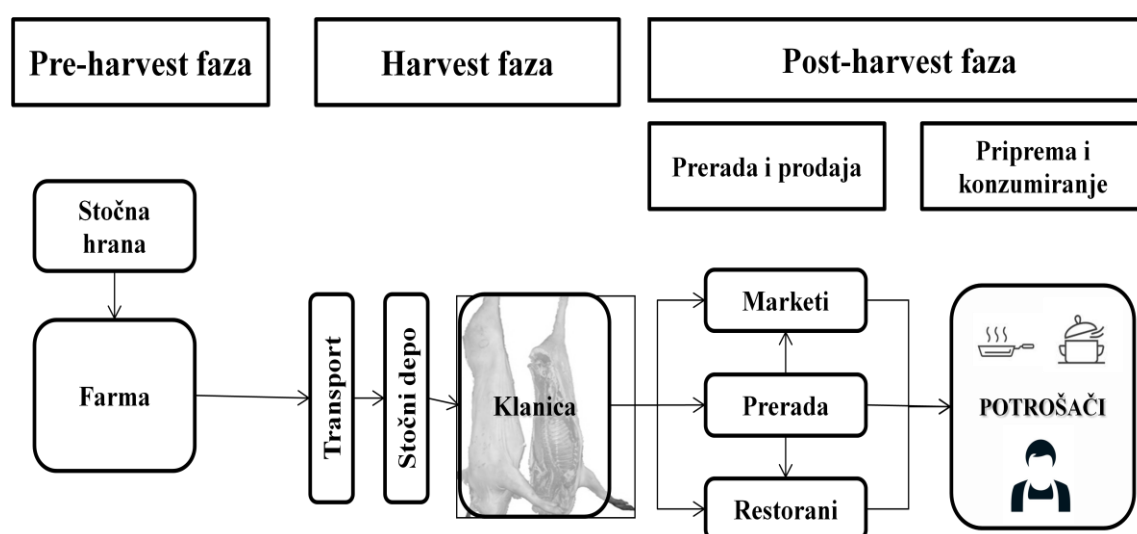
Srbiji, zasad, ne postoji državna organizacija koja zvanično primenjuje ovaj koncept, ali postoji više institucija koje ipak funkcionišu, u manjoj ili većoj meri i to često samostalno, u skladu sa njim.

Jedno zdravlje podstiče saradnju više sektora, disciplina i zajednica na različitim nivoima društva, a sve u cilju ostvarivanja dobrobiti i suočavanja sa pretnjama po zdravlje živog sveta i po ekosisteme, istovremeno naglašavajući sveobuhvatnu potrebu za čistom vodom, energijom i vazduhom, borbom protiv klimatskih promena i doprinosu održivom razvoju, kao i za bezbednom i na drugi način adekvatnoj hrani.

LANAC HRANE/MESA

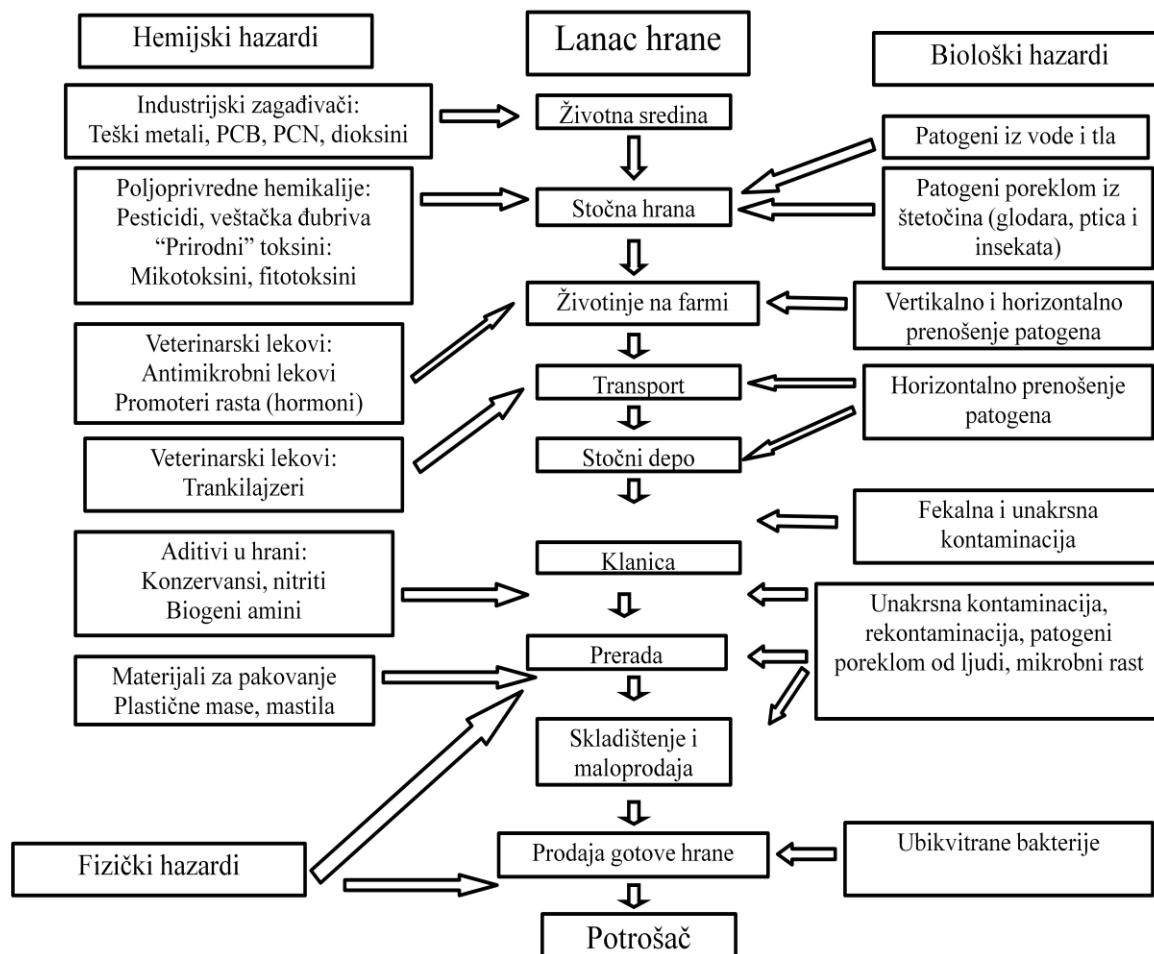
Faze lanca hrane/mesa

Lanac hrane, odnosno mesa, počinje na nivou primarne proizvodnje (njiva, farma, itd.), a završava se na nivou potrošača - pa se često naziva i „od farme do trpeze“ (engl. *farm-to-fork* ili *stable-to-table*), „od njive do potrošača“ i slično. Nekada se naziva i „od trpeze do farme“ (engl. *fork-to-farm*) zbog stanovišta da je momenat konzumacije hrane od strane čoveka najvažniji korak u ovom lancu. Lanac hrane je vrlo kompleksan, pa se zbog lakšeg razumevanja i razmatranja hazarda za bezbednost mesa i kontrolnih mera deli na faze (stadijume): 1) „pre-harvest“ faza, 2) „harvest“ faza (na engleskom jeziku *harvest* znači žetva; asocijacija na biljnu hranu je jasna, a u lancu mesa to je mesto gde životinja prelazi u meso, tj. klanica) i 3) „post-harvest“ faza. Pre-harvest faza je u lancu mesa farma životinja (u lancu ribe je to ribnjak, more, itd.), harvest faza započinje sa transportom životinja do klanice, a završava se sa ohlađenim trupom u klanici, nakon čega započinje post-harvest faza koja uključuje preradu i distribuciju mesa, a završava se sa konzumacijom mesa u domaćinstvu ili van (Šema I-6).



Šema 1-6. Lanac mesa

Nekada se u lancu hrane/mesa razmatra i životna sredina, pa je ona tako deo neke od drugih faza lanca hrane (najčešće pre-harvest faze), a povezano sa time koji hazard je predmet neke problematike i kako taj hazard ulazi u lanac hrane i/ili kakav je mogući uticaj hazarda iz hrane na životnu sredinu. Svaka faza lanca hrane je podeljena na određene, procesne, korake. Takođe, nekada se u lancu mesa, vrši podela na primarnu proizvodnju (tj. farma), primarnu obradu (tj. klanica), sekundarnu preradu (tj. rasecanje trupova i proizvodnja sirovog mesa) i tercijarnu preradu (tj. preradu sirovog mesa u polutrajne i trajne proizvode).



Šema I-7. Hazardni u lancu mesa³

Izvori i putevi prenošenja hazarda

Hazardni za bezbednost mesa su mnogobrojni (Poglavlje II), kao i njihovi izvori i putevi širenja do potrošača (Šema I-7). Izvori bioloških, hemijskih i fizičkih hazarda čine životna/radna sredina, sirovine za proizvodnju hrane kao i ljudi koji rukuju hranom. Hazardni ulaze u lanac hrane na različitim, a često i višestrukim tačkama lanca hrane, a za

³ Izvor: Buncic, 2006

njihovu efikasnu kontrolu, potrebno je znanje o tačkama na kojima ulaze, kao i o putevima njihovog širenja kroz lanac hrane.

Sve faze i koraci u lancu hrane su povezani kada je reč o hazardima, to jest svaki događaj (bilo da je vezan za kontaminaciju, rast ili redukciju hazarda) na jednom koraku, direktno utiče na pojavu odnosno nivo hazarda na narednom koraku. Izvori i putevi prenošenja svakog od bitnih hazarda za bezbednost mesa i njihova sudbina kroz lanac hrane su detaljno opisani u narednim poglavljima.

Sledljivost

Sledljivost u lancu hrane je jedan od osnovnih preduslova bezbednosti hrane, kao i trgovine hranom. Sledljivost podrazumeva adekvatno obeležavanje hrane odnosno sirovina, što omogućava njihovu permanentnu identifikaciju. U lancu mesa, sledljivost podrazumeva identifikaciju stočne hrane, životinja tokom odgoja na farmi, transporta i klanja (npr. ušne markice), označavanje trupova tokom obrade i nakon inspekcije mesa (pečati/žigovi), kao i označavanje mesa i/ili proizvoda u post-harvest fazi, uključujući skadištenje, sve do krajnjeg potrošača (npr. deklaracija na pakovanju).

Svrha sledljivosti u lancu hrane je da se u slučaju bilo kakvog problema u pogledu bezbednosti, kvaliteta ili autentičnosti hrane, omogući pravovremena identifikacija, lociranje i povlačenje hrane, kao i utvrđivanje odgovornosti za nastanak problema, da bi se oni izbegli/smanjili u budućnosti. Svrha sledljivosti je da potrošač dobija tačnu informaciju o hrani, a takođe i olakšava posao kontrolnih tela (npr. inspekcija). Odgovornost za sledljivost leži na subjektima koji posluju hranom (tj. prevashodno proizvođačima) koji treba ne samo da mogu da identifikuju svaku proizvodnu partiju/jedinicu hrane, nego i da znaju ime drugog subjekta i/ili osobe u njemu koji im je isporučio neku sirovinu/hranu. Sledljivost je omogućena postojanjem adekvatne dokumentacije/evidencije, a za svakog učesnika u lancu hrane sledljivost mora da bude poznata barem za jedan korak unapred i jedan korak unazad u lancu. Takođe, postoje eksterni (između različitih subjekata) i interni delovi (u samom subjektu) sledljivosti.

ISTORIJAT, TRADICIONALNI I SAVREMENI PRISTUP BEZBEDNOSTI HRANE

Istorijat bezbednosti hrane i mesa

Uopšteno, bezbednost hrane je predmet interesovanja ljudi od kako su uvideli da postoji direktna veza između konzumacije hrane i njihovog zdravlja, dok je bezbednost mesa od interesa još od kako su ljudi uvideli vezu između svog i zdravlja životinja. Pisani dokazi o ovoj vezi mogu da se nađu u antičkim spisima (Stara Grčka), a nakon toga i u različitim religioznim spisima koji pominju da se u ishrani koriste životinje koje su „čiste i mogu da se kreću i samostalno hrane“. Još od tada bezbednost mesa može da se smatra pojmom ili čak i naučnom disciplinom.

Napredak u medicini je doveo i do prve inspekcije mesa zaklanih životinja tokom srednjeg veka u Evropi (Francuska, Engleska, Italija). Sistem inspekcije čiji je koncept sličan današnjem, a koji je imao za primarni cilj detekciju tuberkuloze, bruceloze i

cisticerkoze, razvijen je sredinom XIX veka u Nemačkoj, a dalje je proširen na ostatak Evrope, pa i ceo svet. Danas se taj sistem inspekcije mesa naziva „tradicionalnim“ ili „organoleptičkim“, a poslednjih godina se intenzivno radi na modernizaciji ovog sistema (Poglavlje XII). Od tada se bezbednost mesa, pored samog termičkog tretmana pre konzumacije, najviše oslanjala na veterinarsku pre- i post-mortalnu inspekciju mesa i higijenu procesa dobijanja mesa u različitim fazama lanca mesa. Takođe, inspekcija mesa i procesna higijena su tokom prethodnog veka redovno dopunjavane laboratorijskim testiranjem hrane (mikrobiološko, hemijsko, toksikološko) u cilju sveukupnog osiguranja bezbednosti mesa.

Nauka o hrani i bezbednosti hrane su se formalno pojavile kao naučne discipline nakon Drugog svetskog rata uporedo sa uspostavljanjem i razvojem međunarodnih organizacija koje se bave zdravljem ljudi (Svetska zdravstvena organizacija) i hranom (Organizacija Ujedinjenih nacija za hranu i poljoprivredu), kao i drugih organizacija opisanih kasnije u ovom poglavlju.

Tradicionalni pristup osiguranju bezbednosti hrane

Tradicionalno, osiguranje bezbednosti hrane/mesa je bazirano na organoleptičkoj inspekciji hrane (tj. u slučaju mesa - veterinarskoj inspekciji mesa) i laboratorijskom testiranju finalnog proizvoda. Dobra strana organoleptičke inspekcije mesa leži u tome što je efikasna u detekciji očiglednih promena na mesu (npr. „klasičnih“ zoonotskih bolesti kao što je tuberkuloza), fizičkih opasnosti ili kvara mesa koji može biti indikator njene ugrožene bezbednosti. Međutim, loša strana je ta što ova inspekcija ne može da detektuje hazarde koji danas izazivaju veliku većinu alimentarnih oboljenja ljudi, kao što su alimentarni virusi (norovirusi, rotavirusi, itd.), bakterije koje danas izazivaju najveći broj prijavljenih zoonoza (*Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157, itd.), alimentarne protozoe (*Cryptosporidium*, *Giardia*, *Toxoplasma gondii*, itd.), kao i mnogobrojne hemijske hazarde (teški metali, antibiotici, itd.) (opisani detaljno u Poglavlju II).

Sve navedene hazarde je moguće otkriti samo testiranjem finalnog proizvoda koje je ponekad korisno jer daje pouzdanu informaciju čemu potrošač može biti izložen iz hrane. Međutim, laboratorijsko ispitivanje hrane obiluje manama. One su vezane za činjenicu da veliki broj hazarda ugrožava bezbednost hrane, a svaki od njih zahteva poseban metod detekcije koji za mnoge agense nisu dovoljno osetljivi niti specifični. Metodi testiranja uglavnom zahtevaju duže vreme (od više sati do više dana) pa u nedostatku rezultata testiranja, ponekad postoji problem vezan za postupanje sa hranom dok se čeka na rezultate. Dalje, negativni rezultati - zbog statističkih ograničenja plana uzorkovanja - mogu da znače da samo u uzorku nema štetnog agensa, dok agens može biti prisutan u ostalim delovima ili partijama proizvoda. Sveukupno, tradicionalni sistem bezbednosti hrane se bavi posledicama, ali ne ukazuje šta/gde je uzrok problema niti se fokusira na prevenciju problema.

Savremeni pristup osiguranju bezbednosti hrane

Zbog jasnih i značajnih nedostataka tradicionalnog sistema bezbednosti hrane, sve je veća težnja za njegovom modernizacijom. Moderni sistem podrazumeva longitudinalni

i integrisani pristup bezbednosti hrane koji je baziran na: 1) lancu hrane/mesa i 2) oceni rizika. U ovom sistemu se teži planskoj, sistematičnoj i dokumentovanoj prevenciji nastanka problema za bezbednost hrane, uz fokusiranje na najvažnije hazarde. Dodatno, ovaj sistem se oslanja i na organoleptičku inspekciju hrane kao i testiranje hrane u cilju nadzora procesne higijene i gotovog proizvoda, kao indikatora da sistem pravilno funkcioniše, ali sve to u opravdanim situacijama i do izvesnih mera.

Sveukupno gledano, moderni sistem bezbednosti hrane i mesa teži da bude: 1) zasnovan na oceni rizika (dakle, fokusiran je na hazarde povišenog rizika sa ciljem redukcije sveukupnog rizika za bezbednost hrane/mesa), 2) longitudinalno integrisan (višestrukе intervencije ili mere u lancu hrane/mesa su neophodne da bi se ostvarili potrebni ciljevi bezbednosti hrane/mesa), i 3) fleksibilan i dinamičan (dakle, sistem treba da bude prilagodljiv promenama dok ispunjava funkcionalne zahteve u pogledu bezbednosti hrane/mesa).

Faktori koji utiču na bezbednost hrane u moderno vreme

Bezbednost hrane, pa tako i mesa, jedan je od glavnih predmeta interesovanja ljudi danas, naročito u razvijenom delu sveta. Iako se svi postupci vezani za osiguranje bezbednosti hrane a time i sama bezbednost poboljšavaju, paradoksalno deluje da se bezbednost hrane pogoršava, odnosno da je sve više prijavljenih alimentarnih bolesti. Nekoliko činjenica objašnjava ovaj paradoks, kao i zašto je bezbednost hrane bitna za javno zdravlje danas.

U pogledu promena u proizvodnji hrane, uključujući tu i poljoprivredne prakse, moderno vreme karakteriše intenzivan uzgoj životinja i biljaka, što je povezano sa širenjem uzročnika alimentarnih bolesti na malom prostoru. Ovo vodi generalno „koncentrisanim” postupcima sa hranom - od njene proizvodnje i prerade, pa do distribucije i prodaje hrane. Sve je obimniji međunarodni promet gotove hrane ili komponenti koje se koriste u proizvodnji hrane. U pogledu promena u ponašanju i navikama potrošača, ali i njihovim zahtevima, sve je uočljiviji trend blaže termičke obrade hrane povezan sa zahtevima potrošača za hranom koja je minimalno obrađivana ili neprerađena, kao i trend produžene održivosti i skladištenja hrane. Takođe, sve je češće konzumiranje hrane van domaćinstva odnosno sve je veći udeo konzumacije „centralno” pripremljene hrane (npr. restorani), ali i međunarodna putovanja koja uključuju izloženost „novim” vrstama hrane i patogenima u njima.

Promene su vezane i za strukturu populacije - ljudska populacija se sve više uvećava i sve je veće učešće starijih (kao posledica kvalitetnijeg i produženog života), ali i imunokompromitovanih (tj. ljudi sa slabijim imunim sistemom) u populaciji. Svakako, moderno vreme karakteriše i napredak u detekciji i tipizaciji patogena („što više znamo, situacija deluje gore”) pa se čini da je alimentarnih bolesti sve više, naročito onih gde se na kraju i dokaže uzročnik. Iako su očigledne slabosti sistema prijavljivanja bolesti i dalje prisutne (broj prijavljenih je mnogostruko manji od stvarnog broja, Šema I-2), ipak su sistemi monitoringa i nadzora sve bolji. Na kraju, na bezbednost hrane utiču i promene u klimi i životnoj sredini, kao i pojava novih, rezistentnih i/ili više virulentnih patogena, kao i različitih, veštačkih hemijskih jedinjenja.

ODGOVORNOST ZA BEZBEDNOST HRANE

Odgovornost da hrana bude bezbedna, to jest da ne izazove alimentarnu bolest potrošača leži na proizvođačima (industriji) hrane, na državi (tj. službama koje su odgovorne za bezbednost hrane), ali i na samim potrošačima.

Proizvođači hrane (ali i svi drugi tkzv. „subjekti u poslovanju hranom”, to jest prerađivači, distributeri, prodavci koji uključuju restorane i bilo koje druge jedinice u kojima se hrana sprema i direktno nudi potrošačima) su primarno odgovorni za bezbednost hrane prema aktuelnim zakonima i propisima, pa je potrebno strogo da ih se pridržavaju. Ovde je bitno napomenuti da bi zakoni/propisi trebalo da posmatraju kao minimum koji se mora ispoštovati, a ne kao da je to sve što treba primeniti u cilju osiguranja bezbednosti hrane. Zakoni i propisi ne mogu da obuhvate sve moguće situacije ili promene koje se dešavaju u realnom i dinamičnom svetu. Pored toga, zakonodavstvo uvek zaostaje korak iza naučnih saznanja, jer je donošenje zakona/propisa uglavnom vrlo sporo i pod uticajem je faktora koji su van nauke. Svakako je bezbednost hrane i u direktnom interesu subjekata koji posluju hranom jer u slučaju nepridržavanja propisa, to može da vodi povlačenju hrane sa tržišta i ekonomskim gubicima, plaćanju kazni, onemogućavanju poslovanja tokom određenog perioda, itd. Takođe, svaka negativna konotacija u pogledu bezbednosti hrane kojom posluju vodi i njihovoj slabijoj pozicioniranosti i gubicima na tržištu, jer ih izbegavaju drugi subjekti u poslovanju hranom (npr. prerađivači ili restorani) i sami potrošači.

Vlada svake zemlje sa preostalim državnim strukturama je odgovorna da postavlja standarde javnog zdravlja i definiše bezbednost hrane (npr. šta je u regulatornim okvirima bezbedna hrana a šta ne, kao i kako se postiže da bude bezbedna, itd.) i to najčešće legislativom (zakoni, propisi) ili različitim vodičima i instrukcijama. Vladina uloga/odgovornost je i da sprovodi provere svih standarda i regulatornih aspekata bezbednosti hrane, da reaguje u skladu sa nalazima provera, ali i da deluje savetodavno i prema industriji i prema potrošačima. Jasno da je u interesu države da je hrana što bezbednija da bi izbegla razne troškove poput lečenja obolelih, odsustva sa posla, parnične troškove u slučaju sudskih sporova, itd.

Potrošači očekuju hranu visokog kvaliteta, integriteta i безусловne bezbednosti kada je nabavljaju, ali su oni takođe odgovorni za bezbednost hrane na nivou svog domaćinstva. To uključuje pravilnu ličnu higijenu, pravilno skladištenje hrane, dovoljnu termičku obradu hrane (naročito animalnog porekla), intenzivno pranje svežeg povrća/voća, odvajanje sirove od hrane spremne za konzumiranje, pranje ruku, dasaka za sečenje, noževa, i ostalog pribora tokom pripreme hrane (Poglavlje XVI). Dodatno, pojedinci koji su pod visokim rizikom od alimentarnih bolesti su odgovorni da izbegavaju ili adekvatno tretiraju svu za njih rizičnu hranu, itd. U njihovom je jasnom interesu da hrana koju konzumiraju bude bezbedna jer su, u protivnom, direktno ugroženi alimentarnim bolestima.

KONTROLA HRANE NA NACIONALNOM I MEĐUNARODNOM NIVOU

Kao što je ranije opisano, kontrola hrane/mesa koja se prevashodno odnosi na kontrolu kvaliteta i bezbednosti se vrši na nacionalnom i međunarodnom nivou. Ova kontrola predstavlja odgovornost regulatornih organa u svakoj državi, dok relevantne međunarodne organizacije uglavnom daju smernice i preporuke na osnovu kojih se

kasnije regulišu kvalitet i bezbednost hrane na nacionalnim nivoima. Ovakav tip organizacije kontrole na međunarodnom nivou služi sveukupnom osiguranju i unapređenju javnog zdravlja, ali i omogućava nesmetanu međunarodnu trgovinu.

Kontrola bezbednosti hrane na nacionalnom nivou

Kontrola bezbednosti i sveukupnog kvaliteta hrane, različito je regulisana u različitim državama. U većini evropskih zemalja postoje nacionalne agencije za bezbednost hrane koje primarno imaju ulogu u oceni rizika od alimentarnih hazarda, što predstavlja osnov za upravljanje rizicima koje sprovode nadležna ministarstva (npr. poljoprivrede, hrane, zdravlja, itd.). U nekim zemljama ove agencije imaju ulogu i u upravljanju rizikom (uz neophodnu strukturalnu i drugu odvojenost od ocene rizika; Poglavlje III). U našoj zemlji, zasad ne postoji takva agencija za bezbednost hrane, a bezbednošću hrane se bave Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede i Ministarstvo zdravlja. Oba ova ministarstva donose relevantne propise u pogledu higijene/bezbednosti hrane (Poglavlje XVII) i zdravlja ljudi. Hranom biljnog porekla se bavi Uprava za zaštitu bilja, a bezbednošću mesa i drugom hranom životinjskog (animalnog) porekla se bavi Uprava za veterinu Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede. U sklopu Uprave za veterinu, Odeljenje za veterinarsko javno zdravstvo, Odeljenje veterinarske inspekcije i Odeljenje granične veterinarske inspekcije imaju posebnu važnost u pogledu hrane animalnog porekla. Veterinarski i drugi instituti, kao i instituti za javno zdravlje (prevažodno institut za javno zdravlje Srbije - „Dr Milan Jovanović Batut“ koji skuplja i analizira podatke o zoonozama; Poglavlje II) takođe imaju značajnu ulogu u kontroli hrane i javnog zdravlja.

Kontrola bezbednosti hrane na međunarodnom nivou

Kontrola bezbednosti hrane na međunarodnom nivou se osigurava kroz rad više međunarodnih organizacija (opisanih ispod) na polju trgovine, zdravlja ljudi i životinja. Ove organizacije su uključene u regulisanje proizvodnje, trgovine, i unapređenja bezbednosti hrane animalnog porekla, uključujući i meso. Takođe, više velikih međunarodnih udruženja proizvođača, preradivača, restorana itd. ima značajan lobistički uticaj na sve aktere u lancu hrane, uključujući i regulatorne organe na polju bezbednosti i kvaliteta hrane/mesa.

Svetska trgovinska organizacija

Svetska trgovinska organizacija (engl. *World Trade Organisation*, WTO) je osnovana 1995. godine sa sedištem u Ženevi. Trenutno broji 164 zemlje članice (Srbija još nije član, nego samo posmatrač). Njena uloga je vezana za pomoć i nadzor u izvršavanju međunarodnih sporazuma o trgovini, uključujući tu i trgovinu hranom, kao i da organizuje forume za pregovore u trgovini, rešava sporove u trgovini, pruža tehničku pomoć i obuke odgovarajućih kadrova u zemljama u razvoju. Najvažniji dokument ove organizacije je „Sporazum o primeni sanitarnih i fitosanitarnih mera“ („SPS sporazum“) koji naglašava važnost harmonizacije, ekvivalencije, ocene rizika, adaptacije na

regionalne/lokalne uslove, kao i transparentnost kontrole hrane, a sve u cilju nesmetane trgovine hranom.

Organizacija za poljoprivredu i hranu

Organizacija za poljoprivredu i hranu (engl. *Food and Agricultural Organisation*, FAO) funkcioniše pri Ujedinjenim nacijama (engl. *United Nations*, UN), a osnovana je 1945. godine sa trenutnim sedištem u Rimu. FAO broji 197 članica (od toga tri nisu posebne države) a ova organizacija predvodi međunarodne akcije u cilju iskorenjivanja gladi, odnosno cilj joj je da osigura dostupnost dovoljnih količina kvalitetne i bezbedne hrane u celom svetu. To nastoji da postigne obezbeđivanjem i diseminacijom podataka i ekspertize na polju proizvodnje hrane i bezbednosti hrane – naročito u zemljama u razvoju.

Svetska zdravstvena organizacija

Svetska zdravstvena organizacija (engl. *World Health Organisation*, WHO) takođe funkcioniše pri UN, a osnovana je 1948. godine sa sedištem u Ženevi. Broji 194 zemlje članice, a odgovorna je za javno zdravlje na međunarodnom planu, uključujući tu i zdravlje povezano sa alimentarnim bolestima. WHO se bavi, odnosno rukovodi globalnim pitanjima u vezi zdravlja ljudi, postavlja norme/standarde, bavi se istraživanjima, obezbeđuje ekspertsku i tehničku pomoć zemljama i prati i ocenjuje trendove u zdravlju ljudi. WHO i FAO svoje inicijative za unapređenje zdravlja ljudi kroz bezbednost hrane najčešće vrše u direktnoj saradnji, produkcijom različitih vodiča za kontrolu i ocenu rizika od najvažnijih alimentarnih patogena.

Komisija Codex Alimentarius-a

Komisija Codex Alimentarius-a (engl. *Codex Alimentarius Commission*, CAC) je pomoćno telo FAO i WHO kojoj je povereno razrađivanje međunarodnih standarda za hranu u cilju zaštite zdravlja potrošača i da bi se promovisale pravične prakse i standardi (tkzv. „fer-plej“) u trgovini hranom. Osnovana je 1963. godine a broji 189 članica, kao i preko 200 posmatrača (uglavnom međunarodne vladine i nevladine organizacije koje su povezane sa hranom). Uloga CAC je da razvija međunarodne standarde, vodiče i preporuke u vezi sa hranom koji doprinose njenoj bezbednosti, kvalitetu, zaštiti zdravlja potrošača i „fer“ trgovini. CAC-ov „Kodeks higijenske prakse za meso“ je primarni međunarodni standard za higijenu mesa. U ovom kodeksu se naglašava zasnovanost kontrolnih mera na oceni rizika, kao i njihova primena kroz ceo lanac mesa.

Svetska organizacija za zdravlje životinja

Svetska organizacija za zdravlje životinja (franc. *Office International des Epizooties*, OIE; engl. *World Organisation for Animal Health*, WOAHA) je osnovana 1924. godine sa sedištem u Parizu. Trenutno broji 182 zemlje članice, a glavne uloge ove organizacije su vezane za osiguranje transparentnosti po pitanju bolesti životinja u svetu,

sakupljanje, analizu i diseminaciju relevantnih naučnih podataka, sanitarnu bezbednost, kao i bezbednost hrane i dobrobit životinja. OIE razvija standarde koji su primarno usmereni na prevenciju unosa i širenja patogena za životinje i ljude tokom međunarodne trgovine životinjama i proizvodima životinjskog porekla.

Evropska zajednica i njene organizacije

Evropska zajednica ili Evropska unija (engl. *European Union*, EU) je politička i ekonomska unija 27 zemalja članica koje se nalaze u Evropi. Vlada (izvršni organ) EU se naziva Evropska komisija, a podeljena je na odseke, to jest generalne direktorate (engl. *Directorates-General*, DG) koji su ono što se u našoj zemlji naziva „ministarstvima“. Direktorat koji je odgovoran za politiku EU na polju zdravlja i bezbednosti hrane je *DG SANTE*. Nekoliko evropskih zemalja koje nisu EU članice (Island, Lihtenštajn, Norveška i Švajcarska) čine Evropsko udruženje za slobodnu trgovinu (engl. *European Free Trade Association*, EFTA), a primenju većinu EU zakonodavstva (legislative) na polju bezbednosti hrane. Najvažnije EU organizacije na polju bezbednosti hrane i javnog zdravlja su Evropska agencija za bezbednost hrane i Evropski centar za prevenciju i kontrolu bolesti, a postoji i više važnih udruženja subjekata koji posluju hranom – između ostalog i životinjama i mesom.

Evropska agencija za bezbednost hrane

Evropska agencija za bezbednost hrane (engl. *European Food Safety Authority*, EFSA) je osnovana 2002. godine sa sedištem u Parmi. Uloga EFSA je da ocenjuje rizike za bezbednost hrane na nivou Evrope, a rezultate tih ocena koristi Evropska komisija koja upravlja rizikom odnosno donosi ili menja propise na bazi naučnih mišljenja EFSA. Sastavljena je iz više naučnih panela, npr. za biološke hazarde, za kontaminante hrane, za zdravlje i dobrobit životinja, za zaštitu biljaka, za genetski modifikovane organizme/hranu, itd.

Evropski centar za prevenciju i kontrolu bolesti

Evropski centar za prevenciju i kontrolu bolesti (engl. *European Centre for Disease Prevention and Control*, ECDC) je agencija Evropske unije, osnovana 2004. godine sa sedištem u Solni (predgrađe Stokholma). Uloga ECDC je da jača odbranu od infektivnih bolesti ljudi u Evropi, a to postiže nizom aktivnosti, kao što su epidemiološki nadzor, davanje naučnih saveta i preporuka, obuka zaposlenih u sektoru javnog zdravlja, komunikacija sa opštom javnošću, itd. ECDC u saradnji sa EFSA objavljuje godišnje izveštaje iz programa monitoringa zoonoza u evropskim zemljama (Poglavlje II).

Evropska udruženja proizvođača/prerađivača mesa

Udruženja (asocijacije) proizvođača i prerađivača mesa takođe imaju važnu ulogu (iako neformalnu; dakle, prevashodno lobističku) u regulisanju i unapređenju bezbednosti mesa, što je u njihovom interesu jer je bezbedno meso glavni preduslov za trgovinu. Postoje mnogobrojna udruženja proizvođača i prerađivača mesa, a među najznačajnijim

su Evropska asocijacija za trgovinu stokom i mesom (franc. *Union Européenne du Commerce du Bétail et des Métiers de la Viande*, UECBV; engl. *The European Livestock and Meat Trades Union*) koja predstavlja trgovce govedima, konjima, ovcama i svinjama, kao i mesom ovih životinja i ukupno industrijom mesa (klanice, objekti za rasecanja i pripremanja mesa) u Evropi, i Centar za vezu industrije prerade mesa u EU (franc., *Centre de liaison des industries transformatrices de viande de l'UE*, CLITRAVI; engl. *The Liaison Centre for the Meat Processing Industry in the European Union*) koji predstavlja i štiti interese prerađivača mesom. Ove organizacije vrše dijalog sa Evropskom komisijom, Evropskim parlamentom, Savetom EU, EFSA i ostalim međunarodnim organizacijama, a na bazi tih dijaloga se, između ostalog, definiše i legislativa o bezbednosti i kvalitetu mesa u EU.

Međunarodna organizacija za standarde

Međunarodna organizacija za standarde (engl. *International Organization for Standardization*, ISO) je organizacija osnovana 1947. godine, sa sedištem u Ženevi, a sastavljena je od 167 zemalja članica, to jest predstavnika nacionalnih organizacija za standarde. ISO razvija i objavljuje međunarodne standarde u skoro svim poljima (odnosno svim osim elektronike i elektronskog inženjeringa), pa tako i u oblasti bezbednosti hrane (npr. ISO 22000, Poglavlje XI), mikrobiologije, itd.

Ostale organizacije na polju bezbednosti hrane i javnog zdravlja

Zbog intenzivne transkontinentalne trgovine hranom (naročito mesom) i međunarodnih putovanja, kao i relevantnosti u predlaganju i primeni najsavremenijih naučnih saznanja na poljima unapređenja bezbednosti hrane i javnog zdravlja, više organizacija u razvijenim zemljama van Evrope, direktno ili indirektno, ima veliki značaj i na kontrolu hrane u Evropi. Među njima se izdvajaju Centri za prevenciju i kontrolu bolesti (engl. *Centers for Disease Control and Prevention*, CDC) i Departman za poljoprivredu (engl. *United States Department of Agriculture*, USDA) Sjedinjenih Američkih Država (SAD), uključujući tu i Službu za bezbednost hrane i inspekciju (*Food safety and Inspection Service*, FSIS). Takođe, bitni su i Agencija za inspekciju hrane Kanade (engl. *Canadian Food Inspection Agency*, CFIA) i Regulatorno telo za standarde hrane Australije i Novog Zelanda (engl. *Food Standards Australia New Zealand*, FSANZ).

Među drugim međunarodnim organizacijama na ovim poljima, izdvajaju se i Međunarodna komisija za mikrobiološke specifikacije za hranu (engl. *International Commission on Microbiological Specifications for Foods*, ICMSF) i Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj (engl. *Organisation for Economic Co-operation and Development*, OECD) u delu kojim je posvećena poljoprivredi i ribarstvu.

II - HAZARDI ZA ZDRAVLJE LJUDI

Hazard, u kontekstu bezbednosti hrane, predstavlja biološki, hemijski ili fizički agens u hrani, ili stanje hrane, koje može da izazove štetan efekat na zdravlje ljudi. Hazardi za zdravlje ljudi predstavljaju agense koji mogu da izazovu bolest čoveka, a mogu biti zoonotski ili nezoonotski, kao i alimentarni i nealimentarni. Takođe, postoje i hazardi koji se smatraju nealimentarnim (ili se bar ne prenose na čoveka konzumacijom mesa), ali se čovek zaražava oralnim putem, slučajno i često zajedno sa hranom. Svakako da je pojam hazarda izuzetno širok; međutim, u svrhu ovog udžbenika će biti primarno obrađeni alimentarni hazardi, a u manjoj meri i hazardi koji su nealimentarni-zoonotski, jer ove dve grupe imaju značaj sa gledišta veterinarskog javnog zdravlja i bezbednosti hrane.

BIOLOŠKI HAZARDI

Biološki hazardi koji su u ovom udžbeniku prikazani imaju prevashodni epidemiološki značaj za našu zemlju i Evropu. Premda, u današnjem svetu sve češćih i brzih međukontinentalnih putovanja i trgovine hranom, kao i moderne kulture spremanja hrane po ugledu na „egzotične“ kuhinje, mogućnost infekcije drugim hazardima postaje sve veća, pa su na određenim mestima i oni pomenuti.

Bakterije

Bakterije su hazardi od najvećeg značaja za bezbednost hrane, uključujući i mesa. Većinom su zoonotske, s tim što su u životinja najčešće prisutne asimptomatski. Pored patogenih, veliki broj drugih vrsta bakterija (tj. izazivača kvara i tzv. „korisnih“ bakterija) je značajan za mikrobiologiju hrane/mesa i obrađen je dodatno u Poglavlju XIV gde su i dodatno opisani načini njihove kontrole u post-harvest fazi. Bakterije mogu da se umnožavaju u hrani, neke čak i pri temperaturnama hlađenja, a mogu i da preživljavaju smrzavanje u velikoj meri, iako ne mogu da se umnožavaju pri tim temperaturama. U Higijeni mesa, odnosno sa gledišta kontrole, postoje različiti načina podela bakterija – npr. na fekalne, ubikvitarne, sporogene, toksin-produkujuće, itd. Zbog epidemioloških sličnosti i razlika koje su važne sa gledišta i njihove kontrole, u ovom udžbeniku su podeljene prema načinu bojenja po Gramu.

Gram-negativne bakterije

Salmonella spp.

Salmonella je nesporogeni štapić koji pripada familiji *Enterobacteriaceae*. Rod *Salmonella* je podeljen na dve vrste: *Salmonella enterica* i *S. bongori*. *S. enterica* je dalje podeljena na šest podvrsta (većina bitnih za javno zdravlje pripada podvrsti *S. enterica* subsp. *enterica*) i više od 2600 serotipova koji mogu da izazovu bolest. Dva najznačajnija

serotipa u bezbednosti hrane su *S. enterica* subsp. *enterica* serotip Typhimurium (skraćeno *S. Typhimurium*) i *S. Enteritidis*, a od ostalih tu su i *S. Dublin*, *S. Newport*, *S. Montevideo*, *S. Stanley*, *S. Infantis*, *S. Agona*, *S. Hadar*, i tako dalje. *S. Typhi* i *S. Paratyphi* nisu zoonotski hazardi i izazivaju samo bolest ljudi. *Salmonella* su pokretni, nesporogeni štapići koji su fakultativno anaerobni (mogu da se razmnožavaju i u modifikovanoj atmosferi koja sadrži 20% CO₂). Uslovi koji su salmonelama idealni za rast u hrani su zavisni od soja, ali generalno im je optimalna temperatura rasta oko 37°C, mada, rast je moguć čak u rasponu od 5 do 47°C. Optimalan pH je oko 7, ali je rast moguć čak u opsegu od pH 4 do 8,9. Salmonele rastu pri aktivnosti vode (a_w) od >0,93, a preživljavaju dobro u suvoj hrani. Inhibišu ih nitriti i kuhinjska so (3 do 4%), naročito pri nižem pH hrane, dok 9% NaCl deluje baktericidno. Salmonele generalno nisu termotolerantni mikroorganizmi, tako da ih termički tretman uništava lako.

Mikroorganizam je široko rasprostranjen u životnoj sredini a glavni rezervoar, odnosno izvor netifoidnih *Salmonella* spp. je gastrointestinalni trakt životinja koje u najvećem broju slučajeva ne pokazuju znake salmoneloze (iako je to moguće, češće kod preživara, naročito mlađih). Posledično, namirnice životinjskog porekla su glavni izvor infekcije ljudi – najčešće su to jaja, potom meso i proizvodi od mesa, ali i mleko i proizvodi od mleka. U pogledu mesa, *Salmonella* se najčešće nalazi u mesu živine, zatim u svinjskom mesu, a ređe u goveđem. Najčešće, slučajevi alimentarnih infekcija ljudi sa *S. Enteritidis* su vezani za jaja i meso brojlera, dok oni sa *S. Typhimurium* za svinjsko, živinsko i goveđe meso. Činjenicom da ove bakterije mogu da se nađu u životnoj sredini, jasno je da posledično mogu da se nađu na mnogim drugim vrstama namirnica, kao što su voće i povrće (kao posledica navodnjavanja i đubrenja zemljišta stajnjakom), začini, itd. Što se tiče izazivača tifoidne/paratifoidne groznice, oboleli ljudi su izvor, a na druge ljude se ovi mikroorganizmi prenose direktno fekalno-oralnim putem ili preko vode (kontaminirana voda za piće, navodnjavanje biljaka kanalizacionim vodama) ili bilo koje vrste hrane kojom rukuju oboleli nakon obrade.

Salmonella može da izazove dva tipa bolesti čoveka zavisno od serotipa: tifoidnu/paratifoidnu groznicu (*S. Typhi* i *S. Paratyphi*) i netifoidnu salmonelozu (ostali serotipovi, prevashodno *S. Typhimurium* i *S. Enteritidis*).

Netifoidna salmoneloza nastaje nakon inkubacije od 12 do 36 h (varira od 6 do 72 h), a uglavnom se karakteriše akutnom groznicom, abdominalnim bolom, mučninom i ponekad povraćanjem. Simptomi su često blagi i većina infekcija traje 4 do 7 dana i spontano prolazi ako nema komplikacija. Međutim, nekad – naročito kod imunokompromitovanih - infekcija može da bude ozbiljnija i dehidracija koja se tada javlja može da bude opasna po život. U tim slučajevima, kao i kada se javi septikemija, neophodno je lečenje efikasnim antimikrobnim lekovima na koje ove bakterije nisu rezistentne. Salmoneloza često može da ostavi i trajne posledice na zdravlje čoveka, poput reaktivnog artritisa. Najugroženije starosne kategorije su mala dece i stariji ljudi, pa je kod njih i incidencija najviša. Mortalitet je generalno do 1% ali u osetljivim populacijama i viši. U pogledu kliconoštva, oko 5% pacijenata koji ozdrave nedeljama i mesecima izlučuju ove bakterije fecesom.

Tifoidna/paratifoidna groznica se prenosi samo između ljudi i predstavlja teško oboljenje septikemične forme. Inkubacija traje oko 1 do 3 nedelje, ali može biti i do 2 meseca, dok bolest traje 2 do 4 nedelje ukoliko nema ozbiljnijih komplikacija. Simptomi uključuju visoku temperaturu, glavobolju, povraćanje, dijareju ili konstipaciju, bol u stomaku, krvavu stolicu, itd. Rozikaste tačke (osip) se ponekad pojave po telu. Bolest je dugog toka i recidivi su česti. Ponekad može da se javi septikemija koja dovodi do kolonizacije ostalih organskih sistema i nekih promena na njima (npr. endokarditis). Septični artritis može da se javi, peritonitis, kao i hronična upala žučne kese koja dovodi

do reinfekcija i do toga da čovek bude nosilac patogena dugo vremena. Ako se leči, mortalitet je oko 1%, a čak i do 10% ako se ne primenjuje adekvatna terapija. Oko 10% nelečenih bolesnika nose i izlučuju bakterije i 3 meseca nakon prestanka simptoma, a 1-4% postaju hronični nosioci.

U pogledu netifoidne salmoneloze, infektivna doza je vrlo varijabilna – od nekoliko pa do 10^5 ćelija. Rizični faktori su čuvanje hrane van hladnog lanca - pri sobnoj ili višim temperaturama (zato se najviše slučajeva prijavi leti), kao i držanje spremljene hrane u velikim posudama u frižideru, neadekvatno kuvanje ili podgrevanje, a svakako i unakrsna kontaminacija i neodgovarajuće čišćenje.

Kada je reč o tifoidnoj/paratifoidnoj salmonelozi, infektivna doza je najčešće oko 10^3 do 10^6 ćelija. Rizične faktore predstavljaju konzumacija školjki koje su poreklom iz voda koje su kontaminirane kanalizacionim vodama, neadekvatno odlaganje otpadnih voda, neadekvatno hlađenje hrane, loša lična higijena.

Netifoidne *Salmonella* se kontrolišu u celom lancu hrane. U pogledu pre-harvest faze, opšti principi kontrole svih alimentarnih hazarda su opisani u Poglavlju V. U pogledu salmonela, fokus je na nabavci životinja iz sigurnih izvora (tj. slobodnih od patogena); biosigurnosti na farmi (kontrola vektora - glodara i insekata); redukciji u samih životinja koja se postiže tretmanima stočne hrane, primenom probiotika/prebiotika, vakcinacijom ili probioticima; smanjenju izlučivanja od strane inficiranih putem kontrole stresa; prevencijom kontaminacije neinficiranih dobrom higijenskom praksom, kao i adekvatnim odlaganjem, tretmanima i korišćenjem stajnjaka i ostalih produkata sa farmi u lancima druge hrane. U harvest fazi lanca mesa, mere se svode na sprečavanje ili smanjenje širenja patogena tokom transporta i u stočnom depou, sprečavanje ili smanjenje ukupne unakrsne kontaminacije u klanici, kao i na eliminaciju ili sprečavanje rasta patogena na obrađenim trupovima. U post-harvest fazi, kontrolne mere podrazumevaju adekvatan termički tretman hrane (primena temperature od 72°C u trajanju od najmanje 2, a preporučeno 3, minuta u dubini hrane), odnosno izbegavanje sirovog/nedovoljno termički tretiranog mesa (kao i jaja, mleka, itd.), prevenciju unakrsne kontaminacije termički tretirane hrane, čuvanje termički tretirane hrane na hladnom ($<4^{\circ}\text{C}$) ili toplom ($>60^{\circ}\text{C}$), kao i isključivanje kliconoša iz rukovanja hranom.

U pogledu tifoidne i paratifoidne *Salmonella*, kontrolne mere su usmerene na ljude koji su njihovi potencijalni nosioci, odnosno na sve što mogu da kontaminiraju. Stoga, osnovno je da se konzumira i koristi za spremanje hrane samo pijaća vode, da se izbegava hrana za koju postoji velika verovatnoća da je kontaminirana ljudskim ekskretima (npr. sirove školjke), vrši adekvatan termički tretman hrane, kao i sprečava unakrsna kontaminacije termički tretirane hrane. Uz to, važna je lična higijena (naročito rukovaoca hranom), isključivanje kliconoša iz rukovanja hranom, antibiotska terapija da se spreči dugotrajan status kliconoštva, kao i vakcinacija ljudi. Na kraju, odlaganje i/ili tretiranje kanizacionog sadržaja na adekvatan način je mera koja će i rizik od ovog hazarda redukovati.

Campylobacter spp.

Glavna vrsta koje izaziva alimentarnu infekciju ljudi je *Campylobacter jejuni* (80% do 90% slučajeva), zatim *C. coli* (oko 7% slučajeva), pa *C. lari* i druge vrste. *Campylobacter* su termofilne bakterije koje se gotovo ne razmnožavaju na temperaturi ispod 30°C , a dobro preživljavaju u frižideru i optimalna temperatura za rast im je 37 do 45°C . Termofilni *Campylobacter* spp. je mikroaerofilan (za dobar rast zahteva 5 do 7% O_2 i 7 do 10% CO_2), nesporogeni, blago spiralan pokretan štapić koji je slabo otporan i

slab je takmičar (kompetitor) sa drugim mikroorganizmima. Osetljiv je na isušivanje (to jest ne toleriše nisku a_w), smrzavanje, temperature pasterizacije, dezinficijense i kiselu sredinu (opimalan pH za rast je 6,5 do 7,5, a ne raste ispod pH 5,5). *Campylobacter* spp. je uglavnom inhibisan sa 2% NaCl u hrani.

Termofilni *Campylobacter* spp. je široko rasprostranjen u prirodi, a glavni rezervoar je alimentarni trakt divljih i domaćih ptica i sisara: najčešće živine, potom svinja, goveda i ovaca, ali i kućnih ljubimaca. Nalazi se u životnoj sredini, uključujući vodu, kanalizacione vode, naročito iz objekata za klanje živine. Životinje retko pokazuju znake kampilobakterioze, odnosno uglavnom su asimptomatski nosioci.

Glavni izvor kampilobakterioze ljudi je živinsko meso, nedovoljno termički tretirano ili termički tretirano, a potom unakrsno kontaminirano. Iako je prevalencija u fecesu živine i životinja za proizvodnju crvenog mesa na farmi - naročito svinja - slična, ovaj hazard se znatno češće nalazi na obrađenim trupovima živine u odnosu na obrađene trupove svinja ili goveda, a posledično je prevalencija veća i u živinskom mesu u fazama prerade i prodaje u odnosu svinjsko ili goveđe meso. Ovo je posledica povećane fekalne ekskrecije *Campylobacter* za vreme transporta živine do klanice i posledične unakrsne kontaminacije, relativno kratkog vremena od klanja živine do pakovanja (kratko hlađenje) koje omogućava bolje preživljavanje ovog patogena na mesu, kao i znatno manje/ređe fekalne kontaminacije trupova prilikom evisceracije u klanicama papkara u odnosu na živinske klanice. Posebno je značajna razlika u načinu hlađenja trupova crvenog mesa naspram živine – isušivanje površine trupova svinja i goveda tokom hlađenja trupova ne pogoduje preživljavanju *Campylobacter*. Takođe, infekcije ljudi se dešavaju i nakon kontakta sa živom živinom i kućnim ljubimcima, kao i drugim životinjama. Pored toga, sirovo mleko i kontaminirana voda za piće su često izvor velikih epidemija kampilobakterioze ljudi. Uočljive su sezonske varijacije u prevalenciji *Campylobacter* u samih životinja, a posledično i na mesu - leti je prevalentnije nego zimi.

Inkubacija ove bolesti traje 2 do 5 dana, a zatim se ispoljavaju simptomi, koji mogu biti blaži ili ozbiljniji: uglavnom vodenasta, ali ponekad i krvava dijareja, abdominalni grčevi, groznica, malaksalost, glavobolja i mučnina. Uglavnom, bolest traje nekoliko dana i spontano prolazi, ali u oko jedne petine ljudi bolest traje jednu do tri nedelje. Ređe se jave ekstraintestinalni poremećaji ili komplikacije poput reaktivnog artritisa i nervnih poremećaja - paralize, ataksije i arefleksije. *C. jejuni* se smatra najvažnijim prekursorom *Guillain-Barre* sindroma (1 slučaj na svakih 2.000 prijavljenih slučajeva kampilobakterioze - uglavnom 2 do 3 nedelje nakon infekcije), koji može da rezultira respiratornim i ozbiljnim nervnim poremećajima, pa čak i smrću. Zabeleženi su i hemolitički uremični sindrom i rekurentni kolitis, kao i bakterijemija i infekcija različitih organskih sistema u formi meningitisa, hepatitisa, holecistitisa i pankreatitisa, a može doći i do pobačaja ili neonatalne sepse. Sveukupno, 1 od 1.000 obolelih umire – ipak, retko imunokompetentni. Incidencija kampilobakterioze je najviša u mlađih ljudi, naročito u dece starosti do četiri godine. Nakon ozdravljenja, ljudi uglavnom nisu nosioci mada je zabeleženo da pojedinci mogu i dva meseca nakon prestanka simptoma da izlučuju ovu bakteriju.

Konzumacija sirovog mesa i mleka kao i neadekvatna pasterizacija ili termički tretman hrane doprinose kampilobakteriozi ljudi. Od posebnog je značaja unakrsna kontaminacija u kuhinji - sa sirovog mesa direktno na termički tretiranu hranu ili posredno preko kontaminiranog kuhinjskog pribora. Generalno, potrebno je da čovek unese 10^4 ovih bakterija - međutim, dokazano je i da samo 500 unetih ćelija može da dovede do kampilobakterioze ljudi.

Kada je reč o pre-harvest fazi, kontrolne mere se uglavnom odnose na farme živine koja se koristi za proizvodnju mesa, a usmerene su na nabavku životinja (ptica) iz

sigurnih izvora, biosigurnost na farmi, kontrolu stresa, kao i manipulacije u ishrani (probiotici/prebiotici/kompetitivno isključivanje). U harvest fazi, pored uobičajenih mera koje služe prevenciji ili smanjenju kontaminacije trupova a povezani su sa procesnom higijenom i sistemima za osiguranje bezbednosti mesa klanica, mere koje doprinose kontroli ovog hazarda su suvo (vazdušno) hlađenje trupova koje se i primenjuje kod životinja crvenog mesa, kao i antimikrobni tretmani trupova (uključujući hlorisanje vode za pranje trupova), ali i smrzavanje trupova. U post-harvest fazi, kontrolne mere podrazumevaju adekvatan termički tretman mesa (naročito živinskog) i druge hrane, prevenciju naknadne kontaminacije termički tretirane hrane (tj. odvajanje od sirove), prevenciju unakrsne kontaminacije posuđa i elemenata u kuhinji (naročito se pranje mesa ili pak celih trupova pre termičkog tretmana ne preporučuje, jer ono pogoduje raspršivanju *Campylobacter* po kuhinji), konzumaciju i korišćenje samo pijaće vode u pripremi hrane, pranje svežeg voća i povrća, kontrolu vektora, kao i blagovremeno hlađenje hrane, uključujući ostatke spremljene hrane.

Patogene *Escherichia coli*

Escherichia coli pripada familiji *Enterobacteriaceae*; to je nesporogeni štapić koji predstavlja deo normalne intestinalne mikrobiote, ali postoje i grupe koje su patogene za ljude: enteropatogena (EPEC), enteroinvazivna (EIEC), enterotoksigena (ETEC), enteroagregativna (EAEC), difuzno adherentna (DAEC), enterohemoragična *E. coli* (EHEC). U enterohemoragičnu spada serotip koji se smatra najvažnijim za zdravlje ljudi i bezbednost mesa - *E. coli* O157:H7. Ovaj serotip, kao i preko sto drugih, proizvodi verocitotoksin, pa se grupa tih bakterija naziva i verocitotoksična *E. coli* (VTEC). Toksin je sličan onom koji produkuje *Shigella*, pa se ove bakterije nazivaju i *Shiga* toksin produkujuće *E. coli* (STEC). *E. coli* O157 može da raste u opsegu od 8 do 46°C, ali je optimalna temperatura 37°C. Mogu da prežive nedeljama na 4°C, a mesecima ili čak godinama na -20°C. Ove bakterije su fakultativni anaerobi, dobro preživljavaju na niskom pH (4,5), a tolerišu i pH do 9. Ne rastu pri više od 8,5% NaCl, kao ni ako je a_w niža od 0,95.

Primarni rezervoar patogenih *E. coli*, a među njima *E. coli* O157 i drugih EHEC, je gastrointestinalni trakt zdravih preživara - pre svega goveda, a zatim ovaca, mada se mogu naći i u svinja, živine i divljih životinja; sve životinje su uglavnom asimptomatski nosioci. Posledično, goveđe meso i proizvodi od njega (najčešće usitnjeno meso i fermentisane kobasice) se smatraju najvažnijim izvorom infekcija ljudi, ali je značajan izvor i ovčije meso, a ređe i ostale vrste mesa. Infekcije ljudi mogu da nastanu konzumiranjem i drugih vrsta kontaminirane hrane, pre svega sirovog mleka, ali i vode, kao i direktnim kontaktom sa životinjama ili obolelim ljudima. *E. coli* O157 može da preživi mesecima ili do godinu dana u stajnjaku i da đubrenjem i navodnjavanjem površina gde se gaje biljne kulture uđu u lanac te biljne hrane (povrće, voće). Što se tiče ostalih grupa patogenih *E. coli*, primarni, a za neke i jedini rezervoar su ljudi koji fekalno izlučuju ove bakterije (bolesni ili asimptomatski nosioci) i inficiraju ostale bilo direktno kontaktom ili preko hrane (npr. rukovaoci hranom).

Inkubacija, trajanje bolesti, simptomi i moguće komplikacije zavise od grupe u koju spadaju ove bakterije (Tabela II-1). Specifičan problem predstavlja lečenje bolesti antibioticima – iako je često neophodno, antibiotici mogu da utiču na povećano oslobađanje toksina iz bakterija, kao i da povise rizik od nastanka hemolitičkog uremičnog sindroma. Ove bakterije (naročito iz ETEC grupe) se često nađu u fecesu asimptomatičnih nosioca.

Tabela II-1. Karakteristike bolesti ljudi izazvanih različitim grupama patogenih *E. coli*

Grupa	Inku- bacija	Uobičajeno trajanje ako nema komplikacija	Simptomi i moguće komplikacije
EHEC (O157)	3-8 dana (ali i 1- 14 dana)	2-9 dana	Simptomi variraju od blage (inicijalno vodenaste) do krvave dijareje (hemoragični kolitis), koja je često praćena jakim abdominalnim bolom i uglavnom prolazi sa blago povišenom ili bez povišene temperature, nekad uz mučninu i povraćanje. Dijareja može biti i ekstremna, potpuno krvava i na svakih 15-30 minuta. U oko 10% (3-16%) slučajeva hemoragičnog kolitisa, javlja se hemolitički uremični sindrom (HUS) ili trombotična trombocitopenijska purpura (TTP) kao posledica HUS. HUS je praćen akutnom bubrežnom insuficijencijom i anemijom, a predstavlja vodeći uzrok akutne bubrežne insuficijencije male dece. Kod starijih ljudi i sa oslabljenim imunitetom, mortalitet može biti i do 50%. Najviše slučajeva se prijavljuje tokom leta i tokom rane jeseni. Mala deca, stari ljudi, kao i imunokompromitovani su najviše skloni komplikacijama. Kada se razvije HUS, mortalitet je 3-5%.
ETEC	24 h (8- 44 h)	nekoliko dana	Uglavnom je bolest blaga, kratka i spontano prolazi. Karakteriše se iznenadnom dijarejom koja je vodenasta i bez krvi ili mukusa, a praćena je povraćanjem i povišenom temperaturom, kao i abdominalnim bolom i slabošću. Kao komplikacija, može da se javi teška dehidracija, a teži oblici bolesti da traju i do 19 dana. Mortalitet dece je, ipak, visok.
EPEC	>4 h	varijabilno, nekad čak i 21 do 120 dana	Najčešće u male dece, uz simptome profuzne, vodenaste dijareje, povraćanje i blago povišenu temperaturu. Uglavnom je blaga bolest, ali od komplikacija je moguća dehidracija. Uglavnom se javlja u obdaništima i pedijatrijskim centrima.
EIEC	12-72 h	5-7 dana	Blaga dizenterija, abdominalni grčevi, dijareja, povraćanje, povišena temperatura, drhtavica i opšta slabost su simptomi. Stolica često sadrži krv i mukus. Uglavnom bolest spontano prolazi, bez komplikacija.

Glavni rizični faktor za nastanak bolesti predstavlja konzumacija sirovog ili nedovoljno termički tretiranog mesa (ali i nepasterizovanog mleka), kao i bilo koje hrane koja je bila u kontaktu sa sirovim mesom. Takođe, konzumacija sveže biljne hrane koja je đubrena goveđim stajnjakom, ali i kontakt male dece sa govedima (npr. izlet dece iz obdaništa na farme je čest običaj u nekim zemljama) su dokazani kao česti putevi prenosa bakterija (naročito patogenih *E. coli*) i nastanka bolesti. Infektivna doza je jako niska, svega 10 do 100 bakterija može da izazove bolest, tako da često nije neophodan ni rast ovih bakterija u hrani.

U pre-harvest fazi, kontrole mere podrazumevaju prevenciju recirkulacije ovog patogena (divlji svet, biosigurnosne mere, pravilno navodnjavanje i đubrenje useva uz zabranu primene organskog đubriva ili fekalno kontaminirane vode na useve koji neće biti termički tretirani pre konzumacije), kontrolu stresa i goveda tkzv. „super-izlučivača”, kao i primenu vakcinacije. U harvest fazi, pored standardnih mera dobre higijenske prakse (koje se odnose na ceo lanac hrane/mesa), preporučuju se i dezinfekcija boksa za omamljivanje na klanici, kao i dekontaminacija kože goveda nakon omamljivanja i klanja. U post-harvest fazi, kontrolne mere uključuju adekvatan termički tretman mesa (>72°C tokom 2 minuta u dubini mesa) i druge hrane, prevenciju unakrsne kontaminacije sirove i termički tretirane hrane, uključujući i adekvatno pranje ruku pre jela (kao i nakon kontakta sa životinjama, naročito preživarima), kao i isključivanje inficiranih ljudi iz rukovanja hranom.

Yersinia enterocolitica

Rod *Yersinia* spada u familiju *Yersiniaceae* (ranije su bile svrstavane u familiju *Enterobacteriaceae*), a alimentarne infekcije ljudi izazivaju *Yersinia enterocolitica* i *Y. pseudotuberculosis*. Vrsta *Y. pestis* je izazivač kuge ljudi, nealimentarne bolesti, za koju se smatra da je iskorenjena u 18. veku u Evropi, iako se i dalje javlja u nekim nerazvijenim delovima sveta, pa čak i u ruralnim delovima SAD. *Yersinia enterocolitica* je od glavnog interesa u bezbednosti hrane. Većina izolata *Y. enterocolitica* iz hrane i životne sredine su nepatogeni tipovi, a u Evropi većina patogenih za ljude pripada biotipu 4 (serotip O:3) ili nešto ređem biotipu 2 (serotip O:9). Ovu nesporogenu štapičastu bakteriju karakteriše mogućnost razmnožavanja na niskim temperaturama (tj. može da raste i u frižideru). Dakle, iako je optimalna temperatura rasta oko 29°C (opseg 25 do 37°C), *Y. enterocolitica* može da raste čak i pri -1°C, ali i pri 42°C. Jersinije su fakultativni anaerobi čiji je optimalni pH za rast 7,6, ali mogu da rastu u opsegu pH od 4 do 10. Ne rastu pri koncentraciji NaCl od 7% u hrani, kao ni ako je a_w niža od 0,97.

Glavni rezervoar *Y. enterocolitica* sojeva patogenih za ljude su svinje koje su najčešće asimptomatski nosioci ovog patogena u usnoj duplji, tonzilama i fecesu. Rezervoar, iako manje značajan, mogu biti i goveda, kao i mali preživari. Infekcija ljudi sa *Y. enterocolitica* uglavnom nastaje ingestijom kontaminirane hrane, naročito sirovog ili nedovoljno termički tretiranog svinjskog mesa. Kontaminirane i druge vrste mesa (goveđe, ovčije, živinsko), nepasterizovano mleko, voda koja nije adekvatno tretirana, školjke i povrće su zabeleženi kao izvor infekcije. Retko, infekcija može da se javi i direktnim kontaktom ljudi sa svinjama, a i psi su zabeleženi kao izvor nealimentarne infekcije. Glavni rezervoar *Y. pseudotuberculosis* su divlje životinje, pre svega glodari i divlje ptice. Infekcije češće nastaju ingestijom bakterija iz sirovog povrća, voća, ali i

drugih namirnica uključujući meso. Takođe, zabeleženi su i slučajevi infekcije putem vode ili direktnim kontaktom sa inficiranim životinjama.

Jersinioza izazvana sa *Y. enterocolitica* najčešće se manifestuje dijarejom, ponekad krvavom, i to najčešće kod male dece. Simptomi se uglavnom razvijaju 4-7 dana nakon izlaganja ovom agensu (mada su zabeleženi i slučajevi u opsegu od 1 pa do preko 11 dana) i mogu da traju 1-3 nedelje, ali i duže ako bolest pređe u hronični enterokolitis, koji može da traje nekoliko meseci. Kod male dece (do 5 godina) se javlja gastroenteritis sa dijarejom, ponekad i krvavom, i/ili povraćanjem, a to najčešće prati i povišena temperatura. Kod starije dece i odraslih, bol u desnoj strani donjeg abdomena i groznica, mogu da budu predominantni simptomi i zato ova bolest može često da se zameni sa zapaljenjem slepog creva. Mogu da se jave komplikacije poput osipa na koži (odrasli preko 40 godina uglavnom), bolova u zglobovima i bakterijemije, ali i reaktivni artritis sa trajnim posledicama, kao i endokarditis, glomerulonefritis, uveitis i tiroidni poremećaji. Fatalni ishod je redak ukoliko se ne jave ekstraintestinalne komplikacije. Deca, stari i imunokompromitovani ljudi su grupe koje su najviše pod rizikom od ove bolesti. Jersinioza izazvana sa *Y. pseudotuberculosis* je slična bolešću izazvanom sa *Y. enterocolitica*.

Glavni rizični faktori koji doprinose pojavi bolesti su neadekvatan termički tretman i/ili kontaminacija nakon pripremanja hrane (od sirovog mesa ili životinja). Infektivna doza je nepoznata, mada se smatra da 10^4 do 10^6 unetih bakterija izaziva bolest. Sposobnost ovog mikroorganizma da se razmnožava pri temperaturama hlađenja hrane povećava rizik da hrana koja se relativno dugo drži u frižideru postane izvor infekcije.

U pre-harvest fazi, kontrolne mere su (u zemljama, prevashodno skandinavskim, koje uopšte kontrolišu jersinije u ovoj fazi) usmerene na farme svinja, odnosno na prevenciju unosa *Y. enterocolitica* i širenja po farmi, smanjenje stresa, biosigurnosne mere, identifikaciju i uklanjanje seropozitivnih svinja, kao i primenu integrisanog metoda odgoja („prašenje-završna proizvodnja”), gde ne postoji kontakt između zapata. Pored uobičajenih mera za osiguranje dobre higijenske prakse u klanicama, za ovaj hazard su naročito bitne procedure pravilnog uklanjanja jezika i tonzila tokom obrade trupova, kao i podvezivanje rektuma, ali i tkzv. „samo-vizuelna inspekcija mesa” (Poglavlje VII) koja smanjuje mogućnosti unakrsne kontaminacije trupova u klanici. Kontrolne mere u post-harvest fazi podrazumevaju korišćenje samo pijaće vode za piće i spremanje hrane, adekvatan termički tretman (svinjskog) mesa (najmanje 72°C tokom 2 do 3 minuta), prevenciju naknadne kontaminacije termički tretirane hrane, kao i održavanje hladnog lanca (iako je u pitanju mikroorganizam koji može da raste pri niskim temperaturama, tj. psihrotrofna bakterija (Poglavlje XIV)).

Shigella

Šigelozu izazivaju *Shigella dysenteriae*, *S. flexneri*, *S. boydii* i *S. sonnei*. Šigele su nesporogeni štapići koji pripadaju familiji *Enterobacteriaceae*. Neki sojevi proizvode (produkuju) enterotoksine i šiga-toksin (vrlo sličan onom koji produkuje *E. coli* O157:H7). Ove bakterije ne preživljavaju temperaturu pasterizacije i teško preživljavaju van organizma domaćina, ali nisu preterano zahtevne po pitanju uslova za razmnožavanje. Optimalna temperatura rasta im je 37°C, ali mogu da rastu u opsegu od 6 do 48°C. Ovi fakultativni anaerobi rastu idealno pri pH 7, ali mogu i u opsegu od 4,9 do 9,3. Mogu da rastu pri 5% NaCl, ali ne ako je a_w niža od 0,97 (Poglavlje XIV).

Glavni izvor šigela su ljudi i to rekonvalescenti i asimptomatični nosioci. Često se nalaze u primatima, a izuzetno retko se nalaze u ostalim životinjama. Infekcija može da se prenosi kontaktom između osoba, ali češće je u pitanju alimentarna infekcija gde hrana ili voda kontaminirani ljudskim fecesom služe kao vektori. Posebno su bitni inficirani rukovaoci hranom spremnom za konzumiranje kao što su voće, povrće ili druga hrana nakon termičke obrade, koji ne vode računa o ličnoj higijeni.

Bolest ljudi se razlikuje u odnosu na vrstu - *S. dysenteriae* tip 1 izaziva najtežu bolest proizvodeći šiga-toksin, dok je šigeloza izazvana sa *S. sonnei* najblaža (uglavnom manifestovana samo vodenastom dijarejom). Nakon inkubacije od obično 48 sati (u opsegu od 8h do 7 dana), bolest traje 5-7 dana, ali nekad i 2 nedelje. Blaži simptomi se razvijaju kod imunokompetentnih i uključuju bol i grčeve u stomaku, dijareju (često krvavu), povišenu temperaturu i povraćanje, i simptomi prolaze spontano. U težim slučajevima (uglavnom u osetljivim populacijama kao što su deca, stari i imunokompromitovani), nekroza i ulceracije po epitelu creva dovode do krvi u stolici (dizenterija). Moguć je i gnoj ili mukus u stolici. Dizenteriju prati visoka temperatura, drhtavica i dehidracija. Konvulzije se javljaju u dece do 4 godine. Od posledica, moguć je hemoragični kolitis, neurološki simptomi, reaktivni artritis i HUS. Prezdraveli pojedinci mogu budu nosioci i mesecima.

Pošto su šigele tolerantne na nizak pH, one lako preživljavaju želudačnu kiselinu. Rizični faktori su rukovanje hranom od strane inficiranih ljudi, neodgovarajuće hlađenje, kuvanje ili podgrevanje hrane, korišćenje kontaminirane vode za pripremanje hrane, kao i konzumacija morskih plodova iz kontaminiranih voda. Infektivna doza je niska i iznosi svega 10-100 ćelija.

Kontrolne mere se primenjuju samo u post-harvest fazi, a podrazumevaju isključenje kliconoša iz rukovanja hranom, dobru higijensku praksu u rukovanju hranom sa naglaskom na ličnu higijenu i edukaciju rukovaoca, pranje sirovih namirnica samo pijaćom vodom, kao i adekvatan termički tretman hrane (tj. bar 72°C tokom 2-3 minuta). Sa šireg gledišta, važne mere su i kontrola izlivanja kanalizacija, kao i sanitacija sadržaja kanalizacije, ali i kontrola štetočina (kroz primenu dezinsekcije i deratizacije).

Vibrio spp.

Vibrio cholerae, *V. parahaemolyticus* i *V. vulnificus* su pokretni štapići koji žive u vodi. *Vibrio cholerae* serogrupe O1 i O139 proizvode enterotoksin (tj. koleratoksin) i odgovorne su za epidemije kolere, dok ostale serogrupe izazivaju gastroenteritis, ali ne i koleru. Većina *V. parahaemolyticus* izolata iz životne sredine su nepatogeni, a patogeni sojevi su oni koji sadrže hemolizin. *Vibrio* spp. raste idealno na temperaturama između 20 i 35°C, ali može i u opsegu od 10 do 41°C. Optimalan pH rasta je bazan (7,8 do 8,6), ali raste u opsegu od 4,8 do čak 11. Ovi fakultativni anaerobi dobro podnose 0,5-10% NaCl (žive u slanoj vodi sa 2-3% soli, dok *V. cholerae* može da živi i u slatkoj vodi). Ne razmnožavaju se ako je a_w ispod 0,94.

Vibrio spp. primarno naseljava morske vode, estuare (ušća reka u mora) i slane močvare, a glavni izvor infekcije za čoveka je fekalno kontaminirana voda i hrana koja se iz nje izlovljava (nedovoljno termički obrađeni riba i plodovi mora, naročito oni koji se hrane filtriranjem vode kao što su školjke). Rezevoar su svakako i prezdraveli ljudi i asimptomatski nosioci (naročito za *V. parahaemolyticus*). Ostrige su najznačajniji izvor *V. vulnificus*, a infekcija može da nastane alimentarnim putem ili preko rana na koži (ubod perajem ribe, školjkom ili rakom tokom rukovanja, ili ranija rana koja je izložena kontaminiranoj vodi).

Tabela II-2. Karakteristike bolesti ljudi izazvanih sa *Vibrio* spp.

Vrsta	Inku-bacija	Uobičajeno trajanje ako nema komplikacija	Simptomi i moguće komplikacije
<i>Vibrio cholerae</i> - serotipovi O1 i O139	6 h do 5 dana	zavisno od težine bolesti i terapije (od nekoliko dana nadalje)	Bolest se naziva kolera koju karakteriše profuzna, intenzivna dijareja (sa krpicama kao zrna pirinča sačinjenim od sluzi, epitelnih ćelija i velikog broja bakterija), a nakon toga bol u stomaku i povraćanje. Brzo se jave dehidracija, acidoza, pa šok i cirkulatorni kolaps. Ukoliko nema rehidracije, smrt može da nastupi za nekoliko sati. Mortalitet je 30% do 50% ako nema rehidracije, a uz odgovarajuću i pravovremenu terapiju (uključujući antibiotike) do 1%.
Ostali serotipovi <i>Vibrio cholerae</i>	1 do 3 dana	do 7 dana	Javlja se gastroenteritis (nije kolera) koji se manifestuje dijarejom, povišenom temperaturom, povraćanjem i abdominalnim grčevima. Moguća septikemija u ljudi sa predisponirajućim faktorima (hronične bolesti jetre poput ciroze ili hepatitisa, povišen nivo gvožđa u krvi, kompromitovan imuni sistem). Mortalitet je oko 5%, pre svega u ljudi sa predosponirajućim faktorima.
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	12 do 24 h (u opsegu od 4 h do 4 dana)	2 do 6 dana	Blaži su simptomi i to uglavnom dijareja, bol u abdomenu, mučnina, povraćanje, snižena temperatura i glavobolja. Uglavnom bolest brzo i spontano prolazi, a od dugoročnih posledica je moguć reaktivni artritis. Kod imunokompromitovanih može da se javi i septikemija.
<i>Vibrio vulnificus</i>	16-38 h (7 h do više dana, ali i duže); 4 h ako infekcija nastaje preko rane	kratko, ako nema komplikacija	Kod imonokompetentnih ljudi, ingestija dovodi do gastroenteritisa koji uglavnom ostaje lokalizovan i spontano prolazi. Međutim, u osetljivih ljudi (sa oštećenjima jetre i visokim nivoom gvožđa u krvi) se javljaju teški simptomi: septikemija, visoka telesna temperatura, mučnina, hipotenzija. U preko 60% slučajeva septikemije, javljaju se nekroze i rane po koži koje mogu da vode nekrozama tkiva (amputacije su česte) i smrti. U slučaju nastanka infekcije preko rane na koži, zapaljenjska reakcija koja se javlja oko rane može da pređe u celulitis, bulozne lezije i nekrozu (često zahteva hiruršku obradu a nekad i amputaciju), a može da se javi i sistemska infekcija (povišena temperatura, drhtavica, hipotenzija).

Inkubacioni period, trajanje bolesti, simptomi i moguće komplikacije zavise od vrste i serotipa bakterije (Tabela II-2). Rizični faktori za nastanak kolere su prevashodno loši sanitarni uslovi, kao i korišćenje fekalno kontaminirane vode za piće ili pripremu hrane, koji su i dalje uobičajeni u nekim nerazvijenim delovima sveta. Za ostale forme vibrioze, to su i konzumacija sirovih plodova mora. Infektivna doza za *V. cholerae* je visoka i iznosi oko 10^6 ćelija, za *Vibrio parahaemolyticus* iznosi $>10^4$ ćelija (u imunokompetentnih znatno viša), a za *Vibrio vulnificus* je nepoznata ali se smatra da je niska, od 10^3 , do samo 10^2 ćelija u osetljivih populacija.

Kontrolne mere se odnose na korišćenje samo pijaće vode za piće i spremanje hrane, pravilno odlaganje kanizacionog otpada, prevenciju unakrsne kontaminacije i isključivanje kliconoša iz rukovanja hranom. Takođe, mere se odnose i na izbegavanje izlova morskih plodova u kontaminiranim vodama (naročito u estuarima tokom letnjih meseci) i konzumacije sirovih morskih plodova. Potrebno je brzo ohladiti morske plodove do $<4^{\circ}\text{C}$ nakon izlova i održavati tu temperaturu, a osobe sa hroničnim bolestima i bolestima jetre ne bi trebalo da konzumiraju sirove morske plodove, naročito ostrige i druge školjke.

Ostale Gram-negativne bakterije

Aeromonas spp.

Aeromonas hydrophila je najčešći izazivač bolesti ljudi mada postoje i druge vrste (*A. caviae*, *A. sorbia*, *A. veronii*). To su ubikvitarane akvatične bakterije, koje su rasprostranjene u vodi i vlažnom zemljištu, a čine i deo normalne crevne flore zdravih riba. *A. hydrophila* je najčešće povezan sa ribama i školjkama mada je izolovan i iz mesa goveda, svinja i živine. Simptomi bolesti liče na koleru sa vodenastom dijarejom ili na dizenteriju sa krvavom ili mukoznom stolicom. Kontrolne mere uključuju izbegavanje konzumacije sirovih ili nedovoljno termički obrađenih školjki (naročito je česta bolest za vreme letnjih meseci), kao i korišćenje pijaće vode za pripremanje hrane.

Brucella spp.

Brucelozu ljudi izazivaju *Brucella melitensis* (najpatogenija za čoveka), ali i *B. abortus* i *B. suis*. Domaće životinje su primarni izvor bolesti za ljude, naročito za veterinare i stočare (tj. brucele spadaju u profesionalne ili tkzv. „okupacione” hazarde, opisane kasnije u ovom poglavlju). Ljudi se inficiraju kontaktom sa zaraženim životinjama (preko rana), inhalacijom ili alimentarnim putem, najčešće putem nepasterizovanog mleka i proizvoda od sirovog mleka. Nakon inkubacije od nekoliko nedelja, javlja se intermitentna groznica, slabost, vrtoglavica, glavobolja, a od komplikacija mogu da se jave endokarditis i meningoencefalitis. Kontrolne mere uključuju pažnju u rukovanju životinjama i pasterizaciju mleka i adekvatan termički tretman mesa.

Francisella tularensis

F. tularensis izaziva tularemiju ljudi i životinja koja je akutna, febrilna bolest. Organizam se nalazi u vodama i divljim životinjama, a prenosi se na čoveka kontaktom, inhalacijom, ujedom ili alimentarnim putem (meso). Kontrolne mere uključuju adekvatan termički tretman mesa.

Coxiella burnetii

Koksijela izaziva bolest koja se naziva kju-groznica, a koja se kod čoveka karakteriše naglim nastankom groznice, uz pneumoniju, kašalj, malaksalost, mijalgiju i slabost. Komplikacije mogu da uključuju hepatitis, perikarditis i endokarditis. Goveda i ovce su glavni rezervoari (naročito prilikom porođaja ili abortusa kada se uzročnici izbacuju sa placentom), ali i koze, divljač i krpelji. Čovek se zarazi inhalacijom ili direktnim kontaktom sa životinjama, mada je moguć i alimentarni put infekcije (preko mleka). Kontrolne mere uključuju pažnju u kontaktu sa životinjama, kao i pasterizaciju mleka. U nekim zemljama se primenjuje u vakcinacija određenih grupa ljudi (*C. burnetii* je profesionalni hazard za veterinare, stočare i radnike u klanici).

Gram-pozitivne bakterije

Listeria monocytogenes

Rodu *Listeria* pripada šest vrsta bakterija, ali slučajevi ljudi obolelih od listerioze gotovo isključivo su vezani za vrstu *Listeria monocytogenes*. To je štapićasta nesporogena bakterija koja je jedan od vodećih uzročnika smrti ljudi usled alimentarnih infekcija u razvijenim zemljama. Postoji 13 serotipova, a među njima, većinu alimentarnih infekcija ljudi izazivaju serotipovi 1/2a, 1/2b i 4b. *Listeria monocytogenes* je mikroaerofilan, fakultativni anaerob, koji idealno raste na temperaturama između 30 i 35°C, ali može i u opsegu od 0 do 45°C. Optimalan pH za rast je oko 7, ali raste u opsegu od 4,4 do 9,4. To je prilično otporan mikroorganizam koji može da raste u sredini sa 10% NaCl (a čak može i da preživi čak i jednu godinu pri 16% NaCl); takođe, može da raste i pri a_w od 0,92. Ovaj mikroorganizam je otporan i na isušivanje, pa preživljava i pri nižim a_w vrednostima.

Listeria monocytogenes je mikroorganizam koji je široko rasprostranjen u prirodi (tj. ubikvitaran), a glavni rezervoari su zemljište, hrana za životinje i voda, kao i feces zdravih životinja (naročito preživara) i ljudi. Glavni put infekcije ljudi i životinja je konzumacija kontaminirane hrane; međutim, infekcija čoveka može da nastane i direktnim kontaktom sa inficiranim životinjama ili ljudima. Bitan izvor je sredina u kojoj se hrana prerađuje, odnosno površine i mašine, gde ova bakterija može da formira vrlo otporne biofilmove i da bude dugotrajan izvor kontaminacije hrane. Pošto je *L. monocytogenes* ubikvitaran mikroorganizam, kontaminacija hrane nastaje tokom prerade i/ili nakon termičke obrade, pa je najčešći izvor listerioze hrana spremna za konzumiranje (engl. *ready to eat food*; RTE hrana), a među njima naročito sirovo i neadekvatno pasterizovano mleko, sirevi (naročito mladi), sirovo povrće, sve vrste mesa, fermentisane kobasice, sirova i dimljena riba i ostali plodovi mora.

Postoje dve forme listerioze: 1) blaža, neinvanzivna gastrointestinalna (praćena povišenom temperaturom, mijalgijom, glavoboljom, mučninom, povraćanjem i ponekad dijarejom), koja se javlja kod imunokompetentnih ljudi i to nakon kratke inkubacije (od nekoliko sati do nekoliko dana), a trajanje bolesti je od nekoliko dana do nekoliko nedelja, ako nema komplikacija; i 2) teža, invanzivna koja nastaje nakon inkubacije od 3 dana do 3 meseca, a koja može da dovede do septikemije i promena u nervnom sistemu koje često rezultiraju meningoencefalitisom, a najviše su ugroženi mala deca, stariji, imunokompromitovani, dijabetičari, kao i srčani i hepatični bolesnici. Kod trudnica

simptomi bolesti mogu biti relativno blaži (poput gripa), ali ako infekcija pređe na fetus (što se dešava u oko trećine potvrđenih slučajeva), može da dođe do pobačaja ili da se dete rodi sa teškim znacima bolesti koju uključuju znake bakterijemije i meningitisa. Ako se javi invanzivna bolest, mortalitet je 15-30%, dok su slučajevi septikemije povezani sa mortalitetom od 50%, meningitisa do 70%, a perinatalne/neonatalne infekcije i preko 80%.

Poseban problem u bezbednosti hrane predstavlja mogućnost *L. monocytogenes* da raste (tj. razmnožava se) pri temperaturama hlađenja hrane, što je posebno važno za bezbednost hrane spremne za konzumiranje koja se relativno dugo čuva u frižideru. Ubikvitarnost ovog mikroorganizma podrazumeva i značajnu mogućnost kontaminacije hrane neposredno pre njenog konzumiranja. Dokazano je i da korišćenje antacida u terapijske svrhe doprinosi listeriozi ljudi. Infektivna doza nije određena i varira od soja ove bakterije i osetljivosti čoveka. Opšte je prihvaćeno da koncentracija ove bakterije u hrani koja je manja od 100 ćelija po gramu (tj. formiranih kolonija po gramu uzorka prilikom mikrobioloških analiza; engl. *colony forming units*; CFU) predstavlja vrlo nizak rizik za opštu populaciju koja konzumira tu hranu i da je infektivna doza visoka ($>10^5$) za neinvanzivnu listeriozu, te da je rast u hrani bitan faktor za nastanak bolesti; međutim, 10^2 do 10^3 bakterija može da izazove invanzivnu bolest u imunokompromitovanih, tako da rast u hrani nije neophodan u većini slučajeva.

Kontrolne mere su usmerene na post-harvest fazu lanca hrane, a uključuju opšte higijenske mere tokom prerade, pripreme i čuvanja hrane, a naročito sa ciljem prevencije unakrsne kontaminacije i rekontaminacije termički tretirane hrane, uključujući i odvajanje sirove i tretirane hrane, kao i adekvatan termički tretman sve hrane animalnog porekla (najmanje 72°C tokom najmanje 2 minuta) i adekvatno podgrevanje RTE hrane. Tokom prerade hrane je važno primenjivati tkzv. „koncept prepreka” (Poglavlje XIV) da se ograniči rast u hrani, uključujući i primenu starter kultura u fermentaciji mesa i sira. Sa opšteg gledišta, ne treba da se koristi organski otpad ili fekalno kontaminirana voda na RTE useve. Takođe, naročito osetljive populacije ljudi, kao što su mala deca, stari ljudi, trudnice i imunokompromitovani treba da izbegavaju visokorizičnu hranu.

Staphylococcus aureus

S. aureus izaziva alimentarnu intoksikaciju ljudi (koja se naziva stafiloenterotoksikoza), proizvedeći izuzetno termostabilne enterotoksine tipa A, B, C, D, E i F, s tim što je većina alimentarnih bolesti izazvana tipom A. Ova bakterija je nepokretna, fakultativno anaerobna koka (s tim što je proizvodnja toksina inhibisana kod anaerobnog rasta), koja je prilično otporna na nepovoljne uslove sredine, pre svega isušivanje, tako da toleriše prilično nisku aktivnost vode prilikom rasta, čak i do a_w 0,83. Optimalna temperatura rasta ove bakterije je 35 do 37°C, a može da raste u opsegu od 7 do 48°C. Optimalan pH za rast je 7 do 7,5, dok toleriše pH između 4 pa do preko 9. Organizam je tolerantan na so (preživljava čak i 15 do 20%, a enterotoksin A može da se produkuje i pri 10% NaCl), saharozu i nitrite, ali je veoma slab takmičar sa drugim mikroorganizmima.

S. aureus su ubikvitarni mikroorganizmi, uključujući i ljude i životinje kao primarne rezervoare. Ove bakterije se često mogu naći u nosu, u grlu, na koži i kosi zdravih ljudi (20-30% su stalni nosioci, a preko 50% su povremeni nosioci). Proteinska hraniva, uključujući meso i proizvode od mesa, ribu i mlečne proizvode, su dokazani kao česti izvori bolesti.

Inkubacija bolesti je vrlo kratka - traje svega 1 do 6 sati, a i sama bolest traje kratko - od nekoliko sati do jedan ili dva dana. Simptomi su mučnina, povraćanje, proliv, grčevi u stomaku, znojenje, glavobolja, izmorenost i subnormalna temperatura tela. U težim slučajevima, može doći do dehidracije i čestih promena u visini krvnog pritiska i pulsa. Pored ove uobičajene enterične forme bolesti, ovaj mikroorganizam može da izazove i lezije na koži i u grlu ljudi i životinja. Smrtnost je izuzetno retka, osim u osetljivoj populaciji male dece, starih ljudi, trudnica i imunokompromitovanih. Bolest prolazi spontano, a eventualno lečenje podrazumeva bavljenje komplikacijama.

Primarni faktor nastanka bolesti su rukovaoci hranom koji su nosioci ovih bakterija (nos, grlo, rane na rukama) i koji lošom higijenom ruku, koja uključuje i kontakt sa nosom i grlom, kao i kihanje i kašljanje, kontaminiraju hranu koja se sprema ili je pripremljena i uglavnom ne sadrži druge mikroorganizme (tako da *S. aureus*, koji je inače slab takmičar, može nesmetano da raste). Za stvaranje kritične doze enteroksina (tj. do 1 mikrogram) i nastanak bolesti je neophodan rast ovih bakterija u hrani ($>10^5$ CFU/g, uglavnom 10^6) koji se uglavnom dešava prilikom dužeg čuvanja termički obrađene i kontaminirane hrane na sobnoj temperaturi.

Kontrolne mere su usmerene na dobru ličnu higijenu i ostale opšte higijenske mere tokom rukovanja hranom, kao i isključivanje ljudi sa ranama na koži (rukama) iz rukovanja hranom. Dalje, u cilju prevencije rasta stafilokoka, važno je brzo hlađenje termički obrađene hrane i to u malim količinama, čuvanje termički obrađene hrane na $<4^{\circ}\text{C}$ ili $>60^{\circ}\text{C}$, kao i smanjenje perioda između pripremanja i konzumacije hrane. Bitna činjenica je i da je stafilokokni toksin termostabilan, tako da ga termički tretman ne denaturiše.

Clostridium perfringens

Ova bakterija je anaeroban (iako ponekad može da raste i u prisustvu kiseonika), nepokretni štapić koji formira termorezistentne spore, dok su vegetativni oblici prilično osetljivi na visoke temperature. Kada *C. perfringens* proizvede termolabilan enterotoksin, najčešće izaziva toksoinfekcije (bitno je pomenuti da je do danas zabeležen i jedan slučaj intoksikacije). Bolest je najčešće izazvana bakterijama koje proizvode enterotoksin tip A (enterotoksini B - E su znatno ređe uzrok bolesti). *Clostridium perfringens* raste optimalno pri temperaturi između 37 i 45°C , a u opsegu između 12 i 50°C . Optimalan pH je $7,2$ dok raste u opsegu između pH $5,5$ i $8,5$. Ne raste ako ima preko 8% NaCl u hrani, kao ni ako je iz drugog razloga a_w ispod $0,95$. *C. perfringens* je ubikvitaran mikroorganizam - nalazi se u prirodi (voda, prašina, otpad), asimptomatski u digestivnom traktu životinja, a čak se i u crevima ljudi ponekad nalaze izolati koji proizvode enterotoksine. Najbitniji izvori alimentarnih bolesti su meso i proizvodi koji sadrže meso (čorbe, paprikaši), povrće i začini.

Inkubacioni period je 8 do 24 h, a ako nema komplikacija, bolest traje kratko (do 2 dana). Simptomi su profuzna dijareja i bolovi u stomaku, dok su mučnina, povraćanje i groznica retki. Komplikacije su retke, a mogu da se jave kod starijih i imunokompromitovanih i uključuju prolongaciju bolesti (1 do 2 nedelje) uz moguću nekrozu tankog creva, peritonitis i septikemiju. Stepenn mortaliteta je nizak i povezan uglavnom sa starijim ljudima.

Infektivna doza je visoka ($>10^6$ CFU/g spora ili vegetativnih ćelija), što ukazuje da je neophodan rast u hrani. Čest uzrok bolesti jeste spremanje velike količine hrane koja se ne ohladi na adekvatan način (na ispod 10°C u roku 2 do 3 h). Procedura termičke obrade aktivira spore (one mogu da prežive i duže od sat vremena u ključaloj vodi), koje

potom isključavaju (germiniraju) i proliferišu u anaerobnim uslovima dok se hrana sporo hladi, a umnožavanje vegetativnih oblika bakterija je brzo - njihov broj se udvostruči za oko 10 minuta. Pojavi bolesti doprinosi i neadekvatno podgrevanje hrane, držanje kuvane hrane u velikim posudama i konzumacija hrane više sati nakon pripremanja.

Kontrolne mere podrazumevaju adekvatan termički tretman hrane da se unište vegetativni oblici bakterije i hlađenje termički obrađene hrane, naročito jela od mesa, brzo i u malim količinama pri $<5^{\circ}\text{C}$, ili pak pri visokim temperaturama ($>60^{\circ}\text{C}$) da se spreči rast bakterija. Potrebno je primenjivati i kratko čuvanje termički obrađene hrane da bi se smanjio rast preživelih bakterija, kao i podgrevanje hrane do bar 75°C da se unište vegetativne ćelije i da se inaktiviraju toksin ako je prethodno već formiran u hrani. Takođe, pranje svežeg povrća (naročito od zemlje i prašine) da se uklone spore spada u bitne kontrolne mere.

Clostridium botulinum

Ovaj mikroorganizam je anaerobni, sporogeni štapić koji proizvodi vrlo jak neurotoksin, čija je doza od 0,04 mikrograma (tj. oko 0,6 nanograma toksina po kilogramu telesne mase) nekada dovoljna da izazove alimentarnu bolest i smrt čoveka, što ga čini jednom od najotrovnijih poznatih bioloških supstanci. Postoji osam tipova neurotoksina (A, B, C1, C2, D, E, F and G), od kojih A, B, E i F izazivaju botulizam ljudi, a C i D životinja, dok nije zabeležena bolest usled tipa G. *Clostridium botulinum* izaziva dva tipa alimentarnih bolesti ljudi - botulizam je intoksikacija, a infantilni botulizam (sindrom „mlitavih beba”) je toksoinfekcija. Treći mogući tip bolesti izazvan ovim bakterijama nije alimentarni, a nastaje putem rana i vrlo je redak. Spore *C. botulinum* su izuzetno otporne, dok vegetativne ćelije nisu. Takođe, toksin je termolabilan i uništava se termičkim tretmanom. U pogledu temperatura rasta, za proteolitičke sojeve ovih bakterija (A, B i F), optimalna temperatura rasta je oko 35 do 40°C (to su mezofilni mikroorganizmi; Poglavlje XIV), dok ne rastu ispod 10°C , niti iznad 50°C . Za neproteolitičke sojeve (B, E i F), optimalna temperatura rasta je niža (28 do 30°C), mogu da rastu i pri oko 3°C (to su psihrotrofni mikroorganizmi), a najviše do 45°C . Proteolitički sojevi su otporniji po pitanju rasta u slanoj sredini, pa rastu i pri 10% NaCl, dok neproteolitički mogu da tolerišu samo do najviše 5% NaCl. Povezano sa tim, proteolitički sojevi zahtevaju a_w od najmanje $0,94$ za rast, dok neproteolitički zahtevaju najmanje $0,96$, a uglavnom $0,97$. *C. botulinum* može da raste u opsegu pH od $4,6$ do $8,9$. Nitriti i kompetitivni organizmi u hrani deluju inhibitory na ove bakterije.

C. botulinum su ubikvitarne bakterije koje se nalaze često u vlažnim i blatnjavim zemljištima i vodama, a asimptomatski i u digestivom traktu ljudi i životinja. Najčešći izvor botulizma odraslih ljudi je hrana koja je neadekvatno konzervirana u domaćinstvu (npr. domaća turšija) ili industrijski proizvedena hrana kada nastanu greške prilikom sterilizacije (Poglavlje XIV), ali i ukoliko dođe do oštećenja industrijski proizvedenih, tzv. „slabokiselih” konzervi (tj. onih čiji je pH preko $4,6$). U tim slučajevima, može da dođe do preživljavanja spora ili do naknadne kontaminacije njima, njihovog isključavanja u vegetativne ćelije pod anaerobnim uslovima, kao i posledične proizvodnje toksina. S obzirom da se ta hrana pre konzumacije više ne tretira termički (konzervirana povrća kao turšije, pečurke, tunjevine, dimljena riba, razne vrste mesa i proizvoda od mesa), ona može da predstavlja izvor ovih klostridija, odnosno toksina. Za infantilni botulizam, med (Poglavlje XV) je najčešći izvor bolesti (spore se često nađu u medu), mada je zabeležen i slučaj mleka u prahu kao izvora.

Kada je reč o botulizmu odraslih, inkubacija je uglavnom 12 do 36 sati, mada može biti i 8 dana, a najverovatnije zavisi od doze unetog toksina. Simptomi bolesti su mučnina i povraćanje, praćeni vrtoglavicom, teškoćama pri gutanju, nerazgovetnim govorom, otežanim disanjem, zamućenim vidom i glavoboljom. Mogu da se jave i umor, mišićna slabost i paralize, kao i oštećenje respiratornog puta. Ako se bolest ne leči, simptomi mogu da napreduju do paralize ekstremiteta i respiratornih mišića. Respiratorna insuficijencija (ukočenost dijafragme i drugih disajnih mišića) često može da dovede do smrti (mortalitet je čak 30-60% u tom slučaju). Ukupan mortalitet je visok i iznosi 5-10%, uključujući i slučajeve koji se leče adekvatno. Lečenje je aplikacijom antitoksina, a primenjuje se i potporna terapija. Teži slučajevi se leče nedeljama ili mesecima, a pacijenti često dišu pomoću aparata.

U slučaju infantilnog botulizma, javljaju se neuromuskularni simptomi koji rezultiraju konstipacijom i respiratornim poremećajima. Uglavnom je blaga bolest i najčešće se javlja u dece starosti do jedne godine, jer do tog doba nemaju razvijenu normalnu crevnu mikrobiotu, što omogućava kolonizaciju creva ovom klostridijom (nakon unosa u digestivni trakt, spore isključavaju i proizvode toksin).

Za nastanak botulizma kao intoksikacije, neophodan je rast bakterija u hrani da bi se stvorila dovoljna količina toksina koji će izazvati bolest. Rizični faktori uključuju konzerviranje hrane u domaćinstvima, nekontrolisanu fermentaciju, kao i neodgovarajuće termičko tretiranje hrane u konzervama. Za nastanak infantilnog botulizma, glavni rizični faktor je hranjenje beba i dece mlađe od godinu dana medom.

Za botulizam, kontrolne mere uključuju izbegavanje konzerviranja povrća, ribe i mesa u domaćinstvu i odbacivanje oštećenih pakovanja/konzervi (bilo proizvedenih u domaćinstvima ili industriji). Dalje, važno je podgrevanje svake hrane za koju se posumnja da može da sadrži klostridije (na 80°C tokom 15 minuta da se uništi potencijalno prisutni termolabilni toksin). Bitne mere su skladištenje hrane konzervirane u domaćinstvu na <3°C, kao i korišćenje koncepta prepreka prilikom konzerviranja hrane, bilo industrijski ili u domaćinstvu. U pogledu infantilnog botulizma, važno je ne davati bebama i deci mlađoj od godine dana med, kao ni hranu koja nije adekvatno termički tretirana.

Bacillus cereus

B. cereus je fakultativno anaerobni štapić koji formira izuzetno termorezistentne spore, dok vegetativni oblik bakterije nije naročito otporan na visoke temperature. Izaziva dva tipa alimentarnih bolesti ljudi: emetički tip/sindrom (koji je po mehanizmu nastanka intoksikacija) i dijareja tip/sindrom (toksoinfekcija). Ova bakterija raste optimalno pri 28 do 35°C, ali može u opsegu od čak 5 do 55°C. Raste u opsegu pH of 4,9 do 9,3, a toleriše do 7,5% NaCl, odnosno ne može da raste ako je a_w ispod 0,95.

B. cereus je ubikvitaran mikroorganizam - nalazi se u zemljištu, vodi i vegetaciji, začinima, kao i u stolici oko 15% zdravih ljudi. Za emetički tip bolesti, izvor je uglavnom biljnog porekla i to prženi ili kuvani pirinač, a krompir i paste su dokazani kao izvori bolesti, dok je za dijareja tip bolesti najčešći izvor proteinska hrana (kuvano meso, supe, povrće, sosevi).

Za emetički tip bolesti, inkubacija je izuzetno kratka (1 do 6 h), a simptomi uključuju mučninu, povraćanje, slabost, a kasnije može da se javi i dijareja. Retka je smrtnost. Samo određeni sojevi stvaraju emetički toksin, koji je izuzetno otporan na toplotu, kao i na kiselost. Za dijareja tip bolesti, inkubacija je 8-16 h, a simptomi uključuju vodenastu dijareju, bol u stomaku i grčeve i mučninu, izuzetno retko i

povraćanje. Oba tipa bolesti traju uglavnom samo jedan dan, ukoliko nema komplikacija. Komplikacije su retke kod oba tipa bolesti, a mogu da uključuju sistemske infekcije, gangrene, meningitis, kao i endokarditis.

Za nastanak emetičkog tipa bolesti, potrebno je oko 10^8 CFU/g hrane, tako da je potrebno da ovaj patogen raste u hrani pre nego što stvori dovoljnu količinu toksina. Često se dešava da se kontaminirana hrana termički priprema u velikim količinama, pa neadekvatno hladi što omogućava sporama koje su preživele da isključuju i proliferišu, pa *B. cereus* počne da stvara toksin, ako se hrana konzumira satima nakon pripreme. Za dijareja tip bolesti, infektivna doza je nešto niža i uglavnom oko 10^5 do 10^8 CFU/g, ali svakako da je i u tom slučaju rizični faktor rast u hrani koji prethodi toksoinfekciji, u kom slučaju se toksin stvara u crevima.

Kontrolne mere su usmerene, kao i za druge alimentarne Gram pozitivne bakterije, na post-harvest fazu lanca hrane. One uključuju spremanje hrane u malim količinama, brzo hlađenje hrane i to malim količinama, čuvanje spremljene hrane na $<5^{\circ}\text{C}$ ili $>60^{\circ}\text{C}$, kao i adekvatno podgrevanje hrane da se unište vegetativne ćelije.

Ostale Gram-pozitivne bakterije

Zoonotske *Mycobacterium* spp.

Postoje dve glavne grupe mikobakterija relevantne za hranu i javno zdravlje - *Mycobacterium tuberculosis* kompleks gde pripadaju bakterije izazivači tuberkuloze ljudi i životinja (*M. tuberculosis*, *M. bovis* i *M. caprae*), i *Mycobacterium avium* kompleks, za koje je nejasno da li se prenose na ljude alimentarnim putem iako potiču od životinja za proizvodnju mesa (*M. avium* subsp. *avium*, *M. avium* subsp. *hominisuis* i *M. avium* subsp. *paratuberculosis* za koji je nepoznato da li je zoonotski, iako se pretpostavlja da izaziva inflamatornu bolest creva, tj. Kronovu bolest ljudi). Od značaja za bezbednost hrane je jedino *Mycobacterium bovis*, a iako ova bakterija izaziva tuberkulozu goveda, nije dokazan prenos putem mesa, već su slučajevi bolesti ljudi vezani za direktan kontakt sa govedima i inhalaciju ili za konzumaciju sirovog mleka i proizvoda od njega. *M. bovis* izaziva bolest čoveka koja se manifestuje lezijama u plućima, slabošću i gubitkom težine. Kontrolne mere uključuju pažnju u kontaktu sa životinjama (naročito stočari i veterinari za koje je okupacioni hazard), otkrivanje zaraženih životinja na farmama, kao i pasterizaciju hrane koja može biti izvor ovih bakterija (prevashodno mleka).

Bacillus anthracis

Spore ove bakterije koje preživljavaju decenijama, kao i vegetativne ćelije se nalaze u zemljištu, vodi i biljnom materijalu. Ljudi ovu tešku bolest (profesionalni hazard za veterinare) - antraks, praćenu nekrotičnim hemoragijama, uglavnom dobijaju kontaktom preko rana, ponekad inhalacijom, ali je moguć i alimentarni put infekcije (npr. mesom od bolesne životinje), koji iako je redak, prati visok stepen mortaliteta (čak 25 do 60%). Simptomi gastrointestinalnog antraksa uključuju mučninu, povraćanje, groznicu, a kasnije težak bol u stomaku i krvavu dijareju. Kontrolne mere za antraks uključuju adekvatnu zaštitu (zaštitna odeća i oprema) prilikom rukovanja zaraženim materijalom, kao i neškodljivo uklanjanje leševa životinja. Kada je u pitanju prevencija gastrointestinalne forme antraksa, neophodna je adekvatna priprema hrane uključujući odabir sirovina, termički tretman i skladištenje hrane.

Clostridium difficile

C. difficile je anaerobna sporogena bakterija koja proizvodi toksine nakon kolonizacije creva, pa izaziva enteritis i dijareju ljudi, naročito onih koji primaju antibiotsku terapiju. Bolest izazvana ovom bakterijom je česta kod hospitalizovanih ljudi, pa spada u grupu nozokomijalnih (bolničkih) infekcija. Tek u skorije vreme se ukazuje na alimentarni tip bolesti. Iako se ove bakterije nalaze u mesu svinja, goveda i živine, još uvek nije dokazan prenos putem mesa na čoveka.

Streptococcus spp.

Postoji pedesetak vrsta streptokoka, a među njima su najznačajnije *S. pyogenes*, *S. agalactiae*, *S. dysgalactiae*, *S. suis* i *S. zooepidemicus*. Sve vrste streptokoka se klasifikuju u više grupa ovih bakterija, a među njima grupe A i D mogu izazvati alimentarnu bolest ljudi. Streptokoke potiču od domaćih životinja, ali i zdravi ljudi mogu biti nosioci. Između ostalog, prenos na čoveka je moguć i putem konzumiranja sirovog mleka i druge kontaminirane hrane kao što su meso i jaja, kao i preko zaraženih ljudi nosilaca koji rukuju hranom. Bolest čoveka karakterišu rane u grlu, tonzilitis, groznica, glavobolja, mučnina, povraćanje, moguć svrab (grupa A) ili dijareja, grčevi, povraćanje, groznica, vrtoglavica (grupa D). Adekvatno kuvanje hrane i pasterezacija mleka, odgovarajuće hlađenje i podgrevanje hrane, kao i lična higijena rukovaoca hranom su kontrolne mere.

Nealimentarni bakterijski hazardi

Erysipelothrix rhusiopathiae

E. rhusiopathiae je Gram-pozitivni nesporogeni bacil koji je ubikvitaran i preživljava dugo u spoljnoj sredini, a izaziva bolest mnogih životinja za proizvodnju mesa, prevashodno svinja, ovaca i ćuraka. Kod svinja ova bakterija izaziva erisipeloid koji je od velikog ekonomskog značaja, a izlučuje se svinjskim ekskretima. Patogena je za čoveka, a najčešće se erisipeloid javlja kod ljudi koji rade sa bolesnim životinjama ili njihovim produktima ili otpadom (okupacioni hazard za radnike na farmama i klanicama, kao i veterinare). Put infekcije čoveka je kontaktom, najčešće preko rana na koži, a bolest karakteriše crvenilo kože (najčešće ruke), otok i lokalni bol. Mogu da se jave i sistemske promene kao povišena temperatura i bolovi u zglobovima pa čak i septikemija kod imunokompromitovanih ljudi. Bolest uglavnom spontano prolazi unutar mesec dana i bez primene terapije.

Leptospira spp.

Među leptospirama, *L. interrogans* je najznačajnija patogena vrsta. To je Gram-negativna, aerobna bakterija spiralnog oblika. Patogeni sojevi izazivaju leptospirozu ljudi i životinja (goveda i svinja najčešće), a pri tome se nalaze u bubrezima i izlučuju urinom kontaminirajući životnu sredinu, gde preživljavaju i odakle se prenose na ljude i životinje direktnim kontaktom sa kontaminiranim urinom preko rana na koži i sluzokoži. Teoretski je moguć i prenos ingestijom hrane i vode, a u širenju infekcije indirektno ulogu imaju i

glodari. Leptospiroza je sistemska bolest. Ako se javi kod životinja, praćena je groznicom i poremećajima u radu bubrega, jetre, pluća i reproduktivnih organa. Kod čoveka simptomi i posledice variraju od blažih, nalik gripu, do jako teške forme bolesti praćene prestankom funkcije bubrega i jetre, uz moguću fatalni ishod. Leptospira predstavlja profesionalni hazard za stočare, veterinare i druge ljude koji rukuju životinjama.

Virusi

Virusi su metabolički neaktivni organizmi koji nisu sposobni da se razmnožavaju van ćelije domaćina. Stoga hrana i voda predstavljaju samo pasivni medijum preko koga se virusi prenose na čoveka, za razliku od bakterija koje mogu da se umnožavaju u hrani. Alimentarni virusi su prilično otporni na različite uslove sredine i mogu da prežive i ostanu infektivni nedeljama u hladnoj sredini, a naročito im za preživljavanje pogoduju temperature smrzavanja. Većina virusa je specifična za određenu vrstu domaćina, tako da se samo među njima prenosi. U slučaju alimentarnih virusa, čovek je glavni rezervoar infekcije za drugog čoveka a prenos je feko-oralnim putem. Postoje i zoonotski alimentarni virusi, a među njima je najvažniji hepatitis E virus, a u poslednje vreme se ukazuje i na alimentarni prenos TBE (engl. *tick-borne encephalitis*) virusa koji može da se nađe u mleku inficiranih životinja.

Zbog komplikovanih metoda detekcije, ranije virusima nije pridavan veliki značaj u bezbednosti hrane jer nisu mogli da se otkriju. Viralne infekcije generalno ne mogu da se leče već se imunitet domaćina sa njima bori, a pri tome se primenjuje samo potporna terapija. Kao posledica kontaminacije vode fecesom čoveka (npr. iz kanalizacije), školjke koje se hrane filtriranjem vode ih nakupljaju u sebi pa predstavljaju najveću opasnost za čoveka u pogledu alimentarnih virusa. Pored školjki, rizična je i hrana koja je već spremljena, a kojom rukuju inficirani ljudi, kao i sveže voće i povrće koje je navodnjavano vodom u koju se uliva kanalizaciona voda. Najvažniji alimentarni virusi su hepatitis A virus, hepatitis E virus, norovirus, rotavirus i adenovirus (opisani ispod), a postoji i više vrsta drugih potencijalno alimentarnih virusa kao što su astrovirus i sapovirus. Za neke viruse se sumnja da mogu biti alimentarni (npr. virus avijarne influence), ali to još uvek nije dokazano.

Hepatitis A virus

Hepatitis A virus (HAV) pripada familiji *Picornaviridae*, a prenosi se najčešće kontaktom među ljudima (feko-oralni put), ali i alimentarno ukoliko je rukovalac hranom zaražen. Infektivna doza se smatra niskom (svega 10 do 100 virusnih partikula), a bolest čoveka nastaje nakon inkubacije od 2 do 9 nedelja. Izlučivanje virusa stolicom se javlja i pre nastanka simptoma što predstavlja potencijal za kontaminaciju hrane, iako je dokazivanje alimentarne infekcije praktično jako teško zbog duge inkubacije (tj. implicirana hrana uglavnom nije dostupna tokom istraživanja epidemije). Prvi simptomi bolesti su gubitak apetita, povišena telesna temperatura i mučnina, a mogu da se jave i povraćanje i dijareja. Od težih posledica, oštećenje jetre u slučaju teškog hepatitisa može da se javi, a manifestuje se žuticom. Često je infekcija asimptomatična kod male dece (do 6 godina). Oporavak je uglavnom za 1 do 2 nedelje mada bolest može da traje i mesecima. Najrizičnija hrana su školjke i RTE hrana, kao i voda. Kontrolne mere uključuju prevenciju fekalne kontaminacije hrane, a tome najviše doprinose dobra lična higijena i

isključivanje inficiranih iz rukovanja hranom. Pored toga, važna kontrolna mera je i pravilno odlaganje kanalizacije da ne dolazi u vode iz kojih se izlovljavaju školjke ili kojima se navodnjava voće i povrće.

Hepatitis E virus

Hepatitis E virus (HEV) spada u familiju *Hepeviridae*. Ovaj virus je mnogo osetljiviji od HAV, a naročito na visoke temperature. HEV izaziva sličnu bolest čoveka kao i HAV (žutica, slabost, povraćanje, povišena temperatura), sa inkubacijom od 3 do 8 nedelja i najčešće spontanom oporavkom nakon dve nedelje, iako potpun oporavak može da zahteva i više meseci. Retko se jave dugotrajne posledice kao što je hronični hepatitis (i to uglavnom kod imunokompromitovanih). Simptomi su najuočljiviji kod mlađih odraslih osoba (starih 15 do 40 godina), a stariji ljudi često nose virus asimptomatski. Svinje su najznačajniji izvor infekcije za čoveka, tako da su konzumacija sirovog ili nedovoljno termički tretiranog mesa domaćih i divljih svinja i kobasica od svinjske jetre poznati rizični faktori. Takođe je utvrđena i infekcija preko vode (direktno ili indirektno kontaminacijom voća i povrća navodnjavanjem ili preko školjki). Retko se javi i prenos među ljudima uključujući i putem transplantacije jetre ili transfuzije. Pošto može da preživi sat vremena na 56°C, glavna kontrolna mera je adekvatan termički tretman mesa (npr. prženje najmanje 5 minuta pri temperaturi od 190°C).

Norovirus

Norovirus pripada familiji *Caliciviridae*. Ovo je prilično otporan virus i među najčešćim je izazivačima gastroenteritisa ljudi širom sveta. Prenosi se među ljudima (feko-oralni put) kontaktom, hranom ili vodom. Nakon 1 do 3 dana inkubacije, simptomi bolesti su mučnina (nastaje naglo), projektilno povraćanje, vodenasta dijareja i bol u stomaku koji spontano prolaze za 1 do 2 dana. Mogu da se javi i glavobolja i opšta slabost. Stariji i imunokompromitovani ljudi su najrizičnije populacije. Infektivna doza je niska a inficirani ljudi, čak i asimptomatski, izlučuju izuzetno visoke doze virusa stolicom. Školjke, sveže voće i povrće (salate) i voda (bunari, potoci, bazeni za plivanje) su najčeći medijumi za prenos infekcije. Kontrolne mere uključuju izbegavanje konzumacije sirovih školjki i drugih plodova mora, prevenciju unakrsne i fekalne kontaminacije hrane, pravilno odlaganje kanalizacije, kao i isključivanje inficiranih ljudi iz rukovanja hranom.

Rotavirus

Rotavirus pripada familiji *Reoviridae*, a prenosi se među ljudima feko-oralnim putem - direktnim kontaktom ili indirektno preko vode i hrane. Najrizičnija grupa su deca mlađa od dve godine, ali se bolest javlja u svim dobima života. Inkubacija je 1 do 2 dana (retko i do 7 dana), a bolest traje 3 do 8 dana. Bolest je praćena povraćanjem, dijarejom (vodenastom) i blagim povišenjem telesne temperature, a uglavnom prolazi spontano. Moguće komplikacije su vezane za dehidraciju organizma. Kontrolne mere su iste kao i za druge alimentarne viruse, a odnose se na prevenciju fekalne kontaminacije hrane i vode, kao i pravilno odlaganje kanalizacije i isključivanje inficiranih ljudi iz rukovanja hranom.

Adenovirus

Adenovirus pripada porodici *Adenoviridae*, a također se prenosi ljudima feko-oralnim putem. Najrizičnija grupa su deca mlađa od pet godina, ali se bolest javlja i kod starijih. Inkubacija je 1 do 3 dana, a bolest traje do 5 dana. Bolest je praćena povraćanjem i vodenastom dijarejom, a uglavnom prolazi spontano, osim ako nastanu komplikacije povezane sa dehidracijom organizma. Kontrolne mere se, kao i za druge alimentarne viruse, odnose na prevenciju fekalne kontaminacije hrane i vode, kao i pravilno odlaganje kanalizacije i isključivanje inficiranih ljudi iz rukovanja hranom.

Nealimentarni virusni hazardi

Virus ptičjeg gripa (*Orthomyxovirus*; visoko patogena avijarna influenza, HPAI) je patogen primarno za divlje ptice ali i za domaću živinu, a podtipovi H5N1, H7N7 i H7N9 su patogeni i za čoveka. Infekcija čoveka je izuzetno retka (ovo je mogući profesionalni hazard), nastaje inhalacijom aerosola, a simptomi gripa mogu da variraju od blagih do izuzetno teških.

Virus slinavke i šapa (*Picornavirus*) izaziva izuzetno zaraznu i ekonomsko važnu bolest stoke, pre svega goveda i svinja. Ova bolest je tradicionalno smatrana zoonozom jer su nakon kontakta sa inficiranim životinjama ili konzumacije mleka obolelih životinja ponekad bili primećeni simptomi poput crvenila ili vezikula na koži. Međutim, u savremenoj epidemiologiji i od strane relevantnih međunarodnih tela (Poglavlje I), virus slinavke i šapa se više ne smatra hazardom za čoveka, pa time ni zoonotskim patogenom.

Virus Njukastl bolesti (*Paramyxovirus*) je izuzetno patogen za živinu ali može putem aerosola da izazove i bolest čoveka koja se manifestuje konjuktivitisom, glavoboljom i slabijom drhtavicom, pa predstavlja profesionalni hazard za stočare i veterinare.

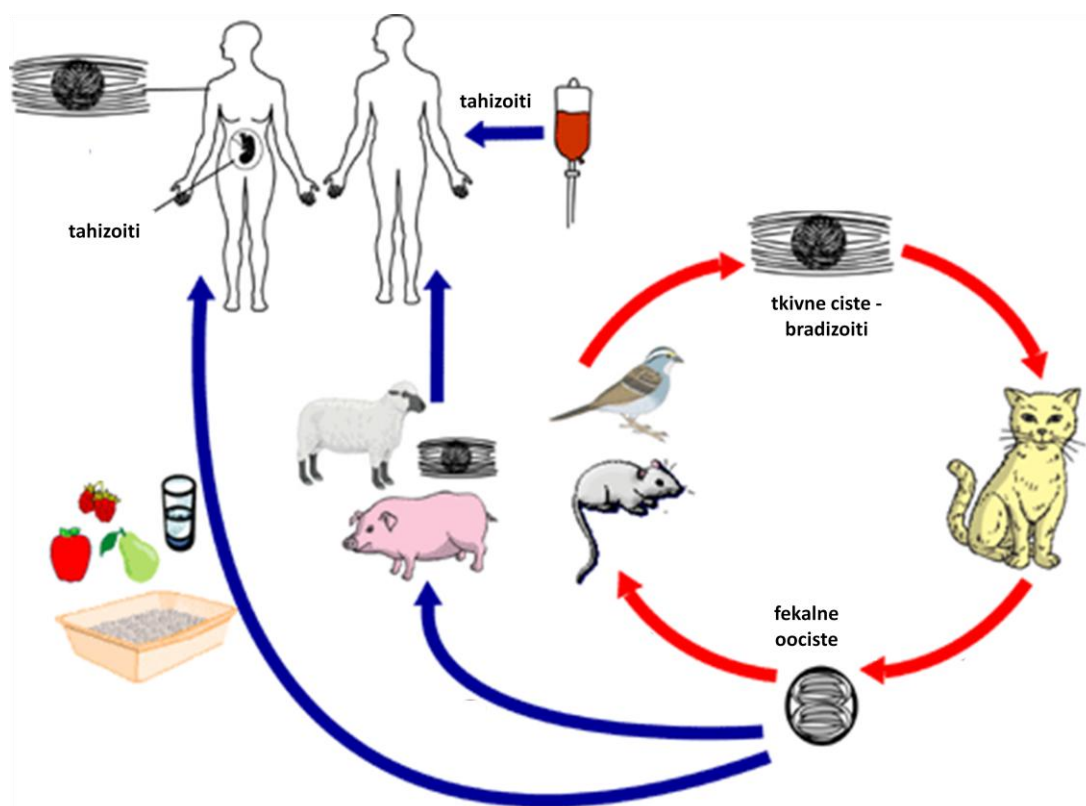
Virus besnila (*Rhabdovirus*) izaziva jednu od najfatalnijih zoonotskih bolesti, a najčešće se prenosi ujedom pasa ili divljih životinja. Retko se bolest javlja kod stoke, a ispoljava se nervnim simptomima koji uključuju depresiju, otežano gutanje i hod, kao i agresivnost. Bolest čoveka počinje nakon duže inkubacije i to glavoboljom i groznicom, a u kasnijim stadijumima se javljaju halucinacije, paralize i na kraju smrt. Nakon pojave simptoma kod ljudi, terapija je nemoguća i smrtnost iznosi 100%.

Paraziti

Toxoplasma gondii

Toxoplasma gondii je obligatna intracelularna protozoa koja izaziva toksoplazmozu ljudi i životinja. Konačni domaćin ovog parazita su mačke i ostale felide, a druge toplokrvne životinje i čovek su prelazni domaćini. Čovek se inficira ingestijom jajašaca ovog parazita (oociste) koje se nalaze u fecesu zaraženih felida (hrana ili voda kontaminirani fecesom felida) ili cista (bradizoiti) koje se nalaze u mišićnim tkivima drugih prelaznih domaćina (Šema II-1). Pored toga, sa majke na plod, *T. gondii* može da

se prenese transplacentarno (kada je u razvojnem stadijumu tahizoita, a moguć je i prenos transplantacijom organa (bradizoiti) ili transfuzijom krvi (tahizoiti).



Šema II-1. Razvojni ciklus *Toxoplasma gondii*⁴

U alimentarnoj infekciji ljudi, najveći značaj ima konzumacija nedovoljno termički tretiranog mesa zaraženih životinja, pre svega ovaca i svinja i to onih gajenih u otvorenim sistemima držanja. Takođe, neoprano voće i povrće kontaminirano fecesom mačaka, ali i voda su česti izvori infekcije. Moguć je i prenos preko mleka, naročito kozijeg.

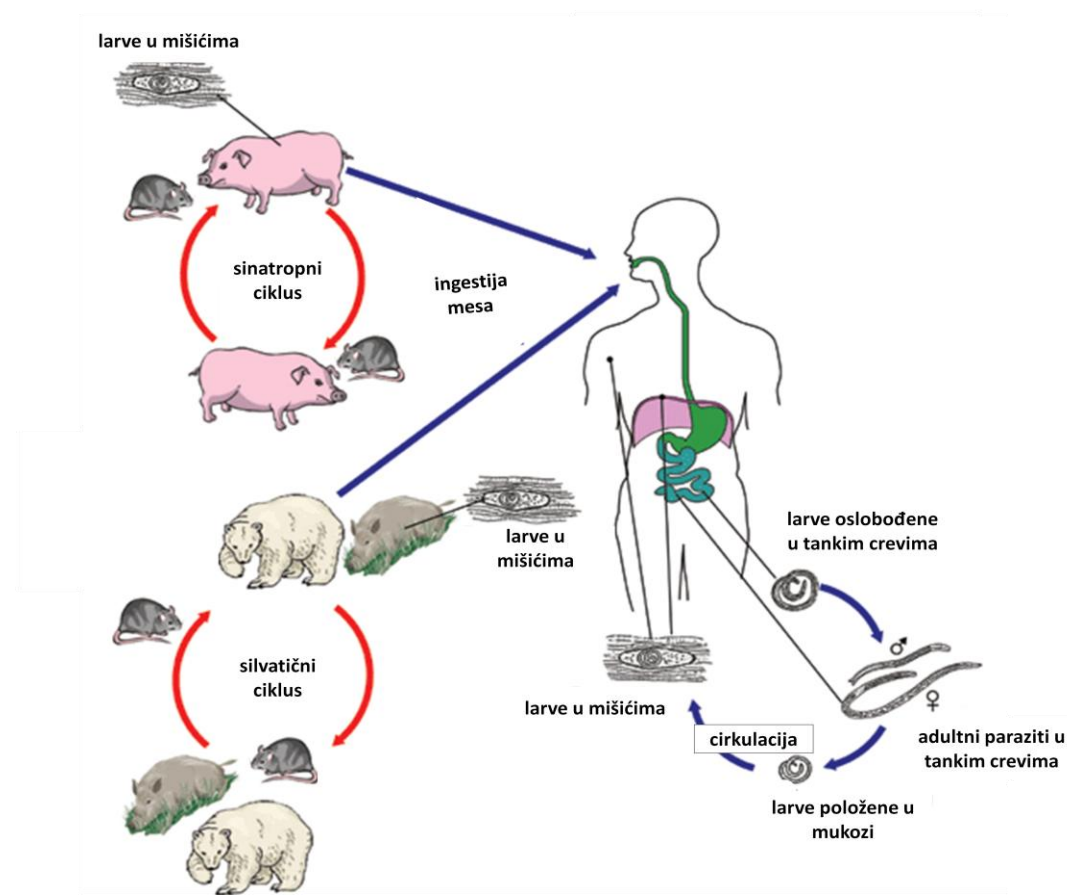
Kod imunokompetentnih ljudi infekcija najčešće prolazi asimptomatski - smatra se da je najmanje jedna trećina populacije ljudi na planeti inficirana ili bilo inficirana sa *T. gondii*. Međutim, u oko 15% inficiranih se razviju znaci bolesti i to groznica, bolovi u mišićima i otečeni limfni čvorovi, sa spontanom prolaskom za par nedelja. Rizična grupa su inficirane trudnice koje mogu da ispoljavaju navedene nespecifične simptome ili ne, ali svakako mogu i da prenesu infekciju na plod, pa može da dođe do pojave slepila, hidrocefalusa i mentalne zaostalosti novorođenčadi, kao i smrti fetusa i pobačaja. Takođe, toksoplazmoza može da dovede do teških komplikacija praćenih znacima meningoencefalitisa, pneumonije, miokarditisa i/ili hepatitisa. Bolest može često da bude fatalna za imunokompromitovane ljude, uključujući zaražene virusom humane imunodeficijencije (HIV) i ljude koji primaju hemoterapiju zbog neoplastičnih bolesti, kao i nakon transplantacije organa. Infektivna doza je svega jedna cista.

⁴ Prilagođeno iz CDC, 2022

U pre-harvest fazi, kontrolne mere su usmerene na kontrolu mačkaka na farmama, a naročito na prevenciju kontaminacije hrane za životinje fecesom mačkaka. U *harvest* fazi, kontrolne mere podrazumevaju samo mogućnost smrzavanja trupova jer je aktuelna inspekcija mesa neefikasna u detekciji ovog hazarda (Poglavlje VII). U *post-harvest* fazi, kontrolna mera je adekvatan termički tretman mesa, ali i smrzavanje mesa, kao i pranje svežeg voća i povrća, kao i pranje ruku nakon kontakta sa mačkama. Trudnice treba da izbegavaju kontakt sa mačkama i njihovim fecesom, a preporučuje se i prenatalni skrining program za toksoplazmozu.

***Trichinella* spp.**

Trihinelozu je zoonotska bolest izazvana nematodama iz roda *Trichinella*. Ovi paraziti imaju mnogo vrsta domaćina, uglavnom sisara. Širom sveta, osam vrsta ovog parazita izaziva infekciju ljudi i životinja, ali su u Evropi najvažnije *T. spiralis*, *T. britovi* i *T. nativa* (vezana samo za polarne krajeve). Rezervoari su brojne divlje životinje i glodari (miševi i pacovi). Trihinelozu ima dva ciklusa u prirodi: silvatični (prenos među glodarima i divljim životinjama, to jest predatorima i lešinarima) i sinatropni (prenos među glodarima i domaćim životinjama, odnosno svinjama, posredstvom kanibalizma i/ili ishrane mesom drugih životinja), a čovek može biti zaražen iz oba ova ciklusa (Šema II-2).



Šema II-2. Razvojni ciklus *Trichinella* spp.⁵

⁵ Prilagođeno iz CDC, 2022

Trichinella prolazi kroz sve stadijume razvoja u jednom domaćinu. Intestinalna faza bolesti je od unosa larvi do odraslih parazita koji polažu jaja u zidu creva, migraciona faza počinje kada neinfektivne larve migriraju od creva do mišića, a muskularna faza podrazumeva da su larve u mišićima gde postaju infektivne za narednog konzumenta mesa. Najviše larvi je u mišićima koji su najaktivniji, kao što su respiratorni (dijafragma, interkostalni), žvakaći mišići i jezik.

Ljudi se trihinelama zaraze konzumiranjem sirovog ili nedovoljno termički tretiranog mesa i proizvoda od mesa (npr. sirove kobasice) koji sadrže infektivne larve. Najčešći izvor je svinjsko meso, zatim meso divlje svinje, ali i meso konja i drugih vrsta životinja čije se meso koristi u ishrani ljudi (npr. medved, morž).

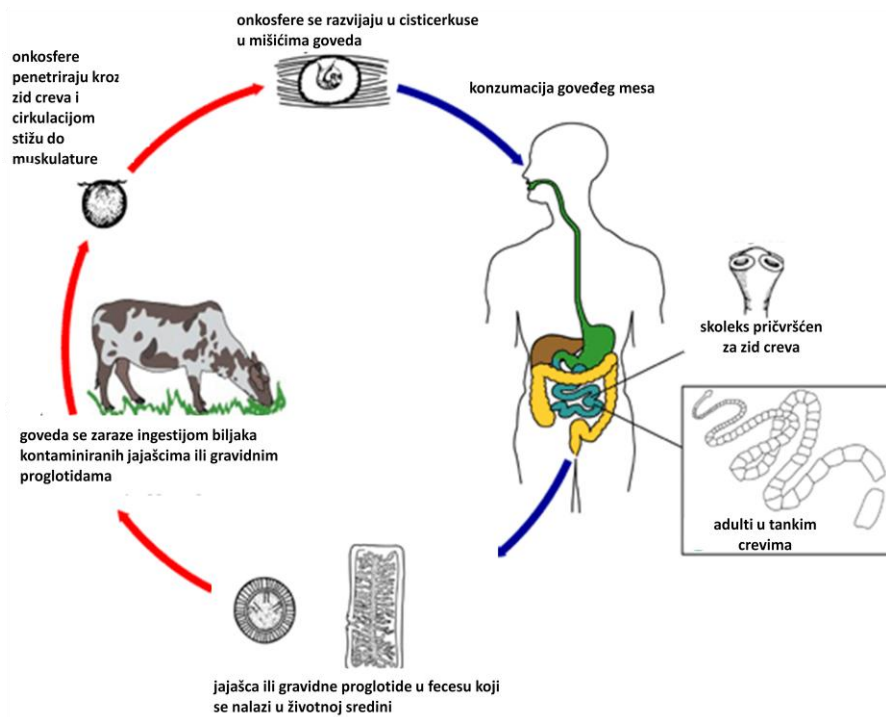
Vreme nastanka i težina bolesti su povezani sa brojem unetih larvi (infektivna doza varira od 1 do 500 larvi). Uglavnom u crevnoj fazi bolesti, koja nastaje 1 do 2 dana od ingestije larvi u mesu, javljaju se nespecifični simptomi kao što su mučnina, povraćanje, dijareja, zamor, povišena temperatura i osećaj nelagodnosti ili bola u stomaku. Oko 2 do 6 nedelja nakon infekcije, dolazi do mišićne faze bolesti koja je mnogo teža i uključuje teške bolove u mišićima, povišenu temperaturu, glavobolju, drhtavicu, bolove u zglobovima, svrab kože, konjuktivitis, otečeno lice i očne kapke, a simptomi mogu da traju mesecima. U ozbiljnijim slučajevima, problemi sa koordinacijom pokreta, kao i problemi sa srcem i disanjem mogu da se jave. Ako se bolest ne leči, može da bude fatalna.

Kontrolne mere u pre-harvest fazi uključuju biosigurnosne mere na farmama (prevashodno kontrolu glodara i stočne hrane, kao i neškodljivo uklanjanje leševa), a u obzir dolaze i serološka testiranja koja služe identifikaciji zaraženih životinja. U harvest fazi lanca mesa, najvažnija kontrolna mera je pregled mesa na *Trichinella* (Poglavlje VII) nakon klanja/lova životinja (domaćih i divljih svinja, kopitara, medveda) veštačkom digestijom, dok se trihineloskopijska (trihinoskopijska) ne preporučuje jer je ovaj metod nedovoljno osetljiv. U post-harvest fazi, za kontrolu ovog parazita se preporučuju smržavanje mesa (npr. za meso debljine do 15 cm, na -15°C tokom 3 nedelje ili na -30°C tokom 3 nedelje), kao i adekvatan termički tretman mesa (trenutno postizanje >77°C u dubini mišića ili >70°C tokom jednog minuta).

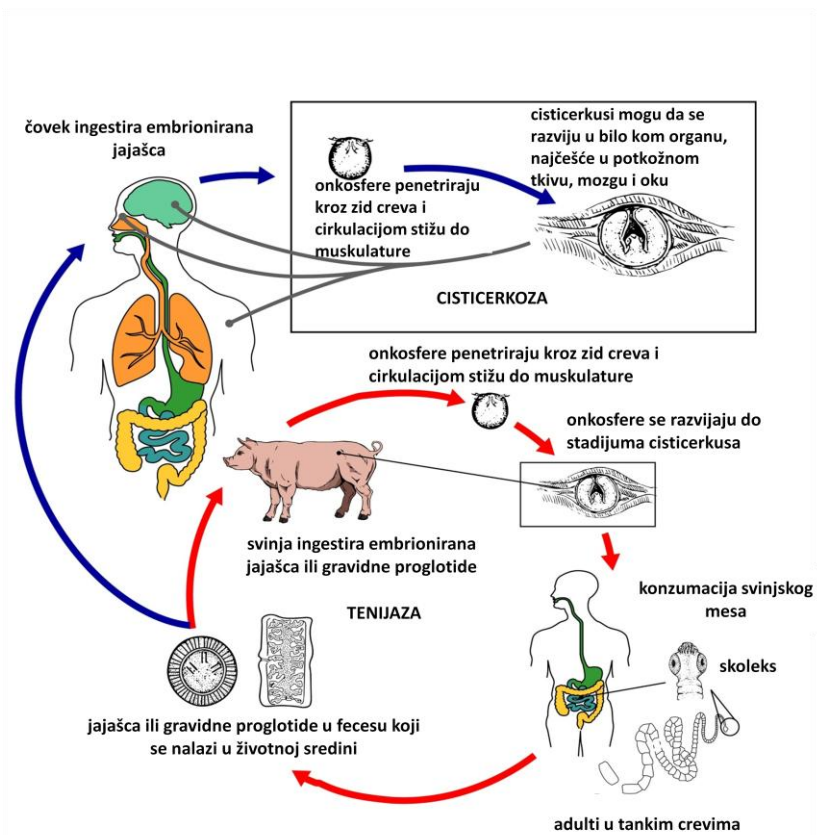
Taenia spp.

Taenia saginata (prelazni domaćin goveda) i *Taenia solium* (prelazni domaćin svinje) su pantljičare koje parazitiraju u crevima čoveka, a čovek fecesom izbacuje jaja u spoljnu sredinu gde su ona infektivna za goveda, odnosno svinje, pa se u mišićima ali i drugim organima prelaznih domaćina razvijaju larveni stadijumi - cisticerkusi (*T. saginata* cisticercus, ranije nazivan *Cysticercus bovis* i *T. solium* cisticercus, ranije nazivan *C. caelullose*) (Šema II-3 i Šema II-4). U slučaju *T. solium*, moguća je i autoinfekcija čoveka jajima odrasle pantljičare i nastanak cisticerkoze, odnosno čovek može biti i prelazni i konačni domaćin za ovu pantljičaru. Treća zoonotska cestoda iz ovog roda je *T. asiatica* za koju su prelazni domaćin svinje (cisticerkusi u jetri svinja) ali koja nije karakteristična za Evropu.

Za *T. saginata* jedini izvor je meso goveda, a za *T. solium* meso svinja i divljih svinja, kao i feces čoveka koji u sebi nosi odraslu *T. solium*, pa čovek oboleo od tenijaze može da inficira sebe ili druge ljude feko-oralnim putem, a pritom osim kontakta, hrana i voda su česti medijumi infekcije.



Šema II-3. Razvojni ciklus *Taenia saginata*⁶



Šema II-4. Razvojni ciklus *Taenia solium*⁷

⁶ i ⁷ Prilagođeno iz CDC, 2022

Tenijaza ljudi može da nastane i unosom samo jednog infektivnog cisticerkusa, a bolest je najčešće asimptomatska. Nekada može da dođe do povraćanja, proliva, nelagodnosti u stomaku ili stomačnih bolova, kao i mršavljanja. U slučaju cisticerkoze čoveka izazvanog unosom jajašaca *T. solium*, klinička slika obolelih varira zavisno od lokalizacije cisticerkusa u organizmu čoveka, broja i vitalnosti cisticerkusa. Jedna od čestih lokalizacija je centralni nervni sistem, odnosno mozak (neurocisticerkoza) sa širokim rasponom nervnih simptoma, a najčešće je to epilepsija. Moguća je i očna cisticerkoza sa jakim upalnim reakcijama i komplikacijama kao što su atrofija mrežnjače i slepilo.

Kontrolne mere za *T. saginata* u pre-harvest fazi lanca hrane podrazumevaju da se sadržaj kanalizacije ne koristi kao đubrivo, odnosno da se spreči pristup goveda fecesu čoveka, što u širem kontekstu podrazumeva adekvatne tretmane kanalizacionog sadržaja pre ispuštanja u životnu sredinu. U harvest fazi, kontrola je usmerena na inspekciju mesa (uz analizu informacija iz lanca hrane, zasecanje srca i masetera - aktuelna inspekcija mesa je neefikasna, pa je potreban i razvoj efikasnijih metoda detekcije cisticerkusa, Poglavlje VII). U post-harvest fazi, kontrola uključuje osposobljavanje mesa smrzavanjem (npr. $\leq -7^{\circ}\text{C}$ tokom ≥ 21 dan ili $\leq -10^{\circ}\text{C}$ tokom ≥ 14 dana), kao i adekvatan termički tretman mesa (tj. postizanje $\geq 56^{\circ}\text{C}$ tokom 1 sekunde u dubini mesa). Važna kontrolna mera je i identifikacija obolelih ljudi od tenijaze i njihovo lečenje, ali i edukacija stanovništva.

Kontrolne mere za *T. solium* su slične (tretman kanalizacionog sadržaja, inspekcija mesa, termički tretman mesa, identifikacija i lečenje obolelih ljudi, ali i njihova edukacija), a dodatna važna mera je dobra lična higijena u cilju sprečavanja nastanka autoinfekcije ili širenja na druge ljude. Smrzavanje je efikasno u cilju inaktivacije ovog parazita ali se, zbog težine posledica moguće cisticerkoze ne primenjuje, nego se, u razvijenijim deloma sveta, trupovi zaraženih svinja odbacuju.

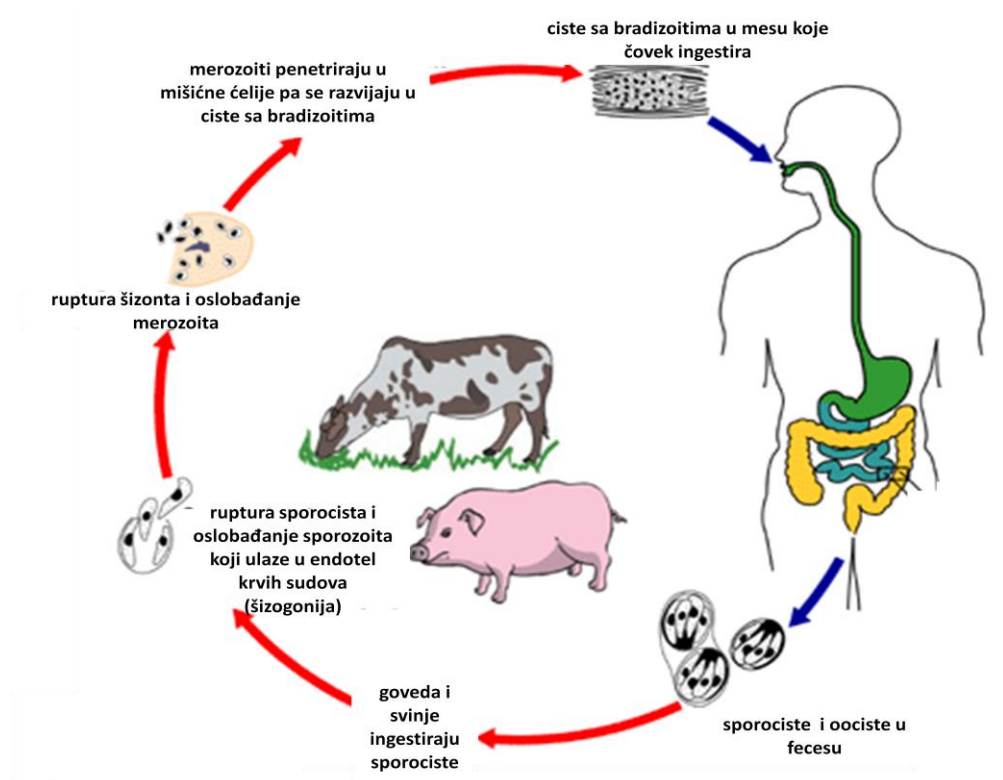
***Sarcocystis* spp.**

Sarcocystis spp. predstavljaju protozoe za koje su domaćini životinje i čovek, a među oko 200 poznatih vrsta sarkocistisa, zaad je za tri vrste poznato da su izazivači alimentarnih bolesti ljudi. To su *Sarcocystis hominis* i *Sarcocystis heydorni* za koje su prelazni domaćini goveda, kao i *Sarcocystis suihominis* za koje su prelazni domaćini svinje. Za ove tri vrste parazita, konačni domaćini su mesojedi (čovek, psi, mačke) u čijem se fecesu nalaze sporociste koje ingestiraju goveda ili svinje, pa se zatim u njihovom mesu nađu sarkociste koje čovek unosi putem mesa i tada nastaje enterična infekcija (Šema II-5). Postoji i mogućnost da čovek bude prelazni domaćin i da se u njemu nalaze sarkociste (znatno ređa, muskularna infekcija).

Izvori bolesti za čoveka su meso goveda i svinja i to sirovo ili nedovoljno termički tretirano. Izvor bolesti može biti i hrana kontaminirana fecesom zaraženih konačnih domaćina.

Kada je reč o bolesti ljudi (naziva se sarkosporidioza ili sarkocistoza), ona je često asimptomatska ukoliko je u pitanju enterična infekcija. Ipak, nakon nekoliko sati od konzumacije mesa, mogu da se jave prolazna mučnina, dijareja i bol u stomaku, a bolest prolazi spontano za 1 do 2 dana. Muskularne infekcije su praćene težim simptomima kao što su bolovi u mišićima, povišena temperatura, kardiomiopatija i otok potkožnog tkiva, a

mogu da traju čak i godinama. *Sarcocystis suihominis* je nešto patogeniji za čoveka od *S. hominis*.



Šema II-5. Razvojni ciklus *Sarcocystis* spp.⁸

Kontrolne mere za sarkosporidioza podrazumevaju prevenciju fekalne kontaminacije hrane i vode za životinje, kao i neškodljivo uklanjanje leševa uginulih goveda i svinja. Iako sarkocistisi mogu izazvati znake eozinofilnog miozitisa kod životinja za klanje, aktuelna inspekcija mesa je potpuno neefikasna u detekciji ovih parazita (potreban je razvoj novih metoda otkrivanja u mesu životinja, uključujući mikroskopsku detekciju), ali su u inaktivaciji cista efikasni smrzavanje ili adekvatan toplotni tretman mesa ($\geq 55^{\circ}\text{C}$ tokom 20 minuta u dubini mesa).

Giardia intestinalis

Đardijazu izaziva protozoa *Giardia intestinalis* (ranije nazivana *G. lamblia*, a bolest lamblijaza) koja je izuzetno otporna na nepovoljne uslove sredine, uključujući niske temperature i dezinficijense. Rezervoar ovih ekstramuskularnih parazita je crevni trakt inficiranih ljudi i životinja (psi, mačke, goveda, divljač). Izvori bolesti za čoveka su fekalno kontaminirana voda i hrana (voće, povrće, salate), a često se bolest prenosi i direktnim kontaktom među ljudima (feko-oralni put).

U pogledu bolesti ljudi, ponekad su infekcije asimptomatske. Međutim, uglavnom se za 1 do 3 nedelje od unosa oocisti *G. intestinalis* (infektivna doza je oko 10 oocista)

⁸ Prilagođeno iz CDC, 2022

jave relativno blagi simptomi - nadutost, proliv, grčevi u stomaku, malaksalost, kao i simptomi malapsorpcije. Bolest uglavnom spontano prođe za 2 do 6 nedelja, ali je moguć i hroničan tok mesecima ili čak godinama za vreme kog može da dođe do ozbiljnog gubitka telesne težine, što naročito predstavlja problem kod dece.

Kontrolne mere podrazumevaju tretman stajnjaka pre korišćenja na zemljištu, pravilno odlaganje kanalizacije, kao i dobru ličnu higijenu rukovaoca hranom, uz isključivanje inficiranih ljudi iz rukovanja hranom. Na nivou klanice, kontrolne mere se oslanjaju na procesnu higijenu - to jest sprečavanje kontaminacije trupova sadržajem digestivnog trakta zaklanih životinja.

***Cryptosporidium* spp.**

Među više vrsta kriptosporidija koje mogu da izazovu bolest ljudi najvažnija je *Cryptosporidium parvum*. Najvažniji rezervoar ovih protozoa je crevni trakt mladih preživara (telad), a oociste dugo preživljavaju u životnoj sredini i otporne su na mnoge dezinficijense (npr. nivo hlora koji se uobičajeno koristi u tretmanima pijaće vode), ali su osetljive na isušivanje i izloženost suncu.

Izvori infekcije za čoveka su fekalno kontaminirana pijaća voda i hrana uključujući voće, povrće (salate) navodnjavane kontaminiranom vodom, ali moguće je i da mleko i meso budu kontaminirani. Takođe, čest put prenosa infekcije je direktan kontakt među ljudima ili ljudi sa preživarima (feko-oralni put, javlja se kod stočara, veterinara i radnika u klanici), a vrlo često infekcija nastaje tokom plivanja u bazenu. Infektivna doza je oko 30 oocista.

Nakon inkubacije koja traje 7 do 10 dana, glavni simptom kriptosporidioze je vodenasta dijareja praćena grčevima u stomaku i povišenom temperaturom koja traje od nekoliko dana do tri nedelje, a uglavnom prolazi spontano. Za vreme bolesti najteža komplikacija je dehidracija. Ekskrecija oocisti fecesom može da traje i nekoliko meseci nakon prestanka simptoma. Bolest može da izazove teške posledice kod imunokompromitovanih ljudi, to jest ekstraintestinalnu bolest kada su zahvaćena pluća i/ili žučna kesa, a koja može da ima i fatalan ishod.

Kontrolne mere za kriptosporidiozu uključuju tretman stajnjaka pre korišćenja za đubrenje zemljišta, kao i pravilno odlaganje, odnosno tretman sadržaja kanalizacije, a bitno je i isprečavanje navodnjavanja biljaka vodom koja može biti kontaminirana otpadnim vodama sa farmi preživara. Pored toga, važna je dobra lična higijena rukovaoca hranom, kao i isključivanje inficiranih ljudi iz rukovanja hranom.

Paraziti ribe

Brojne vrste parazita koji su alimentarni hazardi za čoveka, mogu da se nađu u ribi i drugim akvatičnim životinjama. Ovi paraziti pripadaju klasama nematoda (*Anisakis* spp. u koje spadaju *Anisakis simplex* i *Anisakis physeteris*, *Contracaecum osculatum*, *Capillaria* spp., *Gnathostoma* spp., *Pseudoterranova decipiens* i druge *Pseudoterranova* spp.), cestoda (*Dibothriocephalus latus* i druge *Dibothriocephalus* spp.) ili trematoda (npr. *Clonorchis* spp., *Ophistorchis* spp., *Paragonimus* spp.). Riba može da sadrži i neke protozoe, ali još uvek nije zabeleženo da one mogu da se prenesu na ljude. Najznačajniji paraziti ribe koji su infektivni za čoveka nakon konzumacije ribe su *Anisakis simplex* i *Dibothriocephalus latus*.

Anisakis simplex

Domaćini nematode *Anisakis simplex* su morski sisari (kitovi, foke, delfini), a jajašca se iz njih izbacuju u vodu, odakle ih ingestiraju ostale morske životinje (ribe, lignje, hobotnice, sipe). Larve se dalje razvijaju u gastrointestinalnom traktu riba, a nakon izlova, ove larve migriraju u mišiće koje čovek konzumira. Samo jedna larva je dovoljna da dovede do infekcije čoveka. Bolest se najčešće javlja u krajevima sveta gde se više konzumira sirova riba (npr. suši). Najčešće nakon jednog dana se jave simptomi bolesti koji su relativno blagi i uključuju osećaj peckanja u grlu i kašljanje. Ukoliko se parazit pričvrsti za zid želuca ili creva, nastaje invazivna bolest praćena bolovima u stomaku, mučninom, povraćanjem i dijarejom. Moguće su i alergijske reakcije. Kontrolne mere uključuju smrzavanje ribe (pri $\leq -20^{\circ}\text{C}$ tokom 24 sata), kao i evisceraciju i hlađenje ribe odmah nakon ulova (ova praksa, ukoliko je blagovremeno i adekvatno izvedena, značajno snižava rizik od anisakijaze jer sprečava migraciju larvi u mišiće koji se konzumiraju). Takođe je bitan i adekvatan termički tretman ribe (pri $\geq 60^{\circ}\text{C}$ tokom jednog minuta).

Dibothriocephalus latus

Dibothriocephalus latus (drugi naziv je *Diphyllobothrium latum*) je cestoda koja parazitira u crevima čoveka, a češće je povezana sa slatkovodnom (a ređe i morskom) ribom, u čijem mesu se nalaze larveni oblici koje čovek ingestira. Infektivna doza je svega jedna larva. Primarni domaćini su ljudi koji fecesom izbacuju jaja koja završe u vodenoj sredini, dok su slatkovodne ribe prelazni domaćini (plerocerkoidi se nalaze u mišićima riba). Bolest je slična tenijazi (uglavnom bez simptoma, moguća dijareja i osećaj nelagodnosti u stomaku, a izuzetno retko i opstrukcija creva), a glavne kontrolne mere uključuju smrzavanje ili termički tretman ribe.

Parazitski hazardi koji se ne prenose konzumacijom mesa

Postoje mnogobrojni paraziti koji se na čoveka ne prenose konzumacijom mesa, odnosno njihovi razvojni oblici u tkivima životinja za proizvodnju mesa nisu infektivni za ljude, iako meso kao i bilo koja druga hrana može biti kontaminirano nekim od razvojnih stadijuma koji su ipak infektivni. Međutim, higijena mesa je važna u prevenciji bolesti ljudi otkrivanjem obolelih farmskih životinja (putem inspekcije mesa), kao i adekvatnim uklanjanjem iz lanca hrane da bi se prekinuo razvojni ciklus parazita.

Echinococcus granulosus

Echinococcus granulosus je cestoda za koju su pas i druge kanide konačni domaćini. Oni izbacuju jaja putem fecesa koja su infektivna za čoveka i farmske životinje, a ovi prelazni domaćini ih unose najčešće lizanjem ili hranom/vodom. U prelaznim domaćinima hidatidne ciste sa larvama mogu da se razviju u bilo kom organu (najčešće jetra, pluća, mozak) i kao takve su infektivne za psa. Simptomi hidatidne bolesti čoveka zavise od veličine i lokalizacije cisti, pa se kreću od neuočljivih do izuzetno teških, a poseban problem za zdravlje čoveka predstavlja pucanje ciste i izlivanje sadržaja u organizam uz metastatsko širenje ove parazitoze. Kontrolne mere uključuju inspekciju

mesa i neškodljivo uklanjanje zahvaćenih organa iz lanca hrane (to jest sprečavanje da dođu do finalnog domaćina za kojeg su infektivne), antiparazitske tretmane pasa, prevenciju kontaminacije hrane i stočne hrane fecesom pasa, kao i pranje ruku nakon kontakta sa psima. Ovom rodu pripada i cestoda *Echinococcus multilocularis* za koju su lisice konačni domaćini, a izaziva generalno težu bolest čoveka koja je često fatalna ukoliko se ne izvrši transplantacija jetre.

Fasciola hepatica

Veliki metilj izaziva bolest čoveka i životinja herbivora (prevažodno goveda i ovaca), parazitirajući u žučnim kanalima gde produkuje jaja koja se izbacuju fecesom u spoljnu sredinu. Fasciolozu prethodi nekoliko razvojnih stadijuma parazita (uključujući barskog puža kao prelaznog domaćina) da bi se na kraju formirale metacerkarije koje se nalaze pričvršćene za biljke i one su infektivne za čoveka i životinje. Težina bolesti čoveka zavisi od stepena raširenosti parazita u žučnim kanalima. Bolest je često i asimptomatska u hroničnom toku ali se tada, kao i ranije u akutnoj fazi bolesti, tokom migracije parazita do jetre mogu javiti različiti simptomi i komplikacije (febrilnost, bol ispod desnog rebarnog luka, mučnina, povraćanje, glavobolja, urtikarija, svrab, respiratorne smetnje, hepatomegalija, splenomegalija i/ili ascites). Kontrolne mere za fasciolozu uključuju detekciju parazita inspekcijom mesa i lociranje farmi porekla životinja, da bi se na njima prekinuo razvojni ciklus parazita (npr. redukcija prelaznih domaćina isušivanjem bara na pašnjacima) uz edukaciju ljudi o mogućnosti prisustva infektivnih oblika parazita na biljkama i posledičnog nastanka bolesti.

Dicrocoelium dendriticum

Mali metilj, slično velikom metilju, izaziva bolest čoveka, kao i goveda i ovaca, a ređe ostalih biljojeda. Mali metilj parazitira u žučnim kanalima gde produkuje jaja koja se izbacuju fecesom u spoljnu sredinu. Razvojni ciklus malog metilja uključuje dva prelazna domaćina (barskog puža i mrava) s tim što se infektivni oblik razvojnog stadijuma nalazi u mravu koji se slučajno unese od strane čoveka/životinje dok se nalazi na biljci. Kao i u slučaju velikog metilja, težina bolesti čoveka zavisi od stepena raširenosti parazita u žučnim kanalima, pa varira od asimptomatske do težih komplikacija. Kontrolne mere uključuju detekciju parazita inspekcijom mesa, prekidanje razvojnog ciklusa parazita, kao i edukaciju ljudi o mogućnosti nastanka bolesti slučajnim unosom infektivnih oblika parazita koji su prisutni na biljkama.

Ascaris suum

Ascaris suum je nematoda koja parazitira u crevima svinja, a koje fecesom izbacuju u spoljnu sredinu jaja koja postaju infektivna za druge svinje i ljude. Ljudi se zaražavaju konzumacijom hrane kontaminirane jajima (npr. feces ili zemlja koja sadrži jaja na povrću). Simptomi bolesti čoveka, ako ih i ima, povezani su sa prisustvom parazita u crevima, a uključuju mučninu, povraćanje, bol u stomaku, zatvor ili proliv. Teži simptomi se mogu javiti prilikom migracija parazita u organizmu pre stadijuma finalnog parazita. Kontrolne mere uključuju dobru ličnu higijenu i pranje svežeg voća i povrća. *A. lumbricoides* je sličan parazit, ali je hazard samo za čoveka.

Prioni

Prioni su normalni ćelijski proteini koji su prošli određene strukturne promene i postali patogeni. Prioni su izuzetno otporni na nepovoljne fizičke i hemijske uslove sredine. Ovi takozvani „infektivni” ili „nenormalni” proteini izazivaju više neurodegenerativnih bolesti koje se nazivaju transmisibilne spongiformne encefalopatije (TSE) životinja. U TSE spadaju bovina spongiformna encefalopatija goveda (BSE, „bolest ludih krava”, Poglavlje IV), spongiformna encefalopatija mačaka (FSE), spongiformna encefalopatija nerčeva (TME), skrejpi ovaca i koza, bolest hroničnog slabljenja jelena i losa (CWD). U TSE spada i više bolesti ljudi, a među njima kuru, *Creutzfeldt–Jakob* bolest (CJD), nova varijanta *Creutzfeldt–Jakob* bolesti (vCJD), *Gerstmann–Sträussler–Scheinker* sindrom i fatalna familijarna nesanica. Samo je vCJD bolest čoveka koja je povezana sa BSE i alimentarna bolest.

Izvor vCJD čoveka su goveda nosici priona koji izaziva BSE, to jest meso i proizvodi od mesa koje čovek konzumira a koji sadrže prione. Moguć je i prenos među ljudima i transfuzijom krvi. Dokazano je da se BSE prenosi na zdravo goveče konzumacijom 1 mikrograma mozga obolelog govečeta, pa se isto pretpostavlja i za infektivnu dozu za čoveka.

Prionsku bolest ljudi (vCJD) karakteriše spongiformna degeneracija sive moždane mase. Inkubacija je duga (oko 10 godina) a posledično se javljaju psihički problemi poput depresije i neurološki znaci poput neprijatnih senzacija po ekstremitetima i licu, kao i problemi sa hodanjem i koordinacijom mišića. U završnim stadijumima bolesti, javljaju se teška demencija i nemogućnost govora. Bolest traje više meseci do dve godine, a uvek je fatalna jer nema leka niti organizam može da se spontano sa njom izbori. Ukupno je zabeleženo (tj. definitivno potvrđeno) 232 slučaja ove bolesti širom sveta do 2020. godine, a od toga, daleko najviše u Velikoj Britaniji.

U kontrolne mere spadaju inspekcija mesa (premortalna inspekcija na znake bolesti i postmortalna histopatologija uzoraka mozga) i nadzor goveda određenih starosnih kategorija, kontrola stočne hrane (zabrana hranjenja preživara proteinima sisara, odnosno prevashodno mesno-koštanog brašna u ishrani preživara), kao i odstranjivanje specifičnog rizičnog materijala (engl. *specified risk material*, SRM; Poglavlje IV) goveda nakon klanja i uništavanje SRM u licenciranim pogonima pod određenim režimima (npr. tretman na 133°C i pod pritiskom od 3 bara tokom 20 minuta). SRM svih starosnih kategorija goveda uključuje tonzile, poslednja 4 metra tankog creva, slepo crevo (cekum) i mezenterijum, goveda starijih od 12 meseci dodatno i lobanja, isključujući donju vilicu, ali uključujući mozak i oči, kao i kičmena moždina, dok je dodatni SRM goveda starijih od 30 meseci kičmeni stub uključujući dorzalne korene ganglija, ali isključujući pršljenove repa, spinalne i poprečne izdanke cervikalnih, torakalih i lumbalnih pršljenova, kao i medijalni greben i krila sakralne kosti.

Rezistencija mikroorganizama na antimikrobna sredstva

Otpornost mikroorganizama na antimikrobna sredstva, tj. antimikrobna rezistencija (engl. *antimicrobial resistance*, AMR) podrazumeva sposobnost određenih vrsta mikroorganizama da prežive ili čak da se i umnožavaju pri određenoj koncentraciji antimikrobnog sredstva, koja je inače dovoljna da inhibiše ili ubije mikroorganizme iste vrste. Većina alimentarnih bolesti uglavnom izaziva lake posledice u većine ljudi. Ipak deo tih bolesti može da ima teške posledice koje zahtevaju lečenje, a kada su u pitanju

bakterijske bolesti, lečenje je potrebno i moguće primenom antimikrobnih agenasa (uglavnom antibiotika). Ovi lekovi su istorijski dali ogroman doprinos zdravlju ljudi i životinja i još uvek ga pružaju. Međutim, vremenom se javila otpornost na njih, to jest neko antimikrobno sredstvo koje je bilo uspešno u kontroli određenih mikroorganizama i lečenju bolesti, to više nije. AMR je rastući problem širom sveta gde je velikom broju ljudi neophodan antimikrobni tretman, uključujući i za alimentarne patogene. Danas, samo mali broj novih lekova još može da se razvije da zameni one protiv kojih se razvila rezistencija. Dodatni problem je što se rezistentni sojevi brzo šire i teško ih je detektovati.

Nastanak AMR je posledica pre svega dugotrajne i široke primene antimikrobnih sredstava, opravdane ili neopravdane, kao i pravilne ili nepravilne. Poseban problem za nastanak i širenje AMR čini to što se iste vrste antimikrobnih lekova koriste u životinja i ljudi, a u životinja i za druge namene osim lečenja, to jest u profilaktičke svrhe (prevencija bolesti na nivou stada/jata) kao i za promociju rasta farmских životinja (ubrzavanje rasta i povećanje prirasta). U Evropi je 2006. zabranjena primena bilo kog antibiotika u svrhu promocije rasta životinja, ali ne i u ostatku sveta, kako razvijenim tako i nerazvijenim zemljama. Hrana animalnog porekla je važan vektor prenosa rezistentnih bakterija (patogenih ili nepatogenih) sa životinja na ljude, naročito u situaciji globalizacije prometa hrane.

AMR može da se širi između životinja i ljudi direktno putem kontakta ili indirektno putem konzumacije ili rukovanja kontaminiranim mesom ili drugim produktima životinja. Radnici na farmama i u klanicama, kao i veterinari i ostali koji su u bliskom kontaktu sa farmским životinjama su naročito pod rizikom od kolonizacije ili infekcije rezistentnim bakterijama. Meso može biti kontaminirano rezistentnim patogenim (npr. *Salmonella* ili *Campylobacter*) i komensalnim (npr. *Escherichia coli*, *Enterococcus faecium* ili *Enterococcus faecalis*) bakterijama u više faza lanca mesa, a naročito fekalnom kontaminacijom trupova i jestivih iznutrica. Nakon konzumacije mesa, u crevima čoveka rezistencija može biti prenetna na ostalu crevnu mikrobiotu.

Salmonella i *Campylobacter* kao dva najčešća zoonotska izazivača alimentarnih infekcija predstavljaju najveći problem u bezbednosti mesa, a samim tim i rezistencija antimikrobnih sredstava na njih koja je u sve većem porastu, pa je zato i obavezan monitoring na rezistentne sojeve ovih bakterija u EU. Neke bakterije, a prevashodno netifoidne *Salmonella* i komensalne *Escherichia coli* su nosioci određenih enzima koji su uzrok njihove rezistencije. To su ESBL (engl. *extended spectrum β -lactamase*, to jest plazmid-kodirani enzimi, nađeni u enterobakterijama, koji često izazivaju rezistenciju prema raznim β -laktam antibioticima, kao i 2-oj i 3-oj generaciji cefalosporina) i AmpC (enzimi cefalosporinaze, nađene na hromozomalnoj DNK mnogih Gram-negativnih bakterija, koje izazivaju rezistenciju prema penicilinima, i 2- i 3-generaciji cefalosporina). Glavni izvor *Salmonella* i *E. coli* koje su nosioci gena za ESBL/AmpC su živina i živinsko meso, mada se nađu i u svinjskom i goveđem mesu, a takođe je čest i prenos među ljudima. Meticilin rezistentan *Staphylococcus aureus* (MRSA) je često prisutan u zdravih ljudi (nos, grlo, creva), a infekcije ovim patogenom su česte u bolnicama i mogu biti blage ili veoma teške, čak i letalne. Neki sojevi/klonovi MRSA pokazuju specifičnost ili za ljude ili za životinje, dok je CC398 najčešći MRSA klon povezan sa asimptomatskim kliconoštvom u životinja za proizvodnju hrane, ali do sada nisu zabeležena alimentarna oboljenja sa CC398. MRSA može da bude prisutan u klanicama i u/na životinjama i sirovom mesu. *Enterococcus* spp. spada u komensalne bakterije koje se nalaze u crevima zdravih ljudi i životinja, neke vrste se koriste i kao starter kulture u fermentisanim proizvodima, a smatraju se mogućim izvorom i putem prenosa rezistentnih gena patogenih bakterija.

U grupu kritično važnih antimikrobnih lekova spadaju cefalosporini treće i četvrte generacije, fluorohinoloni i makrolidi, pa se njima danas posvećuje najviše pažnje kada je u pitanju borba protiv AMR, mada su i drugi važni. U veterinarskoj medicini, izdvaja se veza nekoliko antimikrobnih sredstava koji se koriste za lečenje ljudi i životinja za proizvodnju mesa. U grupi cefalosporina treće generacije, cefotaksim i cefriakson se primenjuju u lečenju težih oblika salmoneloze dece, ali se i ceftiofur često koristi za lečenje raznih bakterijskih infekcija goveda i svinja. Od fluorohinolona, ciprofloksacin se koristi za lečenje najčešćih bakterijskih alimentarnih zoonoza (kampilobakterioze i salmoneloze), dok se enrofloksacin koristi za lečenje respiratornih i enteričnih infekcija živine i svinja. Od makrolida, eritromicin se koristi u terapiji kampilobakterioze ljudi ali i kao zamena za peniciline u terapiji različitih infekcija ljudi koji su alergični na penicilin; s druge strane, spiramicin i tilozin se koriste u lečenju životinja, a zabranjeni su kao promotori rasta u EU, od 1999. godine. Među streptograminima, kvinupristin i dalfopristin se primenjuju u lečenju teških infekcija Gram pozitivnim kokama (npr. MRSA), dok se virginamicin koristio kao promotor rasta dok nije zabranjen u EU, 1999. godine. Među glikopeptidima, vankomicin se koristi za terapiju teških stafilokoknih infekcija čoveka (uključujući MRSA), a avoporcacin je korišćen kao promotor rasta dok nije zabranjen u EU, 1997. godine.

U pogledu prevencije i kontrole AMR, važno je pažljivo korišćenje antimikrobnih lekova u svim sektorima (tj. ne koristiti ih kao promotere rasta, ograničiti profilaktičku upotrebu lekova, uz postojanje adekvatnog sistema/regulative odobravanja lekova, kao i izdavanja ili prodaje lekova samo na osnovu recepta), ograničavanje korišćenja kritično važnih antimikrobnih lekova za lečenje ljudi, kao i monitoring AMR i korišćenja antimikrobnih lekova u životinja i ljudi (dok podaci monitoringa treba da se koriste za ocenu rizika i upravljanje rizikom).

Prirodni toksini u hrani

Prirodni toksini, iako su po prirodi hemijske supstance, ubrajaju se u biološke hazarde jer nastaju kao posledica aktivnosti živih organizama. U ovu grupu alimentarnih hazarda, spada veliki broj toksičnih supstanci koje su produkt živih organizama (biljaka, životinja, bakterija, itd.) i mogu da se nađu u/na hrani i da dovedu do intoksikacija.

Biogeni amini

Toksični biogeni amini se stvaraju dekarboksilacijom slobodnih aminokiselina u hrani od strane nepatogenih bakterija koje su uobičajeno prisutne u hrani (npr. rodovi *Enterococcus*, *Hafnia*, *Morganella*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*). Simptomi intoksikacije nastaju kada se određena količina biogenih amina unese u organizam alimentarnim putem, odnosno ako prirodni mehanizmi razgradnje amina u nekih osoba nije funkcionalan, ili ako osoba uzima lekove koji inhibišu te mehanizme.

Histamin

Najvažniji biogeni amin za bezbednost hrane je histamin čiji je prekursor aminokiselina histidin, koja se nalazi u visokom sadržaju u nekim vrstama ribe (tkzv.

„plave ribe”, Poglavlje XV) kao što su skuša, tuna i sardine. U/na ribi se nalazi veliki broj nepatogenih vrsta bakterija koje razlažu histidin (dekarboksilacija putem enzima histidin-dekarboksilaze) u histamin. Histamin je termostabilan biogeni amin, pa kada se stvori, ne uništava se čak ni u konzervama. Pored ribe, sirevi i fermentisana povrća (npr. kiseli kupus) su dokazani kao izvor intoksikacije. Zdravi ljudi normalno stvaraju enzim diamino-oksidadu (DAO) koji razlaže uneti histamin; međutim, neki ljudi ne proizvode DAO enzim u dovoljnim količinama ili je DAO enzim inhibisan lekovima (npr. lekovi protiv tuberkuloze ili anti-depresivi), što dovodi do histaminske intoksikacije. Epidemije su najčešće u mentalnim bolnicama ili staračkim domovima, a simptomi su blagi i slični alergijskoj reakciji. Oni uključuju osip, edeme i pad krvnog pritiska, a mogu da se jave i glavobolja, mučnina, povraćanje i proliv. Izuzetno retko se jave teži znaci poput srčanih ili respiratornih smetnji. Najvažnija kontrolna mera uključuje prevenciju rasta nepatogenih bakterija u/na ribi nakon ulova brzim, pravilnim hlađenjem ili smrzavanjem.

Tiramin

Tiramin nastaje od aminokiseline tirozina, a intoksikacije su najčešće povezane sa konzumacijom fermentisanih kobasica ili sireva. Od simptoma bolesti se javlja nagli porast krvnog pritiska, naročito u krvnim sudovima mozga, ali i glavobolja i povraćanje. Osobe koje boluju od hroničnih migrena su osetljivije i teže podnose intoksikacije ovim biogenim aminom.

Ostali biogeni amini

Postoje i mnogi drugi biogeni amini koji izazivaju intoksikacije ljude, ali su od manjeg značaja za bezbednost hrane. Među njima su putrescin, kadaverin, spermin, spermidin, triptamin i feniletilamin.

Mikotoksini

Neke gljivice, odnosno među njima plesni, koje često mogu da se nađu na hrani biljnog porekla, proizvode toksine koji se nazivaju mikotoksini. Čovek može da ih unese direktno sa hranom biljnog porekla ili, ukoliko se plesni/mikotoksini nalaze u stočnoj hrani, životinje ih unose u svoj organizam, pa potom meso i mleko ovih životinja mogu da sadrže mikotoksine. Kada je reč o mesu, plesni nekad mogu da se nađu na pojedinim proizvodima od mesa čije dobijanje podrazumeva duže postupke zrenja i mogućnost kontaminacije. Ipak, ukoliko se meso odnosno proizvodi drže na temperaturama hlađenja, čak ako plesni i rastu, proizvodnja mikotoksina je inhibisana. Mnogobrojni su mikotoksini koji utiču na zdravlje ljudi i životinja, a najvažniji za bezbednost mesa su aflatoksini i ohratoksini.

Aflatoksini

Ovu grupu mikotoksina proizvode plesni *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* i *A. nomius*. Aflatoksini izazivaju lezije u jetri ljudi i životinja (tj. hepatotoksični su), ali su takođe kancerogeni i teratogeni. Četiri glavna aflatoksina su B₁, B₂, G₁ i G₂ a prisutni su

najčešće na žitaricama (kukuruz, ječam), orašastim plodovima, kao i kikirikiju. Nakon unošenja aflatoksin B₁ putem stočne hrane, u životinjama se on pretvara u manje toksičan aflatoksin M₁ (u pogledu bezbednosti hrane je najznačajnije to što se izlučuje mlekom krava).

Ohratoksini

Najtoksičniji mikotoksin ove grupe je ohratoksin A koji proizvode plesni *Penicillium* spp. i *Aspergillus* spp. a koji je nefrotoksičan, mada u višim dozama i teratogen i kancerogen. Kada se unese u organizam životinja za proizvodnju hrane, metaboliti se nalaze u mesu i mleku.

Ostali mikotoksini

Mnogo drugih vrsta mikotoksina u hrani su toksični za životinje i ljude a među njima se izdavaju trihoteceni, fumonizini, zearlenon, patulin, citrinin, sporidezmini, ergot alkaloidi itd.

Ostali prirodni toksini

Toksini iz školjki

Više vrsta algi koje naseljavaju priobalna područja proizvode toksine koji se akumuliraju u školjkama (hrane se filtracijom vode), odnosno u njihovim jetrama, pa intoksikacije ljudi nastaju konzumacijom školjki. Ovi toksini i alge koje ih proizvode su brojni (Tabela II-3), a izazivaju bolesti koje se nazivaju paralitičko trovanje školjkama (engl. *paralytic shellfish poisoning*, PSP), neurotoksično trovanje školjkama (engl. *neurotoxic shellfish poisoning*, NSP), amnestično trovanje školjkama (engl. *amnesic shellfish poisoning*, ASP) i dijarejično trovanje školjkama (*diarrhetic shellfish poisoning*, DSP). PSP, NSP i ASP podrazumevaju neurološke poremećaje, dok je DSP povezano sa klasičnim gastrointestinalnim poremećajima kod ljudi. Toksini algi nastaju kao posledica njihovog rasta i cvetanja, koje je opet posledica izlivanja fosfatnih đubriva koja se izlivaju u mora pa stimulišu rast algi, a povezano je i sa klimatskim promenama koje povećavaju temperature otvorenih voda. Toksini algi su termostabilni pa ih termički tretman ne uništava, već se kontrole mere oslanjaju na monitoring vode na zagađenje i na prisustvo algi, pa posledičnu zabranu izlova školjki u ugroženim područjima.

Toksini iz riba

Neke, egzotične ribe (tkzv. koralne ribe, npr. fugu riba) proizvode tetrodotoksin koji je izuzetno jak i termostabilan toksin, a izaziva respiratorno-mišićnu paralizu koja je često letalna. Neke ribe mogu da, slično školjkama, ingestiraju toksine algi kao što je termostabilni ciguatoksin (ciguatera toksin) pa se čovek otruje posredno konzumacijom tih riba.

Tabela II-3. Bolesti čoveka povezane sa algama koje proizvode toksine

Bolest	Alge koje proizvode toksine	Toksini
Paralitičko trovanje školjkama	<i>Alexandrium</i> spp. <i>Pyrodinium bahamense</i> <i>Gymnodinium catenatum</i>	saksitoksin, neosaksitoksin, ostali derivati saksitoksina, gonijautoksini
Dijarejično trovanje školjkama	<i>Dinophysis</i> spp. <i>Prorocentrum</i> spp.	okadaična kiselina, dinofisistoksin, pektenotoksin, jesotoksin
Neurotoksično trovanje školjkama	<i>Gymnodinium breve</i>	brevetoksini
Amnestično trovanje školjkama	<i>Pseudonitzschia pungens</i>	domoična kiselina
Ciguatera	<i>Gambierdiscus toxicus</i> <i>Ostreopsis lenticularis</i>	ciguatoksin, maitotoksin, skaritoksin

Toksini pečuraka

Neke pečurke (tj. životne forme viših gljiva čije plodonosno telo raste iznad zemlje) proizvode toksine. Među njima su najpoznatiji amanitin, giromitrin, orelanin, muskarin, ibotenska kiselina i muscimol. Ovi, uglavnom termostabilni, toksini su različiti po načinu dejstva nakon intoksikacije a simptomi bolesti čoveka se kreću od blagih do teških, uključujući i one sa letalnim ishodom.

Toksini biljaka

Neke jestive biljke proizvode toksine, npr. grajanotoksin koji se nalazi u listu, cvetu i nektaru nekih vrsta ruža (posledično i u medu) ili termolabilni fitohemaglutinin koji se nalazi u nekim vrstama pasulja.

Monitoring bioloških hazarda

Monitoring bioloških hazarda u Evropskoj uniji

Na nivou EU, kao i u EFTA zemljama (Island, Norveška, Švajcarska, Lihtenštajn), monitoring (praćenje) bioloških hazarda se vrši od 2004. godine na osnovu propisa⁹ o monitoringu i sakupljanju podataka o zoonozama, zoonotskim agensima, antimikrobnoj rezistenciji i epidemijama alimentarnih bolesti.

Zoonoze su bolesti i/ili infekcije koje su prirodno, direktno ili indirektno, prenosive između životinja i ljudi. Praktično, zoonoze se ređe prenose direktno sa

⁹ Direktiva 2003/99/EC

životinja na ljude, a češće indirektno - putem hrane životinjskog porekla. Sistem monitoringa zoonoza u EU podrazumeva sakupljanje podataka i njihovu analizu i diseminaciju (distribuciju). U cilju sprečavanja/umanjivanja pojavljivanja zoonotskih bolesti ljudi, važno je identifikovati koje životinje i koja hrana (namirnice) su glavni izvori infekcija. Stoga, sakupljanje informacija o prisustvu zoonotskih agenasa se vrši vezano za stočnu hranu, životinje, namirnice i ljude.

Informacije se sakupljaju i analiziraju u svakoj od država članica EU, da bi se tako pomoglo da se u ovoj zajednici unaprede kontrolne mere u lancu proizvodnje hrane i da se na taj način bolje zaštiti zdravlje potrošača. Pored EU i EFTA zemalja, u izveštajima se nalaze i podaci iz drugih zemalja kao što je Velika Britanija ili zemalja koje su EU kandidati, uključujući tu i našu zemlju.

U svakoj članici EU, obavezan je monitoring, odnosno sakupljanje podataka o sledećim zoonozama, odnosno zoonotskim agensima: 1) bruceloza (*Brucella* spp.), 2) kampilobakterioza (termofilni *Campylobacter* spp.), 3) ehinokokoza (*Echinococcus* spp.), 4) listerioza (*Listeria monocytogenes*), 5) salmoneloza (*Salmonella* spp.), 6) trihinelozna (*Trichinella* spp.), 7) tuberkuloza uzrokovana sa *Mycobacterium bovis*, i 8) bolesti izazvane sa patogenim *E. coli* (VTEC/STEC).

Zavisno od epidemiološke situacije u svakoj državi članici EU, monitoring se vrši i za druge biološke agense, od kojih su većina zoonotski. Među virusnim agensima, to su kalicivirus, hepatitis A virus, influenza virus, virus besnila, kao i virusi koji se prenose artropodama. Među bakterijskim zoonozama/agensima, vrši se monitoring za boreliozu (*Borrelia burgdorferi*), botulizam (*Clostridium botulinum*), leptospirozu (*Leptospira* spp.), psitakozu (*Chlamydia psittaci*), druge tuberkuloze, osim *M. bovis* (npr. *Mycobacterium caprae*), vibriozu (*Vibrio* spp.), kao i jersiniozu (*Yersinia* spp.). Od parazitskih zoonoza, vrši se monitoring anisakijaze (*Anisakis simplex*), kriptosporidioze (*Cryptosporidium* spp.), cisticerkoze (*Taenia saginata* cisticerkus i *T. solium* cisticerkus), kao i toksoplazmoze (*Toxoplasma gondii*). Pored svih navedenih bolesti i agenasa, monitoring se u nekim zemljama vrši i za druge zoonoze i zoonotske agense, a među njima za sarkosporidiozu (*Sarcocystis* spp.), tularemiju (*Francisella tularensis*), Q-groznicu (*Coxiella burnetii*), virus Zapadnog Nila, itd.

Pored navedenih bioloških hazarda, u EU se prate i mikrobiološki kontaminanti hrane za koje su u EU legislativi navedeni kriterijumi bezbednosti hrane (opisani u Poglavlju XVI): histamin, stafilokokni enterotoksin i *Cronobacter sakazakii*. Pored toga, ponekad se prijavljuju, iz pojedinih zemalja, i podaci o drugim zoonozama (*Shigella*, *Erysipelothrix*), nezoonotskim agensima koji su patogeni za ljude i time bitni u bezbednosti hrane (npr. *Bacillus cereus*, norovirusi, toksini algi) ili pak biološkim agensima koji uopšte nisu patogeni za ljude ali mogu biti izazivači kvara hrane ili indikatori prisustva drugih mikroorganizama (npr. *Proteus* spp., *Enterococcus* spp.).

Dalje, zbog bitnosti antimikrobne rezistencije u ugrožavanju lečenja obolelih ljudi, u EU je obavezan monitoring i izveštavanje o rezistenciji sledećih mikroorganizama: 1) *Salmonella* spp., 2) *Campylobacter coli*, 3) *Campylobacter jejuni*, 4) indikator komensalnih *Escherichia coli*, i 5) *Salmonella* spp. i 6) *E. coli* koje proizvode sledeće enzime: β -laktamaze proširenog spektra (ESBL), ampicilin β -laktamaze (AmpC) i karbapenemaze (CP). Monitoring i izveštavanje o antimikrobnoj rezistenciji navedenih mikroorganizama se odnosi na brojlere, kokoške nosilje, tovne ćurke, goveda starosti do jedne godine i tovne svinje, kao i na sveže meso brojlera, ćuraka, svinja i goveda. Na dobrovoljnoj bazi vrši se i monitoring indikator komensalnih *Enterococcus faecalis* i *Enterococcus faecium*. Ovi mikroorganizmi su, kao i nepatogene *Escherichia coli*, indikator nivoa opšte rezistencije enteričnih bakterija u životinjama i hrani dodatno, tako

da ove bakterije mogu da doprinesu razmeni gena odgovornih za rezistenciju na antimikrobna sredstva.

Obavezan je i monitoring epidemija alimentarnih oboljenja vezanih za biološke hazarde, i takođe se o njima u EU izveštava na godišnjem nivou. Kada se epidemija utvrdi, vrši se istraživanje epidemija da bi se utvrdilo koja hrana je bila izvor epidemije pa se, posledično, one kategorišu na epidemije sa čvrstim dokazima i epidemije sa slabim dokazima da je određena hrana izvor.

Države članice sakupljaju podatke o zoonozama, zoonotskim agensima, drugim biološkim agensima, kao i o antimikrobnoj rezistenciji i epidemijama alimentarnih oboljenja u toku jedne kalendarske godine. Države ove podatke najpre ocenjuju, pa ih prosleđuju Evropskoj komisiji (najčešće do kraja maja naredne godine) koja potom sve podatke prosleđuje Evropskoj agenciji za bezbednost hrane (EFSA). EFSA od 2004. godine obrađuje podatke i proizvodi EU godišnji izveštaj o zoonozama, po pravilu do kraja te godine, tako da su podaci javno dostupni nakon godinu dana od kalendarske godine na koju se odnose.

Evropski centar za prevenciju i kontrolu bolesti (ECDC) obezbeđuje podatke o slučajevima pojave zoonoza ljudi i takođe analizira ove podatke za EU godišnji izveštaj o zoonozama. Od 2008. godine, podaci koji se analiziraju se dobijaju pomoću jedne softverske platforme, odnosno sistema za nadzor infektivnih bolesti (engl. *The European Surveillance System*, TESSy) koji je održavan od strane ECDC. TESSy sakuplja, validuje, filtrira, analizira i distribuirira podatke o infektivnim bolestima u državama članicama EU i EEA/EFTA zemljama. Do 2007. godine, postojalo je više specijalnih mreža za nadzor nad pojedinim bolestima/hazardima (npr. “*Enter-Net*” mreža koja je pratila *Salmonella*, *E. coli* O157 i *Campylobacter* ili “*Euro-TB*” mreža koja je pratila tuberkulozu), ali su danas sve te mreže objedinjene u TESSy.

Sistem monitoringa i dalje nije u potpunosti harmonizovan na nivou EU što nekada otežava interpretaciju podataka. Planovi za monitoring većine zoonotskih agenasa nisu usklađeni među svim državama članicama EU, a nekad i u jednoj državi u različitim godinama za koje su dati izveštaji. Podaci u izveštaju nekada nisu dobijeni iz adekvatno statistički kreiranih planova uzorkovanja i zato ne predstavljaju tačnu situaciju neke zemlje po pitanju zoonoza. Takođe, podaci u nacionalnim izveštajima (koji se podnose Evropskoj komisiji) često mogu da se razlikuju od finalnih, koje EFSA obezbeđuje nakon obrade, jer se nekada denominatori (npr. ukupna populacija) ili pak definicije slučaja razlikuju na nacionalnom u EU nivou. Stoga je potrebna pažljiva interpretacija svih rezultata u godišnjim izveštajima.

Najšćešće prijavljene zoonoze u Evropskoj uniji su kampilobakterioza i salmoneloza (Tabela II-4, Šema II-6). Zatim slede jersinioza i bolesti izazvane patogenim *E. coli*, pa listerioza, dok su prijavljeni slučajevi bruceloze, trihineloze i tuberkuloze izazvane sa *M. bovis* znatno ređe.

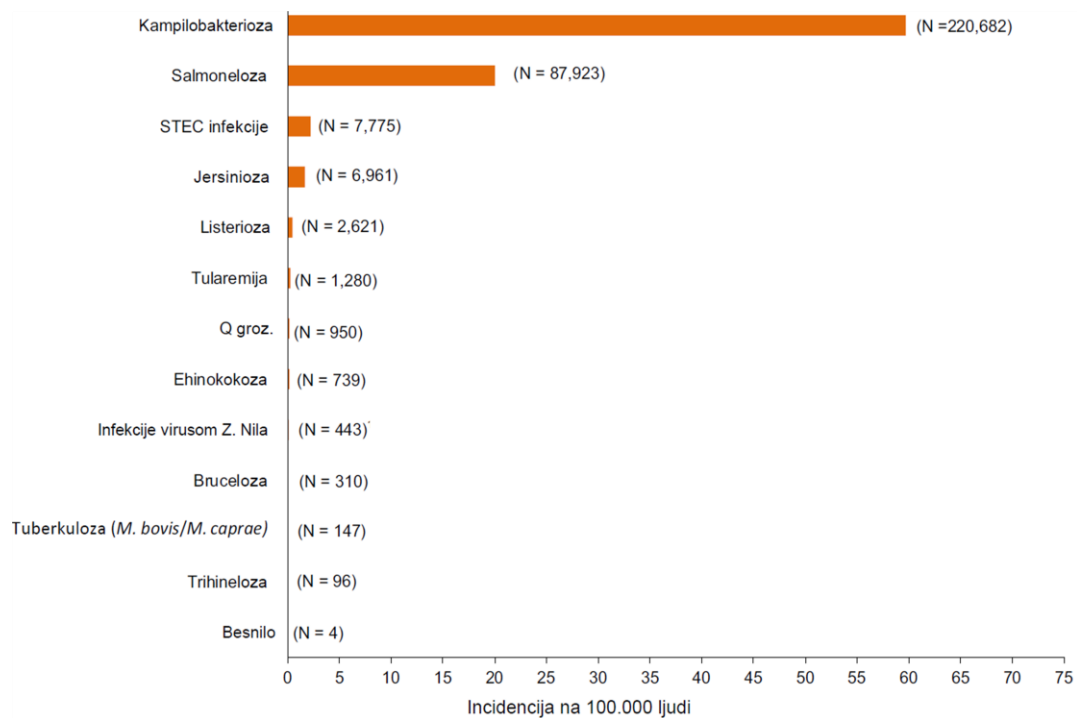
U pogledu prijavljenih alimentarnih epidemija, podaci se razlikuju od godine do godine. Primera radi, tokom 2019. godine, u EU je prijavljeno preko 3.100 epidemija koje su uključivale oko 36.000 slučajeva obolelih ljudi. Izazivači alimentarnih epidemija su najčešće nepoznati, iako je dokazana određena hrana kao izvor. Međutim, u slučajevima kada je uzročnik izolovan u hrani i/ili obolelim ljudima, najčešće je to *Salmonella* (i to sa jakim dokazima epidemije), pa razni bakterijski toksini, pa norovirus i *Campylobacter*, a potom ostali biološki hazardi, kao na primeru za 2019. godinu (Šema II-7). Slični rezultati su prijavljivani i za druge godine.

Tabela II-4. Prijavljeni slučajevi zoonoza u Evropskoj uniji u periodu 2011. do 2021. godine¹⁰

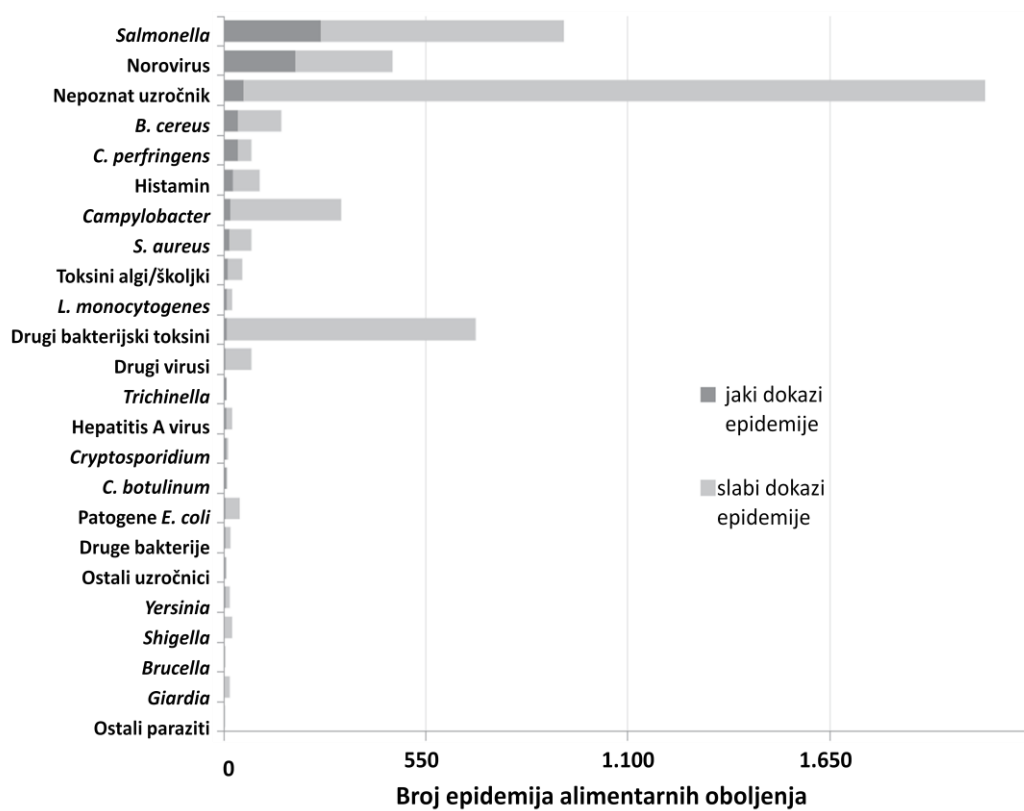
BOLEST	GODINA										
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020*	2021
Kampilobakterioza	220.209	214.268	214.779	236.851	229.213	246.307	246.158	246.571	220.682	120.946	127.840
Salmoneloza	95.548	91.034	82.694	88.715	94.625	94.530	91.662	91.857	87.923	52.702	60.050
Jersionioza	7.017	6.506	6.471	6.625	7.202	6.861	6.823	6.699	6.961	5.668	6.789
STEC infekcije	9.845	5.671	6.043	5.955	5.901	6.378	6.073	8.161	7.775	4.446	6.084
Listerioza	1.476	1.642	1.763	2.161	2.206	2.536	2.480	2.549	2.621	1.876	2.183
Tularemija	np	np	279	480	1.079	1.056	321	300	1.280	641	876
Ehinokokoza	781	810	794	801	872	772	827	793	739	488	529
Q groznica	np	643	648	777	833	1.057	928	789	950	523	460
Toksoplazmoza**	np	np	np	np	288	242	195	208	176	np	np
Bruceloza	330	328	357	347	437	516	378	358	310	128	162
Trihineloza	268	301	217	319	156	101	168	66	96	117	77
Tuberkuloza***	132	125	134	145	170	170	185	170	147	88	111
Besnilo	1	2	1	3	0	0	1	1	4	0	0

* tokom 2020. i 2021. godine, broj prijavljenih slučajeva alimentarnih zoonotskih bolesti je generalno opao usled manje društvenih događaja, zatvaranja restorana, karantina, ali i poboljšanog pranja ruku i drugih mera sanitacije; **kongenitalna toksoplazmoza; *** *M. bovis* i *M. caprae*; np - nema podataka

¹⁰ Izvor: EFSA/ECDC, 2012-2022



Šema II-6 – Prijavljeni slučajevi alimentarnih oboljenja ljudi u EU u 2019. godini¹¹



Šema II-7 – Utvrđeni izazivači epidemija alimentarnih oboljenja u EU u 2019. godini¹²

¹¹ i ¹² Izvor: EFSA/ECDC, 2021

Monitoring bioloških hazarda u Srbiji

Način praćenja zoonoza i uzročnika zoonoza je regulisan odnosnim pravilnikom (Poglavlje XVII) dok godišnje izveštaje, koji objedinjuju sve zarazne bolesti ljudi, objavljuje Institut za javno zdravlje Srbije (Dr Milan Jovanović Batut), a na osnovu izveštaja iz svih okruga u Srbiji. Zoonoze koje se prate uključuju i alimentarne, koje se u izveštajima nazivaju „crevne zarazne bolesti“, kao i druge zoonoze (Tabela II-5) kao što su kontaktne ili vektorske koje su predmet monitoringa i u EU. Takođe, poslednjih nekoliko godina, naša zemlja prijavljuje podatke o nekim zoonozama (npr. salmoneloza, trihineloza) Evropskoj komisiji, a ti podaci se potom nalaze i u EU godišnjim izveštajima o zoonozama.

Tabela II-5. Prijavljeni slučajevi alimentarnih bolesti i zoonoza u Srbiji u periodu 2015. do 2021. godine¹³

BOLEST	GODINA						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Kampilobakterioza	np	np	np	np	784	469	444
Salmoneloza	1.712	1.589	1.850	1.641	1.260	631	678
Jersionioza	np	np	np	np	14	16	21
STEC infekcije	np	np	np	np	np	np	np
Listerioza	14	8	3	8	15	15	1
Tularemija	146	12	23	12	27	1	1
Ehinokokoza	52	65	74	64	30	4	4
Q groznica	28	34	39	8	27	0	0
Toksoplazmoza ¹	82	71	56	112	73	17	13
Bruceloza	3	24	7	4	2	2	1
Trihineloza	82	190	15	11	28	19	0
Antraks	0	1	0	0	0	0	0
Šigeloza	13	14	28	27	35	6	7
Botulizam	12	4	4	3	0	0	1
Razne bakterijske intoksikacije	489	440	346	88	np	np	np
Đardijaza	85	78	91	47	69	31	18
Leptospiroza	32	60	61	16	47	4	3
Neutvrđen uzročnik ²	8.163	8.606	5.364	1.045	np	np	np

¹ većina slučajeva su trudnice otkrivene skrining testiranjem; ² bolest prijavljena na osnovu simptoma gastroenteritisa i dijareje; np - nema podataka.

¹³ Izvor: Institut za javno zdravlje Srbije, 2017-2023

Međutim, sistem monitoringa u Srbiji je i dalje pun nedostataka po pitanju određenih hazarda, uključujući i nedostatak resursa u pojedinim okruzima ili u celoj zemlji, koji su preduslov uspešnog prijavljivanja bolesti. Stoga, verovatno je da godišnji izveštaji ne predstavljaju pravu sliku o zoonozama ljudi u našoj zemlji. Podaci o zoonozama u lancu hrane (životinje, namirnice) nisu dostupni – ovo navodi na zaključak da adekvatan sistem monitoringa zoonoza, koji je neophodan u cilju kontrole bioloških hazarda, ne postoji. Jedan od preduslova za ulazak u EU je postojanje sistema monitoringa zoonoza u skladu sa drugim članicama, pa se očekuje usaglašavanje propisa na ovom polju i uspostavljanje novog sistema, usaglašenog sa EU.

HEMIJSKI HAZARDI

Hemijski agensi u hrani mogu da budu opasni po zdravlje ljudi, a njihov broj se meri desetinama hiljada. U hrani životinjskog porekla, oni uključuju hemikalije koje: 1) potiču iz industrije koje su posledica kontaminacije životne sredine, 2) se koriste u poljoprivredi, 3) se koriste u stočastvu i veterini da poboljšaju rast ili kontrolišu bolesti životinja, 4) aditivi hrani, tj. hemijske supstance koje se dodaju u hranu u cilju poboljšanja organoleptičkih svojstava, bezbednosti ili usporavanja kvarenja hrane (Poglavlje XIV), ali ako se dodaju u prekomernim količinama, postaju hazardi za ljude, kao i 5) razni materijali za pakovanje hrane.

Detekcija i kontrola ovako velikog broja hemijskih rezidua u hrani predstavlja veliki izazov, kako za industriju hrane, tako i za nadležne organe. Hemijski hazardi uglavnom ne izazivaju lezije u životinja ili promene hrane koje mogu da se uoče tradicionalnim organoleptičkim ispitivanjima. Stoga, da bi se obezbedio zahtevani nivo bezbednosti hrane i osigurala bezbednost potrošača, sistemi za bezbednost hrane uključuju i laboratorijska ispitivanja ovih agensa. Ova ispitivanja su deo programa monitoringa (nacionalnih ili širih programa) rezidua u živim životinjama i proizvodima životinjskog porekla. Mnogi hemijski hazardi imaju osobinu da se vremenom akumuliraju u tkivima životinja i ljudi i samim tim zahtevaju posebne načine kontrole, odnosno upravljanja rizikom od njih (npr. veća pažnja se usmerava na starije životinje, farme sa prethodnim nalazima ovih hazarda iznad dozvojenih granica, itd.).

Hemijski hazardi u hrani se, stoga, uglavnom klasifikuju na: 1) rezidue, 2) kontaminante hrane, i 3) aditive hrani. Pod reziduama u hrani animalnog životinjskog porekla podrazumevaju se ostaci različitih jedinjenja sa kojima životinje tokom života, preko hrane ili veterinarskih tretmana, dolaze u kontakt i koji se izlučuju njihovim primarnim proizvodima tokom života životinja ili zaostaju u njihovim tkivima posle klanja, pa nakon toga mogu da uđu u lanac hrane za čoveka (npr. antibiotici). Kontaminanti (tj. zagađivači) su nepoželjni hemijski elementi ili jedinjenja koja u hranu dospevaju bez znanja ili direktne aktivnosti čoveka (npr. polihlorovani bifenili, dioksini). S druge strane, aditivi hrani su jedinjenja koja se dodaju namerno u hranu sa primarnim ciljem poboljšanja senzornih osobina hrane i/ili njene bezbednosti ili održivosti (npr. nitriti).

Kontaminanti iz industrije i životne sredine

Među kontaminante hrane koji potiču iz životne sredine, a koja je opet kontaminirana iz industrije, spadaju razni teški metali i trajni organski zagađivači.

Teški metali

U teške metale koji često kontaminiraju hranu a toksični su za čoveka i u nižim koncentracijama, spadaju olovo, arsen, živa i kadmijum. Pored njih, tu su i bakar, fluor i selen. Glavna osobina ovih metala je da se vremenom akumuliraju u organizmu ljudi i životinja.

Olovo

Olovo (Pb) se često akumulira u kostima životinja koje se drže (napasaju) blizu postrojenja teške industrije ili nakon ingestije raznih boja (npr. na ogradama pašnjaka) ili drugih supstanci koje sadrže ovaj metal. Nakon akutne ekspozicije olovu, najviše koncentracije se nađu u jetri i bubrezima životinja. Kod ljudi olovo može da izazove oštećenje bubrega, poremećaje centralnog nervnog sistema, povišen krvni pritisak a naročito je ovaj metal toksičan za malu decu.

Arsen

Arsen (As) životinje unose preko hraniva ili tečnosti kontaminiranih herbicidima, rodenticidima ili insekticidima koji sadrže ovaj metal, a ranije su ga sadržavali i neki antiparazitici. Arsen se akumulira u jetri i bubrezima (masna degeneracija), kao i u kostima životinja. Čovek najviše arsena unosi konzumacijom morske ribe, a organski je češći u hrani dok je neorganski toksičniji i u većim dozama izaziva probleme sa kožom, plućima, srcem i gastrointestinalnim traktom, a moguć je i kancerogeni efekat neorganskog arsena.

Živa

Živa (Hg) se ređe unosi u organizam životinja i to uglavnom nakon ingestije zrnaste hrane tretirane fungicidima koji sadrže ovaj metal, pa se unosom viših doza javljaju otok organa i petehijalna krvarenja. Čovek je najviše izložen živi preko ribe i povrća. Neorganska živa se akumulira u jetri i bubrezima, a organska je šire distribuirana u organizmu. U višim dozama izaziva nervne poremećaje uključujući oštećenja mozga, kao i alergijske reakcije i poremećaje reproduktivnog sistema ljudi.

Kadmijum

Kadmijum (Cd) predstavlja sve veći problem u stočarstvu, naročito kod goveda koja se izlažu ovom metalu na pašnjacima navodnjavanim aerobno digestiranim kanalizacionim otpadnim vodama. Kao važan kontaminant vode, kadmijum je vrlo

značajan u higijeni ribe i drugih akvatičnih životinja (primarno školjki). Kod ljudi se vrši akumulacija kadmijuma u tkivima i može doći do otkazivanja funkcije bubrega. Pored toga, mogući su i imunološki i gastrointestinalni poremećaji, kao i sterilitet, a ovaj metal je i potencijalni kancerogen.

Trajni organski zagađivači

Trajni organski zagađivači su po hemijskoj strukturi hlorovani ugljovodonici, a iz ove grupe jedinjenja, polihlorovani bifenili (PCB), polihlorovani naftaleni (PCN) i dioksini su važni za bezbednost hrane. Trajni organski zagađivači su teratogeni i kancerogeni. Izvori PCB i PCN su električna mašinerija, maziva, boje i neki insekticidi. Ova jedinjenja su ekstremno stabilna u prirodi i u organizmu gde se njihova akumulacija vrši u jetri. Dioksini nastaju sagorevanjem ugljovodonika koji sadrže hlor (hlorovani otpaci), pre svega u industriji papira (služe za izbeljivanje) i plastičnih masa. Ekstremno su stabilni u organizmima, njihova akumulacija se vrši u jetri i masnom tkivu svih vrsta životinja za proizvodnju mesa i ljudi, a ima ih u ribi i u jajima.

Poljoprivredne hemikalije

Hemikalije koje se koriste u poljoprivredi a koje mogu da završe u hrani i da izazovu toksične efekte kod ljudi uključuju insekticide, herbicide, fungicide, rodenticide i veštačka đubriva. Redovno se koriste u poljoprivredi a njihova primena je često regulisana propisima ili vodičima dobre prakse. Kada se koriste pravilno, primenjuju se uglavnom dosta dugo pre perioda kada se vrši proizvodnja ili ubiranje hrane, mada neka jedinjenja, kao insekticidi, mogu da se koriste na životinjama pre klanja ili u objektima gde se priprema hrana.

Insekticidi

Insekticidi su sredstva koja služe suzbijanju insekata, a ona se danas najčešće primenjuju, spadaju u dve grupe hemijskih jedinjenja - hlorovane ugljovodonike i organofosfate. Grupa insekticida koja spada u hlorovane ugljovodonike (npr. DDT, endrin, aldrin/dieldrin) se najčešće koriste u poljoprivredi i predstavljaju najveći rizik za kontaminaciju hrane. Mnogi od njih su stabilni dugo vremena u životnoj sredini. DDT je najpoznatiji i najuspešniji sintetski insekticid koji je ekstremno stabilan, a akumulira se u sredini i u živim bićima. Oštećuje centralni nervni sistem, dovodi do otoka organa i fokalne nekroze jetre. Iako je zabranjen 1972. godine, još uvek se javljaju rezidue DDT u lancu hrane u teško kontaminiranim regionima.

Insekticidi koji su organofosfati (npr. kumafos, malation, diazinon) su izuzetno efikasni protiv insekata, ali su i ekstremno toksični za sisare. Prilikom akutnog trovanja promene nisu specifične, dok se kod hroničnog trovanja javlja otok pluća. Ovi insekticidi omogućavaju uspešno iskorenjivanje štrkljeva, sa malo sporednih efekata. Ostavljaju vrlo malo rezidua u tkivima i mnogo su manje stabilni u životnoj sredini od hlorovanih ugljovodonika. Najveći rizik predstavljaju za same ljude koji ih primenjuju u poljoprivredi (prilikom prskanja useva).

Herbicidi

Sredstva koja služe suzbijanju korova (npr. glikofosfat, triklopir, razni dioksini) se ne koriste za tretiranje životinja ili jestivih kultura, ali predstavljaju opasnost kada se tretirane biljke koriste za prostirku u odgoju životinja. Herbicidi nisu mnogo toksični u formi izvornog jedinjenja, ali njihovi derivati mogu biti vrlo toksični. Derivati su sadržani u tkzv. auksin (biljni hormoni) herbicidima koji pripadaju dioksinima, a koji se još nazivaju i „hormonskim sredstvima za uništavanje korova” nekada korišćenim kao biološko-hemijsko oružje.

Fungicidi

Sredstva koja se primenjuju u kontroli rasta i uništavanju gljivica (npr. dihloran, folpet) obično ne predstavljaju ozbiljan problem kao rezidue u hrani, mada neki sadrže teške metale. Ova sredstva su jasno obojena, ali tretirani semenski materijali (zrnevlje) može da se greškom koristi za ishranu životinja ili za pripremu žitarica za ljude, pa tako uđe u lanac hrane.

Rodenticidi

Sredstva koja se koriste u kontroli glodara (npr. varfarin) se često koriste u poljoprivredi ili industriji. Ako se ne primenjuju pod propisanim uslovima, mogu da završe i u hrani gde predstavljaju hemijske hazarde.

Veštačka đubriva

Veštačka đubriva ne predstavljaju ozbiljan problem kao rezidue u hrani ako se ne koriste na pašnjacima neposredno pre pašne, ili ako se ne koriste na kulturama neposredno pre žetve/berbe. Najštetniji efekti su na samu životnu sredinu. Kao što je već pomenuto, problem sa veštačkim đubrivima leži u činjenici da stimulišu rast algi u priobalnim vodama što dovodi do povećane akumulacije algalnih toksina u školjkama.

Sredstva koja se koriste u stočarstvu i veterini

Sredstva za ubrzanje rasta životinja

Ova sredstva koja se nazivaju i promotori rasta životinja se koriste u komercijalne svrhe, opstaju u tkivima i posledično i proizvodima životinja, a izazivaju negativne zdravstvene efekte na ljude koji konzumiraju te proizvode. Tu spadaju hormoni i antimikrobni dodaci hranivima. Ova sredstva nisu dozvoljena u našoj zemlji niti u EU, ali jesu u nekim drugim zemljama, uključujući SAD.

Hormoni

Hormoni i jedinjenja slična hormonima uključuju prirodne hormone (npr. estradiol, progesteron, testosteron), sintetičke hormone (diethylstilbestrol), gljivične estrogene (zearalenon), beta-agoniste (trenbolon) i tireostatike. Od štetnih efekata na ljude, mogu da se jave reproduktivni poremećaji u ljudi, cervikalni adenokarcinom kao i prerani pubertet kod devojčica.

Antimikrobni dodaci hranivima

Antimikrobna sredstva (npr. virginamicin, bacitracin, polimiksin B, sulfonamidi) se nekad preventivno koriste kod životinja u cilju sprečavanja ili redukcije infekcija. Takođe, dodavanjem malih količina ovih sredstava u hranu za životinje, podstiče se rast životinja (verovatno inhibisanjem nepoželjnih mikroorganizama u crevima ili anaboličkim dejstvom nekih jedinjenja). Nastanak antimikrobne rezistencije je glavni negativni efekat na zdravlje ljudi.

Veterinarski lekovi

Veterinarski lekovi se primenjuju tokom života životinja u terapijske ili profilaktičke svrhe. U slučaju nepoštovanja karence, njihove rezidue ostaju u životinjskim proizvodima. Lekovi uključuju više grupa ali su za bezbednost hrane najvažniji antimikrobni lekovi, antiparazitici i sedativi.

Antimikrobni lekovi

Sredstva koja se koriste u kontroli mikroorganizama uključuju antibiotike (npr. penicilini, aminoglikozidi, tetraciklini, cefalosporini, makrolidi, kvinoloni), nitro jedinjenja (nitroimidazoli, nitrofurani) i sulfonamide (npr. sulfametazin). Potencijalni štetni efekti rezidua ovih lekova u namirnicama na zdravlje ljudi su antimikrobna rezistencija, alergijske reakcije (prevažno penicilin), promene crevne mikrobiote, kao i direktna toksičnost na organizam.

Antiparazitici

Sredstva koja se koriste u kontroli parazita (npr. salicilanidi, tiabendazol, benzimidazol, probenzimidazol, fenbendazol, oksfendazol, levamizol) su karakteristični po tome da se roditeljska jedinjenja brzo razgrađuju, dok su metaboliti stabilniji. Potencijalni štetni efekti rezidua iz mesa uključuju teratogenost (zabeležena kod ovaca).

Sedativi

Sedativi (npr. azaperon, fenotiazin, promazin) se često koriste za smirivanje životinja tokom transporta pre klanja. Međutim, još uvek je nepoznata sudbina rezidua u

mesu ako su sedativi primenjeni neposredno pre klanja, a nepoznato je i da li su štetni efekti na čoveka stvarni ili teško uočljivi.

Aditivi hrani

Hemijske supstance koje se smatraju dodacima (aditivima) hrani su specificirane u odgovarajućim propisima u oblasti kvaliteta hrane. Kada se namerno dodaju hrani pod kontrolisanim uslovima i u određenim količinama, ne smatraju se hemijskim hazardima. Međutim, u slučaju njihovog prisustva u hrani koje ne zadovoljava navedene uslove, oni mogu da predstavljaju opasnosti za bezbednost hrane odnosno zdravlje ljudi. Najvažniji aditivi su sastojci salamure i dim, odnosno komponente dima, a dodatno su opisani u Poglavlju XIV.

Sastojci salamure

Ovi sastojci uključuju nitrite, nitrate, polifosfate i kuhinjsku so. Nitrati su jedinjenja koja sadrže NO_3 i redukuju se u nitrite (NO_2); uglavnom se dodaju natrijum ili kalijum nitrati. Doze koje se dodaje u meso su uglavnom <100 ili do 150 mg/kg (ppm). Komercijalni razlozi uključuju činjenicu da NO_2 reaguje sa pigmentom mesa (mioglobinom) i daje jedinjenje jasno crvene, termostabilne boje, nitrozil-mioglobin koji prelazi u stabilniji nitrozil-miohromogen. Bezbednost mesa se unapređuje jakom inhibicijom *Clostridium botulinum* (sprečava isključavanje spora). Štetni efekti NO_2 na zdravlje uključuju direktnu toksičnost na ljudski organizam u višim koncentracijama, a može i da reaguje sa aminima u mesu stvarajući nitrozamine sa kancerogenim dejstvom. Polifosfati se dodaju u meso u dozi do $0,5\%$. Komercijalni razlozi za korišćenje uključuju povećavanje sposobnosti mesa da vezuje vodu (može se dodati i do 30% vode) pa omogućavaju dodavanje vode u neke proizvode (npr. viršle). Ne unapređuju bezbednost mesa, a štetni efekti na zdravlje ljudi su vezani za mogući poremećaj ravnoteže fosfor/kalcijum u ishrani i nedovoljno iskorišćavanje fosfora kod dece.

Dim

Dim sadrži brojna jedinjenja sa antimikrobnim delovanjem (razne organske kiseline, fenoli) i dalje poželjne organoleptičke osobine prehrambenim proizvodima (miris, ukus, boja). Stoga se često koristi u industriji mesa i mleka prilikom dobijanja nekih mesnih i mlečnih proizvoda. Međutim, neki sastojci dima mogu imati štetne efekte na zdravlje. Primera radi, ako je dim proizveden na temperaturi iznad 300°C na otvorenoj vatri (npr. roštilj), stvaraju se policiklični aromatični ugljovodonici, a među njima su neki kancerogeni (3,4 benzopiren). Iz tog razloga se danas u industriji koristi „tečni dim” koji nastaje filtriranjem dima prilikom čega se uklanjaju ili redukuju štetni sastojci.

Ostali aditivi

Postoje mnogi drugi aditivi hrani koji se primarno dodaju da bi poboljšale senzorne osobine hrane, a uključuju antioksidante (npr. galati), konzervanse (benzoati,

sorbati), boje, emulgatore, zaslađivače (npr. saharin) i pojačivače ukusa (Na-glutamat). Ne doprinose zdravlju, ali mogu imati neželjene efekte (npr. hiperaktivnost dece).

Materijali za pakovanje

Hrana može biti upakovana u plastične mase kao što je polivinilhlorid (PVC) koji je netoksičan polimer ali može da sadrži tragove ekstremno toksičnog-kancerogenog vinilhlorid monomera (VC) od kojeg PVC i nastaje. Nekada može da se javi migracija ovih plastičnih komponenti sa pakovanja u samu hranu. Pored toga, mogu da se jave i reakcije izvesnih plastičnih masa, koje nisu namenjene zagrevanju hrane (najčešće u mikrotalasnim pećnicama), sa masnoćama tokom zagrevanja i da dođe do stvaranja toksičnih jedinjenja. Takođe, razni pigmenti, boje i mastila kojima se obeležavaju pakovanja nekad mogu da pređu na hranu.

Izračunavanje prihvatljivih granica rezidua

Za mnoge hemijske agense u hrani, ustanovljene su granice prihvatljivosti unošenja u ljudski organizam, kako ne bi došlo do neželjenih uticaja na zdravlje. Nivo svake rezidue koja je u hrani ili vodi dozvoljena legislativom, ili pak preporučena od strane relevantnih organizacija na polju bezbednosti hrane, se naziva prihvatljivi dnevni unos (engl. *acceptable daily intake*, ADI). ADI se najčešće ustanovljava za aditive hrane, ali i druge hemijske hazarde. ADI vrednost predstavlja grubu procenu količine datog agensa izraženu u miligramima date supstance po jedinici telesne mase čoveka izražene u kilogramima, koja može svakodnevno da se unese u organizam čoveka tokom čitavog njegovog života, a da se ne očekuje primetni toksikološki efekat na zdravlje čoveka. Nivo bez vidljivih efekata (engl. *no-observed-effect-level*, NOEL) je doza (mg/kg, ili ppm) primenjena na najosetljivijem životinjskom modelu kod toksikoloških studija posle koje nisu primećeni štetni efekti (npr. teratogeni, kancerogeni, mutageni, imunopatološki). ADI vrednost se izračunava deljenjem NOEL vrednosti sa faktorom sigurnosti (engl. *safety factor*, SF - koji je obično 100 do 1000) za ljude, a najčešće se direktno izražava u dozi za čoveka težine 60 kg koja se smatra prosečnom težinom odrasle populacije (Jednačina II-1).

$$\text{ADI (mg/kg/dan)} = \frac{\text{NOEL}}{\text{SF}}$$

NOEL - nivo bez vidljivih efekata
SF - faktor sigurnosti

Jednačina II-1. Formula za izračunavanje prihvatljivog dnevnog unosa

Za veterinarske lekove, u propisima ili preporukama, naznačene su granice za rezidue. Maksimalno prihvatljivi nivo ukupnih rezidua (engl. *total residue level*, TRL) se izračunava (Jednačina II-2) prema ADI vrednosti koja se množi sa težinom prosečnog potrošača (60 kg) i sa faktorom konzumiranja (engl. *consumption factor*, CF - predstavlja količinu date prosečno/pretpostavljeno konzumirane dnevno izraženo u gramima). TRL uključuje i roditeljska jedinjenja i njihove derivate nastale tokom obrade, skladištenja ili

konzumacije hrane. Propisi uglavnom ukazuju na maksimalno dozvoljen nivo rezidua (engl. *maximum residue level*, MRL). MRL vrednost je koncentracija dela rezidua koji se može detektovati unutar TRL, a odnosi se na određeno marker jedinjenje unutar date rezidue. Marker jedinjenje je roditeljsko jedinjenje ili metabolit koji je najpogodniji za monitoring (odnosno za njega postoje pogodni metodi detekcije ili kvantifikacije) ukupnih toksičnih rezidua u ciljanom tkivu.

$$\text{TRL (mg/kg)} = \text{ADI} \times 60 \times \text{CF}$$

ADI - prihvatljivi dnevni unos

CF - faktor konzumiranja

Jednačina II-2. Formula za izračunavanje nivoa ukupnih rezidua

Monitoring hemijskih hazarda

Monitoring hemijskih hazarda je, za razliku od bioloških, prilično harmonizovan između EU i Srbije i vrši se sistematski još od 1970-ih godina. Praćenje određenih supstanci i njihovih rezidua u životinjama, primarnim proizvodima životinjskog porekla, vodi i hrani za životinje, sprovodi se sa ciljem: 1) zaštite zdravlja potrošača, obezbeđivanjem da hrana animalnog porekla ne sadrži nedozvoljene hemijske supstance ili količine rezidua i kontaminenata iznad dozvoljenih granica, i 2) ocene izloženosti populacije reziduama i kontaminentima. Ovaj monitoring je važan jer služi sprečavanju klanja životinja i proizvodnje i plasmana na tržište mesa, mleka, jaja i meda koji sadrže rezidue i kontaminente u količinama iznad dozvoljenih granica, kao i sprečavanju ilegalne upotrebe anabolika i drugih nedozvoljenih lekova.

Za svako jedinjenje čije je ispitivanje predviđeno planom monitoringa postoji određeno ciljno tkivo (tj. matriks), a to je tkivo životinje u kome je najveća verovatnoća nalaza određenog jedinjenja, ako je životinja njime tretirana ili došla u kontakt. Ciljna tkiva se određuju na osnovu hemijske prirode jedinjenja, raspodele i metabolizma datog jedinjenja u organizmu, kumulativnog efekta, mesta uzorkovanja (npr. farma ili klanica), kao i analitičke metode koja će biti primenjena.

Prema evropskoj legislativi, ali i domaćem pravilniku¹⁴ iz 2009. godine, monitoring određenih supstanci i njihovih rezidua se vrši na nivou živih životinja, njihovih ekskreta i telesnih tečnosti, zatim u tkivima životinja i primarnim proizvodima animalnog porekla, kao što su meso, mleko, jaja i med, kao i u hrani i vodi za životinje na svim mestima gde se životinje gaje i čuvaju. Monitoring supstanci u grupama A i B navedenim ispod se vrši vezano za životinje, hranu za životinje i proizvode životinjskog porekla, prema Tabeli II-6, dok se uzorkovanje od strane ili pod nadzorom nadležnog veterinarskog inspektora vrši nenajavljeno prema obimu u regulatorno definisanom učestalosti uzorkovanja na godišnjem nivou, a na način koji omogućava sledljivost do farme/mesta porekla životinja i primarnih proizvoda životinjskog porekla.

U grupu A hemijskih agenasa čiji se monitoring vrši, spadaju supstance koje imaju anabolički efekat i razne nedozvoljene supstance: 1) stilbeni, derivati stilbena i njihove soli i estri, 2) antitireoidne supstance, 3) steroidi (estradiol, progesteron, testosteron, trenbolon, itd.), 4) laktoni rezorcilne kiseline, uključujući zeranol, 5) beta-agonisti (klenbuterol, salbutamol, cimaterol, itd.), i 6) supstance navedene u posebnom

¹⁴ Službeni glasnik RS, 91/09

propisu o najvećim dozvoljenim količinama rezidua veterinarsko medicinskih proizvoda u hrani životinjskog porekla (nitrofurani, hloramfenikol, dimetridazol, metromidazol, ronidazol, hlorpromazin).

U grupu B hemijskih agenasa spadaju veterinarski lekovi (uključujući i neodobrene supstance koje mogu da se koriste u veterinarske svrhe) i kontaminanti: 1) antibakterijske supstance, uključujući sulfonamide i kvinolone, 2) drugi veterinarski lekovi (antihelmintici, kokcidiostatici, uključujući nitroimidazole, karbamati i piretroidi, sedativi, nesteroidni antiinflamatorni lekovi i druge farmakološki aktivne supstance), i 3) druge supstance i kontaminanti životne sredine (organohlorna jedinjenja uključujući polihlorovane bifenile (PCB), organofosforna jedinjenja, hemijski elementi, mikotoksini, boje i drugo).

Tabela II-6. Supstance ili grupe supstanci čije se rezidue određuju prema vrsti životinja, hrani za životinje, uključujući i vodu za napajanje i proizvodima životinjskog porekla

GRUPE SUPSTANCI	Goveda, ovce, koze, svinje, konji i meso ovih vrsta	Živina i meso živine	Meso kunića i gajene divljači	Meso lovne divljači	Riba i ostali proizvodi akvakulture	Mleko	Jaja	Med
GRUPA A - Supstance koje imaju anabolički efekat i nedozvoljene supstance:								
stilbeni, derivati stilbena i njihove soli i estri	x	x	x		x			
antitireoidne supstance	x	x	x					
steroidi	x	x	x		x			
laktoni rezorcilne kiseline, uključujući zeranol	x	x	x					
beta-agonisti	x	x	x					
supstance navedene u posebnom propisu o najvećim dozvoljenim količinama rezidua	x	x	x		x	x	x	
GRUPA B - Veterinarski lekovi (uključujući i neodobrene supstance koje mogu da se koriste u veterinarske svrhe) i kontaminanti:								
antibakterijske supstance, uključujući sulfonamide i kvinolone	x	x	x		x	x	x	x
drugi veterinarski lekovi								
<i>antihelmintici</i>	x	x	x		x	x		
<i>kokcidiostatici, uključujući nitroimidazole</i>	x	x	x				x	
<i>karbamati i piretroidi</i>	x	x	x					x
<i>sedativi</i>	x							
<i>nesteroidni antiinflamatorni lekovi</i>	x	x	x			x		
<i>druge farmakološki aktivne supstance</i>								
druge supstance i kontaminanti životne sredine								
<i>organohlorna jedinjenja uključujući PCB</i>	x	x	x		x	x	x	x
<i>organofosforna jedinjenja</i>	x					x		x
<i>hemijski elementi</i>	x	x	x	x	x	x		x
<i>mikotoksini</i>	x	x			x	x		
<i>boje</i>					x			

x - vrši se određivanje date supstance

FIZIČKI HAZARDI

Fizički hazardi predstavljaju objekte i komponente („strana tela”) koji se normalno ne očekuju u hrani, a čije prisustvo može da dovede do povrede ili drugih štetnih efekata kod ljudi nakon ingestije uz hranu. U industriji hrane/mesa, najčešće su to staklo, metal, drvo, kamenje, delovi kostiju, plastika i dlake. Kao posledice za zdravlje čoveka, mogu da se jave posekotine, krvarenja, davljenje, lomljenje zuba i druge povrede (Tabela II-7).

Fizički hazardi mogu da posreduju i nastanku infekcija biološkim hazardima a neki mogu i da izazivaju gađenje potrošača. Izvori fizičkih hazarda u industriji hrane su rukovaoci hranom, životinje, materijali i radna oprema, kao i sama radna sredina uključujući i objekat u kojem se proizvodi hrana ili rukuje njom.

Tabela II-7. Fizički hazardi, njihove posledice i izvori

Fizički hazard	Moguće posledice iz kontaminirane hrane	Izvor u industriji hrane
Staklo	posekotine, krvarenje, može biti potrebna hirurška intervencija da se pronade i ukloni	flaše i drugo posuđe, sijalice
Drvo	posekotine, infekcije, davljenje, može biti potrebna hirurška intervencija da se ukloni	spoljašnja sredina, palete, sanduci
Metalni fragmenti, kamenje	davljenje, lomljenje zuba, posekotine, infekcije, može biti potrebna hirurška intervencija da se ukloni	spoljašnja sredina, mašinerija, delovi objekta u kom se hrana proizvodi, odeća i nakit radnika
Fragmenti kostiju	davljenje, povrede	spoljašnja sredina, trup životinja
Plastika	posekotine, infekcije, davljenje, može biti potrebna hirurška intervencija da se ukloni	spoljašnja sredina, materijali za pakovanje, palete
Dlake	gađenje	spoljašnja sredina, životinje, radnici

PROFESIONALNI HAZARDI

Svi zaposleni u industriji/lancu mesa, uključujući veterinare, stočare, radnike na liniji klanja i ostale, su pod posebno povišenim profesionalnim rizikom od određenih bioloških, hemijskih i fizičkih hazarda koji se, stoga, u ovom kontekstu, nazivaju profesionalnim (okupacionim) hazardima. Ovi hazardi potiču od samih, živih ili zaklanih, životinja kao i iz farme, transportnog sredstva ili klanice, a povezano sa samim prostorom, radnom opremom/alatima ili radom.

Rukovanje živim životinjama na farmi, tokom transporta ili neposredno pre klanja, kao i trupovima i mesom u fazama rasecanja, otkoštavanja i kasnijim fazama u lancu mesa, podrazumeva izloženost infektivnim agensima koje životinje nose, hemijskim sredstvima koja se koriste prevashodno u sanitaciji, kao i povredama od životinja, od radnih alata ili mašina ali i dugom boravku u prostoru gde se životinje odgajaju ili kolju.

Profesionalni biološki hazardi

U biološke profesionalne hazarde spadaju i oni koji se inače i prenose alimentarnim putem ali, postoje i mnogobrojni koji se prenose kontaktom sa životinjama, direktnim ili indirektnim, ili pak aerosolom. Njima mogu biti izloženi podjednako svi zaposleni u industriji mesa, kako veterinari tokom lečenja i ostalih intervencija na životinjama ali i *ante-* i *post-mortem* inspekcije mesa, tako i radnici na farmi ili u klanici u bilo kojoj fazi postupanja sa životinjama ili mesom. Putevi infekcije su oralni (sa ili bez hrane), aerogeni ili kontaktni, a neki hazardi se prenose na više načina. Primera radi, najvažniji alimentarni hazardi poput *Salmonella* ili *Campylobacter* se nalaze u klinički zdravih životinja i primarni put infekcije ljudi je alimentarni, to jest konzumacijom hrane/mesa. Međutim, oralni put infekcije ljudi je moguć i bez hrane ukoliko mere zaštite, kao što je pranje ruku, nisu ispoštovane.

Biološki hazardi kao što su izazivači antraksa, bruceloze ili leptospiroze, se primarno prenose kontaktom sa životinjama ili njihovim produktima ali je moguć i oralni kao i aerogeni put infekcije. Biološki hazardi poput izazivača hlamidioze ili tuberkuloze, se na čoveka primarno prenose vazduhom u prostorijama gde borave žive životinje, ali su moguće i oralna i kontaktna infekcija. Drugi profesionalni infektivni agensi u industriji mesa su svi ostali alimentarni hazardi (oralni put), zatim izazivači crvenog vetra, stafilokokoze, streptokokoze, tetanusa, besnila ili trihofitoze (kontakt), kao i izazivači Q-groznice, ptičijeg gripa, Njukastl bolesti (aerogeno), zatim goveđi vakcinija virus, virus vezikularnog stomatitisa, itd.

Profesionalni hemijski hazardi

Izlaganje hemijskim profesionalnim agensima u meri koja je štetna za ljude je uglavnom povezano sa nepoštovanjem propisanih procedura primene hemijskih sredstava kao što su deterdženti ili dezinficijensi, tokom sanitacije objekata i opreme. Uglavnom su radnici na farmama i klanicama koji su zaduženi za sanitaciju izloženi ovim hazardima, kontaktom ili aerogeno, usled nepravilnog postupanja sa hemijskim sredstvima, ali i drugi

ljudi koji borave ili rade u prostorijama ili sa opremom koja je predmet hemijske sanitacije.

Profesionalni fizički hazardi

Fizički profesionalni hazardi su najčešće povezani sa povredama koje mogu da nastanu kod ljudi usled rukovanja živim životinjama na farmi, tokom transporta ili u stočnom depou, kao i sa tek omamljenim (naročito nepravilno) životinjama, pre nego što se završi proces iskrvarenja, odnosno kada postoji mogućnost neočekivanih pokreta životinja. Pored toga, sam rad u klanici podrazumeva rukovanje oštrim alatima (noževi, testere, kuke) koje mogu dovesti do povreda ljudi. Takođe, na farmama i u klanicama neprijatni mirisi mogu biti škodljivi za čoveka, dok je ambijent same klanice hladan, vlažan i bučan što, naročito usled dugotrajnog boravka u ovakim uslovima, može da ostavi posledice na zdravlje ljudi.

U pogledu fizičkih profesionalnih hazarda, povećan zahtev za produktivnošću klanice kada se ubrzava rad, povećava i broj povreda ljudi. Klanice u kojim se kolju i obrađuju trupovi goveda su među najopasnijim u pogledu povreda, jer se danas čak i najmodernije klanice goveda i dalje uglavnom oslanjaju na ručni rad radnika. S druge strane, klanice za živinu, iako je u njima proces brži, su sve više automatizovane/mehanizovane, pa su time i generalno bezbednije jer prosto manji broj ljudi u njima radi, dok je mnogo niži i rizik od povreda od samih ptica nego velikih životinja/sisara. Izmorenost radnika, monotonija u radu, kao i pritisak da se poveća produktivnost, povećavaju rizik od povreda na radu. Takođe, neadekvatni podovi (klizavi) i neredovno/nepravilno čišćenje prostorija i alata, nedovoljan radni prostor, kao i neadekvatni alati i oprema (oštre ivice, nepogodni za držanje, itd.), ali i neadekvatno osvetljenje, pogoduju nastanku povreda.

Kontrola profesionalnih hazarda

Kada je reč o kontroli, ali i prevenciji profesionalnih hazarda, sve mere koje se primenjuju u sklopu preduslovnih programa (Poglavlje X), to jest poštovanje dobre proizvođačke (GMP) i dobre higijenske prakse (GHP), kao i standardnih radnih procedura (SOP), koje se inače primenjuju na farmama i u klanicama, štite radnike i od svih profesionalnih hazarda.

Ove mere uključuju ličnu higijenu uključujući sopstvenu zaštitu, kao i radnu/procesnu higijenu uz adekvatnu sanitaciju (čišćenje i dezinfekciju) prostora i opreme (Tabela II-8). Poštovanje mera zaštite je odgovornost kako menadžmenta, tako i samih radnika, a od izuzetne je važnosti njihova svest i obuka iz zaštite od profesionalnih hazarda.

Tabela II-8. Kontrolne i preventivne mere za profesionalne hazarde u industriji hrane

Mere sopstvene zaštite i lične higijene	Mere procesne higijene i sanitacije opreme i prostora
<ul style="list-style-type: none"> – nošenje adekvatne zaštitne odeće, gumenih čizama, kecelja koje se lako peru, rukavica i, po potrebi maski za lice i zaštitnih naočara; – pranje ruku pre i nakon posla, kao i pauza; – skidanje nakita pre početka posla; – čišćenje i dezinfekcija objekata, opreme i radnih površina; – adekvatna briga o (i najmanjim) ranama, naročito na rukama (flasteri, zavoji); – zabrana jela, pića, pušenja i žvakaćih guma tokom rada; – odvojeno držanje radne i privatne odeće i obuće; – nošenje adekvatne radne odeće i obuće, a po potrebi i rukavica (gumenih i/ili metalnih šlemova, kao i zaštite za uši i oči); – čišćenje i menjanje radne/zaštitne odeće prema prema potrebi; – itd. 	<ul style="list-style-type: none"> – odvajanje životinja sumnjivih na bolest pri prispeću u klanicu; – čišćenje depoa (uklanjanje fecesa i prostirke); – uklanjanje otpada iz klanica; – sve mere za osiguranje procesne higijene tokom obrade trupova; – izbegavanje direktnog kontakta sa svim abnormalnim delovima trupa i organa; – minimizacija aerosola; – adekvatno čišćenje i dezinfekcija kao i održavanje mašina i opreme; – korišćenje materijala koji se lako čiste i dezinfikuju; – kontrola štetočina i monitoring kvaliteta vode za piće; – itd.

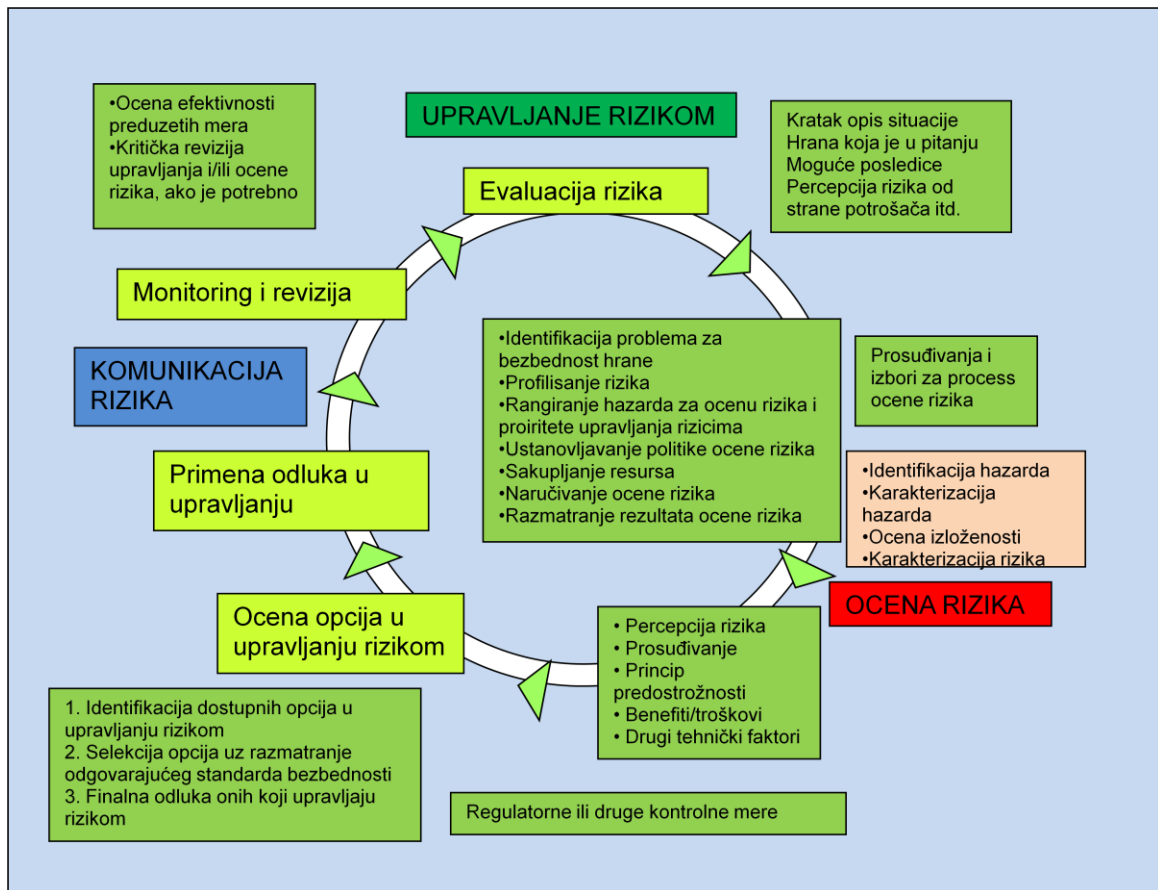
III - ANALIZA RIZIKA U BEZBEDNOSTI HRANE

POJAM I OKVIR ANALIZE RIZIKA

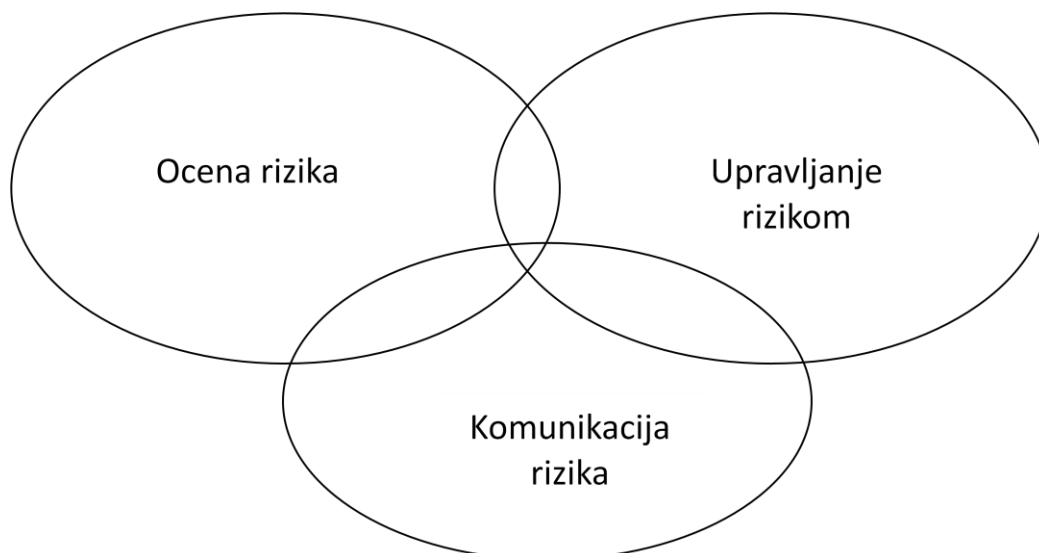
Hazard, u kontekstu bezbednosti hrane, predstavlja biološki, hemijski ili fizički agens u hrani, ili stanje hrane, koji(e) ima mogućnost da izazove štetan uticaj na zdravlje ljudi. Rizik, u kontekstu bezbednosti hrane, predstavlja funkciju: 1) verovatnoće da se javi štetan efekat i 2) težine posledica tog efekta na zdravlje ljudi, vezano za prisustvo određenog hazarda u hrani. Analiza rizika je proces kojim se odgovarajući nadležni organ u zemlji bavi stvarima koje predstavljaju potencijalnu opasnost sa ciljem redukcije (to jest snižavanja nivoa) rizika (Šema III-1), a primenjiva je na sve oblasti života, pa tako i na bezbednost hrane.

Analiza rizika se koristi decenijama kao podrška u donošenju odluka u oblastima gde znanja nisu potpuna, odnosno postoje velike nesigurnosti, kao što su inženjering (npr. nuklearne elektrane, hemijska industrija, farmaceutska industrija i građevinarstvo), menadžment i finansije (npr. upravljanje projektima, odobravanje bankarskih kredita, razni vidovi osiguranja, itd.). Poslednjih decenija, primena analize rizika na polju bezbednosti hrane ima sve značajniju ulogu. Analiza rizika je široko priznata kao osnovna metodologija koja treba da podrži razvoj standarda bezbednosti hrane. To je strukturiran, sistematski proces koji ispituje potencijalne negativne uticaje na zdravlje vezane za određen hazard i razvija opcije za smanjenje rizika od datog hazarda uz interaktivnu komunikaciju između svih zainteresovanih strana uključenih u ovaj proces. Analiza rizika se sastoji od: 1) ocene rizika, 2) upravljanja (menadžmenta) rizikom i 3) komunikacije rizika (Šema III-2). Ovaj okvir je prvobitno definisan od strane FAO, WHO i Komisije *Codex Alimentarius*-a 1995. godine.

Okvir analize rizika je definisan od strane međunarodnih organizacija koje su povezane sa bezbednošću hrane (tj. *Codex Alimentarius*) i zdravljem životinja (tj. OIE). Postoji i treći okvir koji se odnosi na zaštitu biljaka; u pitanju je analiza rizika od štetočina koju definiše Međunarodna konvencija za zaštitu biljaka (engl. *International Plant Protection Convention*, IPPC). Prema *Codex Alimentarius*, OIE i IPPC, odnosno u njihovim okvirima, analiza rizika je proces sastavljen od tri navedene komponente, dakle ocene rizika, upravljanja rizikom i komunikacije rizika (Šema III-2), iako se njihov raspored, naziv, kao i sam sadržaj delimično razlikuje (Šema III-3). Dok je *Codex Alimentarius* okvir analize rizika gotovo isključivo vezan za hazarde za ljude koji se nalaze u lancu hrane (namerno dodati, npr. aditivi hrani ili nenamerno dospeli, npr. patogene bakterije), OIE okvir analize rizika je fokusiran na sprečavanje unosa patogena za zdravlje životinja u zemlju uvozom životinja, njihovih proizvoda, genetskog materijala, stočne hrane ili drugog materijala koji može da sadrži ove patogene. Rizik od zoonoza može da se analizira bilo kojim ili kombinacijom *Codex Alimentarius* i OIE okvira.

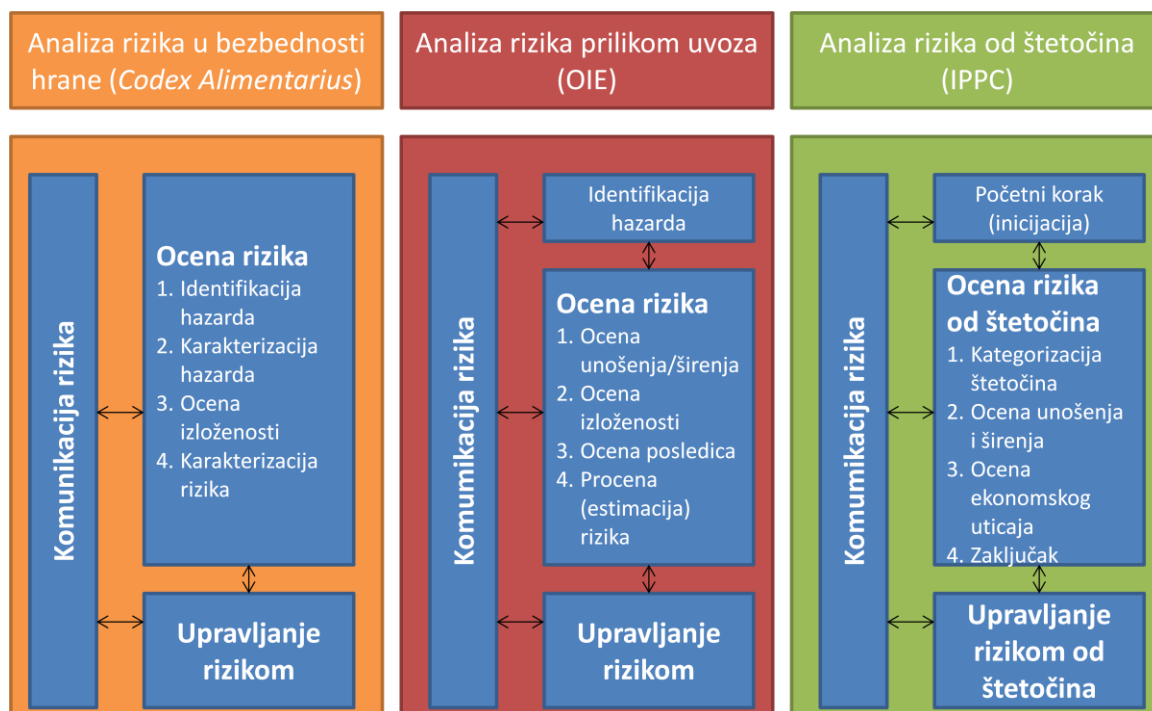


Šema III-1. Proces analize rizika¹⁵



Šema III-2. Komponente analize rizika

¹⁵ EC, 2003



Šema III-3. Okviri analize rizika prema *Codex Alimentarius*, OIE i IPPC

OCENA RIZIKA

Ocena rizika (termin koji se takođe koristi u našoj zemlji je „procena rizika“, iako je u sklopu ovog udžbenika procena rizika (engl. *risk estimation*) rezultat procesa karakterizacije rizika ili deo analize hazarda u sklopu HACCP (Poglavlje XI)) je deo analize rizika a predstavlja tehnički i naučno zasnovan proces koji se sastoji od sledećih komponenti (tj. koraka): 1) identifikacije hazarda, 2) karakterizacije hazarda, 3) ocene izloženosti, i 4) karakterizacije rizika. Ocena rizika je, u okviru procesa analize rizika, osnova za posledično upravljanje rizikom i komunikaciju rizikom. Pošto ocena rizika podrazumeva razvoj modela ocene rizika (kvalitativnih ili kvantitativnih) koji predstavljaju pojednostavljene realnog stanja (proces, života, itd.), naziva se i modeliranje.

Ocena rizika obično započinje kada organi odgovorni za upravljanje rizikom (Evropska komisija, rukovodstva država ili agencije za bezbednost hrane), naruče (nalože) ocenu rizika od određene naučne komisije (npr. na evropskom nivou je to EFSA). Na početku procesa ocene rizika, neophodno je jasno izneti njenu svrhu i precizno definisati rezultat (engl. *output*), ali i potencijalne alternativne rezultate. Ova faza se odnosi na formulisanje problema i ima za cilj da omogući definisanje praktičnog okvira i strukturirani pristup oceni rizika. Vrlo je važno i pravilno formulisanje pitanja ocene rizika, tj. pitanja o riziku ili tkzv. „rizičnog pitanja“ (engl. *risk question*) koje najčešće proističe iz procesa upravljanja rizikom. Po završetku svake formalne ocene rizika, potrebno je da se sastavi i izveštaj o oceni rizika.

Ocena rizika treba da bude u potpunosti i sistematski dokumentovana. Da bi se osigurala transparentnost, finalni izveštaj treba da uključuje sve ulazne podatke (engl.

input) koji su korišćeni u oceni rizika, kao i da jasno ukaže na sve pretpostavke koje su u ovom procesu korišćene i na sva moguća ograničenja koja utiču na ocenu (npr. nepostojanje podataka).

Ciljevi ocene rizika

Ocena rizika ima dva osnovna cilja, to jest određivanje nivoa rizika i identifikaciju mera koje služe redukciji rizika. Određivanje nivoa rizika je, u idealnom slučaju, kvantifikacija rizika u definisanoj populaciji koji je vezan za konzumaciju određenog proizvoda (tj. hrane). Ako postoji dovoljno podataka, tada se određuje nivo rizika na osnovu frekvencije i nivoa kontaminacije hrane, količine konzumirane hrane (veličina porcije i frekvencija konzumiranja) i primenom odgovarajućeg odnosa doza-odgovor, kako bi se dobio konačan rezultat nivoa rizika za javno zdravlje (npr. broj obolelih u određenoj populaciji u određenom vremenskom periodu).

Identifikacija strategija i mera koje mogu da se primene kako bi se smanjio rizik za zdravlje ljudi uglavnom zahteva modeliranje procesa proizvodnje, prerade i rukovanja hranom, kao i potencijalnih promena u lancu hrane. Ovako mogu da se identifikuju tačke u tim procesima koje su kritične za njenu bezbednost, a na kojima kontrole ili intervencije postižu najveću redukciju rizika od alimentarnih bolesti.

Pored ove dve osnovne svrhe ocene rizika, postoje i druge koje su specifičnije. One mogu da uključuju istraživanje skrivenih mehanizama širenja patogena, karakterisanje (npr. kvantifikovanje) značaja različitih faza lanca hrane za određeni hazard, istraživanje efekata određenih kontrolnih mera i poređenje sa efektima alternativnih mera, identifikovanje praznina u znanju (tj. nedostatka podataka), kao i povezivanje finansijskih parametara i nivoa zaštite javnog zdravlja u cilju određivanja isplativosti kontrolnih mera, što dovodi do adekvatnog korišćenja (tj. racionalizacije potrošnje) dostupnih resursa.

Tipovi ocene rizika

Ocenu rizika je moguće sprovesti kvalitativno ili kvantitativno, mada u nekim shvatanjima postoji i treći tip koji je kombinacija ove dve ocene rizika – to jest semikvantitativna ocena.

Kvalitativna (deskriptivna, opisna) ocena rizika je zasnovana na podacima koji, iako ne mogu da obrazuju odgovarajuću osnovu za brojčano cenjivanje rizika, ipak omogućavaju da se sprovede rangiranje rizika ili razdvajanje na opisne kategorije rizika. Podaci za ovaj tip ocene rizika su uglavnom bazirani na iskustvu i tehničkom znanju – odnosno pregledu naučne literature i dostupnih podataka. Ona ostaje kao jedina opcija u slučajevima kada su podaci, vreme ili drugi resursi ograničeni. Međutim, kvalitativna ocena rizika, odnosno njeni rezultati, su često nedovoljno jasni i nedovoljno upotrebljivi u praksi. Dalje, mana kvalitativne ocene rizika je moguća subjektivnost prilikom samog procesa i interpretacije rezultata, jer opisni termini koji se koriste (tj. „malo“, „veliko“, „nisko“, „teško“) imaju različita značenja za različite ljude. Ipak, kvalitativna ocena rizika može da posluži upravljanju rizikom - čak i sa minimalno uložnim resursima. Kvalitativna ocena može da se preduzme i kao preliminarna procena nekog problema u bezbednosti hrane (tkzv. „profilisanje rizika“), sa ciljem da se odredi da li je neophodan

sofisticiraniji, tj. kvantitativni pristup. U kvalitativnoj oceni rizika su karakterizacija hazarda (tj. određivanje težine posledica) i ocena izloženosti (tj. vrednosti verovatnoće ishoda) deskriptivni, pa tako karakterizacija rizika daje deskriptivne rezultate (Tabela III-1). Primer kvalitativne ocene rizika od BSE priona, patogene *E. coli* i *Campylobacter* u govedem mesu je prikazan u Tabeli III-2.

Tabela III-1. Generički model za kvalitativnu ocenu rizika

Verovatnoća Posledice	Vrlo velika	Velika	Srednja	Mala	Neznatna
Katastrofalne	Vrlo visok rizik	Vrlo visok rizik	Visok rizik	Srednji rizik	Nizak rizik
Ozbiljne	Vrlo visok rizik	Visok rizik	Srednji rizik	Srednji rizik	Nizak rizik
Umerene	Visok rizik	Srednji rizik	Srednji rizik	Nizak rizik	Nizak rizik
Lake	Srednji rizik	Srednji rizik	Nizak rizik	Nizak rizik	Neznatan rizik
Neznatne	Nizak rizik	Nizak rizik	Nizak rizik	Neznatan rizik	Neznatan rizik

Tabela III-2. Primer modela kvalitativne ocene rizika od tri hazarda u govedem mesu

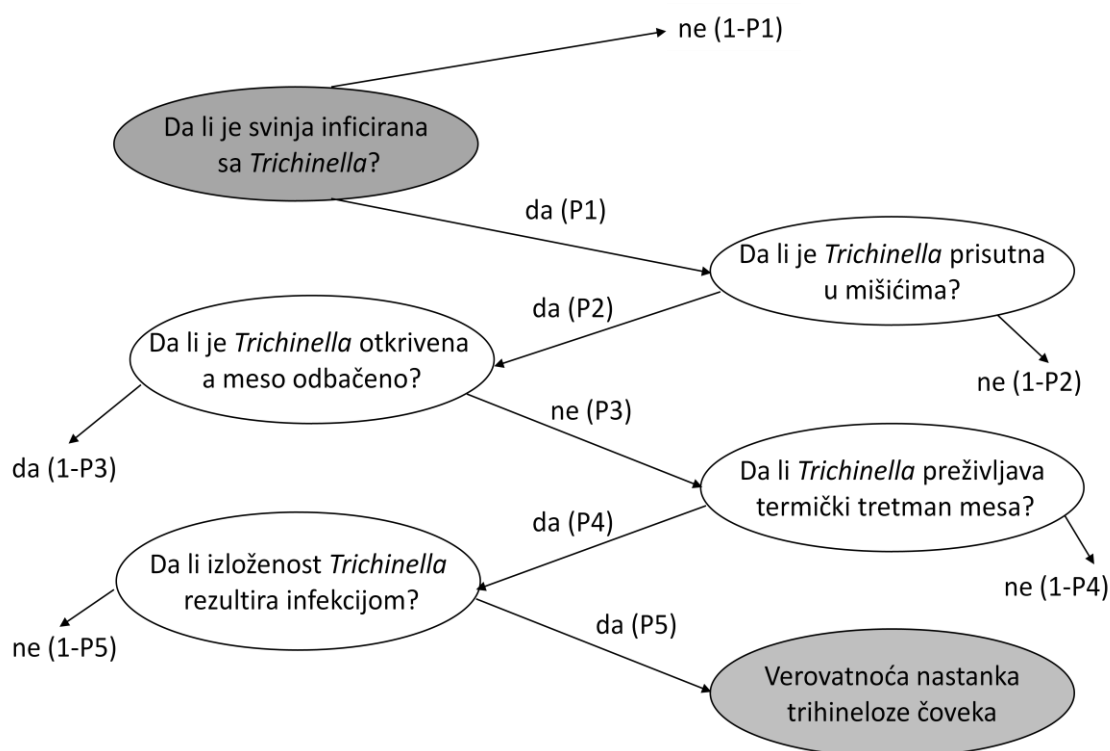
Identifikacija hazarda	Karakterizacija hazarda	Ocena izloženosti	Karakterizacija rizika
BSE prion	Katastrofalne posledice	Mala verovatnoća	Srednji rizik
Patogena <i>E. coli</i>	Ozbiljne posledice	Velika verovatnoća	Visok rizik
<i>Campylobacter</i>	Umerene posledice	Mala verovatnoća	Nizak rizik

Kvantitativna ocena rizika predstavlja matematičke analize numeričkih podataka, zasnovane na matematičkim i probablističkim modelima. Kvantitativni pristup oceni rizika daje jasniji i objektivniji uvid u nivo rizika, a bolje se porede rizici od različitih hazarda i kontrolne opcije za njih. Takođe, kvantitativnom ocenom rizika se pojačava transparentnost. Razvijeni kvantitativni modeli obezbeđuju strukturiran okvir za analizu dostupnih informacija, pomažu u identifikovanju nepostojećih a potrebnih podataka i u optimizovanju njihovog sakupljanja, pomažu u razumevanju određenih bioloških procesa i u fokusiranju na najvažnije probleme. Međutim, ni očekivanja od kvantitativne ocene ne treba da budu preterana. Rezultati treba da budu pažljivo interpretirani i treba razumeti da su validni onoliko koliko su i sve korišćene pretpostavke u modeliranju validne.

Kvantitativni modeli mogu biti deterministički (rezultati su fiksne numeričke vrednosti - najčešće se koriste u oceni rizika od hemijskih hazarda) i stohastički/probabilistički (rezultati su rasponi numeričkih vrednosti - najčešće se koriste u oceni rizika od mikrobioloških hazarda). U razvoju kvantitativnih modela se često koriste napredne matematičke i statističke metode, što često interpretaciju rezultata i korišćenje modela čini teškim za ljude koji nisu specijalisti na ovim poljima. U Šemi III-4 i Tabeli III-3 su prikazani prosti modeli kvantitativne ocene rizika od *Trichinella* spp. u svinjskom mesu (sa izmišljenim podacima).

Iako priznata međunarodna tela (npr. *Codex Alimentarius*) i mnogi stručnjaci na polju ocene rizika prepoznaju samo dve opisane forme ocene rizika, u poslednje vreme se sve češće pominje i pojam semikvantitativne ocene koja predstavlja nivo između opisnog i numeričkog. Ovaj pristup je konzistentniji i rigorozniji od kvalitativnog pristupa (iako je u principu samo njegova forma); stoga pruža bolje poređenje rizika i bolje određivanje strategija u upravljanju rizikom, jer izbegava određene dvosmislenosti koje stvara kvalitativna ocena. Ovaj tip ocene rizika se često koristi u razvoju sistema za brzo rangiranje rizika.

Funkcionalna odvojenost ocene rizika od upravljanja rizikom omogućava nepristrasnost same ocene rizika. Međutim, određena interakcija ova dva elementa analize rizika je potrebna u cilju sveobuhvatnog i sistematski sprovedenog procesa ocene rizika. Ova interakcija može da uključuje rangiranje hazarda, kao i donošenje nekih neophodnih odluka u procesu ocene rizika, ali je važno da svaki put kada proces upravljanja rizikom utiče na proces ocene rizika, način uticaja i njegov efekat budu transparentni. Treba imati na umu da u sprovođenju ocene rizika neće uvek biti dostupno dovoljno resursa, finansijskih ili ljudskih, a prevashodno vremenskih, kao i da će ta ograničenja uticati na kvalitet rezultata ocene rizika. Stoga, kad god postoje, za takva ograničenja je neophodno proceniti uticaj na ocenu rizika, ali i to opisati u formalnom izveštaju.



Šema III-4. Primer kvalitativnog modela ocene rizika od *Trichinella* spp. u svinjskom mesu

Tabela III-3. Primer determinističkog i stohastičkog modela kvantitativne ocene rizika od *Trichinella* spp. u svinjskom mesu

Komponenta ocene rizika		Kvantitativna deterministička ocena rizika	Kvantitativna stohastička ocena rizika
Pitanje o riziku: Koji će biti broj obolelih ljudi od trihineloze na 100 miliona konzumiranih porcija svinjskog mesa?			
Identifikacija hazarda	<i>Trichinella</i> spp. u svinjskom mesu		
Ocena izloženosti	Verovatnoća da je određena svinja inficirana (P1)	1%	0,001 do 5%
	Verovatnoća da je <i>Trichinella</i> spp. prisutna u mišićima inficirane svinje (P2)	90%	50 do 99,9%
	Verovatnoća da trihineloza svinje nije otkrivena ili meso odbačeno (P3)	1%	0,001 do 5%
	Verovatnoća da <i>Trichinella</i> spp. preživljava termički tretman mesa (P4)	2%	0,001 do 10%
Karakterizacija hazarda	Verovatnoća da nastane trihineloza čoveka ukoliko konzumira meso koje sadrži <i>Trichinella</i> spp. (P5)	50%	20 do 80%
Karakterizacija rizika	Verovatnoća da nastane trihineloza čoveka koji konzumira meso poreklom od određene svinje (= $P1 \times P2 \times P3 \times P4 \times P5$)	0,00009%	0,00000001 do 0,000005%
	Broj obolelih ljudi na 100 miliona konzumiranih porcija mesa	90	1 do 500

Opšta načela ocene rizika

Opšta načela (ili pravila) ocene rizika su mnogobrojna, ali kako se sve više razvijaju metodi koji služe ovom procesu, tako se i ona uvećavaju. Ipak, osnovna načela ocene rizika su sledeća:

1. ocena rizika treba da bude čvrsto zasnovana na nauci;
2. neophodna je funkcionalna odvojenost između ocene rizika i upravljanja rizikom;
3. ocena rizika treba da se sprovodi na strukturiran način (koji uključuje identifikaciju hazarda, karakterizaciju hazarda, ocenu izloženosti i karakterizaciju rizika);
4. pre sprovođenja ocene rizika, potrebno da se jasno odredi njen cilj, uključujući u kojoj formi će se dobiti/prikazati konačni rezultat (tj. procena rizika);
5. sprovođenje ocene rizika treba da bude transparentno;
6. sva ograničenja koja utiču na ocenu rizika poput materijalnih troškova ili nedostatka vremena, treba da se identifikuju i njihove potencijalne posledice opišu;
7. ocena rizika treba da sadrži i opis nesigurnosti (engl.*uncertainty*), kao i da su naznačena mesta u procesu ocene rizika gde postoji nesigurnost;
8. podaci koji se koriste u oceni rizika treba da budu takvi da je moguće da se na kraju ovog procesa odredi nesigurnost u oceni rizika; podaci i sistemi za sakupljanje podataka treba da, koliko god je to moguće, budu kvalitetni i precizni da bi nesigurnost u oceni rizika bila što manja;
9. u procesu mikrobiološke ocene rizika neophodno je eksplicitno uzeti u obzir dinamiku rasta, preživljavanja i odumiranja mikroorganizama u hrani, kao i kompleksnost interakcije (uključujući i dugoročne posledice) između čoveka i štetnog agensa u hrani, kao i potencijalno širenje bolesti u populaciji;
10. kad god je to moguće, ocenu rizika treba validovati poređenjem sa podacima o bolestima ljudi dobijenim nezavisno od procesa date ocene rizika;
11. ocena rizika može da zahteva ponovno razmatranje (to jest re-evaluaciju), kada novi relevantni podaci postanu dostupni;

Komponente ocene rizika

Identifikacija hazarda

Identifikacija hazarda, kao prva komponenta ocene rizika, je proces identifikacije bioloških, hemijskih i fizičkih agenasa koji mogu izazvati neželjene efekte po zdravlje i koji mogu biti prisutni u određenoj hrani ili grupi sličnih tipova/vrsta hrane (namirnica). U izvođenju formalne ocene rizika, često je u samom pitanju koje postavljaju menadžeri rizika (tj. pitanju o riziku) već naveden hazard od interesa ili pak kombinacija hazard-hrana koja je od interesa za datu ocenu rizika, pa je tada i ova komponentna, odnosno prvi korak ocene rizika vrlo jednostavan za izvođenje.

Međutim, u drugim slučajevima, kada već nije definisana u pitanju o riziku, identifikacija hazarda je kvalitativna indikacija o hazardima koji mogu biti povezani sa konzumacijom određene vrste hrane. Tada je početni korak u identifikaciji hazarda pravljenje jedne uopštene liste hazarda (Tabela III-4) koja se, zavisno od potrebe,

precizira do detalja. Primera radi, u slučaju bakterija, one mogu da se razmatraju kao Gram negativne bakterije, pa zatim u okviru te grupe može da se identifikuje npr. *Salmonella* spp., a potom *S. Enteritidis* ili čak određen podtip ovog serovara. Informacije o hazardima mogu da se dobiju iz naučne literature, iz raznih baza podataka poput onih iz industrije hrane, vladinih agencija, kao i relevantnih međunarodnih organizacija, kao i prikupljanjem mišljenja stručnjaka. Relevantne informacije uključuju podatke iz kliničkih studija, mikrobioloških studija, epidemioloških studija, monitoringa i nadzora, itd. Identifikacija hazarda može da se koristi i kao preliminarna aktivnost ili tkzv. „skrining“ proces u identifikovanju kombinacija patogen-hrana koje su od najvećeg značaja za upravljanje rizikom.

Tabela III-4. Uopštena lista hazarda koja se koristi pri identifikaciji hazarda

Biološki hazardi	Hemijski hazardi	Fizički hazardi
Bakterije	Dezinficijensi	Staklo
Virusi	Maziva	Metal
Gljivice	Dioksini	Plastika
Prioni	Aditivi	Kamenčići
Paraziti	Materijali za pakovanje	Kosti
Prirodni toksini	Veterinarski lekovi	Itd.

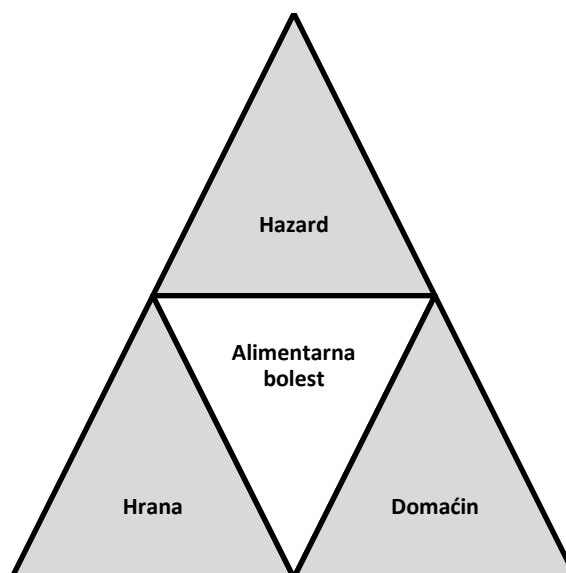
Karakterizacija hazarda

Karakterizacija hazarda je kvalitativna i/ili kvantitativna ocena prirode negativnih zdravstvenih efekata povezanih sa biološkim, hemijskim i fizičkim agensima koji mogu biti prisutni u hrani. Ovaj korak ocene rizika obezbeđuje kvalitativni ili kvantitativni opis težine i trajanja neželjenih efekata kao posledice ingestije hazarda koji se nalazi u/na hrani. Idealno je da se karakterizacija hazarda izvrši specifično za vrstu hrane, ali se često vrši ekstrapolacijom rezultata sa jedne na drugu vrstu hrane, čak i sa vode na hranu.

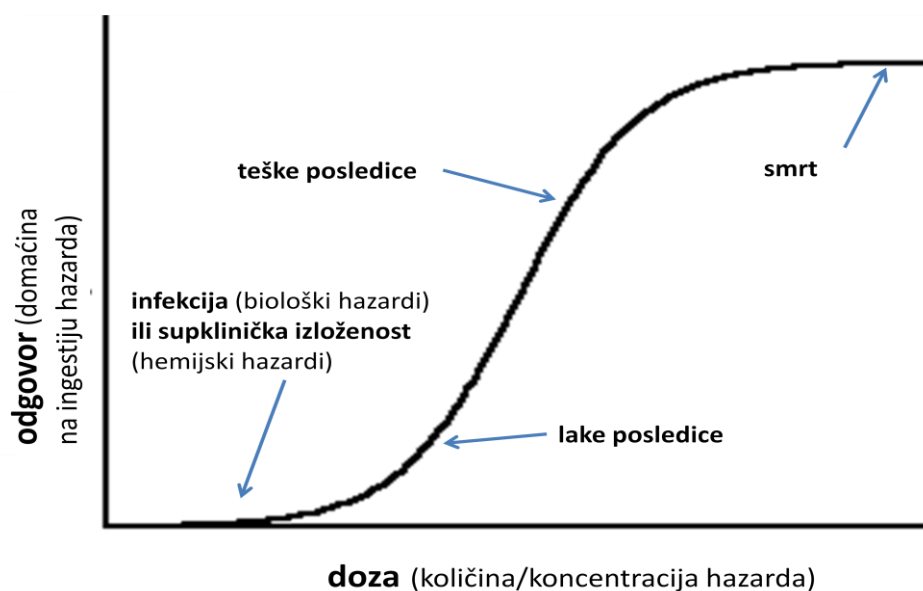
Izvori podataka za karakterizaciju hazarda su studije na dobrovoljcima, zdravstvena statistika populacije, podaci o epidemijama, kao i eksperimenti na životinjama koji su često izvođeni u ranijim periodima. Ingestija alimentarnog hazarda ne mora uvek da znači i nastanak infekcije ili bolesti tako da postoje četiri moguća odgovora domaćina na ingestiju patogena: 1) infekcija, 2) lakša bolest, 3) teška bolest ili oboljevanje sa trajnim posledicama i 4) smrt. U odgovoru organizma domaćina na ingestiju hazarda se razmatraju 1) „trougao alimentarne bolesti“, odnosno odnos hazard-hrana-domaćin (Šema III-5) koji je primenjiviji na biološke hazarde iako se primenjuje i na hemijske i 2) odnos doza-odgovor (Šema III-6) koji primenjiviji na hemijske hazarde iako se primenjuje i na biološke.

U trouglu alimentarne bolesti se opisuju karakteristike hazarda koje utiču na njegovu sposobnost da se prenese na domaćina (čoveka) i izazove bolest. Razmatraju se prirodna svojstva hazarda (naročito bioloških) koja utiču na infektivnost, virulentnost i patogenost, kao i varijabilnost među hazardima (npr. različiti sojevi iste vrste bakterije). Dodatno se razmatraju otpornosti hazarda na nepovoljne uslove/faktore sredine za njih (npr. na termičke procese koji se koriste u njihovoj kontroli). Karakteristike domaćina se odnose na osetljivost čoveka na dati hazard i čine urođene ili stečene mogućnosti

domaćina da modifikuje verovatnoću infekcije i verovatnoću/težinu bolesti. One su vezane za starost, imuni status, genetske faktore, prisustvo drugih infekcija ili skorije infekcije, korišćenje lekova, trudnoću, nutritivni status, itd., s tim da nije svaki od navedenih faktora važan za svaki hazard odnosno ocenu rizika od tog hazarda. Faktori koji se odnose na hranu (sredinu) su vezani za preživljavanje patogena tokom prolaska kroz digestivni trakt (naročito kroz želudac zbog niskog pH) a odnose se na sastav hrane, strukturu hrane, kao i način prerade hrane (npr. dodavanje starter kultura), itd.



Šema III-5. Trougao alimentarne bolesti



Šema III-6. Odnos doza-odgovor

Analiza odnosa doza-odgovor se sastoji od brojnih razmatranja odnosa između stepena/nivoa izloženosti (doza) hazardu i manifestaciji, učestalosti i težini štetnih efekata na zdravlje (odgovor) u populaciji koja je izložena hazardu. Opšta je pretpostavka da su efekti bioloških agenasa vezani za njihovu dozu i da nemaju kumulativni efekat kao mnogi hemijski agensi. Tačnost rezultata analize odnosa doza-odgovor zavisi od kvaliteta i kvantiteta podataka koji se dobijaju iz eksperimentalnih studija (dobrovoljci koji se hrane kontaminiranom hranom, studija na životinjama i *in vitro* studija), iz epidemioloških istraživanja ili iz sistema monitoringa i nadzora nad bolestima. Svakako, koji god metod prikupljanja podataka je korišćen, mora biti jasno naznačen da bi se utvrdili varijabilnost i nesigurnost karakterizacije hazarda, a ovo je naročito bitno kod ekstrapolacije rezultata (npr. uticaj podataka iz eksperimenata na životinjama gde se koriste visoke doze na ocenu rizika za ljude koji uglavnom unose niske doze). Odnos doza-odgovor je često vrlo kompleksan i u mnogim slučajevima, opštoj populaciji, nejasan, naročito u pogledu bioloških hazarda. Nešto je jednostavniji (pa stoga i bolje primenjiv) u slučaju hemijskih hazarda, gde se može povući jasna paralela sa odnosom „doza leka - odgovor organizma“ u farmakologiji.

Kada je reč o biološkim hazardima, ranije se smatralo da je za nastanak infekcije ili bolesti neophodna određena doza patogena (tkzv. „koncept infektivne doze“). Ovaj pristup je danas prevaziđen, jer se smatra da je za nastanak infekcije dovoljno uneti jednu, vijabilnu ćeliju patogenog organizma. Drugim rečima, nezavisno od toga koliko je doza visoka, uvek postoji neka – veća ili manja – mogućnost nastanka infekcije ili bolesti (tkzv. koncept verovatnoće pojave infekcije; engl. *single hit concept*).

Karakterizacija hazarda i poređenje „stepena opasnosti“ različitih alimentarnih hazarda je u praksi vrlo kompleksno i mora biti pažljivo interpretirano. U kvalitativnoj oceni rizika, ova komponenta se izražava opisnim terminima kao što su „nezatno“, „lako“, „teško“ (Tabela III-1). U kvantitativnoj oceni rizika je to mnogo kompleksniji proces, pa se koriste različiti parametri i kombinacije parametara.

Parametri koji se koriste pri kvantitativnoj karakterizaciji hazarda su mnogobrojni, a među njima se izdvajaju procenti hospitalizacije i smrtnosti, kao vrlo jasni dokazi štetnih uticaja hazarda na ljude. U Tabeli III-5 je prikazan broj obolelih, hospitalizovanih i preminulih ljudi od zoonotskih bolesti u EU u 2019. godini. Na primeru tih podataka (koji se razlikuju od godine do godine, ali je trend generalno isti) može da se zaključi da je salmoneloza teža bolest od kampilobakterioze (odnosno da je *Salmonella* spp. za čoveka opasniji hazard nego *Campylobacter* spp.) jer, iako je prijavljeno više obolelih od kampilobakterioze nego salmoneloze, salmoneloza je bila uzrok većeg stepena hospitalizacije i više je ljudi preminulo od ove bolesti. Dalje, po istom principu je listerioza još teža bolest od salmoneloze jer, i pored znatno manjeg broja prijavljenih slučajeva bolesti, više ljudi je hospitalizovano i preminulo. Međutim, mana ovako prostog/površnog načina karakterizacije hazarda je u tome što postoje i drugi bitni paramateri (npr. stepen oboljevanja sa trajnim posledicama, itd.) koji su važni u svekupnoj oceni. Na primeru podataka iz Tabele III-5 bi bilo nejasno da li je teža bolest trihinelozna ili bruceloza, jer jedna je u 2019. godini dovela do većeg stepena hospitalizacije, a druga do veće smrtnosti. Takođe, podaci za narednu ili prethodnu godinu mogu biti manje ili više različiti, pa i rangiranje na ovakav način bi imalo drugačiji rezultat.

Tabela III-5. Stepen hospitalizacije i smrtnosti ljudi usled prijavljenih alimentarnih zoonotskih bolesti u EU u 2019. godini¹⁶

Bolest	Broj obolelih tj. prijavljenih slučajeva bolesti	Broj hospitalizovanih slučajeva (procenat od broja obolelih)	Broj preminulih (procenat od broja obolelih)
Kampilobakterioza	220.682	20.432 (9,26%)	47 (0,02%)
Salmoneloza	87.923	16.628 (18,91%)	140 (0,16%)
Bolest izazvana patogenim <i>E. coli</i>	7.775	1.100 (14,15%)	10 (0,13%)
Jersinioza	6.961	648 (9,31%)	2 (0,03%)
Listerioza	2.621	1.234 (47,08%)	300 (11,45%)
Bruceloza	310	98 (31,61%)	2 (0,65%)
Trihineloza	96	6 (6,25%)	1 (1,04%)

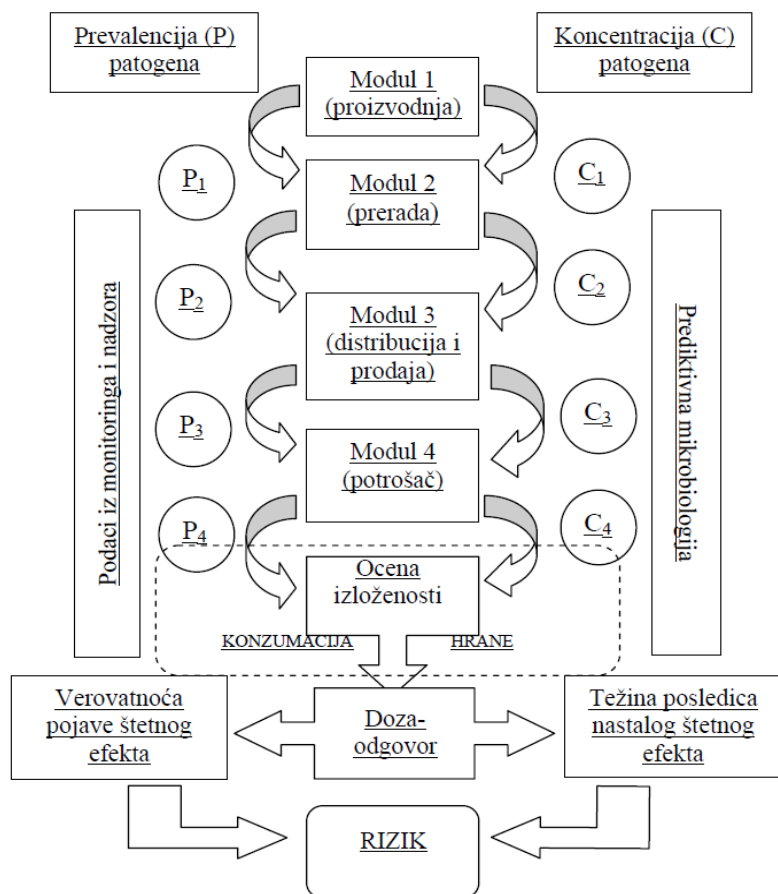
Za precizniju i objektivniju karakterizaciju hazarda se koristi i kombinuje više drugih parametara, a podaci koji se koriste potiču iz višegodišnjih (ili višedecenijskih) programa monitoringa, kao i već navedenih epidemioloških, kliničkih i drugih studija. Danas se, u ocenama rizika, kombinacije svih tih parametara najčešće objedinjuju u jedan finalni parametar koji se onda koristi da se porede različiti hazardi. Jedan od tih parametara je suma godina koje su izgubljene usled prerane smrti i godina života sa smetnjama (invaliditetom) koje data bolest izaziva, pa se naziva „izgubljene i ometene godine života“ ili „skraćen ili ometen invaliditetom životni vek“ (engl. *Disability-Adjusted Life Years*, DALYs). Ovaj parametar uzima prosečni životni vek čoveka u obzir, pa je viši (odnosno bolest se smatra težom) kada je ugrožena mlađa populacija, a različito se računaju godine života koje su pogođene bolešću (npr. mogu da se dele sa faktorom 3, to jest 3 godine života sa bolesti su jednake jednoj godini prerane smrti). Tako, npr. ako je očekivani životni vek čoveka 80 godina, a on je usled bolesti izazvane nekim hazardom preminuo u 50-oj godini, izgubio je 30 godina i to je 30 DALYs. Ako je, dodatno, poslednjih 6 godina živeo sa ozbiljnim invaliditetom (npr. izgubio je vid usled očne cisticerkoze), tada DALY za tu bolest iznosi 32. DALY se najčešće izražava na nivou određene populacije ugrožene datim hazardom.

Ocena izloženosti

Ocena izloženosti (ekspozicije) predstavlja kvalitativnu i/ili kvantitativnu ocenu mogućnosti unošenja biološkog, hemijskog ili fizičkog agensa putem hrane. Ova ocena podrazumeva i jedinicu količine hrane, tj. veličinu (masu) obroka u najčešćem broju slučajeva konzumiranja te hrane. Kao i u slučaju karakterizacije hazarda, u kvalitativnoj

¹⁶ Izvor: EFSA/ECDC, 2021

oceni rizika, ova komponenta se izražava opisnim terminima kao što su „neznatno“, „malo“, „veliko“ (Tabela III-1). U kvantitativnoj oceni rizika je mnogo preciznija i kompleksnija, pa za biološke hazarde može da se izrazi kao broj patogena (npr. broj formiranih kolonija (engl. *colony forming unit*, CFU) za bakterije, broj ćelija/čestica virusa, ili infektivnog stadijuma parazita (jaje, cista, larva...)) po obroku ili po gramu hrane. Za hemijske hazarde, može da se izrazi kao mg/g hrane, ppm, itd.



Šema III-7. Ocena izloženosti u procesu ocene rizika od mikrobioloških hazarda

Cilj ocene izloženosti je da se odredi verovatnoća prisustva i nivo hazarda u hrani koja se konzumira, to jest prevalencija hazarda u hrani u momentu konzumacije, koncentracija hazarda u hrani u momentu konzumacije ako je prisutan, kao i veličina porcije hrane i učestalost konzumacije hrane. Ukupno, ovaj element u oceni rizika podrazumeva „put rizika“ (*“risk pathway“*) kojim hazard ulazi u lanac hrane i kojim ide kroz sve tačke u lancu hrane do momenta konzumacije. Uobičajeno je da se ceo ovaj put (ceo model za ocenu rizika od nekog hazarda) deli na manje delove, tj. module (Šema III-7). U kvantitativnoj oceni rizika, dva tipa podataka su potrebna za ocenu izloženosti - tj. prevalencija i koncentracija hazarda na pojedinim modulima ili delovima modula. Zavisno od okvira ocene rizika, put počinje na različitim tačkama lanca „od njive do trpeze“, ali se uvek završava na tački konzumacije hrane.

Oцена izloženosti je uglavnom najkompleksnija komponenta ocene rizika i tu je prisutna najveća nesigurnost. Veliki broj faktora utiče na populaciju mikroorganizama ili prisustvo hemijskih hazarda, a svaki od faktora mora biti što preciznije određen, kako bi

konačna ocena bila što tačnija. Ocena izloženosti je, kao i cela ocena rizika, kompleksnija za biološke nego za hemijske ili fizičke hazarde. Primera radi, faktori koji utiču na prisustvo i koncentraciju patogena u hrani su mikrobiološka ekologija hrane, uslovi za razmnožavanje mikroorganizama, početna kontaminacija sirovina, prevalencija infekcije u životinja koje se koriste za hranu, kao i kako na mikroorganizme utiču razni faktori i procesi koji su povezani sa lancem hrane: npr. sanitacija radnih površina, metode obrade hrane, pakovanja, distribucije i skladištenja hrane, kuvanje i čuvanje hrane, unakrsna kontaminacija i rekontaminacija, itd. Dodatni faktor koji se mora uzeti u obzir u oceni izloženosti su navike potrošača, a one su vezane za društveno-ekonomske i kulturološke faktore. Ono što u ovom koraku bitno razlikuje hemijsku i mikrobiološku ocenu rizika je mnogo veća dinamika mikrobioloških hazarda, u odnosu na hemijske, zbog mogućnosti da se neki hazardi razmnožavaju u hrani (bakterije, gljivice) ili umiru (svi mikroorganizmi). Stoga je prediktivna mikrobiologija (Poglavlje XIV), koja može da predvidi glavne aspekte te dinamike, vrlo koristan alat u oceni izloženosti.

Karakterizacija rizika

Karakterizacija rizika je kvalitativna i/ili kvantitativna procena verovatnoće nastanka i težine poznatih ili potencijalnih negativnih efekata po zdravlje u datoj populaciji na osnovu prethodna tri koraka: identifikacije hazarda, karakterizacije hazarda i ocene izloženosti hazardu. Karakterizacija rizika predstavlja most između procesa ocene rizika i upravljanja rizikom (odnosno donošenja odluka koje služe redukciji rizika). Rezultat karakterizacije ocene rizika, kao četvrte komponente ocene rizika, jeste procena rizika.

Zavisno od podataka i od primenjene metodologije, karakterizacija rizika može biti kvalitativna ili kvantitativna. Ako je moguće, uvek treba nastojati da se dobije kvantitativna karakterizacija rizika (npr. broj slučajeva određenog oboljenja u populaciji u nekom vremenu). U nedostatku podataka ili vremena, karakterizacija rizika može biti izražena kvalitativno (npr. nizak, srednji ili visok rizik, kao na primeru u Tabeli III-1). Podaci koji su kvalitativne i kvantitativne prirode dozvoljavaju samo kvalitativnu karakterizaciju rizika.

Presudno je da ukupan zaključak ocene rizika bude kompletan i koristan za donošenje odluka prilikom upravljanja rizikom. Stoga, pored zahteva da karakterizacija rizika bude objektivna, realna i naučno zasnovana, sva ograničenja i stepen pouzdanosti treba da su jasno opisani, uz navođenje varijabilnosti i nesigurnosti ocene rizika koje menadžeri rizika treba da razumeju da bi doneli adekvatne odluke. Nesigurnost predstavlja izraz nedostatka znanja (kvalitativni ili idealno kvantitativni) ocenitelja rizika o stvarnoj vrednosti neke varijabile (tj. ulaznog podatka za ocenu rizika), a posledično i krajnjeg rezultata ocene rizika. Nesigurnost postoji kao posledica nedostatska podataka ili podataka koji nisu reprezentativni (npr. mali uzorak), a može da se smanji dodatnim merenjima ili ispitivanjima. Varijabilnost predstavlja urođenu heterogenost populacije koja je predmet ocene rizika (npr. razlike u virulenciji mikroorganizama i razlike u osetljivosti ljudskih populacija, telesna težina čoveka, prevalencija patogena na različitim farmama, koncentracija patogena u različitim porcijama hrane, temperatura skladištenja hrane, itd.). Varijabilnost je sastavni deo svakog biološkog sistema i ne može da se smanji dodatnim merenjima, ispitivanjima, itd.

Specifičnosti u oceni rizika od bioloških i hemijskih hazarda

Iako hazard može biti i fizičke prirode, u praksi se ne vrši detaljnija ocena rizika od fizičkih hazarda, već samo ocena od bioloških i hemijskih hazarda. Specifičnosti bioloških i hemijskih hazarda kao grupa i pojedinih tipova hazarda u okviru tih grupa, kao i povezane specifičnosti same ocene rizika od bioloških i hemijskih hazarda su opisane ispod.

Biološke hazarde karakteriše dinamična sudbina u hrani - preživljavanje, umnožavanje (prevashodno bakterije) ili umiranje hazarda, pa njihova prevalencija i koncentracija variraju (tkzv. vremenska heterogenost). Toksini koje neki biološki hazardi proizvode mogu da opstanu i nakon umiranja samog hazarda. Neki enterotoksini su termostabilni i otporni na degradaciju, pa redovan termički tretman hrane ne pomaže u kontroli. Biološki hazardi u/na hrani su neravnomerno raspoređeni (prostorna heterogenost). Mikrobiološki hazardi su često ubikvitarni, ulaze u lanac hrane na višestrukim tačkama prirodnim putem (tj. nenamerno), pa dodatno uz dinamičnu sudbinu, nađu se u hrani koja se konzumira uprkos kontrolnim merama. Ambijentalni stres može da utiče na virulenciju patogena. Uglavnom se kod bioloških hazarda ne razmatraju dugoročna izloženost i odnosni rizici, nego samo jednokratna (tkzv. akutna) izloženost koja je posledica jedne porcije hrane. Baš zbog kratkoročnih efekata na zdravlje ljudi, ti efekti su bolje izučeni nego u slučaju hemijskih hazarda, a dostupniji su i klinički i epidemiološki podaci. Kod mnogih bioloških hazarda, postoji mogućnost i za sekundarni prenos, tj. sa čoveka na čoveka i to ne putem hrane. Značajna je interakcija trougla patogen-hrana-domaćin u nastanku bolesti, pa ista doza daje širok spektar odgovora na hazarde, a imunitet i osetljivost domaćina su vrlo značajni faktori za nastanak infekcije.

Hemijske hazarde karakteriše to da štetni efekti na ljude imaju dug latentni (skriveni) period i da oni nisu kompletno ustanovljeni ili proučeni, naročito pri niskim dozama. Hemijske hazarde karakterišu bioakumulacija, biokoncentracija, re-mobilizacija i transformacija. Nema uvećavanja nivoa hemijskih hazarda u lancu hrane, a moguća je čak i degradacija hemijskih hazarda. Putevi izloženosti ne uključuju samo alimentarni (oralni) nego i dermalni (preko kože). Mnogi hemijski hazardi se veštački (tj. namerno) uvode u lanac hrane (npr. aditivi hrani, veterinarski lekovi, pesticidi), tako da njihova upotreba može da bude regulisana i kontrolisana, odnosno da rezidue ne utiču na zdravlje ljudi koji konzumiraju tu hranu. Važni faktori kod hemijskih hazarda su telesna težina domaćina, starost i razlike u metaboličkom kapacitetu. Osetljivost domaćina je manje bitan faktor kod hemijskih nego kod bioloških hazarda, to jest imuni sistem je u oceni rizika od hemijskih hazarda bitan samo ako hazard izaziva reakciju preosetljivosti domaćina. Uglavnom se razmatra samo hronična, tj. kumulativna izloženost hemijskim hazardima. Ipak, nekada se razmatra i akutna izloženost (npr. kada su u pitanju neki mikotoksini, toksini algi/školjki, pesticidi i veterinarski lekovi), pa se posledično razmatraju dugoročni, ali i akutni štetni efekti na zdravlje ljudi.

Svrha ocene rizika od bioloških hazarda je najčešće karakterizacija rizika verovatnoće nastanka bolesti ili smrti u slučaju jednokratnog unosa prirodno (nenamerno) kontaminirane hrane, ocena uticaja postupaka proizvodnje i prerade hrane na nivo rizika, razvoj mikrobioloških standarda za hranu, kao i određivanje kritičnih limita u planovima analize hazarda i kritičnih kontrolnih tačaka (Poglavlje XI). Svrha ocene rizika od hemijskih hazarda je često utvrđivanje bezbednih nivoa u hrani i vreme zadržavanja hemijskog hazarda u hrani, utvrđivanje uticaja na čoveka pri neprekidnoj/višekratnoj izloženosti hemijskim hazardima, određivanje da li je hazard genotoksičan, kancerogen, itd.

Postoje i razlike u identifikaciji hazarda biološke i hemijske prirode. Pri identifikaciji bioloških hazarda, nekada se primenjuje profilisanje rizika da se odredi koji su to sojevi ili genotipovi značajni za određenu hranu, pa se onda posledično izvrši formalna ocena rizika od njih. Takođe, za identifikaciju bioloških hazarda (koja često podrazumeva rod, vrstu, pa i serotip mikroorganizma), je nekada važan dokaz da je hazard uzrok alimentarne bolesti ljudi, koji se dobija na osnovu istraživanja alimentarnih epidemija ili epidemioloških studija. Hemijski hazardi u hrani su generalno predvidljiviji nego biološki, a tome doprinosi činjenica da može da se odredi i njihova struktura do nivoa atoma. U identifikaciji hemijskih hazarda, često nema dovoljno podataka iz epidemioloških studija na ljudima, pa se rezultati izvode iz toksikoloških studija na eksperimentalnim životinjama ili iz *in vitro* studija.

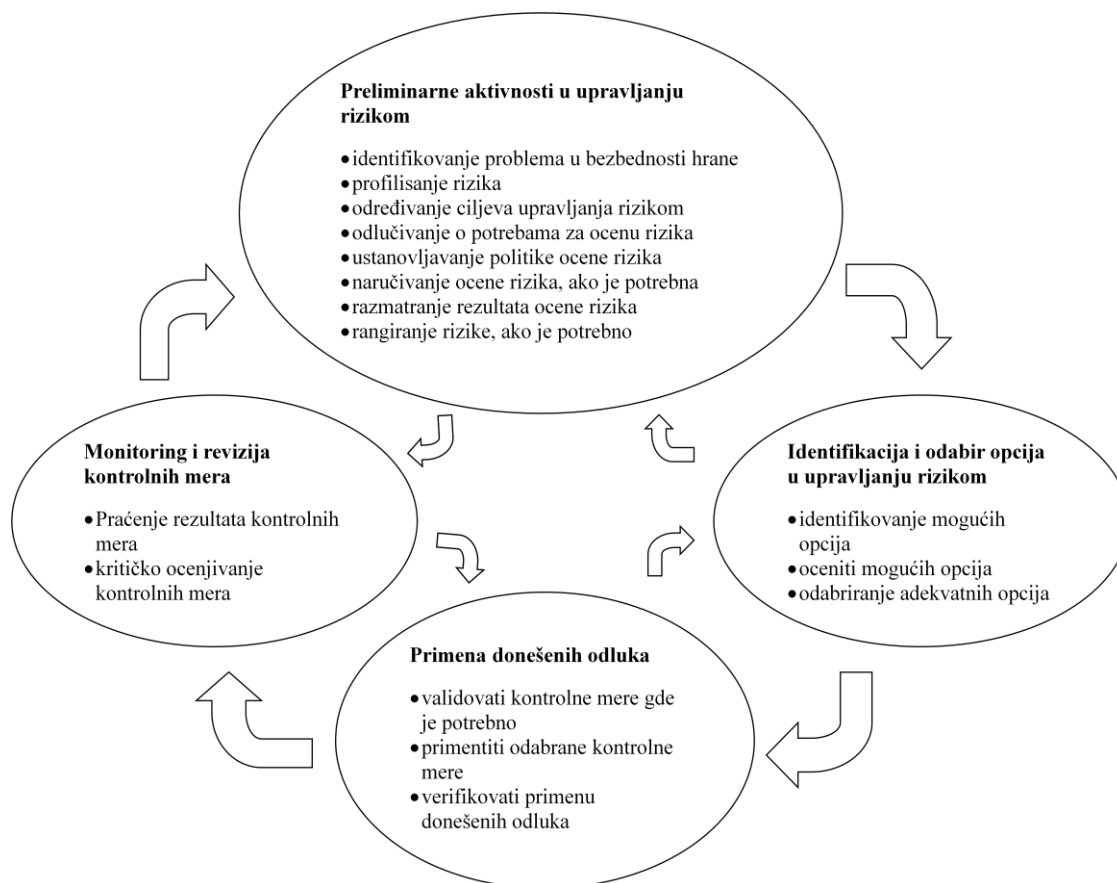
U pogledu razlika u karakterizaciji hazarda, postoji širok spektar osobina bioloških hazarda (infektivnost, virulencija, antimikrobna rezistencija, itd.) i domaćina (fiziološka osetljivost, imuni status, prethodna infekcija, istovremene bolesti) koje utiču na karakterizaciju hazarda i njenu varijabilnost. Epidemiološki podaci su od suštinskog značaja za potpunu karakterizaciju bioloških hazarda, naročito iz istraživanja alimentarnih epidemija. Za mnoge biološke hazarde se podaci o odnosu doza-odgovor teško dobijaju, pa se često primenjuju pretpostavke da je ovaj odnos sličan za pojedine patogene organizme. Kompletna karakterizacija bioloških hazarda uglavnom uključuje kompleksna i teško razumljiva modeliranja. Karakterizacija hemijskih hazarda najščešće opisuje i procenjuje odnos doza-odgovor za najteže štetne efekte koji su uočeni u dostupnim studijama. To uključuje razmatranje mehanističkih aspekata – npr. da li je mehanizam dejstva hemijskog hazarda uočen u eksperimentu sa visokim dozama takođe relevantan za izloženost čoveka koja je, u praksi, uglavnom u niskim dozama. U slučajevima kada toksični efekti rezultiraju iz mehanizma koji podrazumeva određeni „prag” za nastanak neželjenih efekata, karakterizacija hazarda često rezultira ustanovljavanjem bezbednog nivoa unosa, prihvatljivog dnevnog unosa (ADI) ili tolerisanog dnevnog unosa (TDI) za dati hazard/kontaminant.

Kada je reč o oceni izloženosti biološkim hazardima, razmatranje celog lanca hrane nije uvek neophodno, ali je poželjno da bi se odgovorilo na sva rizična pitanja. Unakrsna kontaminacija je bitan faktor za mnoge hazarde (bakterije, virusi, ekstraparaziti), a primenjuju se uglavnom kompleksni modeli za određivanje prevalencije i koncentracije hazarda u hrani na nivou konzumacije. Nivo izloženosti čoveka biološkim hazardima zavisi od mnogih faktora, npr. inicijalnog nivoa kontaminacije sirovine, karakteristika hrane i tretmana hrane, kao i uslova čuvanja i pripreme hrane pre jela u odnosu na dinamiku hazarda. U oceni izloženosti od bioloških hazarda koji mogu da rastu u hrani se primenjuje prediktivna mikrobiologija, kao i analiza različitih scenarija da se odrede efekti kontrolnih mera. Ocena izloženosti hemijskim hazardima opisuje put izloženosti u lancu hrane i procenjuje ukupan (tj. višekratni) unos ovih hazarda. Prilikom ocene izloženosti od ADI mogu da se računaju MRL u hrani.

Na kraju, postoje i razlike u samoj karakterizaciji rizika od bioloških i hemijskih hazarda. Kod bioloških hazarda, kvantitativno ocenjen rizik se izražava u obliku verovatnoće bolesti/smrti (npr. na osnovu jedne porcije hrane, ili kao broj slučajeva na 100.000 ljudi, itd.). Često postoje značajne nesigurnosti i/ili varijabilnosti oko bioloških karakteristika patogena koje utiču na nesigurnost finalne ocene rizika. Dalje, kvalitativni ili kvantitativni-deterministički modeli za biološke hazarde uglavnom nisu dovoljni, pa se primenjuju mnogo komplikovaniji - stohastički modeli. S druge strane, pri karakterizaciji i celokupnoj oceni rizika od hemijskih hazarda, deterministički modeli su uglavnom dovoljni, odnosno stohastički nisu mnogo svrsishodniji da bi se koristili.

UPRAVLJANJE RIZIKOM

Upravljanje (menadžment) rizikom predstavlja praktičan i politički proces, koji je zasnovan na rezultatima ocene rizika, ali odvojen od ocene rizika (da bi ocena rizika bila nezavisna i objektivna). Ovaj proces podrazumeva odmeravanje mogućih načina upravljanja, u dogovoru sa svim zainteresovanim stranama, uzimajući u obzir ocenu rizika i druge faktore značajne za zaštitu javnog zdravlja, kao i odabir kontrolnih opcija, uključujući tu preventivne i mere nadzora, sve u cilju redukcije rizika na prihvatljivi nivo. Prateći ocenu rizika, odgovarajući koraci u upravljanju rizikom treba da rezultiraju razvojem procedura, praksi i kontrola u rukovanju hranom koje imaju za cilj unapređenje njene bezbednosti, uz razvoj standarda i kriterijuma za bezbednost hrane. Ceo proces upravljanja rizikom obuhvata četiri aspekta (Šema III-8): 1) preliminarne aktivnosti u upravljanju rizikom čiji je glavni deo evaluacija rizika, 2) procenu opcija u upravljanju rizikom, 3) sprovođenje odluka, i 4) praćenje i ocenu kontrolnih mera.



Šema III-8. 1Generički okvir za upravljanje rizikom¹⁷

¹⁷ Izvor: FAO/WHO, 2006

Upravljanje rizikom je svaka preventivna ili kontrolna mera koja služi redukciji rizika. U lancu mesa, primeri su primena dobre farmske prakse, dobre higijenske prakse, HACCP-a, inspekcije mesa, dekontaminacije mesa, testiranja na rezidue, itd. Primeri upravljanja rizikom su i pasterizacija jaja i mleka, smrzavanje ribe, kao i vakcinacija životinja, itd. Najčešće su mere upravljanja rizikom definisane legislativom. Važan aspekt upravljanja rizikom je i proporcionalnost mera, odnosno mere treba da budu onoliko stroge koliko je ocenjeni rizik visok, kako bi na kraju došlo do racionalne upotrebe resursa, što je, dalje važno sa ekonomskog aspekta, mogućnosti trgovine mesom, itd. Monitoring i nadzor nad hazardima su istovremeno i mere upravljanja rizikom ali i služe da se oceni efektivnost svih primenjenih mera u okviru ovog procesa.

Opšta načela upravljanja rizikom

Kao i u slučaju ocene rizika, postoje opšta načela (principi) u upravljanju rizikom od bioloških i hemijskih hazarda. Ovi principi uključuju sledeće:

1. neophodan je strukturiran pristup u upravljanju rizikom (Šema III-8);
2. zaštita zdravlja ljudi treba da bude primarna briga u razmatranju odluka u upravljanju rizikom;
3. odluke i postupci u upravljanju rizikom treba da budu transparentni;
4. određivanje politike ocene rizika treba da bude uključeno kao specifična komponenta upravljanja rizikom;
5. upravljanje rizikom treba da osigura naučni integritet ocene rizika održavanjem funkcionalne odvojenosti od nje;
6. odluke u upravljanju rizikom treba da uzimaju u obzir nesigurnost rezultata ocene rizika;
7. upravljanje rizikom treba da uključuje i jasnu, interaktivnu komunikaciju sa potrošačima i svim drugim zainteresovanim stranama u vezi svih aspekata tog procesa;
8. upravljanje rizikom treba da bude kontinuiran proces koji uzima u obzir sve novodobijene podatke prilikom evaluacije i kritičke ocene odluka u upravljanju rizikom.

Koncept Codex Alimentarius-a u upravljanju rizikom

Okvir analize rizika, utvrđen od strane Komisije Codex Alimentarius-a (CAC) sredinom 1990-ih godina, učinio je mogućim povezivanje aktivnosti po pitanju bezbednosti hrane sa javnim zdravljem putem ocene rizika. Vlada svake zemlje je odgovorna za formulisanje politike bezbednosti hrane (engl. *Food Safety Policy*, FSP) i cilja javnog zdravlja, koji diktiraju zadatke i kriterijume vezane za hranu, odnosno njenu bezbednost. Na osnovu formalnog pristupa analizi rizika su proistekli koncepti prigodnog nivoa zaštite (engl. *Appropriate Level of Protection*, ALOP), zadatka bezbednosti hrane (engl. *Food Safety Objective*, FSO), zadatka performanse (engl. *Performance Objective*, PO), ali i kriterijuma performanse (engl. *Performance Criterion*, PC), procesnih kriterijuma (engl. *Process Criterion*, PrC), kao i, za biološke hazarde relevantnih, mikrobioloških kriterijuma (engl. *Microbiological Criterion*, MC).

U poslednje vreme su u svetu povećani interes i naponi da se razviju alati koji će što efikasnije povezati zahteve programa bezbednosti hrane sa očekivanim uticajem na javno zdravlje. Međutim, korišćenje ALOP/FSO/PO koncepta (Šema III-9) koji omogućava jasnu vezu između naučno zasnovanih ciljeva i mera upravljanja rizikom u celom lancu hrane sa jedne strane, i bezbednosti hrane i javnog zdravlja sa druge strane, je i dalje u začetku i ograničeno je samo na mali broj visoko razvijenih zemalja.

Preduslov za funkcionisanje bilo kog sistema bezbednosti hrane je postavljanje zadataka performansi koje proizvođači hrane treba da ispune u određenim fazama lanca hrane, a čije će ispunjenje potom doprineti FSO odnosno ALOP-u. Moderni sistem osiguranja bezbednosti mesa koji je zasnovan na oceni rizika (Poglavlje XII), ne može ni da se zamisli bez ALOP/FSO/PO koncepta.

Prigodni nivo zaštite

Prigodni (tj. pogodni ili odgovarajući) nivo zaštite (ALOP) se definiše kao nivo zaštite koji se smatra prigodnim od strane vlade države koja ustanovljava sanitarne mere da bi se zaštitili život ili zdravlje čoveka ili životinje u okviru teritorije te države. ALOP predstavlja trenutni status javnog zdravlja u odnosu na bezbednost hrane, ali može da se promeni vremenom. Primera radi, korišćenje nove tehnologije može da promeni nivo nekog kontaminanta hrane u lancu hrane ili, pak, povećana konzumacija određene vrste hrane može da uslovi promenu u relativnom nivou javnog zdravlja vezano za hazard koji se često nalazi u toj vrsti hrane.

Umesto da nastoji da eliminiše sve hazarde iz lanca hrane, odnosno sa njegove finalne tačke - to jest konzumacije, ALOP nastoji da se javno zdravlje unapređuje postavljenjem ciljeva i posledičnim određivanjem frekvencije i/ili nivoa hazarda u hrani koji su u skladu sa tim ciljem. Prigodni nivo zaštite se nekada naziva i „prihvatljivi nivo rizika“. Ovaj termin je sličan izrazu „nivo rizika koji se toleriše“ koji je se koristi od strane Međunarodne komisije za mikrobiološke specifikacije za hranu (ICMSF), jer prepoznaje da su rizici vezani za konzumaciju hrane retko prihvatljivi i da su u najboljem slučaju tolerisani.

Prigodni nivo zaštite može da se izrazi na različitim nivoima. Najčešći nivo je ukupna populacija jedne države, ali je nekada bolje ga izraziti na manjoj, specifičnijoj populaciji (npr., ako samo mali deo ukupne populacije konzumira određenu vrstu hrane). ALOP može biti opšti ili specifičan; primer opšteg može biti ukupna incidencija neke alimentarne bolesti u populaciji (npr. za narednu godinu u Danskoj je ALOP u pogledu salmoneloze ispunjen ako bude najviše 2.000 prijavljenih slučajeva obolelih ljudi od ove bolesti), a primer specifičnog je incidencija iste te bolesti, ali vezana samo za određenu vrstu hrane (salmoneloza vezana za svinjsko meso; npr. da u Danskoj bude najviše 500 obolelih od salmoneloze usled konzumacije svinjskog mesa).

Dok ALOP predstavlja trenutni status javnog zdravlja u odnosu na bezbednost hrane, ciljevi javnog zdravlja su uspostavljeni da podstaknu akcije za poboljšanje statusa javnog zdravlja u budućnosti i da smanje pojavljivanje bolesti izazvanih hranom. Koncept ciljeva javnog zdravlja je skoro uveden i još nije formalno definisan od strane *Codex Alimentarius*-a, stoga još uvek nije ni dovoljno jasna razlika između cilja javnog zdravlja i ALOP; nekada se ova dva pojma podudaraju. Ciljeve javnog zdravlja uglavnom postavljaju vlade zemalja ili njihova tela nadležna za javno zdravlje. Primera radi, država može da postavi sebi zadatak da u narednih 10 godina snizi incidenciju svih ili određene alimentarne bolesti smanji na pola, pa da u skladu sa tom odlukom, pooštrava kontrole mere u lancu hrane.

Zadaci bezbednosti hrane

Zbog očiglednih poteškoća primene ciljeva javnog zdravlja i/ili prigodnog nivoa zaštite u ustanovljavanju kontrolnih mera, oni moraju da se prevedu u ciljeve i kriterijume koji su merljivi za industriju hrane. Da bi se povezali sistemi bezbednosti hrane u njenoj proizvodnji/preradi/distribuciji sa prigodnim nivoom zaštite, uveden je koncept zadatka bezbednosti hrane. Prema definiciji, zadatak bezbednosti hrane (FSO) predstavlja maksimalnu učestalost i/ili koncentraciju hazarda u hrani u vreme njenog konzumiranja, koji obezbeđuje ili doprinosi prigodnom nivou zaštite, tj. odnosi se na tačku u lancu hrane kada promena nivoa hazarda u hrani više nije moguća. Ova definicija se smatra prikladnom za neke proizvode spremne za konzumiranje (RTE), koji imaju određene karakteristike koje ne dozvoljavaju razmnožavanje ili čak širenje hazarda. Međutim, ne smatra se realnom za proizvode koji se termički tretiraju neposredno pre konzumacije jer je praktično nemoguće proveriti ovakve FSO kada se hrana već nalazi kod potrošača u domaćinstvu.

Zadaci bezbednosti hrane se postavljanju na osnovu ALOP-a primenom modela kvantitativne ocene rizika, odnosno modela doza-odgovor kao dela karakterizacije hazarda, koji povezuju prisustvo hazarda u hrani sa alimentarnom bolesti čoveka. Kada god je moguće FSO treba da su kvantitativno izraženi i da ih je moguće verifikovati. Primer FSO je maksimalna koncentracija *L. monocytogenes* u RTE hrani u momentu konzumiranja od 100 CFU/g ili maksimalna koncentracija stafilokoknog enterotoksina od 1µg u 100g sira. Međutim, ovo ne znači da FSOs moraju da se uvek verifikuju mikrobiološkim testiranjem. Primera radi, za slabokiselu konzerviranu hranu FSO može da se ustanovi i kao verovatnoća prisutnosti vijabilne spore *Clostridium botulinum* koja obično iznosi 0,000000000001 (10^{-12}) po jednoj konzervi. Ovaj FSO je nemoguće verifikovati testiranjem krajnjeg proizvoda, ali ga je moguće verifikovati merenjem protokola koji se odnosi na vreme/temperaturu sterilizacije i koji je baziran na kriterijumu performanse.

Kada je reč o odgovornosti u zadacima bezbednosti hrane - u savremenom, integrisanom sistemu bezbednosti hrane, proizvođač je najviše odgovoran za postizanje FSO, a nadležna tela/vlada imaju više ulogu savetodavaca donošenjem legislative, izdavanjem uputstava i preporuka, kao i vršenjem audita programa koji služe osiguranju bezbednosti hrane. Zadaci bezbednosti hrane mogu biti korisna veza između kontrole bezbednosti hrane na nivou države i upravljanja bezbednošću hrane na nivou industrije hrane (Šema III-10).

Zadaci performanse

Kao i u pogledu FSO, svrha zadatka performanse (PO) je da se ALOP prevedu na nivo hazarda u lancu hrane, odnosno vrednosti koje industrija hrane razume i kojima može da upravlja. Zadatak performanse predstavlja najveću učestalost i/ili koncentraciju hazarda u hrani u određenoj fazi lanca hrane pre njene upotrebe, koja obezbeđuje ili doprinosi FSO ili ALOP. Za razliku od FSO, PO može da se koristi na tačkama lanca hrane gde je verifikacija uvek moguća, a FSO je vrednost koja treba da vodi razvijanju PO, ranije u lancu hrane. Takođe, u kvantitativnoj oceni rizika, FSO može da se posmatra kao poslednji PO, pre nego što se primeni model doza-odgovor.

Kvantitativni odnos FSO i PO je različit u različitim situacijama u lancu hrane. Kada je reč o hrani koja se termički tretira neposredno pre konzumacije, FSO je striktniji od PO, odnosno niža je vrednost broja dozvoljenih hazarda u hrani u momentu konzumacije, nego ranije u lancu hrane (ovo je najčešći slučaj u praksi). Primera radi, FSO za *Salmonella* u piletini koja je termički obrađena može biti „odsustvo u porciji za konzumiranje”. Pošto je izvesno da jedan broj brojlera sadrži ovaj patogen i da će ga jedan deo obrađenih trupova sadržati, moguće je postaviti PO – npr. maksimalno 10% trupova posle hlađenja može da sadrži *Salmonella*. U narednim stadijumima u lancu hrane, uz primenu dobre higijenske prakse i odgovarajućeg termičkog tretmana može se postići zadati FSO. Sa druge strane, kada je reč o hrani spremnoj za konzumiranje (RTE), FSO i PO mogu da predstavljaju istu vrednost ili čak da PO bude strožiji od FSO, npr. u slučaju RTE hrane sa relativno dugim propisanim rokom upotrebe u kojoj *Listeria monocytogenes* ima mogućnost da se razmnožava.

Kriterijumi performanse i procesni kriterijumi

Kriterijum performanse (PC) i procesni kriterijum (PrC) pripadaju merama upravljanja rizikom koje se primenjuju na nivou proizvođača hrane ili drugog subjekta koji se bavi hranom.

Kriterijum performanse predstavlja uticaj (efekat) na učestalost i/ili koncentraciju hazarda u hrani koja se mora postići primenom jedne ili više kontrolnih mera da bi se obezbedio ili doprinelo zadatku performanse ili zadatku bezbednosti hrane. Primer kriterijuma performanse je redukcija nekog patogena prilikom termičke obrade - recimo redukcija broja *Salmonella* od 6D (*D*-vrednosti; Poglavlje XIV) prilikom termičke obrade mlevenog govedeg mesa, ali primer može biti i ograničavanje rekontaminacije ili razmnožavanja nekog patogena.

Procesni kriterijum se definiše kao kontrolni parametar na određenom koraku u procesu (npr. vreme, temperatura, pH, aktivnost vode) koji se primenjuje da bi se postigao kriterijum performanse i posledično zadatak performanse. Na primer, kontrolni parametar pri kom će se postići redukcija od najmanje 6 logaritama *L. monocytogenes* u mesu može da bude primena temperature of 71,7°C tokom 15 sekundi. Procesni kriterijumi se podudaraju sa kritičnim limitima na kritičnim kontrolnim tačkama u HACCP planovima (Poglavlje XI).

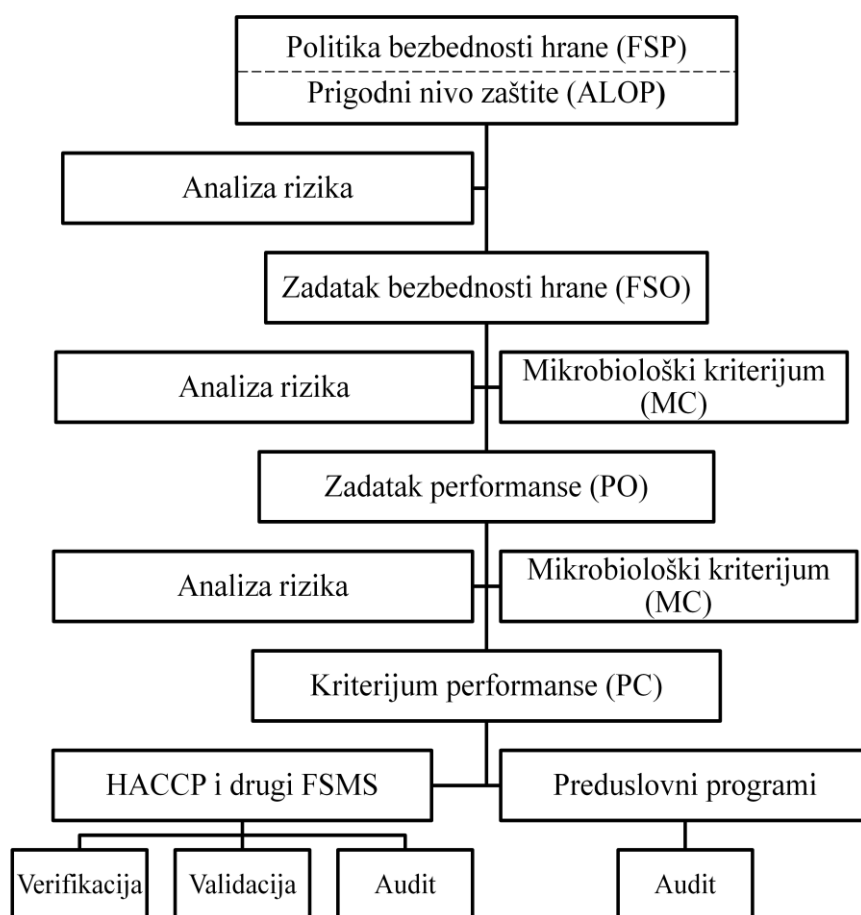
Mikrobiološki kriterijumi

U okviru biološke bezbednosti hrane i čitavom ALOP/FSO/PO konceptu, važno mesto imaju i mikrobiološki kriterijumi. To su kriterijumi koji definišu prihvatljivost procesa, proizvodne partije ili određene količine hrane na osnovu prisustva/odsustva ili broja mikroorganizama ili količine njihovih toksina/metabolita po jedinici mase, zapremine, površine ili proizvodne partije. Mikrobiološki kriterijumi sadrže nekoliko aspekata, a to su pored samog mikroorganizma, odnosno grupe mikroorganizama i analitički metod, kritični limiti i plan uzorkovanja za dati kriterijum.

Mikrobiološki kriterijumi se primenjuju da se proveri zadovoljenje mikrobioloških zahteva u proizvedenoj hrani. Industrija hrane ih koristi u svrhu verifikacije sistema upravljanja bezbednošću hrane. Primeri ovih kriterijuma u našoj i evropskoj legislativi su kriterijumi procesne higijene i kriterijumi bezbednosti hrane. Kriterijumi koji ukazuju na prihvatljivost načina kojim se obavlja postupak proizvodnje, odnosno pravilno

funkcionisanje tog procesa u pogledu higijene, nazivaju se kriterijumima procesne higijene (engl. *Proces Hygiene Criteria*, PHC). PHC primarno služe u verifikaciji HACCP sistema (Poglavlje XI). Kriterijumi procesne higijene određuju vrednosti kontaminacije (limite) iznad kojih je neophodno sprovesti korektivne mere radi očuvanja higijene procesa u skladu sa zakonom o hrani; stoga su korisni u verifikaciji HACCP planova. Kriterijumi bezbednosti hrane (engl. *Food Safety Criteria*, FSC) određuju prihvatljivost, odnosno bezbednost proizvoda ili grupe namirnica stavljenih u promet, a opisani su u Poglavlju XVI.

U pogledu hemijskih hazarda, pandan mikrobiološkim kriterijumima bi bili hemijski kriterijumi. Iako se ne zovu tako, to su limiti za razne hemijske supstance, odnosno aditive, rezidue i kontaminante koji su navedeni u odnosnoj legislativi (Poglavlje XVII).



Šema III-9. Koncept ALOP/FSO/PO



Šema III-10. Značaj FSO u kontroli i upravljanju bezbednošću hrane¹⁸

KOMUNIKACIJA RIZIKA

Komunikacija rizika (ili komunikacija o riziku) predstavlja proces otvorene razmene informacija i mišljenja, kroz proces analize rizika, u vezi hazarda i rizika, rizičnih faktora, kao i same percepcije rizika, i to između ocenitelja rizika, menadžera rizikom, potrošača, industrije hrane, kao i svih drugih strana zainteresovanih za određene rizike (npr. akademska zajednica, nevladine organizacije, itd.). Cilj komunikacije rizika je da obezbedi sadržajnu, relevantnu i tačnu informaciju na način koji je razumljiv određenom auditorijumu, kao i da doprinese širem razumevanju i prihvatanju odluka koje se donose u upravljanju rizikom. Za razliku od upravljanja rizikom, koje u suštini nastaje kao posledica ocene rizika, komunikacija o riziku permanentno traje u celom procesu analize rizika. Naročito je važna u kriznim situacijama kao što su epidemije alimentarnih oboljenja ili pri dokazima da hrana na tržištu sadrži određene hazarde ili nedozvoljene nivoe tih hazarda.

U efikasnoj komunikaciji rizika, poruke treba da sadrže informacije o prirodi rizika (karakteristike hazarda, moguće posledice, urgentnost situacije, ugrožene grupe, itd.), nesigurnosti u oceni rizika (metodi ocene, nedostaci podataka, pretpostavke, itd.), opcijama u upravljanju rizikom (efektivnost, benefiti, troškovi, itd.), kao i o značaju

¹⁸ Izvor: Gorris, 2005

benefitima postojanja određene hrane na tržištu, iako postoji mogućnost (ali prihvatljiva) da ta hrana može biti vektor alimentarne bolesti.

Bitan preduslov za uspešnu komunikaciju rizika jeste i da auditorijum bude poznat, kao i razumevanje da se, pre komunikacije, percepcije rizika bitno razlikuju u opštoj populaciji. Percepcija rizika je mišljenje odnosno ocena koju ljudi imaju o karakteristikama, verovatnoći i težini posledica, vezano za nekim hazard, odnosno vezano za rizik od tog hazarda. Da bi se efikasno komuniciralo o rizicima, stoga, važno je razumeti kako različiti ljudi percipiraju različite rizike.

Ciljevi komunikacije o riziku

Glavni ciljevi komunikacije o rizicima u bezbednosti hrane su razmena i širenje informacija, promena načina razmišljanja i promena samog ponašanja ljudi, što ima za posledicu unapređenje bezbednosti hrane i javnog zdravlja. U širem smislu, ciljevi komunikacije rizika su i:

1. promovisanje svesti i razumevanje specifičnih pitanja tokom procesa analize rizika, od strane svih učesnika u lancu hrane;
2. promovisanje konzistentnosti i transparentnosti u donošenju i sprovođenju odluka prilikom upravljanja rizikom;
3. obezbeđivanje čvrste osnove za razumevanje predloženih ili primenjenih mera u upravljanju rizikom;
4. poboljšanje sveukupne efektivnosti i efikasnosti procesa analize rizika;
5. doprinos razvoju i pružanju efikasnog informisanja i obrazovnih programa, kada su to izabrane opcije u upravljanju rizikom;
6. podsticanje/jaćanje poverenja javnosti u bezbednost snabdevanja hranom;
7. jaćanje odnosa u radu i uzajamnog poštovanja među svim učesnicima;
8. promovisanje odgovarajućeg učešća svih zainteresovanih strana u procesu komunikacije rizika;
9. razmena informacija o znanju, stavovima, vrednostima, praksi i percepciji zainteresovanih strana po pitanju rizika u vezi sa hranom i srodnim temama.

Poželjne karakteristike komunikacije o riziku

Poželjne karakteristike komunikacije o riziku, odnosno karakteristike koje vode efikasnoj i svrsishodnoj komunikaciji su otvorenost, transparentnost, blagovremenost i tačnost, kao i nezavisnost u komunikaciji.

Otvorenost je presudna za dobru komunikaciju o riziku, kao i za reputaciju svih uključenih u proces analize rizika. Ocena rizika, upravljanje rizikom i komunikacija o riziku treba da se vrše u „otvorenom ambijentu”, uključujući tu i postojanje mogućnosti za dijalog među svim zainteresovanim stranama. Stoga, neophodan je dijalog između onih na koje utiče problem u bezbednosti hrane, onih koji su izazvali problem, kao i onih koji su odgovorni da reše određeni problem u bezbednosti hrane.

Transparentnost u komunikaciji je važna da se obezbedi poverenje auditorijuma. Politika, prakse i procedure omogućavaju ljudima da razumeju kako se donose odluke u oceni, upravljanju i komunikaciji o riziku, pa stoga, sve informacije treba da budu stalno dostupne na internet stranicama ili nalogima društvenih mreža organizacija koje vrši

ocenu rizika, odnosno tela koje upravlja rizikom, kao i da se informacije pruže na *ad hoc* bazi ako su tražene. Najbitnije su informacije o tome kako su odluke donete (tj. na osnovu kojih izveštaja, istraživanja, podataka, itd.) kao i sva dokumentacija vezana za samo donošenje odluka (npr. zapisnici sa sastanaka na kojima se donose odluke).

Blagovremenost i tačnost su važne osobine pravilne komunikacije o riziku, čak i kada nisu sve činjenice poznate, jer se na ovaj način obezbeđuje kredibilitet svih učesnika analize rizika.

Na kraju, bitnost nezavisnosti u komunikaciji o rizicima se ogleda u činjenici da će komunikacija biti bolje primljena od strane javnosti ako su oni koji ocenjuju rizike i oni koji komuniciraju o njima, nezavisni od političara, industrije, nevladinih organizacija, itd.

IV - BOLESTI ŽIVOTINJA OBAVEZNE ZA PRIJAVLJIVANJE I NJIHOVA KONTROLA U LANCU MESA

OBAVEZA ZA PRIJAVLJIVANJE ODREĐENIH BOLESTI

Obaveza za prijavljivanje određenih bolesti životinja se odnosi na njihovu važnost na nacionalnom, regionalnom i/ili svetskom nivou. Ova obaveza se odnosi prvo na one koji otkriju bolest (npr. veterinar ili veterinarskog inspektora), koji potom obavestavaju nadležno telo (npr. Upravu za veterinu), a koje potom prijavljuje bolest van granica zemlje, tj. Svetskoj organizaciji za zaštitu zdravlja životinja (OIE) i drugim organizacijama i zemljama (npr. zemlji u koju se životinje i/ili proizvodi životinjskog porekla izvoze). Razlozi za stavljanje određene bolesti životinja na listu obaveznih za prijavljivanje su različiti. To su bolesti koja izazivaju značajnu ekonomsku štetu (npr. slinavka i šap, svinjska kuga), mogu da izazove tešku bolest ili smrt u ljudi ili životinja (npr. besnilo, antraks) ili su bolesti koje ne mogu da se lako diferenciraju (odnosno bez preciznih laboratorijskih metoda) od drugih bolesti. To mogu biti i neke „novo-uvežene” bolesti u određenoj zemlji, sa potencijalnim značajnim uticajem/rizikom koji tek treba da se oceni, a ponekad su bolesti obavezne za prijavljivanje i prosto zbog tradicije, javnog mišljenja, kao i sličnih razloga. Strategije za kontrolu bolesti obaveznih za prijavljivanje prevashodno podrazumevaju njihovu prevenciju (tj. sprečavanje uvođenja bolesti u regiju ili populaciju), eradikaciju (iskorenjivanje; cilj je da se bolest eliminiše iz regije, populacije ili dela lanca hrane) ili pak održavanje prevalencije na niskom/prihvatljivom nivou, što predstavlja i definiciju kontrole bolesti u užem smislu. Prijavljivanje bolesti je važno da bi se posledično preduzele određene akcije kao što su izolacija inficirane ili sumnjive životinje, deklaracija inficiranosti farme ili regiona, kontrola kretanja životinja, ljudi i vozila, ubijanje svih inficiranih ili životinja sa kojima su bile u kontaktu unutar definisanog geografskog radijusa (ovo se primenjuje kod iskorenjivanja bolesti), klanje inficiranih životinja sa kompenzacijom za vlasnika), ali je moguće i dostupno lečenje, kao i vakcinacija protiv nekih bolesti.

Osnovni preduslovi za uspešno prijavljivanje i kontrolu bolesti su individualna identifikacija životinja, identifikacija farme, stada, krda ili jata, kao i evidencija svih kretanja i/ili prometa farmskih životinja. Različite zemlje mogu da imaju različite sisteme kontrole ovih bolesti, koji su važni prilikom trgovine životinjama i njihovim proizvodima. Zemlje koje deklarišu i dokažu slobodu od neke od ovih bolesti, uvoze životinje i namirnice animalnog porekla samo iz zemalja koje imaju sistem obaveznog prijavljivanja te bolesti. Opšti principi kontrole kod uvoza podrazumevaju prihvatanje životinja i animalnih proizvoda iz zemalja koje se ne smatraju rizičnim za određene bolesti. Za niskorizične zemlje se definišu veterinarski testovi, ispitivanja i procedure karantina, dok se iz visokorizičnih zemalja, zabranjuje direktni uvoz životinja i/ili njihovih proizvoda. Tu se ogleda i važnost OIE okvira analize rizika prilikom uvoza (Poglavlje III).

OIE lista bolesti obaveznih za prijavljivanje

Bolesti životinja obavezne za prijavljivanje se nalaze na relevantnim nacionalnim i međunarodnim listama. Najrelevantnija lista je ona koju objavljuje Svetska organizacija

za zaštitu zdravlja životinja. Nekada se OIE lista bolesti delila na A i B, a danas je objedinjena u jedinstvenu listu koja se svake godine ažurira.

Tabela IV-1. OIE lista bolesti obaveznih za prijavljivanje kod životinja koje su bitne u proizvodnji mesa (tokom 2022. godine)

Bolesti, infekcije i infestacije zajedničke za više vrsta životinja	
Antraks Krimsko-kongoanska hemoragijska groznica Istočni encefalomijelitis ekvida Eksudativni perikarditis Aujeckijeva bolest Bolest plavog jezika Bruceloza (<i>Brucella abortus</i> , <i>B. melitensis</i> i <i>B. suis</i>) Ehinokokoza (<i>Echinococcus granulosus</i> i <i>E. multilocularis</i>) Epizootska hemoragična bolest Slinavka i šap	Tuberkuloza (<i>M. tuberculosis</i> kompleks) Besnilo Groznica doline Rifta Kuga goveda Trihineloza Japanski encefalitis Mijaza (<i>Cochliomyia hominivorax</i> i <i>Chrysomya bezziana</i>) Paratuberkuloza Q-groznica Sura (<i>Trypanosoma evansi</i>) Tularemija Groznica Zapadnog Nila
Bolesti i infekcije goveda	
Anaplazmoza Babezioza Genitalna kampilobakterioza goveda Bovina spongiformna encefalopatija Virusna dijareja goveda Enzootska leukoza Hemoragična septikemija	Infektivni bovini rinotraheitis/Infektivni pustularni vulvovaginitis Nodularni dermatitis Zarazna pleuropneumonija goveda Tajlerioza Trihomonijaza Tripanozomijaza
Bolesti i infekcije ovaca i koza	
Artritis i encefalitis koza Zarazna agalakcija Zarazna pleuropneumonija koza Zarazni pobačaj ovaca (hlamidioza) Kuga malih preživara <i>Maedi-visna</i> bolest	Najrobi bolest ovaca Epididimitis ovaca (<i>Brucella ovis</i>) Salmoneloza (<i>Salmonella abortusovis</i>) Skrejpi Boginje ovaca i boginje koza
Bolesti i infekcije svinja	
Afrička kuga svinja Klasična kuga svinja Reproduktivno respiratorni sindrom svinja	Svinjska cisticerkoza (<i>Taenia solium</i>) Nipah virusni encefalitis Transmisibilni gastroenteritis
Bolesti i infekcije ptica	
Hlamidioza ptica Zarazni bronhitis ptica Zarazni laringotraheitis ptica Mikoplazmoza ptica (<i>Mycoplasma gallisepticum</i> i <i>M. synoviae</i>) Virusni hepatitis pataka Tifus živine Influenca živine	Infekcija ptica osim živine izazvana visokopatogenim influenza A virusom (uključujući divlje ptice) Atipična kuga živine (Njukastl bolest) Infektivni burzitis živine (Gumboro bolest) Salmoneloza-puloroza živine Rinotraheitis ćuraka

Lista bolesti obaveznih za prijavljivanje uključuje 117 bolesti, infekcija i infestacija životinja koje se javljaju kod više vrsta životinja, kao i posebno kod goveda, svinja, živine, konja, malih preživara, lagomorfa, pčela, riba, mekušaca, ljuskara i vodozemaca. Tabela IV-1 prikazuje listu bolesti koje se odnose na goveda, male preživare, svinje i živinu, kao i bolesti zajedničke za više vrsta životinja.

NAJVAŽNIJE BOLESTI OBAVEZNE ZA PRIJAVLJIVANJE

U ovom poglavlju su opisane najvažnije bolesti životinja koje su obavezne za prijavljivanje, a čija je epidemiološka situacija takva da zahtevaju veterinarsku pažnju u našoj zemlji i Evropi. Neke od bolesti obaveznih za prijavljivanje prema OIE su opisane u drugim poglavljima (npr. cisticerkoza svinja). Iako nisu sve zoonoze, niti su sve bitne za bezbednost hrane, odnosno mesa, ove bolesti se posebno razmatraju u ovom udžbeniku jer mogu da se otkriju prilikom inspekcije mesa, a poštovanje principa higijene mesa je bitno kako bi se onemogućilo dalje širenje bolesti na životinje i/ili ljude.

Bovina spongioformna encefalopatija

Bovina spongioformna encefalopatija (BSE) ili „bolest ludih krava“ je hronična, afebrilna, degenerativna bolest centralnog nervnog sistema goveda, mada je detektovana i u koza i nekoliko vrsta divljih papkara u zooškim vrtovima. BSE pripada grupi transmisibilnih spongioformnih encefalopatija (TSE) životinja, koje imaju sledeće zajedničke karakteristike: veoma dugu inkubaciju (više meseci i godina), izazivaju progresivnu degeneraciju moždanog tkiva, sa vakuolizacijom ćelija i astrocitozom, visok letalitet (100%) kao i odsustvo imunološkog odgovora životinja. BSE se karakteriše transformacijom normalnog/fiziološkog proteina mozga u nenormalni protein, odnosno prion. Bolest je zvanično prvi put otkrivena u Engleskoj 1986. godine, a od tada do 2011. godine je ukupno u Velikoj Britaniji dijagnostikovana u oko 184.000 goveda, i u još oko 6.000 u ostatku sveta (najveći broj slučajeva bolesti je zabeležen 1992. godine). Pojava BSE je imala veliki uticaj na razvoj sistema bezbednosti mesa u poslednjim decenijama, a kontrolne mere koje su primenjene do danas su izazvale ogromne troškove (tj. ubijanje i neškodljivo uklanjanje sumnjivih goveda, testiranja, itd.).

Poreklo nastanka „klasične“ BSE je i dalje nepoznato. Postojalo je više hipoteza o nastanku ove bolesti (spontana pojava, prenos skrejpi na goveda, itd.), ali je jedina zajednička karakteristika kod svih opisanih slučajeva BSE bila hranjenje mesno-koštanim brašnom tokom 1980-tih godina. Pretpostavlja se da je ono bilo kontaminirano uzročnikom neke od TSE (brašno poreklom od goveda obolelih od spонтane sporadične spongioformne encefalopatije ili ovaca obolelih od skrejpija), pa je ova hipoteza o nastanku bolesti i opšteprihvata. Početkom 1980-tih godina bio je promenjen način proizvodnje mesno-košanog brašna, smanjenjem temperature sterilizacije, što je verovatno dovelo do preživljavanja uzročnika u brašnu. Ovo brašno je zabranjeno 1988. godine, što je verovatno i dovelo do smanjenja broja obolelih goveda (od oko 37.000 tokom 1992. godine do svega 8 obolelih 2011. godine u Velikoj Britaniji). Pored „klasičnog“ tipa, nakon 2001. godine je otkrivena i „atipična“ BSE čije je poreklo sasvim nepoznato. Činjenica da je ova forma retka i uglavnom je bila otkrivena u starijih goveda

bez simptoma bolesti tokom testiranja u klanicama ili nadzorom nad uginulim govedima, ukazuje na spontan nastanak bolesti.

Ne postoji dokaz horizontalnog prenosa bolesti među govedima, a ovome ide u prilog i činjenica da je niska incidencija unutar stada koje je zaraženo, kao i da ni inficirana goveda uneta u neinficirana stada nisu inficirala druga goveda niti njihove sledeće generacije. U pogledu vertikalnog puta prenosa, sa bika na telad prenos nije ustanovljen, dok je BSE rizik u teladi poreklom od inficiranih krava viši oko 10% u poređenju sa onima poreklom od negativnih krava, a rizici su najviši u teladi od krava sa kliničkim znacima ove bolesti. S druge strane, kod teladi rođenih od krava dve godine pre nastupa BSE simptoma, nije utvrđen takav rizični maternalni efekat.

Bolest goveda se karakteriše promenama u ponašanju koje uključuju ispoljavanje straha (izbegavanje ljudi, sakrivanje), povremenu agresivnost (ritanje kod muže), znake nervoze i uznemirenosti (iskolačenost očiju, škrgutanje zubima, striža ušima), nisko ili visoko držanje glave kao i oklevanje u kretanju ispred uglova ili kroz vrata. Drugi tip simptoma bolesti su promene u osetljivosti koje uključuju preosetljivost na dodir (prenaglašena reakcija na dodir, svrab i tremor kože), preosetljivost na zvuk i preosetljivost na svetlost (blefarospazam, poremećaj vizuelne percepcije). Sledeći tip simptoma su lokomotorne promene koje uključuju nekoordinisane pokrete nogu (visoko podizanje nogu u hodu, skakanje), zanošenje zadnjim delom tela, ataksiju kao i ležanje i parezu. Četvrta grupa su fizički simptomi koji uključuju mršavljenje, prestanak preživanja, pad mlečnosti i alopeciju.

U pogledu kontrolnih mera za BSE, vrše se aktivni (sve životinje u određenim kategorijama) i pasivni (samo sumnjive) nadzor, podrazumevajući tu i veterinarsku inspekciju mesa. Takođe, vrši se testiranje uzoraka nervnog tkiva nakon klanja životinja histopatološki ili raznim testovima na prione (*Western blot* testiranje uzorka mozga, imunohistohemijsko testiranje uzorka mozga, tonzila ili trećeg očnog kapka, kao i *ELISA* testiranje uzorka kičmene moždine). Pritom, dugo vremena su sva goveda starija 24 meseca morala da budu testirana na BSE (ako nisu onda su ceo trup i organi bili neupotrebljivi). Ipak, rutinska BSE testiranja su prekinuta 2012. godine (smatra se da je od tada ova bolest goveda pod kontrolom), a danas se testira samo mali broj visokorizičnih životinja u svrhu nadzora na BSE. Kontrolna mera je dugo vremena bila i privremena zabrana tkzv. „prerađenih animalnih proteina”, tj. mesno-koštanog brašna, proizvoda od krvi, hidroliziranih proteina, brašna od rogova i papaka, brašna od perja, osušenih ostataka od topljenog loja, ribljeg brašna, želatina, kao i dikalcijum-fosfata. Izuzeci su bili ishrana nepreživara ribljim brašnom ili želatinom od nepreživara. Danas, kada se rizik od BSE i povezane bolesti ljudi ocenjuje sve nižim, u mnogim zemljama se revidiraju ovakve zabrane. Ipak, kontrolna mera koja je svakako na snazi jeste poštovanje principa procesne higijene tokom obrade trupova i kasnijeg rasecanja mesa, da bi se izbegla unakrsna kontaminacija limfoidnim i nervnim tkivom, uključujući tu i uklanjanje specifičnog rizičnog materijala (SRM; Tabela IV-2). Dodatno, SRM je kod goveda svih starosnih kategorija i sav specifičan čvrsti otpad sakupljen u slivnicima sa rešetkom od 6 mm, kao i materijal koji je bio u kontaktu sa SRM. Sav SRM mora da bude jasno označen (npr. obojen plavom bojom), skladišten odvojeno od jestivih materijala i poslat na uništavanje u licencirane pogone.

Tabela IV-2. Specifični rizični materijal goveda, ovaca i koza

Vrsta životinja	Starosna kategorija	Specifični rizični materijal
Goveda	sve starosne kategorije	tonzile, poslednja 4 metra tankog creva, slepo crevo i mezenterijum
	starija od 12 meseci	dodatno lobanja (isključujući donju vilicu, ali uključujući mozak i oči) i kičmena moždina
	starija od 30 meseci	kičmeni stub uključujući dorzalne korene ganglija (ali isključujući pršljenove repa, spinalne i poprečne izdanke cervikalnih, torakalih i lumbalnih pršljenova, kao i medijalni greben i krila sakralne kosti)
Ovce i koze	mlađe od 12 meseci	nema
	starije od 12 meseci (ili sa izbijenim stalnim sekutićima)	lobanja (isključujući rogove, ali uključujući mozak i oči) i kičmena moždina

Skrejpi

Klasični skejpi je bolest koja je poznata vekovima, a ugrožene vrste su ovce i koze. Inkubacioni period je uglavnom 2 do 5 godina. U ranoj fazi bolesti simptomi su nejasni, kao što su promene u ponašanju. Sa daljim razvojem bolesti, javljaju se tipični simptomi kao što su nervni (svrab, ataksija, preosetljivost) kao i gubitak vune/dlake i telesne težine. Smatra se da je glavni put infekcije alimentarni trakt, pa se iz njega prioni šire do centralnog nervnog sistema. Takođe, prioni su detektovani u placenti, a životinje se inficiraju konzumacijom placente i/ili gutanjem amnionske tečnosti zaraženih životinja. Takođe, dokazan je i prenos preko mleka na druge ovce ili koze. Postoji više sojeva priona klasičnog skrejpija koji nije zoonotska bolest.

Atipični skrejpi je otkriven 1998. godine, a tada je utvrđena različita struktura priona u odnosu na onaj koji izaziva klasični skrejpi, kao i da se lezije i atipični prioni nagomilavaju u malom mozgu u odnosu na klasični skrejpi prion koji se akumulira više u kičmenoj moždini. Smatra se da postoji samo jedan soj priona atipičnog skrejpija, a niža je i mogućnost prenosa sa životinje na životinju (stoga se uglavnom prijavljuju sporadični slučajevi). Klinički znaci bolesti su promene u ponašanju, emacijacija i ataksija. Ukazano je i na moguću infektivnost skeletnih mišića, perifernih nerava i limfoidnog tkiva obolelih životinja ili životinja u fazi inkubacije. Smatra se da je atipični skrejpi, kao i atipična BSE, bolest koja spontano nastaje u starijih životinja, bez spoljnog uticaja.

Kontrolne mere za klasični i atipični skrejpi uključuju pasivni nadzor nad životinjama koje su imale moguće kliničke znake skrejpija ili aktivni nadzor prema utvrđenim planovima uzorkovanja određenog broja malih preživara. Prilikom nadzora vrši se testiranje uzoraka nervnog tkiva nakon klanja histopatološki ili raznim testovima na prione (npr. *Western blot* ili raznim drugim testovima). Takođe, kontrolna mera je i odstranjivanje SRM (Tabela IV-2).

Tuberkuloza

Tuberkuloza je kontagiozna, uglavnom hronična zoonotska bolest karakteristična po nodularnim lezijama – tuberkulima, a izazvana je bakterijama iz roda *Mycobacterium*. *M. tuberculosis* je primarni uzročnik tuberkuloze ljudi (retko i drugih primata, pasa i papagaja), ali nije važan sa aspekta veterinarskog javnog zdravlja. *M. avium* izaziva bolest ptica, ali i svinja, a moguće i ljudi. Najvažniji uzročnik tuberkuloze ljudi sa gledišta veterinarskog javnog zdravlja je *M. bovis* koji je među životinjama primarno izazivač bolesti goveda, ali i koza i svinja (ovce i konji su izuzetno otporni).

Tuberkuloza izazvana sa *M. bovis* je predstavljala veliki problem do sredine dvadesetog veka. Od tada se primenjuju kontrolne mere koje su dovele do toga da su neke razvijene zemlje danas zvanično slobodne od ove bolesti, a sa druge strane neke razvijene zemlje i dalje imaju velike probleme sa njom (npr. Velika Britanija). U epizootiologiji bovine tuberkuloze poseban problem su divlje životinje u prirodi koje su rezervoari infekcije (jazavci, jeleni, lisice, divlje svinje).

Kada je reč o nastanku i karakteristikama bolesti životinja, put infekcije može biti inhalacijom (npr. goveda) ili ingestijom (npr. svinje). Klinička slika obolelih goveda je nespecifična i manifestuje se progresivnim mršavljenjem, selektivim (tkzv. „kapricioznim“) apetitom, groznicom (često naglašena nakon teljenja), kašljem, mogućom dijarejom. U ranim stadijumima bolesti zahvaćen je respiratorni trakt, a kasnije i drugi organi (nekada je bolest lokalizovana samo na jednom organu ili organskom sistemu kao na vimenu, koži, itd.). Karakteristične tuberkulozne lezije se prevashodno nalaze u respiratornom traktu goveda i u limfnim čvorovima glave. Često se dešava da zaražene životinje ne pokazuju znake bolesti.

Kontrolne mere za tuberkulozu podrazumevaju otkrivanje u živih goveda na farmama (tuberkulin kožni test ili alternativni testovi za detekciju *M. bovis* infekcije kao *IFN-γ* test) i njihovo slanje u klanicu. Goveda starija od 6 nedelja se jednom godišnje dijagnostički ispituju, a pozitivne životinje se upućuju na klanje u roku od 30 dana. Takođe, važna kontrolna mera je i veterinarska inspekcija mesa (tj. rutinska inspekcija svih goveda i ostalih životinja, a detaljnija inspekcija tuberkulinski pozitivnih goveda), kojom se prepoznaju tipične tuberkulozne lezije i vrši procena upotrebljivosti mesa (Poglavlje VII) uz bakteriološka ispitivanja sumnjivih lezija.

Paratuberkuloza

Paratuberkuloza (Džonova bolest) je hronična zarazna bolest preživara, mada je detektovana i u drugih vrsta, koju izaziva *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*. Ova bakterija se nalazi u fecesu zaraženih životinja pa se prenosi na druge ingestijom kontaminirane hrane i vode.

Inkubacija je duga, oko 2 godine, a tada se pojavljuju znaci hroničnog enteritisa praćeni upornom dijarejom i gubitkom težine što može da ima i fatalan ishod. Najznačajniji patomorfološki nalaz je zadebljanje zidova creva.

Kontrolne mere uključuju vakcinaciju (nije uvek efikasna), otkrivanje i uklanjanje zaraženih životinja sa farmi. Nepoznato je da li je ovo zoonoza, odnosno da li ima veze sa Kronovom bolešću ljudi.

Antraks

Bacillus anthracis izaziva oboljenje koje je prisutno u određenim distriktima (npr. plavna područja), a prijemčive su sve životinje i čovek.

Put infekcije za nastanak antraksa je oralni ili preko rana, mada je moguć i aerogeno (kod ljudi). Akutna ili perakutna bolest životinja je praćena hemoragičnom septikemijom, sa krvarenjima i nervnim simptomima. Postmortalni nalaz podrazumeva krvarenja, povećanu slezine i katranastu krv koja se ne zgrušava.

Od kontrolnih mera za ovu bolest, primenjuje se vakcinacija goveda i ovaca u antraksnim distriktima, kao i pojačana dezinfekcija i uklanjanje površine tla gde je boravila obolela životinja. Zabranjen je transport obolelih životinja i njihovo klanje, a zabranjeno je otvaranje životinja za koju se sumnja da je uginula od antraksa, već se leš neškodljivo uklanja.

Slinavka i šap

Od slinavke i šapa koja je virusna bolest (virus iz familije *Picornaviridae*, roda *Aphthovirus*) oboljevaju papkari. Relevantna međunarodna tela na polju javnog zdravlja i veterinarskog javnog zdravlja (Poglavlje I), ovu bolest ne smatraju zoonotskom.

Slinavka i šap je jedna od najkontagioznijih bolesti koja se prenosi svim poznatim putevima širenja (direktnim kontaktom, inhalacijom, ingestijom, inseminacijom). Mortalitet odraslih životinja je nizak dok mlađe češće uginjavaju kao posledica miokarditisa (nalaz je tkzv. „tigroidno srce”). Inkubacija je 2 do 14 dana, a bolest traje 1 do 2 nedelje uz spontano ozdravljenje. Ipak, kliconoštvo može da traje mesecima, pa čak do 2 ili 3 godine (goveda). Od simptoma bolesti javljaju se povišena temperatura, anoreksija, pad mlečnosti, slinjenje, laminitis, vezikule i erozije na ustima, jeziku, vimenu i papcima. Od komplikacija javljaju se superinfekcije na lezijama, deformacije stopala, mastitis, miokarditis, abortus itd.

Preventivne i kontrolne mere u pogledu slinavke i šapa uključuju zaštitu ugroženih zona ograničavanjem kretanja i nadzorom, vakcinacijom, dezinfekciju objekata, mogućeg zaraženog materijala, vozila, itd. Posebno je važno obratiti pažnju na proizvode od potencijalno zaraženih životinja jer virus preživljava u ohlađenom i smrznutom mesu. U slučaju nastanka epidemije, kontrolne mere podrazumevaju ubijanje i neškodljivo uklanjanje životinja (engl. *stamping out*).

Klasična kuga svinja

Klasična kuga svinja je vrlo kontagiozno nezoonsko virusno oboljenje (virus iz familije *Flaviviridae*, roda *Pestivirus*) koje je prisutno na svim kontinentima. U Evropi se javlja sporadično, uključujući i našu zemlju.

Na bolest su prijemčive domaće ali i divlje svinje koje su najverovatniji rezervoar infekcije. Infekcija svinja najčešće nastaje oralnim ili oronazalnim putem, ali i unošenjem zaraženih svinja u zapate i kontaktom sa njihovim sekretima i ekskretima, ili indirektno (transportna sredstva, preko zaraženog mesa i proizvoda, pomija, ljudi na farmi i posetilaca). Klinička slika je uglavnom teška i uključuje visoku temperaturu (do 42 °C), opstipaciju pa profuznu dijareju, tačkasta petehijalna krvarenja po koži, kao i crvene ili

plave pege po koži. Postoji i blaga forma bolesti koja se javlja ponekad kod starijih životinja, a u kojoj nedostaje tipičan klinički nalaz, mortalitet je nizak, javljaju se abortusi, a svinje su kliconoše. Patomorfološki se konstatuje hemoragična septikemija uz petehijalna krvarenja po serozama, mukozama, organima i limfnim čvorovima koji su mramorirani, kao i hemoragični infarkti slezine i čirevi u crevima (tkzv. „butoni”).

Kontrolne i preventivne mere su biosigurnost na farmama svinja i vakcinacija u zemljama gde bolest nije iskorenjena (u drugim je vakcinacija normalno zabranjena). Mere u slučaju pojave bolesti uključuju blokadu i formiranje zona (tj. zaražene i ugrožene zone), ubijanje (*„stamping out“*) i neškodljivo uklanjanje svinja spaljivanjem ili zakopavanjem uz mere dezinfekcije i deratizacije. U retkim situacijama kada se ova bolest svinja dijagnostikuje tek na klanici, meso je neupotrebljivo i uništava se.

Afrička kuga svinja

Afrička kuga svinja je kontagiozno nezoonotsko virusno oboljenje (virus iz familije *Asfarviridae*, roda *Asfivirus*) domaćih i divljih svinja, koje je nekada bilo ograničeno na Afriku, Srednju i Južnu Ameriku, kao i neke delove Evrope, a poslednjih godina se raširilo na veći deo Evrope i Aziju. Prenošenje virusa se odvija u silvatičkom ciklusu (u delovima Afrike, a uključuje prenos između svinja i krpelja *Ornithodoros* spp.) i ciklusu kod domaćih svinja (kontaktom, preko izlučevina zaraženih svinja, preko proizvoda od njih ili preko kontaminiranih predmeta).

Virus koji je vrlo otporan na uslove sredine se širi preko živih i uginulih svinja kao i proizvoda od njih, ali prevashodno preko kontaminirane stočne hrane i ljudi (odeća, obuća), kao i vozila, opreme, itd. Inkubacioni period je 4 do 19 dana. Klinička slika varira od perakutne koja se karakteriše iznenadnom smrću svinja, akutne (visoka temperatura, hemoragije po koži i unutrašnjim organima i visokim mortalitetom), subakutne do hronične (blaže povišena temperatura, gubitak apetita, depresija), zavisno od virulentnosti virusa. Patomorfološki se u akutnoj formi bolesti uočavaju uvećani limfni čvorovi, koji mogu biti i hemoragični, petehijalna krvarenja u kori, meduli i karlici bubrega, kongestivna splenomegalija, edem i vidljiva cijanoza kože koja nije prekrivena dlakom, ehimoze po koži nogu i abdomena, višak pleuralne, perikardijalne i peritonealne tečnosti, petehije u sluzokoži larinksa, mokraćne bešike i po unutrašnjim organima, kao i edem mezenterijalnih struktura. U hroničnoj formi bolesti se uočavaju ulceracije na koži i fokalne nekrotične promene na zglobovima, fokalna kazeozna nekroza pluća i njihova mineralizacija, kao i uvećanje limfnih čvorova.

Ne postoji vakcina niti se primenjuje lečenje afričke kuge svinja. U slučaju izbijanja bolesti, sprovodi se ubijanje svih svinja u zaraženoj zoni. Kontrola se oslanja na biosigurnosne mere u cilju prevencije unosa virusa u zemlju ili na farmu svinja.

Bruceloza

Brucelozu izazivaju *Brucella abortus* (uglavnom goveda), *B. canis* (psi), *B. melitensis* (koze i ovce, nekad i goveda), *B. ovis* (ovce), *B. suis* (svinje) i *B. neotomae* (pustinjski pacov). Bolest je raširena širom sveta, ali je uglavnom pod dobrom kontrolom u razvijenim zemljama.

Bolest se među životinjama prenosi kontaktom sa inficiranim fetusima, njihovim omotačima i tečnostima, a klinički simptomi uključuju abortus, epididimitis i orhitis.

Od kontrolnih mera, primenjuju se vakcinacija, serološko testiranje (goveda starija od 12 meseci osim mužjaka za tov, ovce i koze starije od 6 meseci) i testiranje mleka. Vršiti se logističko klanje (uz pojačanu bezbednost radnika) neinficiranih životinja iz inficiranih stada, a čije je meso upotrebljivo.

Bolest plavog jezika

Ovu bolest preživara izaziva virus (iz familije *Reoviridae*, roda *Orbivirus*) koji se prenosi među životinjama preko bioloških vektora - tj. insekata iz roda *Culicoides*. Stoga je bolest vezana za klimu u kojoj ovi insekti mogu da preživljavaju, odnosno ima geografski i sezonski karakter.

Morbiditet ovaca u stadu može da bude i do 100%, a mortalitet 30 do 70%, zavisno od osetljivosti rase ovaca. Mortalitet goveda je znatno niži. Inkubacija je obično 5 do 10 dana, a bolest varira od inaparentne (često kod goveda) do fatalne (ovce), zavisno od mnogih faktora, prevashodno virulencije uzročnika i osetljivosti životinje. Kod ovaca u akutnoj formi bolesti mogu da se zapaze visoka temperatura, depresija, obilna salivacija i dispneja, kao i hiperemija i kongestija njuške, usana i kapaka uz kasnije erozije, ulceracije i nekroze mukoze usta. Jezik je prvo hiperemičan i otečen a kasnije cijanotičan i viri iz usta. Patomorfološki se zapažaju kongestije, edemi, hemoragije, erozije i ulceracije digestivne i respiratorne mukoze.

Kontrolne mere uključuju kontrolu vektora i uvoza životinja, a nekada se primenjuje i vakcinacija.

Kju groznica

Kju (Q) groznica je zoonotska bolest izazvana rikecijom (koja je Gram-negativna bakterija) *Coxiella burnetii*.

Mnoge životinje su asimptomatski nosioci koksijejele, a njihovi urin, feces i mleko mogu biti infektivni. Bolest životinja se najčešće manifestuje sporadičnim pobačajima ili mrtvorodenim životinjama, a najčešće oboljevaju goveda, ovce i koze.

Kontrolne mere primarno uključuju biosigurnost na farmama (npr., dezinfekcija nakon porođaja ili abortusa).

Avijarna influenza

Ptičiji grip izaziva virus (iz familije *Orthomyxoviridae*), to jest *Influenza virus A* i to podtipovi H5 ili H7. Rezervoari virusa su divlje ptice (naročito vodene), a od visoko patogene avijarne influence oboljevaju pilići i ćurke, mada virus može da se prenese na još neke vrste životinja i čoveka. Bolest se prenosi među pticama direktno kontaktom i preko fecesa i sekreta ali i indirektno preko ljudi (odeća i obuća), vode, stočne hrane i opreme.

Nakon inkubacije od uglavnom 2 do 5 dana, javljaju se respiratorni znaci, nervni znaci, dijareja, cijanoze kreste i kože koja nije prekrivena perjem, kao i pad nosivosti. Patomorfološki se uočavaju edemi, kongestije, hemoragije i nekroze u unutrašnjim organima i na koži.

Kontrolne mere uključuju biosigurnosne mere (prvenstveno sprečavanje kontakta divljih i domaćih ptica, ali i ostale redovne mere na farmama). U slučaju izbijanja bolesti, vrši se depopulacija živine na farmama uz neškodljivo uništavanje leševa i sanitaciju farme. Neke zemlje primenjuju i vakcinaciju kao preventivnu meru u regionima koji se graniče (tj. ugrožena zona) sa onima gde je bolest izbila (tj. zaražena zona).

Nodularni dermatitis

Nodularni dermatitis (tkzv. „bolest kvrgave kože”) izaziva virus (iz familije *Poxviridae*, roda *Capripoxvirus*), a oboljevaju goveda i neke divlje životinje. Bolest nije zoonoza.

Morbiditet je 5 do 45%, a mortalitet do 10%. Bolest se prenosi uglavnom preko vektora-insekata (neke vrste komaraca i muva), ali je moguće i direktnim kontaktom ili ingestijom stočne hrane ili vode kontaminirane pljuvačkom zaraženih životinja. Nakon 4 do 20 dana, na koži se pojavljuju bolne lezije (čvorići, kvрге) pre svega na glavi, vratu, vimenu i perineumu koji mogu u naredne dve nedelje da nekrotiziraju. Ovo je u početku praćeno visokom temperaturom, a kasnije i rinitisom, konjuktivitisom i obilnom salivacijom, kao i smetnjama u hodu, padom mlečnosti i mogućim reproduktivnim smetnjama.

Kontrolne mere uključuju kontrolu vektora, vakcinaciju, ubijanje ili sanitarno klanje zaraženih životinja i neškodljivo uklanjanje leševa, kao i oprez prilikom uvoza životinja i animalnih proizvoda (kao što su meso ili koža).

Atipična kuga živine

Atipična kuga živine (tkzv. Njukastl bolest) se javlja kod domaćih ali i divljih ptica. Izaziva je virus (iz familije *Paramyxoviridae*, roda *Avulavirus*) koji nekad može da izazove i bolest čoveka. Virus se prenosi ingestijom ili inhalacijom sekreta inficiranih ptica.

Nakon inkubacije koja traje od 2 do 15 dana, javljaju se različiti simptomi, zavisno prvenstveno od patotipa virusa, i to respiratorni, neurološki, digestivni ili opšti poput letargije, edema, pada nosivosti itd. U skladu sa znacima bolesti su i patomorfološke lezije.

Kontrolne mere uključuju vakcinaciju i biosigurnosne mere na farmama, a u slučaju izbijanja bolesti, uništavanje zaraženog jata i sanitaciju objekata/farme.

V - OSIGURANJE BEZBEDNOSTI MESA TOKOM ODGOJA I U FAZI PRE KLANJA ŽIVOTINJA

Zarazne bolesti životinja uključuju u velikoj meri zoonoze koje mogu da se prenesu na ljude direktnim kontaktom ili preko hrane životinjskog i drugog porekla. Najveći deo alimentarnih hazarda za ljude ulazi u lanac mesa na nivou farme, pa je zato farma veoma važna faza lanca mesa u njihovoj kontroli.

Različiti sistemi odgoja životinja na farmi (integrisan ili neintegrisan, intenzivan ili ekstenzivan, otvoren ili zatvoren, organski ili neorganski, itd.) nose sa sobom različite probleme vezane za zdravlje i dobrobit životinja, kao i za javno zdravlje, odnosno za bezbednost mesa. Razmatranje svakog sistema odgoja životinja kao početka lanca mesa je vrlo kompleksno, stoga su u ovom poglavlju dati opšti principi osiguranja bezbednosti, ali i kvaliteta, mesa u pre-harvest fazi, sa naglaskom i na postojeće zakonske zahteve.

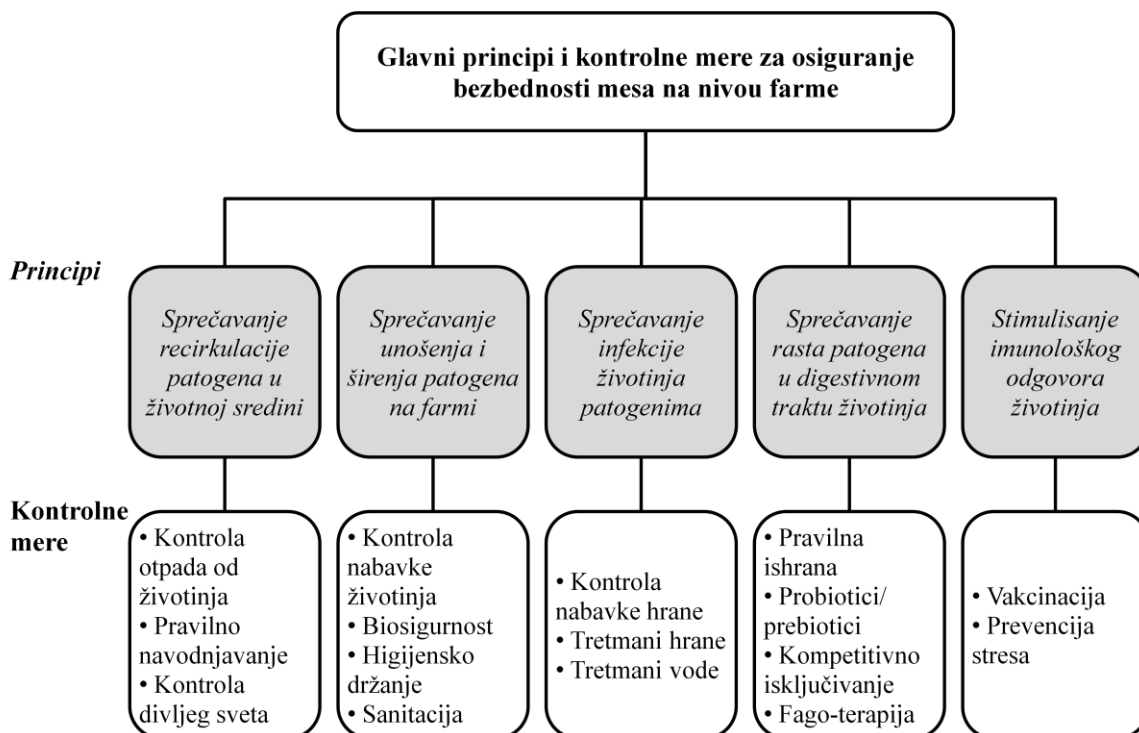
Mnogobrojne su veze između farme životinja i bezbednosti i kvaliteta mesa - neke su još uvek nerazjašnjene, a neke ukazuju na koliziju između dobrobiti životinje i kvaliteta mesa, sa bezbednošću tog mesa (iako je bezbednost jedan od činilaca samog kvaliteta mesa). Ipak, generalno je jasno da proizvodnja zdravih, čistih i nestresiranih životinja doprinosi bezbednijem i kvalitetnijem mesu.

KONTROLA ALIMENTARNIH HAZARDA NA FARMI

Da bi se na farmama osiguralo zdravlje i dobrobit životinja i da bi se smanjilo širenje alimentarnih hazarda (Poglavlje II), a prevashodno bioloških, uključujući i onih rezistentnih na antimikrobna sredstva, neophodno je uspostaviti i pridržavati se preduslovnih programa (opisani dalje za druge faze lanca mesa u Poglavlju X). Preduslovni programi se u nekim delovima preklapaju, a na farmi primarno uključuju: 1) dobru farmsku praksu (GFP) koja podrazumeva odgovorno upravljanje farmom i obučene i savesne radnike u cilju osiguranja zdravlja (prvenstveno od zaraznih bolesti pridržavanjem biosigurnosnih mera) i dobrobiti životinja, 2) dobru veterinarsku praksu (GVP) koja podrazumeva adekvatne veterinarske tretmane životinja koji su bazirani na ispravnoj dijagnozi i razumnom korišćenju antimikrobnih sredstava (a nikako kao promoteri rasta ili u profilaktičke svrhe), kao i uključivanje u sistem monitoringa i nadzora bolesti životinja na farmi, i 3) dobru higijensku praksu (GHP) koja se odnosi na držanje životinja (higijena u cilju zdravlja samih životinja i bezbednosti hrane za ljude), biosigurnost, sanitaciju (čišćenje, dezinfekcija, skladištenje hemijskih sredstava), čuvanje i pripremu hrane za životinja (tj. stočne hrane), kao i na sve što se odnosi na životnu sredinu na farmi i njenoj okolini.

Sa gledišta veterinarskog javnog zdravlja i uloge veterinara u lancu hrane, kontrola hemijskih hazarda je, u principu, jednostavnija nego kada su u pitanju biološki hazardi, kako u celom lancu hrane, tako i na nivou farme. Ona je prevashodno zasnovana na navedenim preduslovnim programima. Kontrola rezidua veterinarskih lekova se osigurava kroz dobru veterinarsku praksu na farmi, dok se kontaminanti hrane za životinje kontrolišu dobrom farmskom praksom. Kontaminanti koji potiču iz životne sredine (npr. teški metali) se takođe kontrolišu dobrom farmskom praksom, koja u širem smislu podrazumeva i lokaciju farme.

Kada je reč o biološkim hazardima, kontrola je dobrim delom zasnovana na dobroj higijenskoj praksi, ali je prilično kompleksna. Najznačajniji alimentarni patogeni, poput *Salmonella*, *Campylobacter* i *E. coli* O157, potiču od zdravih farmских životinja koje ih fekalno izlučuju. Ovi patogeni sa farme dospevaju do čoveka na različite načine - putem mesa i druge hrane animalnog porekla, vode, voća/povrća, kao i direktnog kontakta sa životinjama. Kontrola ovih patogena na nivou farme predstavlja važan aspekt u sveukupnoj redukciji alimentarnih bolesti. Kontrola bioloških alimentarnih hazarda, a samim tim i bezbednost mesa na nivou farme, se ostvaruju kroz sledeće principe (Šema V-1): 1) sprečavanjem recirkulacije patogena u životnoj sredini, 2) sprečavanjem unošenja i/ili širenja patogena na farmi, 3) sprečavanjem infekcije životinja patogenima, 4) inhibisanjem (supresijom) patogena u digestivnom traktu životinja, i 5) stimulisanjem imunološkog odgovora životinja.



Šema V-1. Principi kontrole alimentarnih hazarda na nivou farme¹⁹

Sprečavanje recirkulacije patogena u životnoj sredini

Farmske životinje mogu biti izložene alimentarnim patogenima putem ispaše, stočne hrane ili vode koji su ranije kontaminirani širenjem netretiranog klaničnog (iz stočnog depoa, sadržaj creva) i/ili čvrstog i tečnog farmškog otpada koji služi za đubrenje poljoprivrednog zemljišta, a koje može da sadrži enterične patogene. Stoga, neadekvatan menadžment životinjskog otpada pre aplikacije na zemljišta (tj. đubrenja) ili navodnjavanje useva vodom koja je kontaminirana otpadom sa farme, može da dovede do tzv. „recikliranja patogena“ i da posreduje infekcijama i reinfekcijama farmских životinja, ali i da direktno vodi infekcijama ljudi koji konzumiraju sirove useve. Takođe,

¹⁹ Izvor: Noerrung et al., 2009

farmske i divlje životinje mogu da budu rezervoari istih alimentarnih patogena (npr. goveda i jeleni za *E. coli* O157 ili domaće i divlje ptice za *Salmonella*), pa da svaki njihov kontakt u okviru ili van farme posreduje recirkulaciji tih patogena. Stoga je u sprečavanju recirkulacije patogena u životnoj sredini fokus na upravljanje otpadom od životinja, pravilno navodnjavanje useva i na onemogućavanje kontakta divljih sa farmskim životinjama.

Glavne kontrolne mere u prekidanju ovog „farma - životna sredina - farma“ ciklusa mikrobioloških patogena uključuju odgovarajuće skladištenje čvrstog otpada i tretiranje tečnog otpada pre aplikacije na zemljište. Kompostiranje čvrstog otpada generiše temperaturu koja odgovara pasterizaciji (55°C do preko 60°C) pa eliminiše veliku proporciju vegetativnih formi patogena. Period preživljavanja patogena u zemljištu varira i zavisi od mnogo faktora; ipak, utvrđeno je da *Salmonella* spp. mogu da prežive i preko dve godine, a *Listeria monocytogenes* oko deset meseci. Svakako, ovo preživljavanje je duže ukoliko se organski otpad aplikuje u zemljište injekcionim metodom, koji se često primenjuje zbog kontrole neprijatnih mirisa, nego ukoliko se izvrši njegova površinska aplikacija, jer su patogeni tako više izloženi antimikrobnim faktorima kao što su isušivanje i sunčevi zraci. Treba voditi računa i da ispusti sa farmi ne završavaju direktno u vodotokovima, jer to može da pogoduje širenju patogena na veće udaljenosti. Takođe, direktan kontakt farmskih i divljih životinja se sprečava ograđivanjem farme, odnosno pašnjaka.

Sprečavanje unošenja i/ili širenja patogena na farmi

Novouvedene inficirane životinje u zapat su glavni izvor alimentarnih patogena za ostale životinje na farmi. Stoga, dobavljanje novih životinja samo iz kontrolisanih izvora može da spreči farmske infekcije. Takođe, mešanja životinja tokom odgoja (tj. uvođenje novih i mešanje različitih starosnih kategorija) vodi infekcijama i unakrsnoj kontaminaciji. U vezi sa tim, takozvani sistem „sve unutra – sve napolje“ sa efikasnom sanitacijom između tkzv. „turnusa“, efikasna je mera u snižavanju rizika od infekcija farmskih životinja. Pored toga, unošenje mikrobioloških patogena u farmu, kao i širenje patogena po različitim objektima na farmi često se dešava putem raznih vektora, uključujući tu inficiranu divljač, štetočine, inficirane i kontaminirane ljude (radnici, posetioci), kao i putem kontaminirane opreme. Na primer, važnost glodara (miševi, pacovi) se ogleda u tome što jedan miš koji nosi *Salmonella* može u toku dana da izlučuje 5 do 7 logaritama ovog patogena fecesom, a što je dovoljno za infekciju farmske životinje. Takođe, već je pomenuto da jelen koji deli pašnjak sa govedima može da bude izvor *E. coli* O157 za njih. Stoga, potrebno je da se obezbedi primena efikasnih biosigurnosnih mera u cilju prevencije ili redukcije izloženosti životinja ovim vektorima. Na kraju, ljudi (radnici, posetioci) su važan vektor raznih infekcija životinja pa je potrebno voditi računa o njihovoj obući pre i tokom rada, obući i odeći, itd.

Kada jednom uđu na farmu, patogeni mogu da prežive duži period (dani, nedelje ili meseci) u farmskoj sredini na podlogama kao što su zemljište, feces ili razni građevinski materijali. Takođe, patogeni mogu da se pričvrste za čestice prašine i kapljice tečnosti i da tako putem vetra budu prenete na značajne udaljenosti. Generalno, iako postoje velike razlike među sojevima, alimentarni patogeni poput *Salmonella*, *Campylobacter* i *E. coli* O157 odumiru u velikoj meri kada su izloženi višim temperaturama i isušivanju, dok na nižim temperaturama i u vodi, odnosno vlažnoj sredini dosta dobro preživljavaju.

Kada su patogeni već unešeni na farmu, fizička blizina životinja koja je povezana sa intenzivnim zatvorenim sistemima gajenja doprinosi povećanom horizontalnom prenosu među životinjama, u poređenju sa otvorenim ekstenzivnim sistemima gajenja. Mogući putevi širenja patogena uključuju aerosol, čest međusobni fizički kontakt životinja (preko kože) ili kontaminiranih površina u ograničenom prostoru, kao i „socijalni“ kontakt (npr. međusobno lizanje). Dodatno, pojilice/korita za vodu i hranilice koje koristi više životinja mogu da služe kao vektor za širenje patogena. Ovo je dokazano u slučaju *E. coli* O157 koja u vodi preživljava mesecima, a čak može i da se umnožava u sedimentu, što znači da može da preživi između dve sezone ispaše. Čak i vertikalni prenos (sa majke na potomke) može da se desi u slučaju alimentarnih patogena, ali je on od mnogo manjeg značaja od horizontalnog. Sveukupno, primena higijenskih mera u stočarstvu koje podrazumevaju efikasne režime čišćenja/sanitacije uz dezinfekciju (površina, opreme, transportnih sredstava, itd.) su ključni u osiguranju bezbednosti mesa na nivou farme.

Poštovanje ovog principa kontrole alimentarnih hazarda na nivou farme je naročito bitan u slučaju intramuskularnih parazita (*Trichinella*, *Toxoplasma gondii*, itd.). Adekvatne biosigurnosne mere na farmama, kao što su kontrola glodara, mačaka ali i divljeg sveta, su ključne u kontroli parazita odnosno osiguranju bezbednosti mesa u pogledu njih.

Sprečavanje unošenja patogena od strane životinja

Kontaminirana stočna hrana je važan izvor alimentarnih patogena za same životinje. Ovo je naročito dokazano u slučaju *Salmonella* spp. u svinja i živine. Pored hrane, pijaća vode je drugi važan izvor infekcije životinja. Mikrobiološka kontaminacija stočne hrane može poticati od njenih samih sirovina/komponenti (tj. „sa njive“) ili ona može biti naknadno kontaminirana preko raznih štetočina (glodari, ptice) koje su u kontaktu sa hranom tokom skladištenja.

Stoga, nabavka stočne hrane iz kontrolisanih izvora i skladištenje koje onemogućava pristup štetočina su važni elementi sistema bezbednosti mesa na farmi. Dodatno, u cilju prevencije i/ili redukcije ingestije patogena od strane životinja, stočna hrana može da se podvrgne određenim antimikrobnim tretmanima; npr. u cilju kontrole *Salmonella* spp. u svinja, tečna hrana može da se podvrgne procesu fermentacije. Takođe, adekvatan postupak u dobijanju silaže je važan u cilju inhibicije *Listeria monocytogenes*. Dodavanje zakišeljivača i termički tretmani hrane, kao i razni antimikrobni tretmani pijaće vode su takođe moguće mera u cilju redukcije rizika od alimentarnih hazarda na farmi.

Inhibisanje patogena u digestivnom traktu životinja

Ukoliko prethodni princip nije ispoštovan ili se pokaže nedovoljno efikasan, tj. ukoliko ipak dođe do infekcije životinja i alimentarni patogeni su već prisutni u digestivnom traktu, moguće je sprečiti njihov rast primenom probiotika, prebiotika i/ili kompetitivnog isključivanja. Probiotici predstavljaju korisne mikroorganizme koji deluju antagonistički na patogene modifikovanjem ambijentalnih faktora u crevima ili proizvodnjom određenih antimikrobnih supstanci (npr. bakteriocini). Uglavnom se u ovu

svrhu koriste mlečnokiselinske bakterije. Prebiotici predstavljaju odabrane materije kojima se životinje hrane kako bi redovna/korisna mikrobiota u crevima pojačala svoju ulogu i pojačala svoju kompetitivnost. Te hranljive materije (šećeri ili druge organske materije) ne bivaju svarene od strane životinja nego se koriste od strane komensalnih mikroorganizama u crevima. Strategija kompetitivnog isključivanja predstavlja hranjenje životinja odabranim nepatogenim sojevima bakterija koje se pričvršćuju na mukozu creva i time dovode do zauzimanja (zasićenja) mesta na mukozu creva i onemogućavanja ili redukcije pričvršćivanja patogena na ta mesta. Na primer, *Salmonella* spp. može da se kompetitivno isključi u intenzivnom odgoju pilića tako što se oni hrane crevnim sadržajem odraslih kokošaka koji je prethodno razređen, samleven i anaerobno fermentisan.

Svi navedeni načini sprečavanja fekalne ekskrecije patogena su zasad efikasni samo u monogastričnih životinja (svinje i živina). Kod preživara je znatno teže promeniti crevnu mikrobiotu primenom probiotika, prebiotika i kompetitivnog isključivanja, usled mikrobioloških i fizioloških procesa koji se redovno odigravaju u buragu. Ipak, istražuje se metod primene bolusa (zalogaja) koji su otporni na uslove u buragu i koji će omogućiti probioticima i prebioticima da nepromenjeni stignu u creva. Takođe, vrše se i istraživanja primene bakteriofaga (virusi koji su specifični za određene bakterije) ali je široka praktična primena još uvek daleko. U nekim vanevropskim zemljama je dodavanje antibiotika stočnoj hrani redovna praksa kontrole alimentarnih patogena, ali u Evropi ovaj pristup nije dozvoljen zbog mogućih negativnih efekata na zdravlje životinja i širenja antimikrobne rezistencije.

Postoje mnogobrojne studije o efektu tipa ishrane i uskraćivanju hrane na izlučivanje patogena: npr. da li je izlučivanje *E. coli* O157 veće u goveda hranjenih zrnastom ili kabastom hranom ili da li uskraćivanje hrane govedima 1 do 2 dana pre klanja zapravo smanjuje ili povećava fekalnu ekskreciju *E. coli* O157. Sveukupno, rezultati ovih studija su još uvek nejasni i činjenica je da je ovo izlučivanje fecesom uslovljeno mnogobrojnim faktorima (uključujući i nepoznate) koji deluju istovremeno.

Stimulisanje imunološkog odgovora životinja

Infekcija životinja alimentarnim patogenima, kao i kasnije izlučivanje patogena, su u vezi sa imunološkim statusom životinja. Vakcinacija životinja predstavlja obećavajuću strategiju za redukciju alimentarnih patogena na nivou farme. Vakcine protiv *Salmonella* sojeva se uspešno koriste kod svinja, goveda i živine. Ipak, za druge patogene poput *E. coli* O157 i *Campylobacter*, iako su razvijene efektivne vakcine, one još uvek nisu u širokoj praktičnoj primeni. Dodatno, stres farmskih životinja može da poremeti normalnu, balansiranu crevnu mikrobiotu što rezultira smanjenom otpornošću na kolonizaciju patogenima. Neki stresni faktori se javljaju prirodno (npr. porođaj ili odlučivanje), dok se drugi javljaju usled loših farmskih praksi (npr. neadekvatan smeštaj, nagle promene u ishrani ili grubo rukovanje životinjama). Stoga, i redukcija stresa predstavlja važan element u osiguranju bezbednosti mesa na farmi.

KONTROLA ALIMENTARNIH HAZARDA PRILIKOM TRANSPORTA OD FARME DO KLANICE

Generalno gledano, sve farmske životinje na kraju završavaju u klanicama, čak iako im primarna namena nije bila proizvodnja mesa. Iako transport životinja sa farme na klanicu predstavlja relativno kratak period u njihovom životu, ova faza u lancu mesa je izuzetno bitna sa gledišta zdravlja životinja uključujući i širenje zaraznih bolesti, bezbednosti mesa (prevashodno zbog unakrsne kontaminacije tkzv. „nevidljivim“ patogenima), kao i dobrobiti životinja i kvaliteta mesa (Poglavlje VI). Ovi aspekti su postali naročito bitni kada je u razvijenim zemljama došlo do smanjenja broja malih, lokalnih, zanatskih klanica i situacije da se najveći broj životinja prima na klanje u malom broju velikih, industrijskih klanica. One uglavnom dobavljaju životinje sa velikog broja farmi, koje su često i vrlo udaljene od same klanice.

Tabela V-1. Dozvoljena gustina životinja prilikom drumskog transporta²⁰

Vrsta	Kategorija	Minimalni prostor
Goveda	telad oko 50 kg	0,3 – 0,4 m ² /grlo
	telad oko 110 kg	0,4 – 0,7 m ² /grlo
	telad oko 200 kg	0,7 – 0,95 m ² /grlo
	goveda oko 325 kg	0,95 – 1,3 m ² /grlo
	goveda oko 550 kg	1,3 – 1,6 m ² /grlo
	goveda preko 700 kg	preko 1,6 m ² /grlo
Svinje	sve svinje moraju da budu u stanju da legnu i da ustanu u prirodni položaj - u tom cilju, prilikom utovara svinja ne sme biti prekoračena granica od 235 kg/m ² (ekvivalentno 0,425 m ² /100 kg)	
Mali preživari	ošišane ovce do 55 kg i jagnjad ≥26 kg	0,2 – 0,3 m ² /grlo
	ošišane ovce preko 55 kg	>0,3 m ² /grlo
	neošišane ovce do 55 kg	0,3 – 0,4 m ² /grlo
	neošišane ovce preko 55 kg	>0,3 m ² /grlo
	koze do 35 kg	0,2 – 0,3 m ² /grlo
	koze do 35 do 55 kg	0,3 – 0,4 m ² /grlo
	koze preko 55 kg	0,4 – 0,75 m ² /grlo
Živina	<1,6 kg	180 - 200 cm ² /kg
	1,6 kg do <3 kg	160 cm ² /kg
	3 kg do <5 kg	115 cm ² /kg
	>5 kg	105 cm ² /kg

U našoj zemlji, transport životinja se gotovo uvek vrši drumskim putem (tj. kamionima), dok se u drugim zemljama vrši i železnicom ili vodenim putevima. Transport uključuje faze utovara i istovara koji su vrlo kritični sa aspekta dobrobiti i mogućnosti povređivanja životinja. Isto tako, ove dve faze, naročito istovar, mogu biti i

²⁰ Regulativa EU 1/2005

korisne u premortalnoj inspekciji. Tabela V-1 prikazuje minimalni prostor, odnosno dozvoljenu gustina životinja pri drumskom transportu. Dozvoljene gustine mogu da variraju zavisno od fizičkog stanja životinja, meteoroloških uslova (potrebno je za 20% povećanje prostora za svinje kada su visoke spoljašnje temperature) i dužine planiranog puta. Takođe, životinje sa rogovima treba da imaju 7% više prostora nego što je prikazano u Tabeli V-1.

Pre samog utovara u prevozno sredstvo, vrši se ocena podesnosti životinja za transport koja direktno utiče i na samu podesnost životinja za klanje. Životinje moraju biti u stanju da se utovare u transportno sredstvo bez primene sile i da mogu da stoje na svim nogama. Životinje koje nisu podesne za transport se ne utovaraju, dok je potrebno da nadležni veterinar pregleda sve sumnjive životinje pre utovara. Primeri životinja koje nisu podesne za transport su bolesne, slabe ili izuzetno umorne životinje, odnosno one koje ne mogu samostalno da se kreću, gravidne ženke u poslednjoj desetini graviditeta i ženke sedam dana *post-partum*, kao i novorođene životinje sve dok im pupak ne zaraste. Životinje moraju da budu praćene pismenom deklaracijom koja se uručuje veterinarskom inspektoratu po prispeću na klanicu. Deklaracija mora da sadrži potrebne informacije o životinjama uključujući tu njihov identitet, zdravstvene tretmane, kao i znake bolesti ili povreda koje je pokazivala. Životinje koje nisu spremne za transport mogu biti transportovane samo do najbliže tačke gde se može izvršiti klanje ukoliko to ne bi izazvalo njihovu nepotrebnu patnju.

Postoje i specifičnosti koje utiču na podesnost transportnog sredstva. Vozilo kojim se vrši transport mora biti opremljeno i mora da se održava u skladu sa specifičnim zahtevima za transport životinja, prvenstveno vezanim za sanitaciju (čišćenje i dezinfekciju) vozila između transporta različitih grupa životinja. Vozilo mora da ima pristupnu rampu koja mora biti potpuno nezavisna od vozila, opremljena sa horizontalnim branicima, a ne sme biti napravljena od materijala koji je klizav, koji lupa dok životinje prelaze preko nje i koji jako sija. Rampa kao i vozilo za transport stoke moraju biti adekvatno osvetljeni, kako ne bi došlo do zaslepljivanja životinja. Pod vozila u kom se transportuju životinje, kao i rampa, ne sme da lupa, bude sjajan i klizav i treba da bude prekriven prostirkom ili materijalom sličnih karakteristika. Može da bude opremljen sa rešetkama postavljenim u zadnje uglove, iznad kontejnera za skupljanje izmeta, tako poboljšavajući čistoću i smanjujući rizik od klizanja. Poželjno je da u vozilu postoje i pregrade koje se lako instaliraju i koje su dobro pričvršćene, jer odvojenost životinja u vozilu smanjuje negativne interakcije i poboljšava transportne uslove smanjivanjem gubitka ravnoteže i napora životinje da stoji za vreme transporta. Neophodno je postojanje adekvatnog pristupa životinjama tako da vozač može da interveniše bezbedno, ako postoji potreba.

Transport pogoduje širenju infektivnih bolesti životinja, uključujući i zoonotske. Kretanje životinja sa farme do klanice uvek nosi i opasnost od širenja bolesti, naročito ako uključuje i stočne pijace u međuvremenu ili već uobičajenu pojavu otkupljivanja životinja sa više malih farmi, sakupljanje u jedno prevozno sredstvo i tek onda transport do klanice (tj. nakupci). Stres povezan sa rukovanjem i transportom može da dovede do slabljenja imunog sistema i dodatno da poveća osetljivost životinje na infekcije, kao i da poveća fekalnu ekskreciju patogena, pa se fekalna kontaminacija nakon toga širi po prevoznom sredstvu. Dok se životinje transportuju, postoji opasnost od prenošenja infekcije na zdrave individue, kao i unakrsne kontaminacije životinja koja može da ugrozi bezbednost mesa.

Kontaminacija, uključujući i unakrsnu kontaminaciju životinja alimentarnim patogenima tokom transporta (što važi i za stočni depo) je ključni problem ove faze u lancu mesa. Razlog tome je povećana fekalna ekskrecija patogena usled stresa koji je

posledica nepoznatog okruženja i/ili mešanja sa nepoznatim životinjama, kao i nepoštovanja dobrobiti životinja. Svakako, produžen transport ili boravak u stočnom depou i prethodna kontaminacija transportnih vozila i depoa doprinose povećanju prisustva i/ili nivoa alimentarnih patogena u klanici. U pogledu kontaminacije u fazi transport-depo, postoje četiri grupe životinja: 1) životinje koje su inficirane ili kontaminirane na farmi i fekalno izlučuju patogene, 2) životinje kojima se usled stresa tokom ove faze reaktivira latentna infekcija nastala na farmi i one postanu fekalni izlučivači, 3) životinje koje se inficiraju tokom faze od farme do klanja i počnu da izlučuju patogene bakterije (ako ta faza traje predugo), i 4) životinje čija se koža unakrsno kontaminira patogenima od fekalnih izlučivača ili na druge načine.

Kontaminacija i unakrsna kontaminacija kože se dešavaju aerogenim putem (aerosol), kontaktom između životinja (trljanje telima, lizanje, direktna fekalna kontaminacija), kontaktom sa površinama (zidovi, podovi) i preko hrane i vode. Bakterije mogu da prežive različito vreme na raznim materijalima u vozilima i depou, a najbolje preživljavaju na koži životinja, zatim na slami, pa na betonu, a naslabije na metalu. Vreme decimalne redukcije (tj. vreme za koje se nivo bakterija smanji za 1 logaritam) *E. coli* O157, *Salmonella* i *Campylobacter* je u ovim sredinama uglavnom duže od 1 nedelje. Takođe, preživljavanje je duže na prljavim nego na čistim površinama, kao i na vlažnim nego na suvim površinama. Ležanje životinja je poželjno sa gledišta dobrobiti, kako bi im se omogućio odmor, ali je nepoželjno sa gledišta kontaminacije kože i posledične bezbednosti mesa.

Trajanje transporta je naročito bitno sa aspekta kontaminacije životinja, ali i sa aspekta dobrobiti. Transport idealno treba da traje što je kraće moguće, a ukoliko je vreme transporta duže od 8 časova, kamioni moraju biti specijalno opremljeni sistemom za napajanje, kao i da u njima postoji mogućnost hranjenja životinja. U našoj zemlji samo trajanje transporta je relativno kratko (npr. u poređenju sa velikim zemljama kao što je Australija, SAD, itd.), ali se ponekad dešava da ono vremenski dugo traje iako je udaljenost farme i klanice mala. Produženi, kao i bilo koji drugi vid neadekvatnog transporta životinja (npr. prenatranost) sa farmi u klanice podrazumeva mnogobrojne negativne uticaje na životinje, odnosno na kvalitet i bezbednost dobijenog mesa, ali i klaničnu vrednost životinja. Osim negativnih efekata na dobrobit (Poglavlje VI) koji se ogledaju u pojavi povreda, kao i manje vrednog PSE (bledog, mekog i vodnjikavog) i DFD (tamnog, čvrstog i suvog) mesa, svaki transport a naročito neadekvatan, izaziva stres i utiče na imuni status životinja čime se pojačava ekskrecija alimentarnih patogena koji su prisutni u digestivnom traktu klinički zdravih životinja i čime povećava rizik od kasnije kontaminacije mesa.

Transport ima i određene ekonomske efekte koji su izuzetno bitni u industriji mesa. Pored neizostavnih troškova transporta kao što su potrošnja goriva, amortizacija i ljudstvo, tu su i uginuća i gubitak telesne težine životinja (transportni kalo). Ekonomski aspekti transporta podrazumevaju i postojanje komercijalnog pritiska proizvođača mesa (farmera i/ili klaničara) da se poveća gustina životinja. Međutim, zbog navedenih negativnih, direktnih ili indirektnih, uticaja produženog transporta ili prenatranosti, sve je veća težnja industrije mesa za pravilnim transportom jer je dugoročno isplativiji.

KONTROLA ALIMENTARNIH HAZARDA U STOČNOM DEPOU

Mesto u kom životinje za proizvodnju crvenog mesa provode vreme pre klanja da bi im se omogućio oporavak od napornog transporta, gde se grupišu iz logističkih razloga, kao i gde se najčešće sprovodi premortalna inspekcija i vrši razvrstavanje životinja, naziva se stočni depo. Kao i tokom transporta, za vreme držanja životinja u stočnom depou, postoji opasnost od prenošenja infekcije sa bolesnih na zdrave životinje, kao i unakrsne kontaminacije životinja. Vreme zadržavanja životinja u depou može da bude i do 48 h, a u principu ne bi smelo da bude duže od toga, sem ukoliko to odobri veterinarski inspektor u specifičnim slučajevima. Svrha smeštanja u stočni depo je da se životinje odmore od transporta, a u slučaju dužeg ostanka, da budu nahranjene i napojene. Sa aspekta dobrobiti, duže vreme boravka životinja u depou je korisno da bi se oporavile od transporta. Međutim, duži boravak može biti i dodatno stresan za životinje, ukoliko drugi aspekti osiguranja dobrobiti nisu ispoštovani (Poglavlje VI) – npr. u depou je došlo do mešanja nepoznatih životinja. Sa aspekta higijene, produženi boravak je nepovoljan jer pospešuje unakrsnu kontaminaciju između životinja. Odmor životinja pre klanja treba da omogući restituciju depoa glikogena u mišićima i fizioloških funkcija koje su oslabljene stresnim faktorima u transportu, što omogućava intenzivnije i potpunije iskrvarenje zaklane životinje i normalne postmortalne procese (Poglavlje XIII).

Voda treba da je na raspolaganju sve vreme osim 2 h pre klanja kada se vrši uskraćivanje vode životinjama. Hrana treba da je dostupna ako se životinje zadržavaju duže od 12 h, jer duže gladovanje izaziva smanjeni prinos mesa i nepovoljno utiče na dobrobit. Međutim, vrši se uskraćivanje hrane 12 h pre klanja sisara (često još na samoj farmi pre transporta), jer pun digestivni trakt podrazumeva veću mogućnost rupture i curenja sadržaja prilikom evisceracije, što vodi kontaminaciji mesa. Pored toga, veća zapremina digestivnog trakta vodi i većem problemu uklanjanja sporednih proizvoda klanja životinja (Poglavlje IX).

Stočni depo po dizajnu i opremi odgovara „farmi u sklopu klanice“.U njemu iz razloga dobrobiti i redukcije kontaminacije, ali i zbog premortalne inspekcije mesa (Poglavlje VII), prostor po grlu treba da bude odgovarajući (Tabela V-2). Stočni depo mora imati adekvatno osvetljenje, ventilaciju, kao dovoljan broj boksova, uključujući i boks za izolaciju bolesnih i povređenih životinja. Životinje treba da budu u mogućnosti da se slobodno kreću tokom boravka u depou, a ne bi trebalo držati različite vrste životinja u istom depou.

Tabela V-2. Preporučeni minimalni prostor po grlu za životinje u depou

Vrsta životinja	Prostor po grlu
Goveda	2,3 - 2,8 m ²
Teške svinje, ovce, telad	0,7 - 0,8 m ²
Mesnate svinje	0,6 m ²

Radnici u stočnom depou moraju biti obučeni da rukuju životinjama bez primene sile, a buka treba da se svede na najmanju moguću meru (Poglavlje VI). U klanicama za živinu ne postoji klasičan stočni depo, već se klanje živine vrši odmah pri prispeću u klanicu ili živina boravi kratko vreme u kavezima u transportnom sredstvu ili prijemnom

delu klanice. U svakom slučaju, postupanje sa živinom pre klanja (hvatanje, kačenje na lire) mora biti veoma pažljivo da se izbegnu stres, modrice i prelomi.

Higijena stočnog depoa je ključna u prevenciji kontaminacije životinja. Boravak životinja u stočnom depou podrazumeva proizvodnju velike količine stajnjaka koje je potrebno redovno uklanjati, a potom izvršiti čišćenje i dezinfekciju depoa, kako se ne bi kontaminirale naredne grupe životinja. Način držanja životinja u depou mora biti takav da se spreči njihova dalja kontaminacija. Dizajn depoa treba da je prilagođen vrsti životinja za klanje i takav da se onemogući njihovo samopovređivanje, kao i da smanji mogućnost kontaminacije. Podovi treba da su čvrsti sa podlogom koja onemogućava klizanje, kao i da imaju nagib za ceđenje i slivnike. Rešetkasti podovi su nekada dobro rešenje, ali stvaraju probleme sa uklanjanjem đubreta i dezinfekcijom ukoliko nisu pokretni. Na podove se postavlja čista prostirka za ovce, ali ne za goveda i druge životinje (sem ako goveda ne ostaju da borave duže u depou, odnosno preko noći, a nekad i u slučaju neprihvatljivo prljavih životinja (Tabele V-3 i V-4) koje se ostaljuju u depou da se osuše pre šišanja i slanja na klanje). Produženo zadržavanje životinja u depou otežava režim sanitacije. Što je duže zadržavanje u depou, to veća kontaminacija sa patogenim mikroorganizmima.

Čistoća životinja (naročito preživara) pre klanja je od ključnog doprinosa higijeni klanja, odnosno procesnoj higijeni klanica (Poglavlje VIII). Žive životinje su asimptomatski nosioci najvažnijih alimentarnih patogena (*E. coli* O157, *Salmonella* spp. i *Campylobacter* spp.) koje potiču iz njihovog alimentarnog trakta i posledično se nalaze na fekalno kontaminiranoj koži/vuni/perju, a tokom klanja i obrade kontaminiraju meso trupova. Pošto „prljavija“ životinja vodi „prljavijem“ trupu, njihova čistoća se smatra značajnom u higijeni mesa, naročito goveda i ovaca, mada je u nekoj meri primenjiva i na ostale vrste (svinje, živina). Čistoća životinja zavisi od klime, geografske lokacije i godišnjeg doba, ali zavisi i od načina transporta i odgoja i nege životinja – stoga je važna uloga farmera u ovom slučaju. U EU, propisi obavezuju subjekte u poslovanju hranom animalnog porekla da „životinje moraju biti čiste“ i da se određene akcije moraju preduzeti ukoliko to nije slučaj. Kategorisanje goveda i ovaca pre klanja prema vizuelnoj čistoći kože/vune se rutinski koristi u mnogim evropskim zemljama kao što su Velika Britanija (Tabela V-3), neke skandinavske zemlje (Tabela V-4), kao i Irska, Francuska, Belgija i neke druge zemlje. Cilj je da se preterano prljave životinje uopšte ne šalju sa farme na klanje; ili da se njihovo klanje vrši posle klanja čistih životinja uz pojačanu procesnu higijenu i pažljiviji (sporiji) rad, kao i da se farmeri više posvete osiguranju čistoće životinja umanjeanjem cene prljavijih životinja.

Tabela V-3. Kategorisanje čistoće kože preživara u Velikoj Britaniji

Kategorije čistoće kože	Opis	Mere postupanja sa životinjama
1 – Čista i suva	Suva koža, čista u pogledu prisustva fecesa/prljavštine uz malo prostirke	Normalno klanje
2 – Blago prljava	Suva koža, blaga kontaminacija prljavštinom i/ili fecesom uz malo prostirke, ali ne duž linija zasecanja kože	
3 – Prljava	Suva koža; znatna kontaminacija prljavštinom i/ili fecesom i/ili znatne količine prilepljene prostirke (naročito duž linija zasecanja prilikom skidanja kože)	Kolju se samo u posebnim uslovima (ugrožena dobrobit životinje ili zbog kontrole bolesti). Moguće korektivne mere su zadržavanje u depou na čistoj prostirci dok se čistoća ne poboljša, šišanje, pranje i sušenje. Ukoliko je nemoguće primeniti ovakve mere, životinju je potrebno usmrčiti u depou i neškodljivo ukloniti.
4 – Veoma prljava	Vlažna koža; veoma kontaminirana prljavštinom/fecesom; prisutne čvrste naslage i/ili znatne količine prilepljene prostirke (naročito duž linija zasecanja prilikom skidanja kože)	
5 – Prljava i mokra	Veoma mokra koža kontaminirana prljavštinom i/ili fecesom i/ili mnogo čvrstih naslaga i/ili znatne količine prilepljene prostirke (naročito duž linija zasecanja prilikom skidanja kože)	Odbijaju se za klanje

Tabela V-4. Kategorisanje čistoće kože preživara u skandinavskim zemljama

Kategorije čistoće kože	Opis	Mere postupanja sa životinjama
<i>Švedska</i>		
0 – Čiste	Čiste ili blago zaprljane životinje, ali ne duž linija zasecanja kože	Normalno klanje
1 – Umereno prljave	Zaprljane životinje duž linija zasecanja kože	Normalno klanje uz umanjenje cene farmerima
2 – Veoma prljave	Znatno prisustvo fecesa i/ili slepljene prostirke duž linija zasecanja kože	Klanje na kraju radnog dana uz pojačanu procesnu higijenu, dodatno umanjenje cene farmerima uz obaveštavanje o nedostacima i savete za poboljšanje nege ako se ponavlja slanje ovakvih životinja
3 – Izuzetno prljave i mokre	Životinje prekrivene fecesom, blatom ili slepljenom prostirkom po većem delu tela, mokre	Klanje na kraju radnog dana uz pojačanu procesnu higijenu, dodatno umanjenje cene farmerima; lab. testiranje na generičku <i>E. coli</i> i zadržavanje trupa do rezultata; obaveštavanje farmera o nedostacima nege životinja i stopiranje nabavke dok se situacija na farmi ne poboljša
<i>Norveška</i>		
0 – Čiste životinje	Čista koža, manja količina fecesa ili blata	Normalno klanje
1 – Umereno prljave	20-50% butne regije i/ili do 50% abdomena i grudnog koša po liniji zasecanja prekriveno suvom prljavštinom	Normalno klanje i umanjenje cene
2 – Veoma prljave	Više od 50% nogu i butne regije prekriveno suvom prljavštinom i/ili preko 50% abdomena i grudnog koša prekriveno suvom prljavštinom	Klanje u poboljšanim higijenskim uslovima (posebna linija klanja), veće umanjenje cene farmerima
Podkategorija 2 – Veoma prljave i mokre	Veoma prljava i mokra goveda sa naslagama svežeg fecesa	Isto kao kategorija 2, bez dodatnog umanjenja cene farmerima (jer postoji mogućnost da su goveda dodatno zaprljana nakon farme)
<i>Finska</i>		
1 – Čista	Čiste životinje ili sa malo prljavštine	Normalno klanje
2 – Prljava	Životinje koje na sebi imaju velike delove prekrivene fecesom i/ili prilepljenom prostirkom	Odvojeno klanje od čistih, umanjenje cene goveda 10%, a ovaca 5%; prljave životinje pre klanja je moguće odvojiti i očistiti (ne prati)

VI - DOBROBIT ŽIVOTINJA ZA PROIZVODNJU MESA

POJAM I ZNAČAJ DOBROBITI

Pojam dobrobiti

Dobrobit životinja je širok pojam koji uključuje dobro fizičko i mentalno/socijalno stanje životinja, tj. stepen do kog su uslovi u kojima čovek gaji i pod kojima iskorišćava životinje prilagođeni njihovim potrebama. Prema definiciji Svetske organizacije za zdravlje životinja, dobrobit životinje je ostvarena kada je životinja zdrava, uhranjena, bezbedna, u stanju da ispolji prirodno ponašanje, ako joj je udobno i kada ne pati usled neprijatnih stanja poput bola, straha i stresa. Stoga su i najbitniji parametri pri ocenjivanju stanja dobrobiti životinja njihova ishrana, smeštaj, zdravstveni status i ponašanje životinje. Međunarodno je prihvaćen „koncept pet sloboda” koji definiše dobrobit kao idealno stanje, a ne prihvatljivi nivo dobrobiti, a to su:

1. sloboda od gladi i žeđi – koja se osigurava redovnim pristupom životinja adekvatnoj hrani i pijaćoj vodi da bi se tako osiguralo njihovo zdravlje i snaga/živahnost;
2. sloboda od bola, povreda i bolesti – koja se osigurava prevencijom i brзом dijagnozom i lečenjem;
3. sloboda od straha i stresa – osiguravanjem uslova i tretmana koji sprečavaju mentalnu patnju;
4. sloboda od neudobnosti – koja se obezbeđuje adekvatnom sredinom za boravak, uključujući sklonište i komforno odmorište; i
5. sloboda ispoljavanja osnovnih oblika ponašanja te vrste životinja – koja se obezbeđuje dovoljnim prostorom i društvom drugih životinja iste vrste.

Značaj dobrobiti

Dobrobiti životinja se u celom svetu, a najviše u razvijenim zemljama, pridaje velika važnost poslednjih decenija. Sama briga o dobrobiti životinja je jedan od značajnih ideala savremenog društva i ona predstavlja moralnu obavezu svakog čoveka. Ovo se odnosi kako na životinje koje služe proizvodnji mesa, bilo da im je to primarna (tovne) ili sekundarna svrha (npr. mlečne krave ili kokoške nosilje), tako i na životinje ljubimce i životinje koje se koriste za rad. Svi događaji koji prethode klanju, odnosno svi postupci sa životinjama pre klanja, imaju ogroman uticaj na finalni kvalitet mesa, uključujući tu i prinos, ali i bezbednost mesa.

Tri su glavna razloga zbog kojih bi se trebalo brinuti o dobrobiti životinja, naročito sa aspekta proizvođača hrane životinjskog porekla: 1) iz moralnih načela, 2) zbog kvaliteta i bezbednosti životinjskih proizvoda, i 3) zbog velikog rizika od gubitka udela na tržištu koji može biti posledica negativnog odnosa kupaca prema proizvođačima koji ne poštuju dobrobit životinja. U mesnoj industriji, ali i sveukupno u savremenom društvu, sve je veći ekonomski pritisak, uljučujući težnju za profitom i brzinom proizvodnje, koje su često u suprotnosti sa osnovnim načelima dobrobiti životinja. S druge strane, poštovanje dobrobiti ima pozitivan uticaj i na ekonomske aspekte

poslovanja, jer se tako smanjuju gubici povezani sa odbacivanjem hrane (uključujući tu i uginuća životinja), kao i gubici vezani za negativne stavove potrošača.

Sveukupno, dobrobit životinja za proizvodnju mesa je jedan od važnijih oslonaca održivosti proizvodnje mesa. Stoga se, širom sveta, kao i u našoj zemlji, ovoj temi pridaju veliki značaj, uključujući tu prevashodno primenu zakona i propisa o dobrobiti životinja. Najznačajniji propisi u EU su o uslovima transporta životinja²¹ i o zaštiti životinja tokom klanja²², a u našoj zemlji Zakon o dobrobiti životinja i odnosni pravilnici (Poglavlje XVII). Iako su propisi uvek podložni promenama, sami principi na kojima počivaju dobrobit životinja i bezbednost hrane su teško promenljivi. Generalno, u slučajevima promene propisa, one obično idu u pravcu pooštavanja zahteva i veće zaštite dobrobiti životinja (npr. poslednjih godina se vrši pritisak da se maksimalno dozvoljeno vreme transporta životinja smanji).

Uzroci i ispoljavanje ugrožene dobrobiti

Uzroci i izvori, kao i načini ispoljavanja (tj. manifestacije) ugrožene dobrobiti su mnogobrojni - sa jedne strane su specifični za fazu lanca mesa, a sa druge su različiti uzroci i manifestacije međusobno povezani na istom ili drugom delu lanca hrane (tj. na nivou farme, transporta ili klanice), odnosno jedan problem utiče na drugi. U periodu odgoja životinja na farmi, problemi dobrobiti su povezani uglavnom sa nepravilnom ishranom, neadekvatnim smeštajem, narušenim zdravljem i sa nemogućnošću ispoljavanja ponašanja svojstvenog vrsti. U periodu transporta životinja namenjenih proizvodnji mesa do klanica, kao i tokom boravka u stočnom depou, sam utovar i istovar životinja su stresni, uključujući tu i često nepravilno rukovanje sa njima ili nedostupnost hrane ili vode. Takođe, boravak u nepoznatom okruženju i mešanje sa drugim, nepoznatim, jedinkama mogu da vode sukobima i drugim stresnim situacijama. Tokom sprovođenja na liniju klanja, ponovljeno nepravilno rukovanje ili neželjeni stimulusi iz okoline, kao što je buka, mogu biti stresni. Tokom omamljivanja postoji više mogućnosti da dobrobit bude ugrožena - prevashodno se to odnosi na nepravilno omamljivanje koje je više stresno nego da se klanje vrši bez omamljivanja.

Stres, kao jasna manifestacija ugrožene dobrobiti, predstavlja nespecifični odgovor životinje koji se razvija u njenom pokušaju da se odupre ili prilagodi na stimulus kojem je izložena, a sve u cilju održavanja homeostaze. Stres se može manifestovati u vidu promene ponašanja, kao što su pokušaj bega ili pojačano oglašavanje, kao i u vidu promene fizioloških procesa i odnosnih parametara, koji, na primer, uključuju ubrzan rad srca, pojačanu aktivnost simpatikusa, itd.

Ključni faktori koji utiču na dobrobit životinja tokom odgoja, transporta i boravka na klanici, uključujući tu i tokom omamljivanja i klanja, su građevinsko-tehnička rešenja objekata i opreme, razumevanje menadžmenta farme/klanice za potrebom poštovanja dobrobiti, obučenosn radnika, kao i nivo zvaničnih kontrola od strane veterinarske inspekcije.

²¹ Reglativa EU 1/2005

²² Reglativa EU 1099/2009

Ishrana

Pravilna ishrana u kontekstu dobrobiti uključuje odsustvo gladi ili žeđi, odnosno balansiranu ishranu koja podrazumeva unos svih neophodnih hranljivih materija. Nepravilna ishrana, koja se prevashodno odnosi na stanje gladi, može da rezultira neuhranjenošću i/ili pothranjenošću. Neuhranjenost nastaje kad unos hranljivih sastojaka (proteini, ugljeni hidrati, minerali, itd.) nije uravnotežen, dok je pothranjenost posledica ukupne nedovoljne i neizbalansirane ishrane. Obe ove pojave rezultiraju narušavanjem dobrobiti životinja jer uzrokuju stres. Ukoliko su produžene („hronične”), mogu da dovedu do opšteg slabljenja, gubitka kondicije i imunosupresije, što pogoduje razvoju mnogobrojnih bolesti. Posledično, ove pojave dovode do nepravilnih bioloških funkcija organizma i verovatno neprijatnog emocionalnog stanja životinje.

Neuhranjenostse nekada namerno izaziva kod životinja – npr. ishranom teladi hranom koja je siromašna gvoždem da bi meso bilo blede, što je nekada tržišni zahtev. Češće, ovo stanje je posledica individualnih potreba svake životinje (u skladu sa polom, starošću, reproduktivnim statusom, itd.) i farmskih praksi koje obezbeđuju ishranu „prosečne” životinje. U intenzivnom stočarstvu, najčešće se dešava kod životinja čija primarna svrha nije proizvodnja mesa (visoko mlečne krave ili kokoške nosilje kada unos hrane ne može da kompenzuje intenzivnu proizvodnju mleka, odnosno jaja), ali se uočava čak i kod tovnih životinja. Pothranjenost je često posledica zanemarivanja životinja i drugih loših praksi. U ekstenzivnom stočarstvu, uočava se kod životinja koje se hrane ispašom ili kod životinja koje nemaju adekvatan pristup hranilištima, dok je u intenzivnom često prisutna usled stresnih okolnosti – npr. kod skoro odlučene prasadi.

Žeđ je osećaj koji je povezan sa, i vodi ka dehidraciji. Produžena žeđ je stresna a ako izuzetno dugo traje, kao i gladovanje, vodi opštem slabljenju i gubitku kondicije, kao i pojavi bolesti (npr. dugotrajna žeđ može da bude preduslov za urinarne infekcije gravidnih krmača). Takođe, žeđ doprinosi i smanjenom unosu hrane, a posledično i svim drugim problemima usled gladovanja. Najčešće je povezana sa ekstenzivnim stočarstvom i to kada životinje nemaju adekvatan pristup napajalištu (npr. pojilice nisu prilagođene svim uzrasnim kategorijama), nemaju pristup vodi uopšte (npr. na ispaši) ili kada im se nudi voda lošeg kvaliteta koju odbijaju da piju.

Glad i žeđ su, uz period odgoja na farmi, često povezani sa periodom transporta životinja, uključujući i do klanice. Uskraćivanje hrane životinjama (sisarima i pticama) koje se transportuju u klanicu i borave u stočnom depou se vrši 12 sati pre klanja. Ova mera je korisna sa aspekta smanjenja širenja kontaminacije životinja pre klanja, kao i prevencije izlivanja sadržaja digestivnog trakta tokom evisceracije. Ovo uskraćivanje ima i dobre efekte na dobrobit, posebno u slučaju svinja gde sprečava povraćanje i hipertermiju. Voda za piće treba da je, zbog dobrobiti, na raspolaganju životinjama sve vreme, iako je uskraćivanje u periodu od 2 sata pre klanja poželjno sa aspekta procesne higijene tokom obrade trupova. Međutim, ako uskraćivanje hrane i vode traje duže od preporučenog vremena, jasno je da izaziva glad i žeđ, a može biti uzrok i slabosti, agresivnosti, letargije ili pak preosetljivosti na hladnoću. Svakako, produžena glad tokom transporta povećava kalo (npr. kod svinja, već nakon 16 sati gladovanja dolazi do povećanog trošenja masti koja je izvor energije). Dehidracija je naročit problem u dužem transportu i to tokom toplijih perioda godine odnosno tokom toplijeg dela dana. Poseban je problem snadbevanje vodom živine pri transportu u kavezima, tj. korpama.

Smeštaj

Adekvatan smeštaj životinja se ogleda u udobnosti tokom odmora, termalnoj udobnosti i mogućnosti pokreta životinja tokom odgoja na farmi, ali i tokom transporta do klanica.

Nedovoljna udobnost (tj. „komfor”) u periodu odmora skraćuje odmor, a to vodi ka više problema povezanih sa dobrobiti. Na primer, rizik od hromosti se povećava ako se životinje ne odmaraju, a ovo je naročit problem kod mlečnih krava, koje najčešće zbog toga nakon isluženosti bivaju poslate u klanicu. Dalje, sprečavanje odmora može izazvati uznemirenost, pa time i stres životinja. Neadekvatan smeštaj vodi i pojavi abnormalnih pokreta prilikom leganja i ustajanja, čime se povećava rizik od povreda. Nedovoljan prostor za odmor takođe može izazvati povećanu konkurenciju među životinjama i posledično agresiju. Ležanje životinja tokom odmora predstavlja i važan element njihove termoregulacije povezane sa navikama i ponašanjem. Nedostatak udobnosti tokom odmora može biti posledica prevelike gustine stočnog fonda ili neadekvatnih farmskih objekata, posebno neadekvatnih podova. Na primer, svinje odvajaju mesto gde vrše defekaciju i uriniranje od mesta gde leže. Ukoliko je previše svinja u objektu, neke svinje će morati da leže među fekalijama i urinom. Po pravilu, da bi zadovoljila svoju potrebu za udobnošću tokom odmaranja, svaka životinja treba da ima dovoljno prostora da ustane, legne i okrene se.

Farmske životinje su homeotermne, što znači da su u stanju da, u određenim granicama, održavaju relativno konstantnu telesnu temperaturu koja se razlikuje od ambijentalne. Relativno konstantna telesna temperatura podrazumeva da su proizvodnja i gubitak toplote jednaki. Niža temperatura okoline dovodi do većih gubitaka toplote, koji se moraju nadoknaditi njenom većom proizvodnjom. Termalni komfor i odnos između životinja i njihovog termalnog okruženja objašnjeni su konceptom termoneutralne zone (tj. raspon temperatura okoline koji pruža osećaj udobnosti i svodi stres na najmanju meru). Preniske ili previsoke temperature izazivaju hladni, odnosno toplotni stres. Temperature koje definišu termoneutralnu zonu zavise od vrste i takođe mogu da variraju među rasama iste vrste, a čak i životinje iste rase mogu različito reagovati na temperaturu okoline ako su uzgajane u različitim sredinama. Efekti toplotnog okruženja ne zavise samo od temperature vazduha, već i od „efikasne temperature“, koja je krajnji rezultat interakcije između temperature vazduha, relativne vlažnosti, ventilacije i vrste poda. Sunčevo zračenje je takođe važno. Preniske ili previsoke temperature izazivaju stres, koji može dovesti do bolesti, pa čak i uginuća životinja ako je stres težak ili dugotrajan. Toplotni stres povećava i potrebnu količinu vode i stoga može povećati rizik od produžene žeđi ako je snabdevanje vodom ograničeno. Toplotni stres može biti rezultat loše ventilacije, neadekvatnog smeštaja i previsoke gustine životinja. Svinje i živina imaju velike poteškoće u gubitku toplote i stoga mogu da pate od toplotnog stresa na temperaturama okoline koje su blizu gornje granice njihove termoneutralne zone i to naročito pri visokoj vlažnosti vazduha. Iako preživari imaju znatno bolju mogućnost termoregulacije, toplotni stres je veoma čest i važan problem u dobrobiti mlečnih krava u toplim mesecima, a naročito pri visokoj vlažnosti vazduha.

Mogućnost, odnosno lakoća, kretanja koja se ogleda u sposobnosti životinja da se okreću, ustaju, leže i protežu noge ili krila, smatra se jednim od osnovnih preduslova dobrobiti. Ovi pokreti su deo uobičajenog ponašanja svih vrsta životinje, a važni su za održavanje adekvatnog funkcionisanja njihovog organizma. Teškoće u kretanju mogu biti uzrokovane konstantnim nedostatkom prostora u farmskom okruženju – npr. kod

kokošaka koje se drže u baterijskim kavezima ili krmača smeštenih u boksovima za prašenje. Često se uočava i pri držanju brojlera pred sam kraj njihovog tova.

Zdravlje

Dobro zdravlje životinja je sastavni deo njihove dobrobiti, a definiše se kao odsustvo bolesti, povreda i bola. Ova tri negativna stanja mogu imati mnogobrojne uzroke, uključujući određene neadekvatne procedure farmskog menadžmenta.

Bolest, osim što može da izaziva bol, remeti i normalno ponašanje životinja. Hronične bolesti često izazivaju opšte slabljenje životinja koje biva predisponirajući faktor za druge probleme povezane sa dobrobiti. Neadekvatan smeštaj i ostale neadekvatne farmske prakse mogu da prethode razvoju mnogih infektivnih i neinfektivnih bolesti. Sa aspekta dobrobiti, najrelevantnije bolesti su one koje se nazivaju multifaktorijalnim – dakle, za njihov nastanak i razvoj je bitna interakcija nekoliko faktora od kojih su neki vezani za nepoštovanje dobrobiti. Primer multifaktorijalne bolesti je hromost brojlera koja se smatra vodećim problemom njihove dobrobiti u savremenom stočarstvu. Etiologija ovog poremećaja brojlera uključuje genetsku predispoziciju, brzinu rasta, tip ishrane, efikasnost konverzije hrane, mogućnost kretanja, kao i gustinu naseljenosti u objektu, gde svaki od navedenih faktora može da utiče i pospešuje druge faktore. Hromost ima ozbiljne negativne posledice na dobrobit jer može da izaziva bol i remeti uobičajeno ponašanje brojlera. Naravno, ovo kao i druga stanja poremećaja dobrobiti ima jasne negativne ekonomske posledice (gubitak težine u ovom slučaju).

Povrede mogu da izazovu akutan i/ili hroničan bol. Kod farmskih životinja, najčešće su povrede nogu, a naročito stopala. Ove povrede utiču na normalno ponašanje i kretanje, a mogu i da vode slabljenju životinja usled nemogućnosti redovnog hranjenja. Na primer, i manje lezije u ustima mogu da ometaju hranjenje. Rane na koži mogu da se inficiraju pa da dovedu i do sistemske bolesti ukoliko se ne saniraju na vreme. Povrede mogu biti uzrokovane i grubim rukovanjem životinjama, koje se najčešće javlja prilikom utovara i istovara životinja u fazi transporta. Neadekvatno dizajnirani ili neodržavani podovi (npr. klizavi), kao i oštre ivice u farmskom objektu takođe mogu da uzrokuju povrede. Povrede se dešavaju i prilikom borbi sa drugim životinjama (naročito kada su životinje pomešane sa nepoznatim jedinkama) ili kada životinje moraju da se takmiče za pristup hrani, vodi ili prostoru za odmor. Griženje repa svinja kao i kljucanje perja i kanibalizam kokošaka nosilja su važni uzroci povreda ovih životinja. Griženje repa svinja je problem dobrobiti zbog bola i patnje koje doživljava ugrižena životinja, ali i zbog sekundarnih infekcija, stresa u celoj grupi svinja (usled nemira), kao i verovatne frustracije životinje koja ujeda drugu. Kao i za druge probleme ponašanja u intenzivnoj proizvodnji svinja, griženje repa je multifaktorijalni problem koji uključuje i unutrašnje faktore i faktore rizika iz životne sredine, ali i genetsku predispoziciju, pol, starost, zdravstveni status, ishranu, uslove smeštaja, itd. Kljucanje perja se može definisati kao kljucanje ili izvlačenje i jedenje perja druge kokoške. Kanibalizam se u ovom kontekstu odnosi na kljucanje i povlačenje kože i potkožnog tkiva druge kokoške, najčešće na delovima gde je perje uklonjeno kljucanjem ili gde ga uopšte ni nema (tj. na delovima nogu). Kljucanje perja i kanibalizam su veliki problemi dobrobiti (bolno i stresno za kljucanu pticu), ali i ekonomski problem (dolazi do uginuća, a ptice brže gube toplotu i moraju da jedu više da bi održale telesnu temperaturu) kod kokošaka nosilja, kao i ćurki, a ponekad i brojlerskih pilića uzgajanih duže od 12 nedelja. Slomljene kosti su takođe jasan problem dobrobiti. Česte su kod kokošaka nosilja - prema nekim studijama, mogu

se javiti u do 12% kokošaka u slobodnom uzgoju i čak do 25% kokošaka koje se drže u kavezima. Ovo je povezano sa činjenicom da kokoške nosilje često razvijaju osteoporozu zbog visoke potrošnje kalcijuma u proizvodnji ljuske jajeta i nedostatka kretanja, pa je zbog toga veća verovatnoća da će se njihove kosti lomiti, posebno prilikom vađenja iz kaveza.

Bol je neprijatno emotivno iskustvo i stoga je problem za dobrobit, a izazivaju ga bolest i povrede. Pored toga, neke procedure koje se rutinski sprovode kod domaćih životinja, uglavnom mlađih, mogu izazvati bol, a one uključuju kupiranje repa, kastraciju i sečenje zubi svinja, podrezivanje kljuna kokošaka nosilja, kao i kupiranje repa i obezrožavanje goveda. Bol povezan sa ovim farmskim praksama obično traje nekoliko dana, ali u nekim slučajevima može doći i do hroničnog bola. Ipak, neki od ovih postupaka služe da bi se sprečili drugi, potencijalno ozbiljniji, problemi dobrobiti. Primera radi, podrezivanje kljuna kokošaka nosilja sprečava gubitak perja i povrede tokom kljucanja perja. Dalje, neki postupci su namenjeni poboljšanju kvaliteta proizvoda, npr. kastracija eliminiše jake i često neprijatne (tj. polne) mirise i ukuse svinjskog mesa, ali bi trebalo da se vrši hemijskim putem ili hirurški uz anesteziju i postoperativnu analgeziju. S druge strane, neke procedure je teško opravdati i izgleda da su samo posledica pogrešnih shvatanja ili tradicija. Na primer, kupiranje repa kod mlečnih krava se još uvek radi u nekim zemljama u prevenciji mastitisa, iako ne postoje naučni dokazi za takav efekat.

Ponašanje

Adekvatno ponašanje farmskih životinja uključuje ispoljavanje socijalnih i drugih vidova ponašanja svojstvenih vrsti, dobar odnos između čoveka i životinja (tj. odnos rukovalaca životinjama prema njima) i odsustvo straha životinje.

Sve vrste farmskih životinja su društvena bića i kao takva su snažno motivisana da imaju kontakt sa ostalim jedinkama svoje vrste. Pozitivne društvene interakcije, kao što je takozvano „međusobno društveno lizanje”, imaju pozitivan uticaj na dobrobit jer izazivaju prijatne fiziološke odgovore i smanjuju negativne efekte stresnih događaja. Negativne društvene interakcije, kao što je međusobna agresija, narušavaju dobrobit životinja. Agresija može da dovede do povreda i bolova, a u ekstremnim slučajevima i do smrti životinje. Takođe, agresija dovodi do straha i stresa unutar cele grupe. Dalje, negativne društvene interakcije mogu da ometaju ili onemogućavaju izražavanje normalnog ponašanja životinja, pa se i na taj način mogu smanjiti unos hrane i vreme odmora. Ovo, zauzvrat, može dovesti do, već opisanih, opšteg slabljenja i zdravstvenih problema. Izražavanje normalnog društvenog ponašanja može biti sprečeno kada se životinje uzgajaju u izolaciji. Na primer, krmače koje se drže u boksovima mogu biti agresivnije prema susednim krmačama zbog nemogućnosti interakcije i smanjenog prostora, nego kada su u pitanju krmače smeštene u grupama. Takođe, poremećaj društvenih grupa (npr. kroz mešanje nepoznatih životinja) može dovesti do povećanja agresivnog ponašanja i smanjenja pozitivnih društvenih interakcija, jer se onda životinje bore međusobno da bi uspostavile odnose dominacije u grupi (ovo je naročito izraženo kod svinja). Mešanje životinja je česta praksa tokom odgoja svinja (npr. prilikom odlučivanja i stavljanja u tov), a negativne interakcije su najintenzivnije prvih 1 do 2 dana od mešanja, odnosno dok se ne uspostavi socijalna hijerarhija. Mešanje nepoznatih životinja je često povezano i sa promenom fizičkog okruženja što dodatno negativno utiče na dobrobit. Životinje imaju snažan nagon da sprovode određene obrasce ponašanja. Na

primer, svinje kopaju njuškom, krmače i kokoške grade gnezda, živina kljuca i grebe zemlju, a sve životinje su sklone istraživanju okoline. Nemogućnost izvođenja ovih načina ponašanja može izazvati uznemirenost životinja i podsticanje na druge probleme dobrobiti. Na primer, griženje repa svinja i kljućanje perja živine može odražava nedostatak mogućnosti da se izvrši kopanje njuškom, odnosno kljućanje i grebanje zemlje.

Loš odnos čoveka koji rukuje životinjama (bilo da je u pitanju svakodnevna interakcija sa životinjom ili povremena, npr. prilikom lečenja ili premeštanja iz objekata) i same životinje, dovodi do toga da se životinje plaše ljudi. Stoga je od izuzetnog značaja da rukovaoci životinjama imaju adekvatan stav i ponašanje, kao i iskustvo i da prođu obuku za rukovanje životinjama. Uprkos vekovima pripitomljavanja, kontakt sa ljudima ostaje jedno od potencijalno stresnih iskustava za mnoge domaće životinje. Dakle, osim ako se nisu navikle na kontakt sa ljudima, bilo da je neutralne ili pozitivne prirode, preovlađujuća reakcija na ljude je strah, a ovaj problem se dodatno pogoršava izlaganjem grubim, averzivnim i/ili nepredvidivim rukovanjem životinjama. Mnoge interakcije ljudi i životinja u vezi farmskih praksi su negativna iskustva (npr. veterinarsko lečenje) dok je manji broj pozitivno iskustvo (npr. hranjenje). Odnosu rukovaoca prema životinjama se, stoga, mora pridavati pažnja, jer ovaj odnos ima veliki uticaj na dobrobit i produktivnost životinja, a na kraju i na kvalitet animalnih proizvoda.

Strah je nepovoljno, averzivno, emocionalno stanje, a iako može doći do adaptacije životinje na izvore straha tokom života, svako iznenadno, intenzivno i/ili produženo izazivanje straha i posledice straha predstavljaju veliki problem dobrobiti. Strah je povezan sa stresom koji može da šteti funkcionisanju tela narušavanjem imunološkog odgovora, reproduktivnih performansi, kao i smanjenjem unosa hrane. Strah i anksioznost su dva emocionalna stanja izazvana percepcijom opasnosti, odnosno potencijalne opasnosti, koja ugrožavaju integritet životinje. Fiziološke promene i promene ponašanja koji prate ova dva stanja pripremaju životinju da se nosi sa opasnošću. Opšti strah postaje problem naročito kada se životinje susreću sa novim ili neočekivanim stimulansima (npr. iznenadna buka ili pokret, nepoznata životinja) ili situacijama (npr. novi objekat za smeštaj, transport). Mnoge životinje na farmi mogu da čuju na većem opsegu frekvencija od ljudi i osetljivije su na više frekvencije. Buka koju proizvode mašine, ali i sama ljudska vokalizacija, predstavlja izvor stresa i straha za njih, iako se ljudima to tako ne čini. Stoga je odnos držaoca/rukovaoca životinjama ključan da se nepravilnim odnosom strah bar ne bi pojačavao. Neke prakse u ekstenzivnom stočarstvu deluju umirujuće na životinje (npr. maženje), ali one generalno nisu izvodljive u modernom, intenzivnom odgoju.

DOBROBIT TOKOM TRANSPORTA ŽIVOTINJA DO KLANICE

Sa gledišta dobrobiti, iako relativno kratko traje, transport predstavlja veliki izazov za životinje. Ovaj izazov predstavlja kombinaciju mnogobrojnih fizičkih, fizioloških, socijalnih i klimatskih stresora. Period transporta je stresan za životinje jer dolazi do odvajanja životinja iz okruženja u kojem su odgajane i prelazak u nepoznato okruženje (koje dalje negativno utiče na životinje kroz buku, vibracije, promene brzine transportnog vozila, itd.), uskraćivanja hrane i vode, promena temperature, promena društvenih grupacija (nekada i mešanja sa sasvim nepoznatim životinjama), a nekada i

prenatrpanosti. Što duže ovi faktori tokom transporta deluju, to je i izraženiji negativni uticaj na zdravlje i dobrobit životinja, a posledično i bezbednost i kvalitet mesa.

Na farmi odgoja, osnovni cilj je da se proizvede zdrava i što čistija stoka, a cilj transporta do klanice je da životinja ostane u takvom stanju kao i da ne dođe do povreda, stresa i gubitka težine. Iz tog razloga, osnovno je da stoka bude poslata u najbližu klanicu, da bi se izbegla duga putovanja i negativne posledice koje ona nose. Maksimalno dozvoljeno trajanje transporta sisara u standardnim vozilima ne sme biti duže od 8 sati, ali je u nekim modernim (visoko-standardnim vozilima) dozvoljeno duže vreme, uključujući i sa periodima odmora. Za transport ptica u klanice, ne postoje ograničenja dužine samog transporta; međutim, pošto je obavezno da im se hrana ne uskraćuje duže od 12 sati, praktično ni transport ne sme da traje duže. Naša zemlja je relativno mala i stoga nema velikih problema sa produženim transportom životinja, tako da često traje do 1 sat; međutim, u nekim velikim zemljama i uz adekvatnu logistiku, ukupno može da traje i duže od jednog dana. Zbog kvaliteta mesa i uginuća, u dugoročnom je interesu industrije mesa da se optimizuje transport životinja sa farmi do klanice, to jest da se obezbedi adekvatan prostor životinjama i što više skрати vreme transporta.

Podesnost životinja za transport

Sa aspekta dobrobiti, životinje moraju biti u stanju da se utovare u transportno sredstvo bez primene sile i da mogu da stoje na svim svojim nogama. Bolesne, slabe ili izuzetno umorne životinje nisu pogodne za transport, kao i one koje trpe bolove (najverovatnije bi se i pogoršali tokom transporta), životinje sa frakturama i teškim, otvorenim ranama i sa prolapsusima. Takođe, gravidne ženke u poslednjoj desetini graviditeta i ženke sedam dana *post-partum*, kao i na novorođene životinje sve dok im pupak ne zaraste, nisu pogodne za transport (Poglavlje V). Podesnost životinja za transport je, osim dobrobiti, u vezi i sa *ante-mortem* inspekcijom i prihvatanjem životinja za klanje (Poglavlje VII).

Podesnost transportnog sredstva

Podesnost transportnog sredstva za transport životinja je opisana u Poglavlju V jer je pored dobrobiti bitna i zbog higijene, odnosno kontrole alimentarnih patogena. Pored samog vozila, vozačke sposobnosti su bitno utiču na dobrobit životinja, njihovu bezbednost i fiziološko stanje po prispeću. Stoga, potrebno je da se životinje voze pažljivo, kao i da se dobro organizuju plan puta i izaberu lokacije za obavezno stajanje ukoliko je to potrebno.

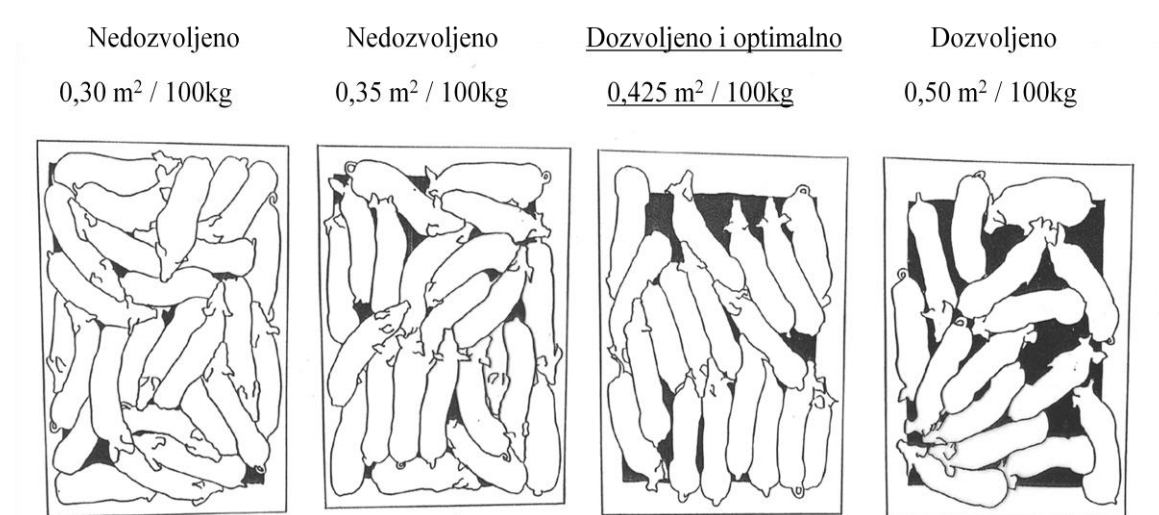
Gustina i segregacija životinja prilikom transporta

U savremenoj industriji mesa, uvek postoji komercijalni pritisak da se poveća gustina životinja u transportu, jer više životinja po vozilu znači nižu cenu transporta po životinji. Međutim, ovaj pritisak može dovesti do pojave sveukupnog povećanja troškova usled nepoštovanja propisane gustine životinja i posledičnih uginuća i slabljenja kvaliteta

mesa. Prevažadno iz razloga dobrobiti životinja, propisana je dozvoljena gustina životinja transporta opisana u Poglavlju V (Tabela V-1). Šema VI-1 prikazuje vizuelnu procenu gustine svinja prilikom transporta prema aktuelnoj EU legislativi.

Svinje su naročito osetljive na pregrevanje na visokim temperaturama, dok su kod goveda česte pojave modrica, ako su vozila prenatrpana životinjama. Ovo je bitno i sa aspekta ispoljavanja ponašanja svojstvenih vrsti, jer neke vrste životinja imaju ustaljena ponašanja tokom transporta. Na primer, ubrzo nakon utovara u transportno sredstvo, svinje će leći ukoliko se pažljivo vozi i ukoliko imaju dovoljno prostora. Goveda tokom transporta često stoje ili leže oslonjena na grudi dok je veća verovatnoća da će potpuno leći samo ako je pod prekriven prostirkom.

Neke kategorije životinja iste vrste nisu kompatibilne, pa ako se mešaju, dolazi do borbe i povređivanja. Primeri su bikovi koji nisu gajeni u istom objektu, a isto važi i za svinje. Svakako se ne preporučuje ni mešanje životinja sa i bez rogova, a naravno ni različitih vrsta životinja. Stoga je segregacija životinja, odnosno određenih grupa životinja, tokom transporta izuzetno bitna u osiguranju njihove dobrobiti.



Šema VI-1. Vizuelna procena gustine prilikom transporta svinja

Rukovanje životinjama prilikom utovara i istovara

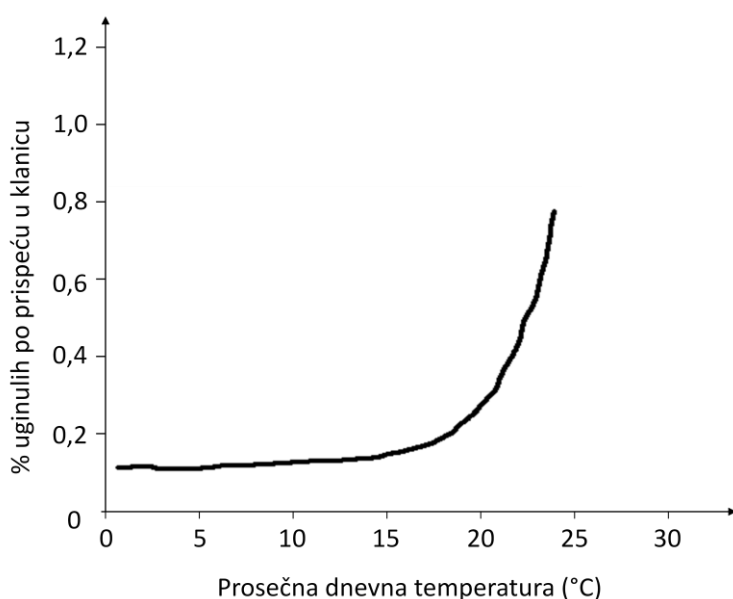
Utovar i istovar su uglavnom najstresniji delovi transporta, kako za životinje, tako i za rukovaoce. Transportna vozila treba da imaju sopstvenu rampu za utovar i istovar (propisanog nagiba, itd.), a uglavnom se formiraju od zadnjih vrata transportnog sredstva. Vozila sa više spratova treba da poseduju i unutrašnje rampe. Samo rukovanje životinjama treba da se oslanja na njihove prirodne navike. Nije dozvoljena upotreba preterane sile u cilju kretanja životinja kao što su vučenje za noge, rogove, rep ili vunu ili udaranje štapom. Takođe, upotreba električnih goniča je ograničena samo na zadnji deo odraslih goveda i svinja koje odbijaju da se kreću napred ako postoji slobodan prostor, s tim što je maksimalno trajanje jednog prislanjanja goniča na životinju 1 sekund uz adekvatan vremenski razmak do sledećeg električnog šoka. Loše rukovanje životinjama u ovoj fazi može da dovede do klizanja, padanja i udaranja na prepreke, što na kraju rezultira modricama i unutrašnjim hemoragijama (stoga, vodi lošijem kvalitetu mesa zbog stresa i trimovanja dela gde su modrice).

Uskraćivanje hrane i vode

Kao što je već opisano u Poglavlju V, određeni period uskraćivanja hrane pre klanja je poželjan sa aspekta smanjenja kontaminacije trupova tokom njihove obrade u klanici usled rupture digestivnog trakta. Dodatno, svinje ne podnose dobro transport ako su skoro hranjene i viši je mortalitet u ovakvih svinja. Ipak, voda treba da je dostupna kad god je to praktično moguće tokom transporta. Sveukupno, neophodno je uskladiti uskraćivanje hrane i vode i sa dobrobiti i sa mogućom kontaminacijom njihove kože, a posledično i trupova prilikom obrade.

Uginuća tokom transporta

Loši uslovi transporta mogu dovesti do povreda, žeđi, opšte slabosti i čak uginuća, a što je transport duži, negativni efekti su jači. Uginuća tokom transporta su češća leti i prilikom dužeg transporta, najviše pogađaju svinje i živinu, a kombinacija su genetske osnove životinja, dužine transporta, kao uslova transporta (prevashodno ambijentalne temperature). Sa gledišta genetike, postoje rase koje su osetljivije, pa su tako, npr. određene rase svinja kao što su belgijski pietren, neki sojeva landrasa i mesni hibridi, osetljivije na stres (jer su nosioci halotan gena). U pogledu temperature, preporučljivo je da se svinje transportuju noću ili rano ujutro tokom letnjih meseci. Preživari su manje osetljivi zbog boljeg sistema termoregulacije, ali su zato osetljiviji na pojave modrica. Prema nekim studijama, mortalitet, odnosno procenat uginulih životinja po prispeću u klanicu (engl. *dead on arrival*, DOA), brojlera prilikom transporta je oko 0,2%, svinja 0,1%, a ovaca 0,02%. Međutim, procenat DOA je svakako uslovljen različitim faktorima, prevashodno dnevnom i ambijentalnom temperaturom (Šema VI-2).



Šema VI-2. Odnos temperature prilikom transporta i uginuća u svinja

DOBROBIT TOKOM BORAVKA ŽIVOTINJA U STOČNOM DEPOU

Kao što je već opisano u Poglavlju V, boravak životinja za dobijanje crvenog mesa u stočnom depou (koji ne postoji u klanicama za živinu) služi da se one oporave od transporta i da bi odmorne bile upućene na klanje. Takođe, stočni depo služi i iz logističkih razloga, to jest da bi se u njemu skupio određen broj životinja pre nego što se otvori linija klanja u klanici.

Međutim, boravak u depou može biti i dodatno stresan za životinje. Kao i u slučaju transporta, najčešći izvori stresa za životinje u stočnim depoima klanica jesu boravak u nepoznatom okruženju, narušavanje socijalne strukture u grupi (ovo je još više izraženo nego kod transporta, jer se često životinje u depo dopremaju sa različitih farmi i/ili različitim transportnim sredstvima), buka, strani mirisi, vibracije, sam zatvoren prostor ili izloženost nepovoljnim klimatskim uslovima u otvorenim objektima, pretrpanost životinjama, povrede, nedostatak vode i hrane, neadekvatno rukovanje životinjama (npr. udaranje), neprilagođenost opreme i prostora karakteristikama date vrste, itd.

Preporučeni minimalni prostor za životinje je prikazan u Tabeli V-2. Principi segregacije životinja, kao i dostupnost i uskraćivanje hrane i vode su isti kao i u slučaju transporta životinja. Takođe, procedure rukovanja životinjama tokom boravka u depou i prilikom upućivanja na liniju klanja su isti kao i kod utovara i istovara životinja prilikom transporta.

DOBROBIT TOKOM OMAMLJIVANJA I KLANJA ŽIVOTINJA

Omamljivanje i klanje životinja za proizvodnju mesa su koraci koji prethode obradi njihovih trupova. Pravilno izvođenje ovih operacija je presudno za dobrobit životinja, a samim tim i posledičan kvalitet i bezbednost mesa.

Omamljivanje je svaki nameran postupak koji kod životinja uzrokuje gubljenje svesti i osećaja i koje traje sve do smrti. Omamljivanje životinja treba da sprovode samo obučena, vešta i licencirana lica. Životinje moraju biti omamljene iz prvog pokušaja; ipak, ukoliko nisu omamljene, potrebno je pristupiti ponovnom omamljivanju. Važan faktor omamljivanja je i pravilno održavanje opreme za omamljivanje. Omamljivanje treba trenutno da izazove prekid svesti i nepokretnost životinje (što predstavlja problem u slučaju omamljivanja sa CO₂), a sa druge strane da kvalitet mesa ne bude ugrožen. Trajanje omamljenosti mora da se održi do momenta smrti životinje, odnosno momenta gubitka moždanog odgovora.

Klanje životinja predstavlja rasecanje velikih krvnih sudova (tj. iz predela vrata ili oko srca) i iskrvarenje, koje ubrzo dovodi do smrti životinje. Životinja mora biti zaklana što pre nakon omamljivanja, da ne bi došlo do njenog povratka u svesno stanje u slučaju primene reverzibilnih metoda, jer bi time njena dobrobit bila naročito narušena.

Sprovođenje na liniju klanja i fiksacija životinja

Samo sprovođenje životinje namenjene klanju do linije klanja, odnosno do mesta predviđenog za omamljivanje (tj. boksa ili komore), je stresna situacija, slično kao i u ranijim fazama, to jest prilikom transportnog utovara ili istovara. Dakle, životinje bi trebalo samostalno da se kreću napred, bez upotrebe električnih goniča ili sličnog oruđa. Daske kojima se životinje blago pritiskaju i guraju sa zadnje strane su mnogo prikladnije za tu svrhu nego električni goniči. Pritom, potrebno je da se uklone sve prepreke na putu životinje, kao i da se spreči ometanje kretanja nepotrebnom bukom i pokretima. Dalje, pošto su životinje socijalna bića, lakše ih je sprovesti u grupi nego individualno do mesta za omamljivanje.

Omamljivanje je najefikasnije kod mirnih životinja, pa se životinje pre klanja moraju obuzdati na prikladan način, a trebaju i da iskrvare brzo kako bi se bol i patnja sveli na najmanju moguću meru. Kod omamljivanja individualnih životinja, potrebno je da se životinja fiksira (tj. ograniče pokreti glave), jer to pomaže adekvatnom pozicioniranju pištolja ili elektroda. Fiksacija se obezbeđuje u boksovima u koje životinje ulaze pojedinačno i zatim se postavljaju na mesto predviđeno za sam čin omamljivanja. Oprema za fiksaciju životinja treba da bude dizajnirana i održavana, da može da optimizuje metode omamljivanja i klanja životinje, da spreči povrede ili kontuzije, da smanji negodovanje i vokalizaciju i da skрати vreme same fiksacije. Postoje i mnogi drugi načini umirivanja životinja pre omamljivanja, naročito kod grupnog omamljivanja. Živina se, na primer, umiruje plavim svetlom na mestu istovara i kačenja na liniju klanja.

Metode omamljivanja životinja pre klanja

U praksi se primenjuju tri tipa omamljivanja u klanicama, u skladu sa vrstom životinja i dostupne opreme u klanici: 1) mehaničko, 2) električnom strujom i 3) modifikovanom atmosferom. U teoriji, moguće je omamljivanje i drugim metodima koji su zasad samo deo istraživanja, a uključuju, npr. sonikaciju, svetlo ili omamljivanje mikrotalasima. Metode omamljivanja se ponekad dele na one koje 1) uzrokuju i prekid rada srca, odnosno smrt životinje (na primer, duže izlaganje životinja CO₂, električno omamljivanje primenom elektroda na glavi i telu ili potapanje živine u vodu kroz koju protiče niskofrekventna struja) i 2) na one koje uzrokuju samo omamljivanje, odnosno može nastupiti povratak svesti ukoliko se brzo ne sprovedu klanje i iskrvarenje (npr. kraće izlaganje životinja CO₂, električno omamljivanje primenom elektroda samo na glavi ili potapanjem živine u vodu kroz koju protiče visokofrekventna struja).

U cilju ocene dobrobiti, važno je da se prate znaci dobrog, odnosno nepravilnog omamljivanja. Kod svinja su znaci pravilnog ili nepravilnog omamljivanja manje jasni nego kod goveda. Najčešći i drugi mogući metodi omamljivanja različitih vrsta životinja za klanje su prikazani u Tabeli VI-1. Pored metoda omamljivanja koji su najčešći za vrstu, i sama brzina linija klanja ima ulogu u izboru metoda omamljivanja. Tako, generalno posmatrano, u velikim klanicama koje kolju veći broj jedinki u određenom vremenu, omamljivanje modifikovanom atmosferom može biti najpogodnije, jer se odjednom omamljuje grupa životinja, što ovaj korak čini bržim. Takođe, omamljivanje električnom strujom je nekada pogodnije spram mehaničkog omamljivanja koje je sporije, a koje se često koristi kao rezervna opcija ako drugi metodi ne omame životinju iz prvog pokušaja. Takođe je vrlo bitno da klanica uvek ima rezervni metod

omamljivanja, u slučaju da dođe do problema sa glavnim metodom (npr. usled nestanka struje, problema sa snabdevanjem CO₂ i slično).

Tabela VI-1. Metodi omamljivanja životinja za klanje

Metod omamljivanja		Goveda	Svinje	Ovce i koze	Živina
Mehaničko	penetrirajući pištolj	uobičajeno	retko	retko	retko (samo velike ptice)
	nepenetrirajući, perkusioni uređaj	retko (samo kod mlade teladi)	retko	retko	retko (samo velike ptice)
Električno	elektrode samo na glavi	ne	uobičajeno	uobičajeno	ne
	elektrode na glavi i telu	retko	uobičajeno	uobičajeno	ne
	potapanje u vodu kroz koju protiče struja (vodena kupka)	ne	ne	ne	uobičajeno
Modifikovana atmosfera	ugljen-dioksid (CO ₂)	ne	uobičajeno	ne	uobičajeno
	inertni gasovi sa ili bez CO ₂ i/ili azota	ne	izuzetno retko	ne	retko

Mehaničko omamljivanje

Mehaničko omamljivanje se vrši se uz pomoć pištolja (Slika VI-1) koji može imati barutni (tkzv. „Šermerov pištolj”), pneumatski ili hidraulični mehanizam. Pištolj može biti sa penetrirajućim klinom (koji probija lobanju i prodire u mozak, dužine oko 8 cm ili čak 12 cm za krupna goveda) ili nepenetrirajućim klinom (koji izaziva potres mozga). Klin se ispaljuje u glavu (obično u čeonu kost) kod obe vrste pištolja, a potom se vraća u prvobitni položaj, dok ceo proces traje 2 milisekunde. Ovaj metod omamljivanja se koristi najčešće kod velikih životinja, odnosno goveda, ali je u upotrebi i kod malih preživara. Takođe, ovaj tip omamljivanja se primenjuje i kao rezervni, tj. ako omamljivanje drugim metodima nije uspešno iz prvog puta, naročito kod svinja i živine (kod kojih se takođe ponekad koristi i perkusioni uređaj).

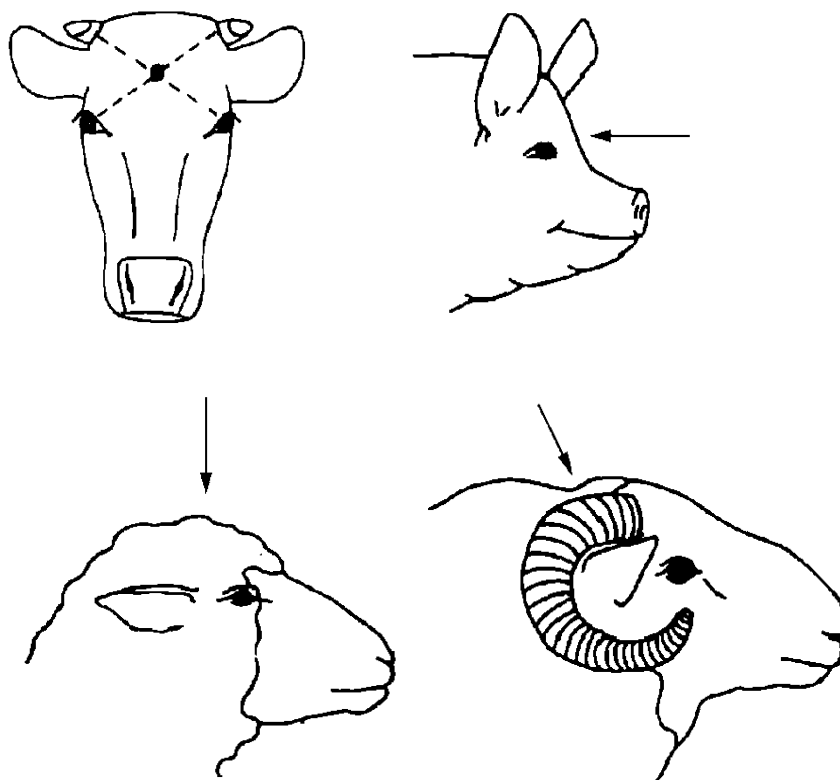
Dobra fiksacija glave je neophodna prilikom izvođenja ovog tipa omamljivanja, a da bi omamljivanje bilo efikasno, pištolj mora biti postavljen medijalno i perpendikularno na površinu lobanje. Kod goveda, klin se ispaljuje na preseku zamišljenih linija od medijalnog očnog ugla do osnove roga na suprotnoj strani (Slika VI-2). Kod izuzetno krupnih goveda, pištolj se postavlja oko 2 cm iznad ove tačke preseka. Kod ovaca bez rogova, pištolj se postavlja medijalno na najvišu tačku glave (na teme), i treba biti usmeren pravo na dole ka grlu. Kod koza i ovaca sa rogovima, uređaj za omamljivanje mora biti postavljen medijalno iza temena, pri čemu se klin usmerava prema bazi jezika,

dok se kod svinja postavlja 2 cm iznad sredine zamišljene linije između očiju i usmerava se prema repu.

Znaci dobre i loše (neefikasne) omamljenosti životinja mehaničkim tipom omamljivanja su prikazani u Tabeli VI-2.



Slika VI-1. Pištolj za mehaničko omamljivanje životinja²³



Slika VI-2. Mesto postavljanja klina prilikom omamljivanja goveda, svinja i ovaca bez i sa rogovima²⁴

²³ i ²⁴ Izvor: HSA, 2013

Tabela VI-2. Znaci dobre i loše omamljenosti nakon mehaničkog omamljivanja

Znaci dobre omamljenosti	Znaci neefikasne omamljenosti
<ul style="list-style-type: none"> – momentalni kolaps životinje – odsustvo ritmičkog disanja odmah nakon ispaljivanja klina – pojava toničnih grčeva (tj. rigidnosti) neposredno nakon omamljivanja, koji traju nekoliko sekundi (zadnje noge podvučene ispod tela, prednje ispružene); – klonični grčevi mogu da se jave već nakon 10 sekundi (povremeni udari nogama, pa postoji opasnost od povrede radnika na iskrvarenju, ukoliko ono nije otpočelo još u toničnoj fazi) – gubitak refleksa rožnjače – postepena pupilarna dilatacija – odsustvo reakcije na bolne stimuluse – opuštena uši i rep 	<ul style="list-style-type: none"> – očuvano ritmičko disanje – sužene zenice – pokušaji životinje da podigne glavu ili čak i celo telo – vokalizacija nakon omamljivanja i/ili tokom klanja – očuvan refleks rožnjače i spontano treptanje – odgovor na bolne stimuluse – ukočene uši i rep (ponekad može da se pomera)

Omamljivanje električnom strujom

Omamljivanje električnom strujom može biti ručno ili automatsko, a najčešće se koristi kod svinja, malih preživara i kod živine, a veoma retko kod goveda. Različiti sistemi i uređaji za omamljivanje električnom strujom i različiti načini kombinacije parametara, tj. jačine, napona i frekvencija struje, kao i vremena trajanja primene, mogu da se koriste za uspešno omamljivanje. Jačina električne struje je osnovni parametar ovog tipa omamljivanja, a reporučene jačine električne struje prilikom omamljivanja životinja su prikazane u Tabeli VI-3.

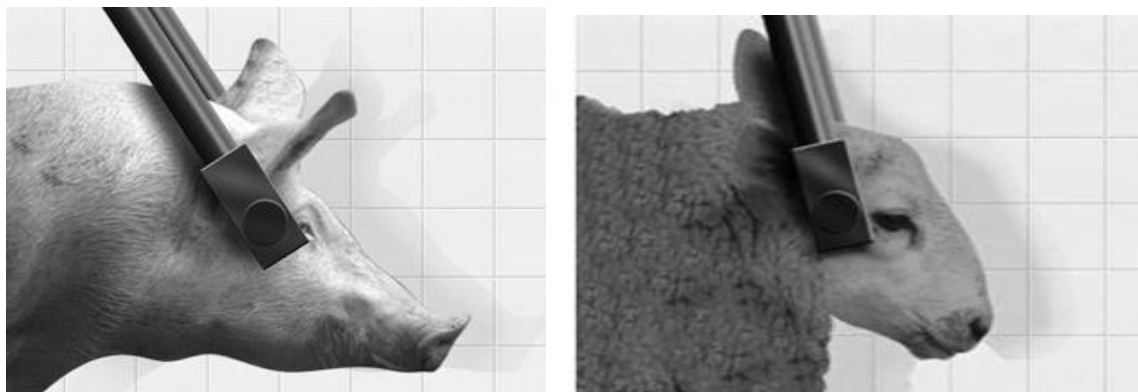
Tabela VI-3. Preporučene jačine električne struje prilikom omamljivanja životinja

Vrsta životinja	Elektrode samo na glavi	Elektrode na glavi i grudima/leđima	Potapanje u vodu
Odrasla goveda	1,28 A	>1,51 A	-
Telad	1,25 A	1,00 A	-
Mali preživari	1,00 A	1,00 A	-
Svinje	1,30 A	1,30 A	-
Brojleri	-	-	>0,24 A
Ćurke	-	-	>0,40 A

Omamljivanje sisara električnom strujom

Ovaj metod omamljivanja sisara podrazumeva primenu električne struje putem elektroda koje mogu da se postavljaju: 1) samo na glavu životinje, odnosno na slepoočnice (mozak je između elektroda; Slika VI-3) ili se 2) jedna elektroda postavlja na glavu, a druga u predelu srca ili na leđa. U prvom slučaju, ovaj tip omamljivanja može biti reverzibilan (odnosno životinja može da povрати svest nakon nekog vremena), pa treba voditi računa o brzini, odnosno vremenu za koje će biti izvršeno posledično iskrvarenje. U slučaju postavljanja elektroda na glavi i grudima (ili leđima), električno omamljivanje dovodi do prekida rada srca. Iako u ovom slučaju omamljivanje dovodi do smrti, svakako je neophodno da se iskrvarenje izvrši što je pre moguće.

Kod tovnih svinja, uspešno omamljivanje uključuje minimalnu jačinu naizmenične struje od 1,3 ampera. Krupnije svinje (npr. priplodne krmače nakon što budu poslate u klanicu) zahtevaju veću jačinu – tj. 1,8 ampera. Kada se postignu ovi parametri (i električna struja pravilno prolazi kroz mozak), dovoljno je da se struja ove jačine i napona primenjuje 2-3 sekunde. Ukoliko je struja jača, omamljivanje nastane i ranije, nekada čak i za manje od 1 sekunde. Kod tovnih ovaca i koza se primenjuje najmanja jačina od 1 ampera, a krupnijih, priplodnih grla, od 1,3 ampera, uz primenu od najmanje 2 sekunde. Ako se ovaj metod ipak primenjuje kod goveda, za telad do 6 meseci se primenjuje najmanje 1,3 ampera, za odrasle najmanje 1,5 ampera tokom najmanje 10 sekundi (dok je često najbolje 2 do 3 ampera i to tokom 4 sekunde). Koža svih navedenih vrsta životinja se na mestu gde se prisanjaju elektrode kvasi najmanje 15 minuta pre omamljivanja (vlažnost je bitna zbog smanjenja otpora kože/dlake/vune i efikasnijeg omamljivanja). Nepravilno postavljanje elektroda (slab kontakt sa kožom) ili niski parametri struje dovode do odloženog i bolnog omamljivanja, a česti su kod „glava-grudi” tipa električnog omamljivanja u svinja, jer se uglavnom koristi automatska oprema čija efikasnost zavisi od veličine životinje i pravilnog fiksiranja.



Slika VI-3. Mesto postavljanja uređaja na glavu prilikom električnog omamljivanja svinja i ovaca²⁵

Nakon izazivanja stanja epilepsije, javljaju se tonični grčevi (dugi i spori) koji traju od momenta nastanka epileptičnog napada najmanje 10 do 12 sekundi, ukoliko su primenjeni pravilni parametri omamljivanja. Za to vreme se životinje kače na kolosek za iskrvarenje. Nakon toga se javljaju klonični grčevi (kratki i brzi) koji su za ovaj tip

²⁵ Izvor: HSA, 2016

omamljivanja uobičajeni, koji traju 20 do 45 (a goveda i do 90) sekundi, a nakon toga se životinje bude ukoliko nisu zaklane. Klanje životinja treba da treba da usledi što pre, i to najkasnije 10-15 sekundi posle omamljivanja (čak samo 8 sekundi je preporučeno kod ovaca). Znaci dobre i neefikasne omamljenosti nakon omamljivanja električnom strujom (Tabela VI-4) se ocenjuju nakon 45 sekundi od omamljivanja, jer su životinje odmah po propuštanju struje hiperiritabilne od epileptičnog napada, pa može delovati da je omamljivanje nepravilno izvedeno.

Tabela VI-4. Znaci dobre i loše omamljenosti sisara primenom električne struje

Znaci dobre omamljenosti	Znaci neefikasne omamljenosti
<ul style="list-style-type: none"> – momentalan kolaps životinje; – neposredno nakon omamljivanja pojava toničnih grčeva; – klonični grčevi slede tonične (nakon 10 sekundi od omamljivanja, a mogu da traju 20-45 sekundi; ovo je problem za radnike na iskrvarenju zbog mogućih udaraca nogama); – proširene zenice (tkzv. „prazan” ili „ukočen pogled”); – neposredno nakon omamljivanja pojava apneje; – postepeno opuštanje tela, opušten rep i uši; – isplažen jezik. 	<ul style="list-style-type: none"> – odsustvo toničnih i/ili kloničnih grčeva; – pokušaji ustajanja; – prisustvo ritmičkog disanja; – voljni pokreti oka; – vokalizacija tokom omamljivanja; – povijenost leđa nakon vešanja.

Omamljivanje ptica električnom strujom

Omamljivanje živine električnom strujom podrazumeva da se njihove glave potapaju u vodu kroz koju se propušta električna struja (mada je ova praksa sve ređa i uglavnom se viđa u malim/zanatskim klanicama) ili da se veći deo tela potapa u vodu. Živina se kači na kolosek za metalne lire koje su uzemljene, tako da struja protiče iz vode kroz telo živine, do lira, što u slučaju niskofrekventne struje uglavnom dovodi do prestanka rada srca. Kod brojlera se primenjuje struja jačine od najmanje 0,24 ampera, a kod ćuraka najmanje 0,4 ampera.

Znaci dobre omamljenosti živine nakon omamljivanja strujom podrazumevaju da tonična faza nastaje odmah po potapanju u vodu i traje sve dok trup ne izađe iz vode, a ne uočavaju se bilo kakvi pokreti dok je u vodi. Zatim nastaju klonični grčevi koji uključuju povremene pokrete koji počinju nakon vađenja iz vode. Oči su otvorene i postoji kompletno odsustvo mahanja krilima tokom klonične faze i iskrvarenja. Pri velikim brzinama klanja i obrade trupova živine, kao i tokom potopljenosti u vodu, navedene znakove je teško uočiti pa se u praksi izdvaja uzorak živine na kom se proverava dobra omamljenost proverom odsustva refleksa zenice na svetlosni stimulans, odsustva odgovora na bolni stimulus krete, itd.

Omamljivanje primenom modifikovane atmosfere

Omamljivanje primenom modifikovane atmosfere podrazumeva primenu ugljen-dioksida (CO₂), drugih gasova (uglavnom inertnih – npr. argona) ili pak mešavina gasova, na životinje pre klanja. Najčešće se ovaj tip omamljivanja koristi kod svinja i živine, a povoljan je jer su greške ređe nego u slučaju mehaničkog ili električnog omamljivanja, kao i zbog činjenice da je ovo brže omamljivanje jer više životinje može od jednom da se omami. Problemi sa ovim tipom omamljivanja uključuju činjenicu da ne one ne nastaje momentalno. Takođe, neki gasovi (tj. CO₂), mogu da izazovu bol kod životinje tokom prve faze udisanja gasa, odnosno dok se ne uspravaju. Problem sa drugim gasovima, tj. inertnim, jeste cena, pa je zato i njihova primena znatno ređa u komercijalnim uslovima.

Omamljivanje svinja modifikovanom atmosferom

Kod svinja se primenjuje omamljivanje ugljen-dioksidom koji je kiselinski gas, a u reakciji sa vodom se stvara ugljena kiselina. Ovo izaziva respiratornu i metaboličku acidozu, što dovodi do pada pH cerebrospinalne tečnosti, a kada nivo pH padne ispod 6,8, dolazi do duboke anestezije, kome i smrti. Najmanja potrebna koncentracija CO₂ je 70% uz vreme izlaganja od tri minuta, s tim što se kod svinja najčešće primenjuje 80% ili 90% CO₂ uz izlaganje koje traje najmanje 30 sekundi, a preporučuje se i do 100 sekundi primene ovog gasa u cilju nastanka omamljenosti pre klanja koje je i dalje reverzibilnog tipa.

Nekada se primenjuje i duže izlaganje životinja ugljen-dioksidu koje dovodi do ireverzibilne omamljenosti, to jest smrti (npr. pri koncentraciji CO₂ od najmanje 90% i izlaganjem ovom gasu tokom 3 do 5 minuta). Pritom se životinje prvo izlažu nižim koncentracijama ovog gasa da se relaksiraju/uspavaju, a potom višm koncentracijama da se ubiju.

Pored toga što omamljivanje modifikovanom atmosferom narušava osnovni postulat dobrobiti pri omamljivanju jer nije momentalno, dodatni problem je činjenica da CO₂ može da izaziva i bol i stres kod svinja do momenta gubitka svesti i osećaja (iako je neosporno da ovaj gas ima analgetički efekat) pošto analgezija nije trenutna. Moguće su i iritacije respiratornog trakta životinja koje se omamljuju, pa neke svinje (posebno određene rase) pokušavaju da pobegnu. Pored toga, ovo može biti i reverzibilni tip omamljivanja pa je posebno potrebno voditi računa o vremenu kada će se izvršiti iskrvarenje. Omamljivanje sa CO₂ ima tri faze: 1) analgeziju (posepeni gubitak bola, ova faza traje oko 30 sekundi kod svinja), 2) ekscitaciju (gubitak svesti praćen nekontrolisanim pokretima) i 3) anesteziju (opuštanje dok su disanje i cirkulacija neometani). Dužom primenom CO₂, nastaje i četvrta faza, odnosno smrt životinja.

Novije metode, koje su još uvek više eksperimentalno nego praktično u upotrebi, uključuju mešavine 30% CO₂ i 60% argona ili azota u vazduhu, ili sa 90% argona ili azota (ili neki drugi inertni gas) u vazduhu. U oba slučaja, maksimalna koncentracija kiseonika treba da bude 2%. Svinje treba da budu izložene delovanju ove gasne smeše u trajanju od najmanje 3 minuta. Znaci dobre, sumnjive (ako se primete jedan ili više, prate se) i neefikasne (primenjuje se rezervi metod omamljivanja) omamljenosti svinja sa CO₂ su prikazani u Tabeli VI-5.

Tabela VI-5. Znaci dobre, sumnjive i loše omamljenosti svinja sa CO₂

Znaci dobre omamljenosti	Znaci sumnjive omamljenosti	Znaci neefikasne omamljenosti
<ul style="list-style-type: none">– potpuno opuštena životinja dok leži;– otvorene oči i proširene zenice kod svinja;– odsustvo ritmičkog disanja ili disanja uopšte ako dolazi do smrti životinja;– odsustvo refleksa rožnjače;– dahtanje može biti prisutno na kratko;– odsustvo odgovora na bolni stimulans.	<ul style="list-style-type: none">– svinje nisu opušteno;– skupljene prednje noge;– pojedinačni udisaji;– zenice nisu proširene;– treptanje na dodir oka.	<ul style="list-style-type: none">– podizanje glave;– jasni pokreti ili povijena leđa;– ritmičko disanje;– treptanje na dodir oka i pomeranje oka;– vokalizacija.

Omamljivanje ptica modificovanom atmosferom

Kod živine, omamljivanje modificovanom atmosferom podrazumeva primenu CO₂, inertnih gasova ili pak mešavine CO₂, azota i/ili inertnih gasova i to dok je živina još u transportnim kavezima/korpama. Kao i kod svinja, nekada se primenjuju dve različite faze i koncentracije gasa pri omamljivanju živine. Prva faza podrazumeva da se živina izlaže nižoj koncentraciji (40%) CO₂, koja izaziva analgeziju i gubitak svesti, dok druga faza izloženosti višim koncentracijama (do 70%) CO₂ dovodi do smrti. Ovim metodom omamljivanja se izbegava stres povezan sa istovarom iz kaveza i sa kačenjem na liniju klanja, kao što je to u slučaju omamljivanja električnom strujom. Znaci nepravilne omamljenosti živine nakon omamljivanja modificovanom atmosferom uključuju pokušaje ustajanja, mahanje krilima, ritmičko disanje i/ili vokalizaciju. Ukoliko se bilo koji znak uoči, potrebno je primeniti rezervni metod omamljivanja živine.

Klanje životinja bez prethodnog omamljivanja

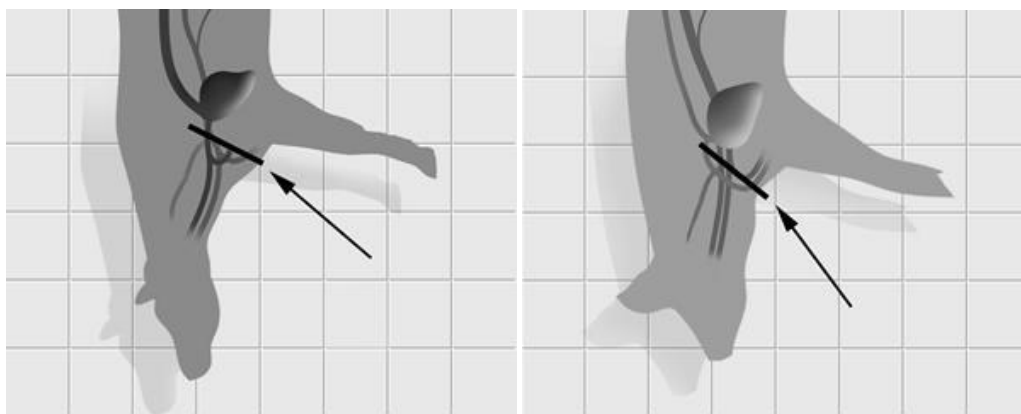
Životinje se mogu klati bez prethodnog omamljivanja samo u slučaju: 1) klanja živine i kunića u domaćinstvu, 2) prinudnog klanja radi što bržeg prekida teškog patološkog stanja i patnje koje ono nosi, kao i 3) religioznog/ritualnog klanja koje se obavlja prema propisima registrovane verske zajednice (košer i halal klanja). Košer standard propisuje proizvodnju i pripremu hrane prema posebnim propisima i običajima jevrejske verske zajednice. Halal standard čini primenu pravila za proizvodnju i pripremu hrane u skladu sa islamskim verskim običajima. Meso samo određenih vrsta životinja se smatra košer, i to preživara koje imaju rogove (dakle, meso svinja ne može biti košer) i živine (kokoške, ćurke, guske i patke). Slično, halal, između ostalog, zabranjuje upotrebu svinjskog mesa i mesa ptica grabljivica, itd. Klanje životinja čije će meso biti košer ili halal podrazumeva da nema prethodnog omamljivanja, već se one kolju pri stanju svesti presecanjem karotidnih i jugularnih krvnih sudova. Ova dva tipa klanja podrazumevaju i posebne metode obuzdavanja prilikom klanja kako bi ono moglo da se izvede sa što

manjim ugrožavanjem dobrobiti životinja. U skorije vreme, u određenim evropskim zemljama, halal standard dozvoljava i primenu električnog omamljivanja postavljanjem elektroda samo na glavu ovaca, kao i potapanjem živine u vodu sa visokofrekventnom strujom, pošto su ovo reverzibilni metodi koje ne dovode do smrti životinje, nego smrt nastaje klanjem i iskrvarenjem.

Klanje i iskrvarenje životinja

Klanje i iskrvarenje sisara u klanicama se vrši presecanjem velikih krvnih sudova vrata (tkzv. „vratno klanje”) ili oko srca (tkzv. „ubodno klanje ” ili „grudno klanje”), a ptica presecanjem celog vrata (najčešće automatski). Jasno je da su ovakve incizije bolne ukoliko nema omamljivanja životinja. Iskrvarenje treba da se izvrši što pre nakon omamljivanja, a idealno dok su omamljene životinje još u toničnoj (rigidnoj) fazi. Sam proces iskrvarenja podrazumeva nastajanje hipoksije mozga i hipovolemijskog šoka koji vode u smrt.

Krv čini oko 7% težine životinje, a oko polovina te krvi (tj. 3 do 4% od težine životinje) se izgubi tokom iskrvarenja. Kod goveda, na primer, iskrvarenje se smatra efikasnim ako se nakon 30 sekundi od presecanja krvnih sudova izgubi najmanje 2% telesne težine. Zbog manjeg promera krvnih sudova vrata od krvnih sudova oko srca, iskrvarenje presekom karotitidnih i jugularnih sudova je sporije. Ovo može biti problem ukoliko je više vremena prošlo od omamljivanja pa se može desiti da životinja povрати svest pre smrti - stoga se sve više insistira na iskrvarenju preživara i svinja ubodom u grudni (Slika VI-4). Dodatni razlog je činjenica da kod goveda vertebralna arterija snabdeva mozak sa oko 30% krvi direktno iz aorte, tako da u slučaju presecanja krvnih sudova na vratu ova arterija i dalje određeno vreme snabdeva mozak velikom količinom krvi. Procesi klanja i iskrvarenja su detaljnije opisani u Poglavlju VIII.



Slika VI-4. Krvni sudovi koji se rasecaju prilikom „grudnog klanja” goveda i svinja²⁶

²⁶ Izvor: HSA, 2013

UTICAJ DOBROBITI ŽIVOTINJA NA BEZBEDNOST I KVALITET MESA

Način postupanja sa životinjama koje služe za potrebe proizvodnje mesa je, pored etičkih razloga i ispunjavanja zakonskih obaveza, vrlo važan sa aspekta osiguranja kvaliteta i bezbednosti mesa, što je i glavni pokretač brige industrije mesa o osiguranju dobrobiti životinja za klanje. Fiziološke promene koje se javljaju u organizmu životinje koja je tokom transporta ili neporedno pre ili tokom klanja izložena stresu, mogu značajno da naruše bezbednost i kvalitet mesa.

Stres pogoduje izlučivanju patogena, a ovo je naročito evidentno tokom transporta i/ili boravka u stočnom depou, ukoliko uslovi za osiguranje dobrobiti nisu ispoštovani. Jasno je da se neki negativni aspekti u ovim fazama ne mogu izbeći (npr. boravak u nepoznatom okruženju), ali mnogi mogu i to prevashodno oni koji su vezani za rukovanje životinjama tokom transporta (utovar i istovar su pritom ključni), sprovođenje životinja do linije klanja, kao i pripreme za omamljivanje i samo omamljivanje.

Uticao dobrobiti životinja na bezbednost mesa

Pored toga što je kod životinja pod stresom izlučivanje patogena intenzivnije, sama otpornost prema patogenima je niža, pa to može dovesti čak i do ispoljavanja kliničke bolesti životinja neporedno pre klanja. Ovde su naročito bitni patogeni mikroorganizmi koje zdrave životinje često nose u svom digestivnom traktu (npr. *Salmonella*, *Campylobacter*, patogena *E. coli*), a koji se u stresnim situacijama više izlučuju fecesom. Ovo je povezano i sa učestalom defekacijom, a čak i pojavom dijareje u izuzetno stresnim situacijama. Navedeni patogeni mikroorganizmi potom kontaminiraju druge životinje, naročito tokom transporta kada su zbijenije nego tokom odgoja, što direktno utiče na povećanje unakrsne kontaminacije tokom obrade trupova i posledično bezbednost mesa.

Dodatno, stres i iscrpljenost životinja pre klanja dovode do potrošnje rezervi glikogena u njihovim mišićima. Pošto je glikogen prekursor mlečne kiseline, jasno je da ukoliko je nivo glikogena snižen, snižena će biti i koncentracija mlečne kiseline u mišićima zaklanih životinja, pa će time i baktericidni efekat mlečne kiseline da bude manji tokom postmortalnih promena u mesu.

S druge strane, nekada bolja dobrobit životinja može i da ugrožava bezbednost mesa ili da postoji vrlo kompleksna korelacija dobrobiti i bezbednosti mesa. Na primer, pristup svinja otvorenom prostoru je koristan sa aspekta ispunjavanja nekih elemenata dobrobiti, pa iako smanjuje gustinu na farmi i mogućnost prenošenja patogena koji se lako šire u intenzivnom uzgoju (npr. bakterije poput *Salmonella* ili *Yersinia*), povećava mogućnost njihove izloženosti drugim patogenima (npr. parazitima poput *Toxoplasma* ili *Trichinella*). Primeri odnosa faktora povezanih sa dobrobiti životinja i bezbednosti mesa su prikazani u Tabeli VI-6.

Tabela VI-6. Odnos dobrobiti životinja i bezbednosti mesa²⁷

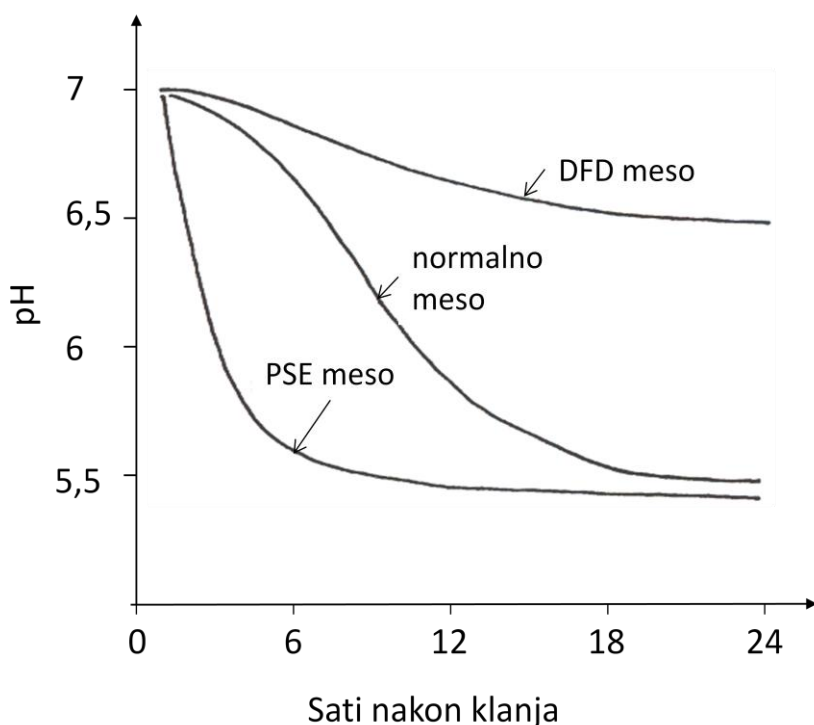
Faktor povezan sa dobrobiti životinja	Uticaj faktora na dobrobit	Uticaj faktora na bezbednost mesa
Stres životinja	negativan: patnja i narušavanje imuniteta	negativan: povećana osetljivost na patogene i njihovo izlučivanje
Kontaminacija stočne hrane i pašnjaka	negativan: direktno utiče na zdravlje životinja	negativan: širenje patogena među životinjama putem stočne hrane
Glatki/klizavi podovi	negativan: padovi i povrede životinja	pozitivan: manja akumulacija i preživljavanje patogena, efikasnije čišćenje
Nedostatak prostirke	negativan: smanjenje udobnosti i lezije na stopalima životinja	pozitivan: smanjena akumulacija i preživljavanje patogena, kao i širenje na druge životinje putem prostirke negativan: infekcije lezija na stopalima koje mogu uticati na opšte stanje životinje, odnosno bezbednost mesa
Nedovoljan prostor, visoka vlažnost, neadekvatna ventilacija	negativan: smanjenje udobnosti i povećanje stresa životinja	negativan: povećana unakrsna kontaminacija patogenima usled češćih kontakata životinja, povećano preživljavanje, akumulacija i širenje patogena vazduhom
Zaprljanost životinja	negativan: smanjenje udobnosti	negativan: povećana kontaminacija mesa tokom obrade trupova
Prisustvo vektora	negativan: uticaj na zdravlje životinja	negativan: širenje patogena na farmi i među životinjama putem vektora
Držanje životinja u grupama	pozitivan: uticaj na socijalne aspekte tokom života životinje	negativan: horizontalno širenje patogena između životinja putem zajedničkih hranilišta i napajališta, kao i fizičkim kontaktima
(Polu)otvoreno držanje	pozitivan: poboljšava udobnost i zdravlje životinja	pozitivan: manje širenje patogena u poređenju sa zatvorenim držanjem; negativan: veća mogućnost izlaganja hazardima iz životne sredine
Uvođenje novih životinja na farmu i mešanje tokom transporta i u depou	negativan: narušavanje socijalnih struktura, stres	negativan: unošenje patogena i njihovo širenje među životinjama (naročito asimptomatskim nosiocima)
Prisustvo bolesti životinja	negativan: bol i patnja	negativan: širenje zoonotskih agenasa među životinjama
Transport životinja	negativan: patnja i stres životinja	negativan: veće izlučivanje patogena usled stresa i širenje među životinjama (direktnim kontaktom ili preko površina transp. sredstva)
Boravak životinja u stočnom depou	pozitivan: omogućavanje fizičkog oporavka od puta i smanjenje stresa	negativan: unakrsna mikrobiološka kontaminacija među životinjama (direktnim kontaktom ili preko površina depoa)
Omamljivanje životinja	pozitivan: prevencija ili smanjenje patnje i stresa	pozitivan: omogućavanje higijenskog iskrvarenja; negativan: kontaminacija među životinjama, mogućnost širenja mikroorganizama krvotokom i nervnog tkiva invazivnim metodima
Iskrvarenje životinja	pozitivan: sprečavanje povratka svesti	negativan: unakrsna kontaminacija sa kože na ubodnu ranu i dalje u krvotok

²⁷ Prilagođeno iz Buncic et al., 2009

Uticaj dobrobiti životinja na kvalitet mesa

Brojni uticaji perioda pre klanja na dobrobit životinja i kvalitet mesa su mogući - pored toga što životinje mogu uginuti u ovom periodu, može doći i do povreda koje se manifestuju modricama i/ili slomljenim kostima. Dug period uskraćivanja hrane dovodi do gubitka telesne mase (tkzv. kalo), a uzrokuju i dehidraciju. Ono što se posebno ističe, a nije na prvi pogled vidljivo, jeste mogući poremećaj procesa postmortalne glikolize i prateće acidifikacije muskulature trupa (odnosno pH). Tako, kratkotrajni (tkzv. akutan) stres životinje može da stimuliše glikolizu odmah nakon klanja i dovede do pojave bledog, mekog i vodnjikavog mesa (engl. *pale, soft and exudative*, PSE), dok dugotrajni (hroničan) stres može da iscrpi rezerve glikogena u mišićima i dovede do pojave tamnog, čvrstog i suvog mesa (engl. *dark, firm and dry*, DFD).

Nakon klanja je nemoguće ispraviti proces acidifikacije mesa, ukoliko je životinja pre klanja bila izložena faktorima koji utiču na nepravilan pad pH mesa sa fiziološkog nivoa u momentu klanja (pH oko 7-7,2). Normalan pH nakon 45 minuta of klanja je oko 6,4 a na kraju procesa zrenja mesa trupa oko 5,5 (zavisno od vrste životinja, Poglavlje XIV). Međutim, ove vrednosti se razlikuju kod PSE i DFD mesa (Šema VI-3). Takođe, stres koje svinje prežive pre klanja može da ima i druge negativne efekte na kvalitet – npr. ovakav stres može da vodi ranijem nastajanju ukočenosti mišića oko folikula dlake/čekinje što otežava njihovo uklanjanje tokom procesa obrade trupova.



Šema VI-3. Pad pH mesa nakon klanja životinja

PSE meso se najčešće javlja kod svinja i živine (naročito je osetljivo meso grudi ćuraka), a retko kod goveda. Ovakvo meso je bledo, meke teksture u sirovom stanju i eksudativno (tj. vlažno je i tečnost curi iz njega tokom rasecanja i skladištenja). Ovo stanje je izazvano akutnim stresom neposredno pre klanja, pa se ubrzava metabolizam mišića, naročito glikoliza, i to odmah nakon smrti životinje. Rezultirajuća brza acidifikacija mesa (ispod pH 5,8) u vreme dok je trup još topao, denaturiše neke od proteina mišića tako da oni izgube mogućnost vezivanja vode što dovodi do karakterističnih vidljivih promena. PSE meso može da se definiše i kao meso čiji pH pada ispod 6,45 minuta nakon klanja. U ovom slučaju, veći su gubici prilikom prerade mesa, jer meso ne vezuje vodu, a posle termičke obrade je tvrdo. Glavni uzrok PSE mesa je stres povezan sa sprovođenjem (tj. kretanjem) svinja kroz koridore do mesta za omamljivanje, naročito ako se ovaj proces vrši brzo, nepromišljeno i upotrebom preterane sile. Tome doprinosi i preterano korišćenje električnih goniča, kao i nepravilno omamljivanje (npr. ponovljeno omamljivanje kada se ne uspe iz prvog pokušaja). Međutim, čak i kad se svinjama rukuje pažljivo pre klanja, od rasa koje su naročito stres-osetljive (tj. one koje nose tkzv, halotan gen, kao pietren) se često dobija PSE meso. Takođe, vrlo toplo vreme utiče na pojavu ovog tipa mesa.

DFD meso može da se javi kod svih vrsta životinja, ali ipak najčešće u goveda. Ovakvo meso je vrlo tamne boje, čvrste teksture i suvo. Može biti čak i lepljivo na dodir. DFD meso je izazvano hroničnim stresom pre klanja koji iscrpljuje rezerve glikogena u mišićima. Ovo se najčešće javlja usled dugog i zamornog transporta, dugog uskraćivanja hrane, mešanja nepoznatih životinja (npr. mešanje mladih bikova koje često dovodi do borbe), kao i usled bilo kojeg vida grubog postupanja sa životinjama tokom utovara, transporta ili boravka u stočnom depou. Ovakvi stresogeni faktori smanjuju nivo postmortalne glukoze i mlečne kiseline, kao i posledičnu acidifikaciju (tj. pH pada samo do 6 ili čak samo do 6,3). DFD meso može da se definiše i kao meso čiji pH u roku od 12 do 48h (zavisno od vrste) ne pada ispod 6 ili 6,2. Stoga, DFD meso je na kraju visokog pH, tako da je sklono kvaru, delom jer visok pH pogoduje rastu bakterija, a delom jer nedostatak glikogena i ostalih ugljenih hidrata vodi nedostatku mlečne kiseline što opet omogućava rast bakterija. Iz tog razloga, DFD meso je nekada neprijatnog, truležnog mirisa, i to vrlo brzo nakon klanja životinja. Visok pH podrazumeva da se proteini ne denaturišu i zadržavaju visok kapacitet zadržavanja vode, tako da je površina mesa suva. DFD meso se teže termički obrađuje i ima slabu aromu posle termičke obrade jer je suvo i jače vezuje vodu.

Na trupovima nekih životinja (naročito svinja) vrlo često mogu da se uoče istovremeno PSE i normalno meso, DFD i normalno meso, kao i PSE i DFD karakteristike u bliskim delovima muskulature. Ove pojave se nazivaju „dvostruko toniranje“ i teško ih je objasniti fiziološki, ali verovatno je da oslikavaju različitosti biohemijskih procesa različitih mišića i koliko se aktivno oni koriste od strane životinje. Tako su crveni mišići koji imaju više oksidativnih vlakana skloniji pojavi DFD mesa, a beli mišići koji imaju više glikolitički metabolizam su skloniji pojavi PSE mesa. Osim što reflektuju probleme sa dobrobiti, PSE i DFD meso nisu poželjni sa aspekta potrošača i nižeg su kvaliteta uključujući tu i organoleptičke karakteristike, kao što je prikazano u Tabeli VI-7.

Tabela VI-7. Karakteristike PSE i DFD mesa

Svojstva mesa	PSE meso	DFD meso
Boja	bledocrvena	tamnocrvena
Miris i ukus	dobro izraženi	slabo izraženi
Konzistencija	mekana	tvrda
Izgled preseka mišića	vlažan	suv
pH	nizak (<6 u prvih 45 min, a 5,3 na kraju)	visok (6,4 u prvih 45 min., a ≥6 na kraju)
Sposobnost vezivanja vode	slaba	dobra

VII - INSPEKCIJA MESA

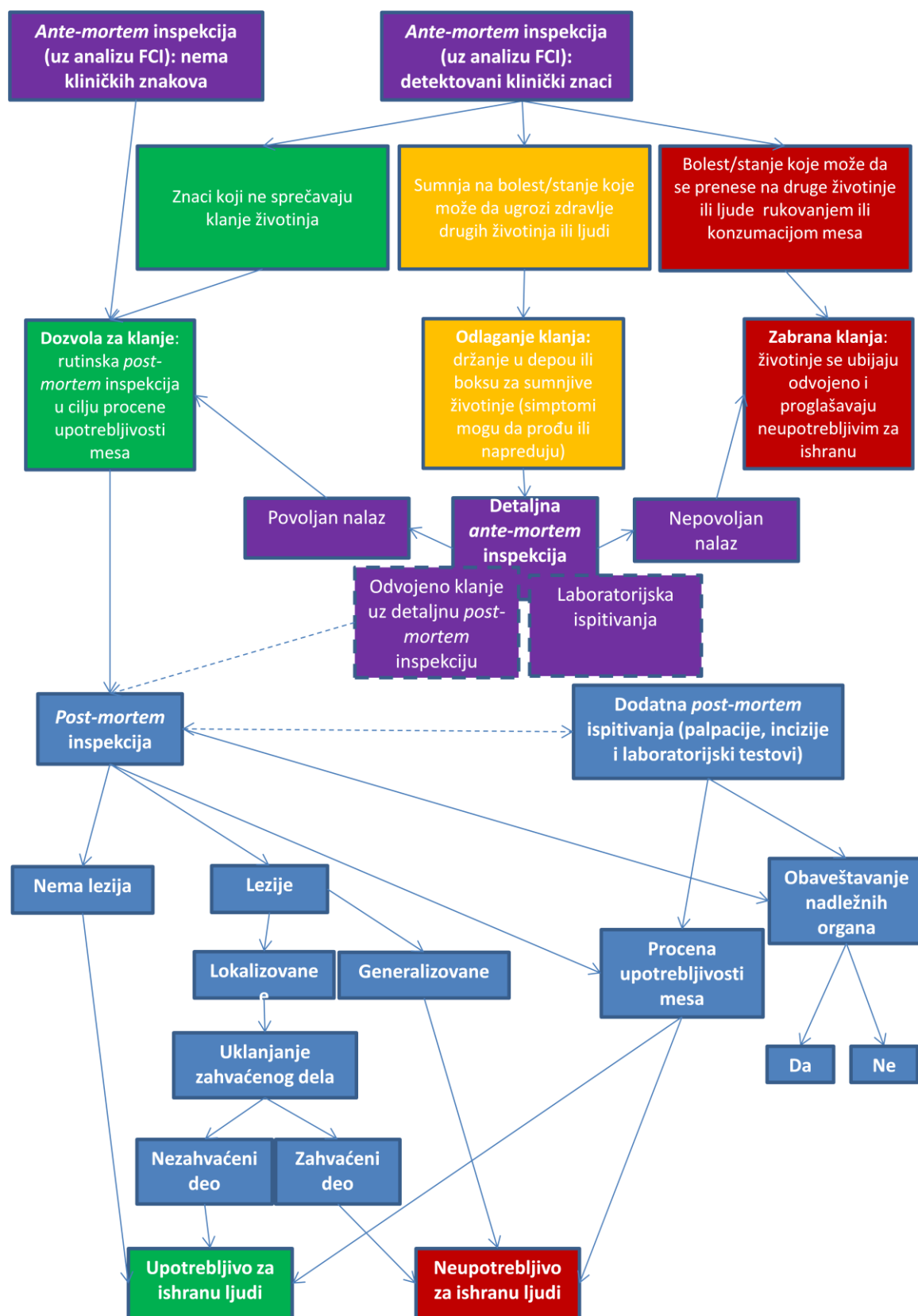
POJAM, CILJ I ELEMENTI INSPEKCIJE MESA

Inspekcija mesa je vrlo kompleksan pojam, kao i sam proces, a danas ne postoji precizna i opšte prihvaćena definicija inspekcije mesa kao celine. Umesto toga, od strane pojedinih međunarodnih organizacija koje se bave bezbednošću hrane (npr. Komisija *Codex Alimentarius*-a) ili legislative Evropske unije, specifično su definisani pojedini elementi inspekcije mesa kao što su premortalna inspekcija ili postmortalna inspekcija. Shodno tome, trenutno razumevanje pojma inspekcija mesa je više zasnovano na njenoj praktičnoj i intuitivnoj primeni, nego na specifičnoj, formalnoj definiciji. Ipak, inspekcija mesa može da se grubo definiše kao proces identifikovanja i uklanjanja iz lanca hrane životinja, odnosno mesa koje nije podesno za ljudsku ishranu zato što potencijalno sadrži alimentarne hazarde za ljude ili nije prihvatljivo iz estetskih razloga ili pak može da sadrži hazarde za zdravlje životinja čije bi dalje širenje na druge životinje moglo da se desi ulaskom ovakvog mesa u lanac hrane. Ne postoji ni univerzalan vodič za inspekciju mesa koji pokriva sve situacije - umesto toga ovlašćeni veterinar (tj. veterinarski inspektor) donosi odluku o upotrebljivosti mesa na osnovu inspekcije žive životinje i/ili trupa i organa te životinje.

Inspekcija mesa se, u Srbiji i Evropskoj uniji, sastoji iz dva dela: 1) pre klanja životinje - koji čine analiza informacija iz lanca hrane i *ante-mortem* inspekcija, kao i 2) nakon klanja životinja - koji čine *post-mortem* inspekcija, a koja može da uključuje i pomoćne-laboratorijske testove. Kao rezultat procesa inspekcije mesa, životinja sa prihvata ili ne prihvata za klanje, a dalje se meso zaklanih životinja ocenjuje kao upotrebljivo ili neupotrebljivo za ishranu ljudi, ili pak upotrebljivo za druge svrhe. U širem smislu, inspekcija mesa uključuje ili služi drugim elementima direktno ili indirektno povezanim sa bezbednošću hrane, kao što su ocena dobrobiti životinja za klanje, unapređenje higijene procesa dobijanja mesa u klanici, kontrola specifičnog rizičnog materijala i sporednih proizvoda klanja, kao i zaštita životne sredine. Dodatno, zadaci inspekcije mesa uključuju i njenu ulogu u monitoringu zoonotskih agenasa i nadzoru nad određenim bolestima životinja koje ne podrazumevaju uvek i nepodesnost mesa za ishranu ljudi.

Osnovna svrha inspekcije mesa je - a što je jasno iz i već nevedene definicije - da na osnovu svih njenih komponenti veterinarski inspektor utvrdi da li je meso upotrebljivo, to jest bezbedno i estetski prihvatljivo za konzumaciju od strane ljudi i da, stoga, dozvoli da se samo takvo meso plasira dalje u lanac hrane koji se završava kod potrošača. Pored toga, inspekcija mesa ima i važnu ulogu u otkrivanju i sprečavanju širenja bolesti životinja - to jest takođe služi i da meso koje potencijalno sadrži hazarde za zdravlje životinja bude uklonjeno iz lanca hrane/mesa.

Proces inspekcije mesa je prikazan u Šemi VII-1. Procenom upotrebljivosti mesa i posledičnim postupanjem sa pregledanim životinjama i mesom (tj. trupom i organima), koje uključuje i obeležavanje mesa, zaokružuje se ceo proces inspekcije mesa. Inspekcija životinja za dobijanje crvenog mesa i inspekcija crvenog mesa se sprovodi na svakoj životinji odnosno obrađenom trupu i organima. S druge strane, iako radnici u klanici pregledaju svaki trup i mogu da ukažu na određene abnormalnosti veterinarskom inspektoru, inspekcija mesa živine se od strane veterinarskog inspektora sprovodi samo na reprezentativnom uzorku. Osim u slučaju specifičnih bolesti i nalaza patognomoničnih lezija ili pak nalaza pomoćnih laboratorijskih testova, inspekcija mesa ne služi dijagnozi, nego samo opravdanoj sumnji na određenu bolest ili hazard za zdravlje ljudi ili životinja.



Šema VII-1. Proces inspekcije mesa i procene upotrebljivosti mesa²⁸

²⁸ Izvor: EFSA, 2020

INFORMACIJE IZ LANCA HRANE

Pojam, elementi i ciljevi informacija iz lanca hrane

Informacije iz lanca hrane (engl. *Food Chain Information*, FCI) predstavljaju sve relevantne podatke o životinjama namenjenim klanju od njihovog rođenja, preko svih stadijuma odgoja do dana klanja, koje veterinarskom inspektoru u klanici pružaju odgovarajuće smernice u trenutku pregleda životinja pre klanja, kao i tokom pregleda mesa i organa nakon klanja. FCI su sve one informacije koje se razmenjuju između farme i klanice (u oba smera), a predstavljaju važan faktor koncepta „od farme do trpeze” sa ciljem identifikovanja problema vezanih za bezbednost i kvalitet mesa, kao i za zdravlje i dobrobit životinja.

Informacije iz lanca hrane uključuju:

- informacije o zdravstvenom statusu farme sa koje životinje potiču ili zdravstvenom statusu farmi u regionu;
- informacije o zdravstvenom stanju životinja koje se šalju na klanje;
- informacije o veterinarskim lekovima ili drugoj terapiji koju su životinje primale u nekom određenom periodu, kao i o periodu karence, zajedno sa datumima primene terapije i periodu isteka karence;
- informacije o pojavi oboljenja koje može da utiče na upotrebljivost mesa;
- informacije o rezultatima, ako su relevantni za zaštitu javnog zdravlja, bilo kojih analiza koje su vršene na uzorcima uzetim od životinja ili drugim uzorcima uzetim radi dijagnostikovanja oboljenja koja mogu da utiču na upotrebljivost mesa, uključujući tu i uzorke uzete u svrhu monitoringa i kontrole zoonoza i rezidua;
- informacije o odgovarajućim prethodnim nalazima *ante-* i *post-mortem* inspekcije životinja sa iste farme;
- informacije o načinu odgoja životinja, kada one mogu da ukažu na pojavu nekih oboljenja;
- informacije o veterinaru koji je zadužen na farmi porekla životinja za klanje.

FCI generalno imaju cilj da kategorišu grupe životinja za klanje u različite kategorije rizika, to jest na niže- i više-rizične. Na osnovu ovih informacija, rizičnijim i manje rizičnim grupama životinja može da se rukuje odvojeno za vreme transporta, boravka u stočnom depou i klanja i obrade trupova, kako bi se sprečila unakrsna kontaminacija niže-rizičnih životinja i mesa koje od njih potiče. Korisnost ove podele na rizične grupe životinja je i da kasnije, za vreme *post-mortem* inspekcije, visoko rizične životinje budu predmet detaljnijeg ispitivanja, uključujući tu i laboratorijske testove ako su potrebni, dok u slučaju manje rizičnih životinja može da se obavi jednostavnija inspekcija (npr. samo vizuelna inspekcija organa).

Preduslov za primenu FCI ali i ostalih elemenata inspekcije mesa je identifikacija životinja, individualna (velike životinje) ili grupna (živina), a ispunjava se obeležavanjem životinja (putem ušnih markica, mikročipova, tetovaža) i korišćenjem određene dokumentacije (npr. pasoši za goveda). Neidentifikovane životinje ne bi smele da uđu u lanac hrane, već se vrši njihovo ubijanje i neškodljivo uklanjanje leševa. Identifikacija (uz obeležavanje) je važna da bi se pratilo kretanje životinje od rođenja do klanja i ona je osnov za primenu principa sledljivosti u osiguranju bezbednosti mesa. Kod manjih životinja, najčešće se dešava da su one odgajane samo na jednoj farmi i sa nje poslate u

klanicu, međutim, ima i slučajeva da životinje (naročito velike i dugovečnije) promene i više farmi ili nakupaca pre klanja. Po pravilu, životinje kojima je više puta menjano mesto boravka, predstavljaju veći epidemiološki rizik. Epidemiološki podaci su među najvažnijim komponentama FCI jer direktno ukazuju na prisustvo hazarda u životinjama. Informacije o korišćenim lekovima i veterinarskim tretmanima omogućavaju direktan uvid u ukupno zdravstveno stanje životinje i indikacija su mogućeg prisustva rezidua lekova u jestivim tkivima. Podaci o načinu i uslovima držanja životinja na farmama i o životnoj sredini u kojoj je životinja odgajana (biosigurnosne mere, korišćenje pašnjaka, dobra farmska praksa, odlaganje otpada), takođe mogu direktno ili indirektno da ukažu na prisustvo hazarda u životinji. Podaci o proizvodnim parametrima (npr. stopa rasta, konverzija hrane) i kvalitetu stočne hrane (nutritivni kvalitet, prisustvo kontaminanata) su važni jer ukazuju na zdravstveni status i dobrobit životinja.

Tok informacija iz lanca hrane i odluke veterinarskog inspektora

Odgovorna lica u klanici su u obavezi da zahtevaju, primaju i proveravaju informacije iz lanca hrane, kao i da sprovode odgovarajuće mere na osnovu analiziranih informacija. Oni ne bi ni smeli da prime životinje u prostorije klanice ukoliko nisu tražili i dobili odgovarajuće informacije iz evidencije gazdinstva/farme sa kojeg životinje potiču. Veterinarski inspektor treba da dobije FCI najkasnije 24 časa pre prispeća životinja u klanicu, a najbolje kompjuterskim sistemom. Ovo je neophodno da bi se izbegao nepotreban transport životinja čije klanje inače neće biti dozvoljeno na osnovu FCI. Nekada je, ipak, dozvoljeno da informacije iz lanca hrane stižu u klanicu istovremeno sa životinjama na koje se odnose. To je moguće u slučaju svinja, živine ili uzgajane divljači koji su već prošli *ante-mortem* pregled na farmi porekla, ukoliko uz njih stiže i potvrda izdata od strane veterinara da su životinje pregledane na farmi i da su zdrave. To je, takođe, moguće i u slučaju životinja koje su prinudno zaklane, ukoliko je uz njih priložena potvrda veterinara, a u kojoj je navedeno da je ishod *ante-mortem* inspekcije povoljan. Ukoliko se desi da životinja stigne u klanicu bez FCI, veterinarski inspektor odlučuje o njenoj daljoj sudbini i može, ali i ne mora da odobri klanje. U tom slučaju se klanje vrši odvojeno od drugih životinja, a meso zaklane životinje se zadržava do dobijanja FCI. Ukoliko se FCI ne dobiju, u tom slučaju meso zaklane životinje se deklarise kao neupotrebljivo za ljudsku ishranu i neškodljivo se uklanja.

Veterinarski inspektor u klanici treba da verifikuje da postoji efikasna i konzistentna komunikacija informacijama iz lanca hrane između farme porekla životinja i klanice, da su informacije iz lanca hrane validne i pouzdane, kao i da se obezbeđuju sve povratne informacije iz klanice na farmu porekla životinja. Sistem informacija iz lanca hrane (iako je još od 2006. godine obavezan u EU) je i dalje u razvojnoj fazi, a postoji i velika razlika u njihovoj formi i primeni u različitim zemljama. FCI su samo do izvesne mere koncipirane u svrhu zaštite javnog zdravlja i u praksi im nedostaju adekvatni indikatori koji bi omogućili objektivniju rizičnu kategorizaciju životinja. Generalno, FCI su bolje razvijene i primenljive na životinje koje se češće drže u integrisanim sistemima (tj. živina i svinje), a sa procesom modernizacije inspekcije mesa (opisanom kasnije u ovom poglavlju) i sistema osiguranja mesa zasnovanog na oceni rizika (Poglavljje XII), očekuju se i pun razvoj i primena sistema FCI.

Pojam i ciljevi premortalne inspekcije mesa

Premortalna (*ante-mortem*) inspekcija predstavlja proceduru ocene zdravstvenog i higijenskog statusa koju sprovodi veterinarski inspektor na živim životinjama namenjenim klanju, a u cilju određivanja njihove podesnosti za klanje i dobijanje mesa. Premortalna inspekcija se vrši nakon analize FCI, i zajedno sa njom ima za cilj rizičnu kategorizaciju životinja i posledično prilagođavanje *post-mortem* inspekcije mesa, kao i nivoa higijene procesa obrade trupova u klanici. Ovom inspekcijom se životinje grupišu na one koje: 1) mogu da prenesu bolest na druge životinje ili ljude ili pokazuju kliničke znake sistemskog oboljenja usled koga je meso nepodesno za ishranu ljudi, pa ih je potrebno isključiti iz lanca mesa, 2) ne mogu jasno da se kategorišu (tj. sumnjive životinje) i čije se klanje odlaže dok se ne dobije jasnija slika (npr. dok simptomi prođu ili uznapreduju), i 3) mogu da se proslede na klanje, s tim što će se procena upotrebljivosti njihovog mesa izvršiti u skladu i sa rezultatima *post-mortem* inspekcije i dodatnih pomoćnih laboratorijskih testova (ako su oni neophodni).

Ciljevi *ante-mortem* inspekcije su zaštita zdravlja ljudi, zaštita zdravlja životinja i zaštita dobrobiti životinja. Zaštita zdravlja ljudi se odnosi, kako na moguće otkrivanje alimentarnih zoonoza, farmakološki aktivnih supstanci i drugih hemijskih kontaminanata koje mogu da ugroze bezbednost mesa, tako i na otkrivanje drugih zoonotskih bolesti i na zaštitu radnika u klanici koji će dalje direktno rukovati tim životinjama i/ili njihovim proizvodima (tj. profesionalni hazardi za radnike u klanici). Takođe, važan aspekt ove inspekcije jeste i ocena čistoće životinja, odnosno otkrivanje neprihvatljivo zaprljanih životinja (pre svega, fecesom) koje kontaminacijom linije klanja mogu znatno da utiču na higijenu i bezbednost njihovog, i mesa drugih životinja koje se obrađuju tog dana. *Ante-mortem* inspekcija u klanici je pogodna za monitoring ili nadzor bolesti životinja, a naročito bolesti obaveznih za prijavljivanje (Poglavlje IV), pa time služi u njihovoj opštoj kontroli. Takođe, ovom prilikom se vrši i ocenu dobrobiti životinja i otkrivanje nepoštovanja zahteva dobrobiti tokom odgoja, transporta ili boravka u stočnom depou (Poglavlje VI). Stoga, *ante-mortem* inspekcija je bitna i da se identifikuju neophodne posledične mere za unapređenje zdravlja i dobrobiti životinja. Premortalna inspekcija služi i da se, nakon analize FCI, životinje dalje i preciznije podele na visoko- i niže-rizične, što ukazuje na nivo potrebne detaljnosti kasnije, postmortalne inspekcije.

Uslovi za izvođenje i metodi premortalne inspekcije

Opšti preduslov za izvođenje *ante-mortem* inspekcije jeste prethodna analiza FCI, odnosno utvrđen identitet životinja za klanje, odgovarajuća veterinarska uverenja o farmi porekla, zdravstvenom statusu, lečenju tokom odgoja, podacima inspekcije mesa prethodno zaklanih životinja istog porekla, itd., koji će sveukupno da usmere samu *ante-mortem* inspekciju. Ovaj deo inspekcije mesa može da se vrši još na farmi (najčešće u slučaju živine na velikim farmama, ali i svih životinja koje se gaje u velikim integrisanim sistemima ili pak životinja koje se prinudno kolju na farmi), kao i tokom istovara u klanici ili tokom boravka u stočnom depou klanice. Za obavljanje *ante-mortem* inspekcije potrebno da se obezbedi adekvatno prirodno ili veštačko svetlo, kao i adekvatan prostor kako bi veterinarski inspektor imao pristup svakoj životinji. Svakako je važno da inspektor ima i dovoljno vremena za adekvatan pregled životinja. Neophodno je i da

objekat u kome se drže životinje pre klanja ima odvojen boks za izolaciju sumnjivih životinja, kao i uređaj za fiksiranje životinja za detaljno individualno ispitivanje u slučaju sumnjivih životinja.

Ante-mortem inspekcija domaćih životinja za proizvodnju crvenog mesa se vrši najkasnije 24 časa nakon dolaska životinja u klanicu (ne kasnije od toga da bi se sprečila eventualna dalja patnja životinje ako je dobrobit ugrožena), ali i ne kasnije od 24 časa pre klanja (jer zdravstveni status životinje može da se promeni do klanja), a dodatno i u drugo vreme na zahtev ovlašćenog veterinara (naročito ako životinje provode duže vreme u depou). Prilikom *ante-mortem* inspekcije krupnih domaćih životinja koja može da se vrši na farmi (npr. svinja gajenih u velikim integrisanim sistemima), prilikom istovara životinje u klanicu ili tokom boravka životinje u stočnom depou klanice, veterinarski inspektor ocenjuje zdravstveno stanje životinja posmatrano iz raznih uglova prilikom pokreta i/ili za vreme odmora. *Ante-mortem* inspekcija ima dve komponente: 1) sortiranje (tkzv. „skrining“) svih životinja uz odvajanje sumnjivih na bolest i 2) detaljno ispitivanje odvojenih životinja od strane veterinarskog inspektora.

Premortalna inspekcija živine se u slučaju većih farmi, najčešće obavlja na tim farmama i to prevashodno zbog velikog broja životinja za koje ne bi bilo dovoljno vremena da se pregledaju u klanici. U tim slučajevima, u klanicu zajedno sa životinjama stižu rezultati analize FCI i premortalne inspekcije (u formi „veterinarskog uverenja“), koji su izvršeni najranije 72 časa pre dolaska na klanicu i uglavnom sadrže podatke o farmi porekla, broju životinja u grupi, mortalitetu, bolestima, primeni lekova, kao i rezultatima raznih laboratorijskih testova. Kada su u pitanju manje farme, *ante-mortem* inspekcija se ipak vrši na klanici i to ukoliko postoje adekvatni uslovi - pregledom uzoraka nasumično izabranih ptica, pa se ocenjuju njihovo zdravlje, higijenski status i dobrobit.

Premortalni pregled gajene divljači se vrši po istom principu kao kod domaćih farmskih životinja, to jest u klanicama jer se ova divljač najčešće kolje u njima. U slučaju gajene divljači koja se teško transportuje (npr. jeleni), klanje može da se vrši na farmi, pa se tamo vrši i veterinarska *ante-mortem* inspekcija. U ovom slučaju transport divljači zaklane na farmi na klanicu mora da se izvrši u roku od 3 časa, pa se u klanici vrši obrada trupa i *post-mortem* pregled.

U slučaju lovne divljači, ne vrši se klasična *ante-mortem* inspekcija, već lovac ocenjuje ponašanje životinje i uočava abnormalnosti, znake bolesti ili povreda, a o svemu tome izveštava veterinarskog inspektora. Takođe, premortalna inspekcija životinja čije prinudno klanje mora da se izvrši na farmi jer ne mogu da se transportuju žive do klanice ili im je dobrobit izuzetno ugrožena (npr. teško povređene životinje), vrši se pre samog klanja na farmi, a trupovi moraju da se pošalju na dalju obradu u klanicu tako da se evisceracija izvrši unutar 3 sata.

Nalazi *ante-mortem* inspekcije

Prilikom *ante-mortem* inspekcije, životinje se pregledaju da bi se otkrile neke od najčešćih abnormalnosti vezanih za zdravlje i higijenski status životinja za klanje (Tabela VII-1). U Tabeli VII-2 su navedena najčešća i najvažnija abnormalna stanja i bolesti goveda, svinja i živine na koja može da se sumnja - često uz prethodnu analizu informacija iz lanca hrane - ili koja mogu da se detektuju *ante-mortem* inspekcijom, odnosno na koja je potrebno obratiti posebnu pažnju. *Ante-mortem* znaci koji ukazuju na ove bolesti i stanja su detaljno opisani u Praktikumumu iz Higijene mesa.

Tabela VII-1. Abnormalnosti na koje se obraća pažnja prilikom *ante-mortem* inspekcije životinja

Predmet <i>ante-mortem</i> inspekcije	Opis moguće abnormalnosti
Disanje	promenjena frekvencija disanja, otežano disanje ili kašalj
Ponašanje	guranje glavom u zid, kretanje u krug, uplašenost ili agresivnost (ove promene mogu da ukažu na teške bolesti kao što su BSE, besnilo ili trovanje olovom)
Hod	nepravilan hod ili odbijanje pokretanja (ukazuje na bol u ekstremitetima, grudima ili abdomenu, ali i na nervne poremećaje)
Držanje	dugo stajanje sa uvučenim stomakom, ispruženim nogama ili vratom i glavom, dugo ležanje sa glavom zabačenom u stranu ili nemogućnost ustajanja (često kao posledica fraktura, otvorenih rana, otoka, itd.)
Ekskreti ili protruzije iz telesnih otvora	iscedak iz nosa, krvava dijareja, obilna pljuvačka, protruzija creva iz rektuma, protruzija uterusa iz vulve, itd.
Boja	crvene regije po svetloj koži (zapaljenje), tamnoplave regije po vimenu (gangrena), žute beonjače i koža (ikterus), itd.
Strukturalne abnormalnosti	otok kože (apscesi), otok zglobova, otok pupčane regije, značajan otok/uvećanje vimena, otok potkožnih limfnih čvorova, nadutost stomaka, itd.
Miris	na hranu jakog mirisa, medicinska sredstva ili punktuiran absces (teško se uočavaju)
Čistoća kože/vune/dlake/perja	prekomerna zaprljanost fecesom, prostirkom, blatom, itd. (najvažnije kod preživara)

Tabela VII-2. Najznačajniji *ante-mortem* nalazi goveda, svinja i živine

Stanje ili bolest	Goveda	Svinje	Živina
Bolesti životinja	<ul style="list-style-type: none"> – antraks – slinavka i šap – bruceloza – paratuberkuloza – bovina spongioformna encefalopatija – tuberkuloza – virusna dijareja goveda – hemoragična septikemija – infektivni bovini rinotraheitis/infektivni pustularni vulvovaginitis – nodularni dermatitis – aktinobaciloza – aktinomikoza – klostridijalne bolesti – boginje – maligna kataralna groznica – vezikularni stomatitis 	<ul style="list-style-type: none"> – antraks – slinavka i šap – bruceloza – kuga svinja – transmisibilni gastroenteritis – reproduktivno respiratorni sindrom svinja – klostridijalne bolesti – vezikularna bolest – atrofični rinitis – crveni vetar – dizenterija – tuberkuloza – boginje – vezikularni stomatitis 	<ul style="list-style-type: none"> – hlamidioza – zarazni bronhitis – zarazni laringotraheitis – mikoplazmoza – avijarna influenza – atipična kuga (Njukastl bolest) – infektivni burzitis (Gamboro bolest) – salmoneloza – Marekova bolest – tuberkuloza – kokcidioza – boginje – mikoplazmoza
Abnormalna stanja	<ul style="list-style-type: none"> – generalizovana stanja (pireksija, septikemija, pijemija, toksemija) – ugrožena dobrobit (rane, modrice, izmršavelost...), – emacijacija – edem – mastitis – hernija – gastroenteritis (dijareja) – prekomerno zaprljana koža – uginule životinje 	<ul style="list-style-type: none"> – generalizovana stanja – ugrožena dobrobit – emacijacija – edem – hernija – gastroenteritis (dijareja) – ugrizi na repu – uginule životinje 	<ul style="list-style-type: none"> – generalizovana stanja – sindrom uvijenih prstiju – hernija – peroza – ascites – emacijacija – uginule životinje

Odluke veterinarskog inspektora na osnovu ante-mortem inspekcije

Na osnovu izvršene *ante-mortem* inspekcije, uz prethodno analizirane FCI, veterinarski inspektor grupiše životinje u sledeće kategorije: 1) životinje čije se klanje dozvoljava, a to su a) niskorizične životinje ili b) visokorizične životinje, i 2) životinje čije se klanje ne dozvoljava, odnosno a) odlaže se privremeno ili se b) odmah u potpunosti zabranjuje.

Niskorizične životinje se prosleđuju na rutinsko klanje i to pre ostalih životinja, kao i na kasniju rutinsku *post-mortem* inspekciju (npr. samo vizuelna). Po pravilu, velika većina životinja spada u ovu grupu, a to su čiste životinje bez ikakvih simptoma bolesti ili znaci bolesti nisu vezani za neupotrebljivost mesa (npr. konjuktivitis ili povreda nastala tokom transporta).

Visokorizične životinje se takođe upućuju na klanje, ali pod određenim uslovima. One zahtevaju dalje, detaljnije ispitivanje pre klanja (tkzv. „sumnjive“) i/ili detaljniju *post-mortem* inspekciju (uz palpacije, incizije i/ili pomoćne laboratorijske testove) ili ih je potrebno klati odvojeno sa posebnom pažnjom tokom obrade trupova (tj. uz poboljšanu procesnu higijenu). To mogu biti životinje kod kojih je utvrđeno da:

- pokazuju nejasne kliničke znake tokom pregleda ili su znaci prisutni ali ne ukazuju direktno na neupotrebljivost mesa – shodno tome, postmortalna inspekcija mora da bude pooštrena (tj. detaljnija od rutinske);
- su sumnjive da su obolele od nekih specifičnih bolesti (npr. potvrđeni ili sumnjivi tuberkulozni reaktori) – shodno tome se kolju na kraju radnog dana uz dodatne sanitarne mere, a postmortalna inspekcija mora da bude detaljnija i ciljana na lezije povezane sa tim bolestima;
- su prekomerno zaprljane ili pokazuju znake mastitisa ili gastroenteritisa (tj. dijareje) – shodno tome se kolju logistički, na kraju radnog dana i to usporavanjem linije klanja i sa pojačanim merama procesne higijene, ali i pooštrene vizuelne inspekcije trupa i organa na prisustvo fekalne i druge kontaminacije;
- do veterinarskog inspektora u klanici nije stiglo zdravstveno uverenje odnosno FCI – shodno tome inspektor može da dozvoli klanje ovih životinja na kraju radnog dana, uz pojačane mere procesne higijene i detaljniju postmortalnu inspekciju (međutim, meso se zadržava do dobijanja FCI; ako FCI ipak ne stignu u dogledno vreme, meso se odbacuje).

Privremena zabrana se odnosi na životinje čije se klanje odlaže do prestanka simptoma ili drugih uzroka zbog kojih nije dozvoljeno klanje ili dok simptomi ne uznapreduju da bi se zabranilo klanje, kao i dok se ne izvrše dodatne analize (mogu da uključuju i ponovnu *ante-mortem* inspekciju), koje će klasifikovati životinje u visokorizične koje će biti upućene na klanje ili čije će se klanje zabraniti. U ovoj kategoriji su one životinje za koje veterinarski inspektor utvrdi ili posumnja:

- na znake sistemskog oboljenja (npr. pireksija, septikemija, toksemija, emacijacija, itd.) koje može ugroziti bezbednost mesa, dok se životinja ne oporave ili dok se ne obave dodatna ispitivanja;
- da su u poslednjoj trećini graviditeta ili ako nije prošlo osam dana od porođaja;
- da su im aplikovani antibiotici, a karenca nije istekla;
- da su neprihvatljivo prljave životinje – dok se ne očiste do prihvatljivog nivoa;
- da su u pitanju uznemirene (stresirane) ili iscrpljene životinje – dok se ne odmore.

Privremena zabrana klanja može da traje dok ne prestanu razlozi za zabranu klanja, ali samo ako odlaganje ne dovodi do ugrožavanja zdravlja ljudi i zdravlja i dobrobiti

životinja. Ukoliko uzroci zabrane ne mogu da se pravovremeno otklone, veterinarski inspektor donosi odluku o potpunoj zabrani klanja životinja.

Zabrana klanja se odnosi na životinje koje moraju biti uklonjene iz lanca hrane i to u situacijama kada:

- životinja nije identifikovana ili je ne prate propisane informacije iz lanca hrane niti ima naznaka da će FCI stići,
- životinja je neprihvatljivo zaprljana, a ne može da se adekvatno očisti pre klanja,
- razlozi privremene zabrane traju neprihvatljivo dugo,
- je utvrđena neka specifična bolest (naročito opasna zarazna, kao što je većina sa OIE liste poput antraksa, slinavke i šapa ili avijarne influence) ili bilo koje stanje zbog kojih bi meso bilo neupotrebljivo za ishranu ljudi (npr. znaci sistemskog oboljenja koji su evidentni i nisu prošli tokom privremene zabrane), ili
- je životinja u agoniji.

U svim navedenim slučajevima zabrane klanja, životinje se ubijaju na human način, a leševi se neškodljivo uklanjaju. Svakako je zabranjeno i unošenje uginulih životinja na liniju klanja, te se vrši njihovo neškodljivo uklanjanje.

POSTMORTALNA INSPEKCIJA MESA

Pojam i cilj *post-mortem* inspekcije

Postmortalna inspekcija je fundamentalni deo tzv. „tradicionalne“ (klasične, organoleptičke) inspekcije mesa, a predstavlja proceduru koju sprovodi veterinarski inspektor na trupu i organima (iznutricama) zaklane životinje i to što je pre moguće nakon klanja životinje.

Cilj *post-mortem* inspekcije je da se identifikuju abnormalni trupovi/organi, odredi da li su nalazi akutne ili hronične prirode, kao i da li su lokalizovani ili ograničeni, itd. Generalno se postmortalnom inspekcijom mogu utvrditi starost i pol životinje, uhranjenost, prisustvo lokalnih ili generalizovanih edema, stepen iskrvarenja, razni deformiteti i abnormalnosti (vidljivi golim okom), zapaljenja, znaci specifičnih bolesti, kao i boja i miris mesa i organa. Sveukupan cilj ove inspekcije je procena bezbednosti, odnosno procena upotrebljivosti mesa i to u skladu sa nalazima ostalih komponenti inspekcije mesa.

Uslovi za izvođenje i metodi *post-mortem* inspekcije

Veterinarski inspektor treba da poseduje odgovarajuće iskustvo i znanje iz oblasti anatomije, patologije i epidemiologije bolesti vezano za vrstu životinje koju pregleda. Tokom izvođenja postmortalne inspekcije, neophodno je adekvatno osvetljenje (intenzitet od najmanje 540 luksa) koje neće uticati na drugačiju percepciju boja, a inspektoru je pored noža neophodan i sterilizator za nož kako bi se izbegla unakrsna kontaminacija trupova i organa koji se pregledaju. Trup i organi koji su odvojeni od trupa (u slučaju papkara i kopitara) treba da budu obeleženi na način koji će omogućiti sledljivost/povezanost trupa i organa ukoliko nalazi inspekcije pojedinih delova budu

uključivali potrebu za dodatnom inspekcijom ostalih delova ili čak odbacivanje svih delova trupa i svih organa. Na primer, u slučaju goveda, trup i organi se od momenta odvajanja pa sve dok se ne izvrši finalna inspekcija obeležavaju sa pet oznaka (uglavnom papirnih, bele boje, veličine 4x6 cm) i to: dva dela za svaku polovinu trupa, i po jedan za glavu, zelene iznutrice (trbušni organi) i crvene iznutrice (grudni organi). Kod svinja, glava je najčešće sastavni deo polovina trupa, tako da se koriste četvorodelne oznake.

Post-mortem inspekcija treba da se izvodi prema propisanim procedurama, opisanim kasnije (Tabele VII-3, VII-4 i VII-5). Ponekad je potrebno da se obave i dodatna ispitivanja palpacijom i incizijom delova trupa i iznutrica, kao i laboratorijska ispitivanja (opisana kasnije u ovom poglavlju) ako je to neophodno: 1) u cilju dobijanja konačne dijagnoze; ili 2) u cilju otkrivanja postojanja oboljenja životinje, rezidua ili kontaminenata u većoj količini u odnosu na propisane nivoe, nepoštovanja mikrobioloških kriterijuma ili drugih faktora zbog kojih može biti potrebno deklarirati da meso nije odgovarajuće za ljudsku ishranu ili je samo uslovno upotrebljivo (naročito u slučajevima kada je izvršeno prinudno klanje životinja). Vizuelnom inspekcijom obrađenog trupa i organa se procenjuju simetričnosti i uočavaju površinske abnormalnosti. Palpacijom (dodirivanjem i pritiskanjem rukama) se proveravaju konzistencija i celovitost tkiva, a ovim metodom mogu da se detektuju i određene abnormalnosti koje nisu vizuelno uočljive. Incizija (zasecanje) podrazumeva upotrebu noža kojim se zarezuju tkiva u cilju otkrivanja lezija u dubini tkiva, a koje ne mogu da se otkriju vizuelno ili palpacijom ili se na ovaj način potvrđuju sumnje o lezijama na osnovu prethodnih tehnika. Mirisanje je dodatna tehnika postmortalne inspekcije koja daje informaciju o abnormalnim mirisima, kao što su miris urina ili polni miris, koji mogu da utiču na finalnu procenu upotrebljivosti mesa.

Tabela VII-3. Procedure *post-mortem* inspekcije goveda i svinja u Srbiji²⁹

Predmet inspekcije	GOVEDA				SVINJE	
	<6 nedelja		>6 nedelja		obavezno	dodatno
	obavezno	dodatno	obavezno	dodatno		
Glava						
Usta i grlo	V		V		V	
Retrofaringealni l.č.	I		I			
Mandibularni l.č.			I		I	
Parotidni l.č.			I			
Maseteri			I			
Jezik	P		V+P		V	
Pluća (parenhim)	V+P+I ¹		V+P+I ¹		V+P+I ¹	
Traheja	V+I ¹		V+I ¹		V+I ¹	
Veći bronhi	I ¹		I ¹		I ¹	
Medijastinalni l.č.	I		I		P	
Bronhijalni l.č.	I		I		P	
Jednjak	V		V		V	
Srce (srčani mišić)	V+I		V+I		V+I	
Perikardijum	V		V		V	
Dijafragma	V		V		V	
Jetra (parenhim)	V+P	I	V+P+I		V+P	
Hepatični l.č.	V+P	I	V+P		V+P	
Pankreatični l.č.	V		V+P		V	
Gastro-intestinalni trakt (želudac i creva)	V		V		V	
Mezenterijum	V		V		V	
Gastrični l.č.	V+P	I	V+P	I	V+P	I
Mezenterični l.č.	V+P	I	V+P	I	V+P	I
Slezina	V	P	V	P	V	P
Bubrezi (parenhim)	V	I	V	I	V	I
Renalni l.č.		I		I		I
Genitalni organi			V		V	
Vime			V+I ¹	P+I	V	
Supramamarni l.č.			V+I ¹	P+I	V+I ²	
Obraden trup (spoljašnje površine)	V		V		V	
Pleura	V		V		V	
Peritoneum	V		V		V	
Umbilikalna regija	V+P	I			(V+P) ³	I ³
Zglobovi	V+P	I			(V+P) ³	I ³

V-vizuelna inspekcija; P-palpacija; I-incizija; ¹samo ako je namenjeno za ljudsku ishranu; ²samo kod krmača; ³samo kod prasadi; l.č.- limfni čvorovi

²⁹ Sl. glasnik RS, 99/10

Tabela VII-4. Procedure *post-mortem* inspekcije goveda i svinja u EU³⁰

Predmet inspekcije	GOVEDA				SVINJE	
	mlađa ¹		ostala		obavezno	dodatno ²
	obavezno	dodatno ²	obavezno	dodatno ²		
Glava	V		V		V	
Usta i grlo	V		V		V	
Orofaringealni istmus	V		V	P	V	
Retrofaringealni l.č.	P	I	I			
Submaksilarni l.č.				I		I
Parotidni l.č.				I		
Maseteri			I			
Jezik		P		P	V	
Pluća (parenhim)	V+P	I ³	V+P	I ³	V	P+I ³
Traheja	V	I ³	V	I ³	V	I ³
Veći bronhi		I ³		I ³		I ³
Medijastinalni l.č.	P	I ³	I			P
Bronhijalni l.č.	P	I ³	I			P
Jednjak	V		V		V	
Srce (srčani mišić)	V	I	V+I		V	I
Perikardijum	V		V		V	
Dijafragma	V		V		V	
Jetra (parenhim)	V		V	P+I	V	P
Hepatični l.č.	V		V	P	V	P
Pankreatični l.č.	V		V	P	V	P
Gastrointest. trakt	V		V		V	
Mezenterijum	V		V		V	
Gastrični l.č.	V	I	V+P	I	V	P+I
Mezenterični l.č.	V	I	V+P	I	V	P+I
Slezina	V	P	V	P	V	P
Bubrezi (parenhim)	V	I	V	I	V	I
Renalni l.č.		I		I		I
Genitalni organi			V		V	
Vime			V	P+I ³	V	
Supramamarni l.č.			V	P+I ³	V	I
Obraden trup	V		V		V	
Pleura	V		V		V	
Peritoneum	V		V		V	
Umbilikalna regija	V ⁴	(P+I) ⁴			V ⁴	(P+I) ⁴
Zglobovi	V ⁴	(P+I) ⁴			V ⁴	(P+I) ⁴

V-vizuelna inspekcija; P-palpacija; I-incizija; l.č.- limfni čvorovi; ¹ <8 meseci ili <20 meseci ako su gajena bez pristupa pašnjaku tokom celog života u regionu ili zemlji zvanično slobodnim of tuberkuloze; ² kada postoje indikacije povišenog rizika za zdravlje ljudi ili zdravlje i dobrobit životinja na osnovu (a) provera i analize FCI, (b) nalaza *ante-mortem* inspekcije, (c) rezultata verifikacije ispunjenja zahteva dobrobiti životinja; (d) nalaza *post-mortem* inspekcije prema obaveznim procedurama, i (e) dodatnih epidemioloških ili drugih podataka sa farme porekla životinja; ³ samo ako je namenjeno za ljudsku ishranu; ⁴ mlade životinje.

³⁰ Regulatoriva EU 627/2019

Tabela VII-5. Procedure *post-mortem* inspekcije malih preživara i kopitara u EU³¹

Predmet inspekcije	OVCE/KOZE				KOPITARI	
	mlađe ¹		ostale		obavezno	dodatno
	obavezno	dodatno ²	obavezno	dodatno		
Glava	V		V ³		V	
Usta i grlo	V	P ³	V ³	P ³	V	
Orofaringealni istmus					V	
Retrofaringealni l.č.	V		P ³			P+I
Submaksilarni l.č.						P+I
Parotidni l.č.	V	P ³	V ³	P ³		P+I
Maseteri						
Jezik	V	P ³	V ³	P ³	V	P
Pluća (parenhim)	V	P+I	V+P	I	V	P+I ³
Traheja	V	I	V	I	V	I ³
Veći bronhi						I ³
Medijastinalni l.č.	V	I	P	I	V	P+I
Bronhijalni l.č.	V	I	P	I	V	P+I
Jednjak	V	I	V	I	V	
Srce (srčani mišić)	V	I	V	I	V	I
Perikardijum	V		V		V	
Dijafragma	V		V		V	
Jetra (parenhim)	V	P+I	V+P+I		V	P+I
Hepatični l.č.	V	P	V+P		V	P+I
Pankreatični l.č.	V	P	V		V	P+I
Gastrointest. trakt	V		V		V	
Mezenterijum	V		V		V	
Gastrični l.č.	V		V		V	I
Mezenterični l.č.	V		V		V	I
Slezina	V	P	V	P	V	P
Bubrezi (parenhim)	V	I	V	I	V	P+I ⁵
Renalni l.č.		I		I		I
Genitalni organi			V		V	
Vime			V		V	
Supramamarni l.č.			V		V	I
Obraden trup	V		V		V	
Pleura	V		V		V	
Peritoneum	V		V		V	
Umbilikalna regija	V	P+I			V ⁴	(P+I) ⁴
Zglobovi	V	P+I			V ⁴	(P+I) ⁴
Mišići i l.č. ramena					V ⁶	

V - vizuelna inspekcija; P - palpacija; I - incizija; l.č. - limfni čvorovi; ¹ovce <12 meseci ili bez izbijenih stalnih sekutića, koze <6 meseci; ²kada postoje indikacije povišenog rizika za zdravlje ljudi ili zdravlje i dobrobit životinja na osnovu (a) provera i analize FCI, (b) nalaza *ante-mortem* inspekcije, (c) rezultata verifikacije ispunjenja zahteva dobrobiti životinja; (d) nalaza *post-mortem* inspekcije prema obavezanim procedurama, i (e) dodatnih epidemioloških ili drugih podataka sa farme porekla životinja; ³samo ako je namenjeno za ljudsku ishranu; ⁴mlade životinje; ⁵celom dužinom kod sivih konja; ⁶kod sivih konja, u cilju ispitivanja na melanozu ili melanome.

³¹ Regulatorna EU 627/2019

Procedure i nalazi postmortalne inspekcije goveda

Obavezne procedure *post-mortem* inspekcije goveda, kao i dodatne procedure u slučaju potrebe (npr., ako na potrebu njihovog korišćenja ukažu nalazi tokom sprovođenja obaveznih procedura) u našoj zemlji su navedene u Tabeli VII-3. Ove procedure su bile aktuelne i prema evropskoj legislativi do pre kraja 2019. godine, kada su zamenjene novim, nešto jednostavnijim i više zasnovanim na oceni rizika (tabela Tabeli VII-4). Očekuje se da će nove procedure biti usvojene i u našoj zemlji, ali do tada su stare na snazi.

Glava goveda treba da se pregleda iz svih uglova. Treba proveriti da li mandibula ima nepravilan oblik, što ukazuje na aktinobacilozu, kao i da li postoje znaci ikterusa na beonjačama. Vizuelno se mogu otkriti i znaci slinavke i šapa, kao i drugih bolesti koje se često manifestuju na glavi. Jezik se palpira na znake aktinobaciloze i cisticerkoze. Sekutići se pregledaju zbog određivanja starosti životinje (da se potvrde FCI); između ostalog, ovo je korisno i zbog testiranja na BSE određenih starosnih kategorija. Važno je pregledati retrofaringealne, mandibularne i parotidne limfne čvorove jer se na osnovu njih može dijagnostikovati tuberkuloza. Unutrašnji žvakaći mišići se zasecaju sa jednim, a spoljašnji sa dva paralelna reza zbog otkrivanja cisticerkusa.

Inspekcija trupa goveda na kraju linije klanja i obrade podrazumeva pregled svih površina iz svih uglova u cilju otkrivanja prisutnih abnormalnosti. Tokom ove procedure je moguće i određivanje, odnosno potvrđivanje pola životinja. Posebnu pažnju je potrebno posvetiti utvrđivanju generalizovanih stanja koja čine meso neupotrebljivim za ishranu (tj. septikemija, bakterijemija, viremija, uremija, pijemija, toksemija), kao i znacima izmršavelosti, emacijacije, neadekvatnog iskrvarenja i edema. Inspekcijom trupa se mogu utvrditi i strani mirisi (moguće je da budu povezani sa nekim od generalizovanih stanja, ali i da budu čisto estetski problem). Na obrađenom trupu, koji kod goveda predstavlja mišiće prekrivene serozom, je, kao i na bilo kom drugom organu, moguće utvrditi razna druga stanja, kao što su hemoragije, apscesi, tumori, nekroze, gangrene, kalcifikacije, degeneracije, kao i razne pigmentacije (kao što su melanoza, kongenitalna porfirija, antrakoza, ksantozna, lipohromatoza, ikterus, ili injekcione prebojenosti). Takođe, od izuzetnog značaja za bezbednost mesa je vizuelni pregled celog trupa, ali i svih organa na prisustvo fekalne i druge kontaminacije, premda u tom pogledu zvanični veterinar samo verifikuje da je kontaminacija uklonjena od strane zaduženog operatera na liniji klanja.

U sklopu pregleda trupa, potrebno je pregledati sve zglobove na znake artritisa, a ovako mogu da se uoče i znaci reumatizma i eventualne dislokacije zglobova. Na kostima mogu da se uoče frakture, osteomalacija (odrasli) i rahitis (mlade jedinke). Na mišićima (spolja ili na rasečenim površinama), mogu da se uoče modrice, krvarenja, hematomi, steatoza, fibroza, lipomatoza, DFD meso, kao miozitis (npr. eozinofilni koji može da ukazuje na *Sarcocystis hominis*), kao i cisticerkoza. Treba proveriti da li je boja masnog (može da ukazuje na poremećaje jetre) i mišićnog tkiva normalna. Takođe, treba proveriti i da li su krvni sudovi adekvatno drenirani. Abdominalna duplja treba da se proveri na prisustvo adhezija koje ukazuju na peritonitis, a grudna duplja na znake pleuritisa ili tuberkuloznih lezija. Ukoliko navedene provere ukažu da je trup „normalan”, dalje manipulisanje trupom u cilju inspekcije nije potrebno.

Limfni čvorovi uz trup ili određene organe predstavljaju indikatore infekcije celog sistema, pa se dosta pažnje poklanja njihovoj veličini, boji i strukturi nakon incizije. Tradicionalno se zasecaju zbog otkrivanja tuberkuloze (odnosno otkrivanja kazeozne nekroze). Pregledom limfnim čvorova mogu da se otkriju limfadenitis i neke parazitoze (npr. pentastome i nezreli metilji u mezenteričnim limfnim čvorovima).

Pluća se pregledaju na znake pneumonije ili bronhopneumonije, parazitoza (npr. hidatidnih cisti), apscesa, tumora itd., a palpiraju se da bi se proverilo da li postoje promene u dubini tkiva. Pregledom bronhijalnih i medijastinalnih limfnih čvorova se može detektovati tuberkuloza, a pregledom traheje i većih bronha strani sadržaj (hrana, paraziti, krv, aspirirani sadržaj digestivnog trakta, itd.), što je bitno ako se pluća koriste u ishrani ljudi. Čest nalaz je emfizem pluća, ali i pleuritis.

Srce se ispituje u cilju detekcije perikarditisa i endokarditisa, a perikardijalna kesa u cilju otkrivanja abnormalne količine perikardijalne tečnosti. Pregledom mišića srca je moguće pronaći cisticerkozne ciste. Ako se cisticerkoza otkrije zasecanjem žvakaćih mišića ili srca, i dijafragma mora da se ispita detaljno, iako rutinski pregled dijafragme podrazumeva samo vizuelni pregled.

Jetra je naročito važna kao generalni indikator zdravlja životinje. Ispituje se u cilju otkrivanja degeneracija, distrofija, parazitoza (npr. hidatidne ciste, metilji), apscesa, tumora i tuberkuloznih lezija. Česti nalazi uključuju hepatitis, telangiektazu, cirozu i steatozu.

U sklopu inspekcije gastrointestinalnog trakta, želuci i creva se pregledaju na znake zapaljenja. Ovim pregledom može da se uoči i peritonitis. Nekada može da se otkrije salmoneloza zbog crvenila creva, kao i paratuberkuloza zbog crvenila i zadebljanja zida creva. Pregled gastričnih i mezenteričnih limfnih čvorova može da otkrije tuberkulozne lezije.

Slezina je nakon evisceracije nekad odvojena, a nekad pričvršćena za burag i ispituje se u cilju provere promena boje, veličine, zaoštrenosti ivica i konzistencije. Često se na njoj uočavaju hemoragije i infarkti. Uvećanje i/ili tamna boja često mogu da ukazuju na infektivne bolesti (npr. antraks) i septikemiju, a adhezije mogu da ukažu na peritonitis.

Bubrezi ostaju uz trup za vreme inspekcije koja se sprovodi vizuelno. Naročito su važni kao generalni indikator zdravlja životinje i mogućih generalizovanih infekcija. Jedino ako se posumnja na neko patološko stanje, renalni limfni čvorovi se zasecaju u cilju definitivne dijagnoze. Ovom inspekcijom mogu da se utvrde nefritis, pijelonefritis, cistitis, hidronefroza, ciste, infarkti i bubrežne embolije.

Pregled genitalnih organa goveda može da otkrije (endo)metritis, piometru, kao i retenciju placente kod ženki, odnosno orhitis i epididimitis mužjaka. Pregled vimena može da otkrije mastitis i edem vimena, kao i druga stanja koja mogu da se otkriju i na celoj, tokom obrade trupa odstranjenoj, koži goveda, a uključuju rane, modrice, ekceme, eriteme, tuberkulozu, razna gljivična oboljenja i ektoparazite (npr. larve mušica, vaške, itd.).

Pregled mlađih goveda (odnosno mlađih od 6 nedelja prema našoj, još uvek aktuelnoj, legislativi) je jednostavniji nego starijih kategorija goveda. Na primer, ne vrše se zasecanja žvakaćih mišića u cilju detekcije cisticerkoznih bobica, jer se smatra da su životinje nedovoljno stare da bi se ovi paraziti razvili. Takođe, ne očekuju se ni nalazi metilja ili hidatidnih cista, pa ni pregled jetre stoga ne treba da bude detaljan. Međutim, prilikom inspekcije mlađih životinja, pažnju treba posvetiti pregledu umbilikalne regije i zglobova, jer promene mogu ukazivati na salmonelozu teladi.

Post-mortem inspekcija mesa je važna u detekciji bolesti obaveznih za prijavljivanje (Poglavlje IV), kao i ostalih zaraznih bolesti goveda poput aktinobaciloze, aktinomikoze, šuštavca, enterotoksemije, botulizma, tetanusa, listerioze, mikoplazmatskog artritisa, leptospiroze, nekrobaciloze, transportne groznica goveda, boginja, itd. Znaci koji ukazuju na sve navedene bolesti i najčešća i najvažnija abnormalna stanja koja mogu da se detektuju *post-mortem* inspekcijom goveda, odnosno bolesti i stanja na koja je potrebno obratiti posebnu pažnju, su detaljno opisani u Praktikum iz Higijene mesa.

Procedure i nalazi postmortalne inspekcije svinja

Obavezne procedure *post-mortem* inspekcije svinja, kao i dodatne procedure u slučaju potrebe u našoj zemlji su navedene u tabeli Tabeli VII-3. Ove procedure su bile aktuelne i prema evropskoj legislativi do juna 2014. godine, kada su zamenjene novim, zasnovanim na oceni rizika. Dakle, od 2014. godine, u EU je obavezna samo vizuelna inspekcija mesa zaklanih svinja za koje FCI analiza pokaže da su nisko-rizične (potiču iz integrisanih farmskih sistema), a to se potvrdi tokom premortalne inspekcije (Tabela VII-4). Kao i u slučaju goveda, očekuje se da će nove procedure biti usvojene i u našoj zemlji, ali do tada su stare na snazi.

Razlika u nalazima postmortalne inspekcije obrađenog trupa svinja u odnosu na goveda je povezana sa činjenicom što je koža svinja jestiva i najčešće ostaje u sastavu trupa, pa se mora pažljivo vizuelno pregledati na prisustvo znakova određenih bolesti i stanja svinja (npr. crveni vetar na koji ukazuju urtikarije na koži). Takođe, važno je ustanoviti ugrize na repovima koji su posledično praćeni nekrozama i apscesima koji mogu da se prošire na druge delove tela, kao i eventualne znake ugrožene dobrobiti (modrice i hematomi na koži). Svakako, trup se pregleda i na znake svih mogućih generalizovanih stanja (tj. septikemije, itd.) i kontaminacije. Pregled mišića svinja uključuje nalaz PSE mesa, a moguće je čak otkriti i polni miris ako je intenzivan. Važan nalaz je i trihinelozna (jedna od bolesti obaveznih za prijavljivanje) zbog koje se uzimaju uzorci korena dijafragme zbog kasnijeg pomoćnog laboratorijskog pregleda (opisanog kasnije u ovom poglavlju).

Moguće tuberkulozne lezije se otkrivaju u mandibularnim, ali i gastričnim i mezenteričnim, limfnim čvorovima. Pregled pluća je važan jer su respiratorne lezije među češćim nalazima inspekcije zaklanih svinja, a nalaz pneumonije ukazuje na potrebu detaljnijeg pregleda trupa na znake sekundarnih komplikacija: pleuritisa i peritonitisa.

Srce se pregleda na znake perikarditisa, ali i endokarditis (može da ukazuje i na crveni vetar) je među čestim nalazima. Takođe, cisticerkoza svinja (bolest obavezna za prijavljivanje) se otkriva najčešće u srcu svinja. Na jetri su tkzv. „mlečne pege“ čest nalaz, a povezan sa askaridozom svinja.

Takođe, *post-mortem* inspekcija mesa je važna u detekciji drugih bolesti obaveznih za prijavljivanje svinja (Poglavlje IV), kao i ostalih bolesti poput atrofičnog rinitisa, dizenterije, vezikularne bolesti, itd. Znaci koji ukazuju na sve navedene bolesti i stanja koja mogu da se detektuju *post-mortem* inspekcijom goveda su detaljno opisani u Praktikum iz Higijene mesa.

Procedure i nalazi postmortalne inspekcije živine

Postmortalna inspekcija mesa živine se vrši samo vizuelno. Često se dešava da inspekciju živine vrše radnici u klanici, ali uz nadzor veterinarskog inspektora koji je odgovoran da se vrše: 1) svakodnevne inspekcije iznutrica i telesnih šupljina reprezentativnog uzorka ptica, 2) detaljne inspekcije na slučajnom uzorku iz svake grupe ptica koje su istog porekla, kao i 3) sve dalje provere koje su neophodne u slučaju da postoji razlog za sumnju da meso navedenih ptica može biti nepodobno za ljudsku ishranu.

Zbog velike brzine klanja i automatizacije ovog procesa, u modernijim klanicama inspekciju nekada pomažu i bele pozadine, kao i ogledala (da se direktno vidi trup i sa zadnje strane), kao i kamere i specijalni softveri koji automatski detektuju neke promene na trupovima, a naročito fekalnu kontaminaciju. Inspekcija mesa živine se odvija u fazi nakon evisceracije, gde se pregledaju spoljašnja površina trupa, bez glave i nogu, unutrašnji organi, koji mogu biti u prirodnoj vezi sa trupom ili ne, ali je bitna sledljivost organa sa trupom, kao i unutrašnja površina trupa. Inspekcija zaklane živine dodatno može da se vrši i ranije, nakon skidanja perja što nije obavezno, ali je preporučljivo. U tom slučaju, očigledno promenjeni trupovi živine se uklanjaju i pre evisceracije, da se spreči kontaminacija opreme i drugih trupova.

Od promena koje se uočavaju *post-mortem* inspekcijom živine, najčešće se uočavaju kontaminacija (fekalna ili druga kao što je zaostalo perje), tumori, kaheksija, edemi, ascites, abnormalne boje (često ukazuje na nedovoljno iskrvarenje), modrice, frakture, nekroze jetre, hepatitis, dermatitis, celulitis, respiratorni poremećaji (npr. infekcije vazdužne kese), septikemija, salpingitis kao i razna estetski značajna mehanička oštećenja trupa nastala tokom procesa klanja i obrade trupova. Čest nalaz su i plikovi na grudima koji zahvataju kožu, mišić i kost, kao i razne degenerativne miopatije (npr. tkzv. „Oregon bolest“ odnosno „bolest drvenih grudi“).

Bolesti obavezne za prijavljivanje (Poglavlje IV) ali i druge bolesti živine (npr. Marekova bolest, tuberkuloza, leukoza) se takođe mogu otkriti *post-mortem* inspekcijom trupa i organa živine. *Post-mortem* znaci povezani sa bolestima i stanjima na koja je potrebno obratiti posebnu pažnju su detaljno opisani u Praktikum iz Higijene mesa.

Procedure i nalazi postmortalne inspekcije ostalih vrsta životinja

Ovce i koze

Mali preživari se rutinski pregledaju adspekcijom i palpacijom, a zasecanje se vrši samo ako je prethodni nalaz sumnjiv uz izuzetak jetre kojoj se obavezno zaseca gastrična površina da bi se ispitali žučni kanali. Među češćim nalazima su paraziti u plućima (ehinokokus i neke nematode), kao i metiljavost jetre. Procedure postmortalne inspekcije ovaca i koza koje su aktulne u EU su prikazane u Tabeli VII-5.

Konji

Kopitari se pregledaju na isti način kao starija goveda, izuzev što se glava sagitalno preseca da se izvrši pregled mukoza nosnih šupljina, sinusa i nosnog septuma na znake sakagije. Jetra i mlečna žlezda se pregledaju vizuelno i palpacijom, a zasecanje se vrši samo ako se ukaže potreba za detaljnijim ispitivanjem. Svi beli i sivi konji se pregledaju na melanozu (mišići i limfni čvorovi, naročito ispod lopatice), a vrši se i pregled svih zaklanih konja na prisustvo *Trichinella*. Među češćim nalazima su ehinokokusne ciste na jetri i plućima. Procedure postmortalne inspekcije kopitara koje su aktulne u EU su prikazane u Tabeli VII-5.

Gajena divljač

Farmska divljač se postmortalno pregleda po ugledu na povezane vrste domaćih životinja (divlji veliki preživari kao domaća goveda, divlji mali preživari kao ovce i koze, divlje svinje i ptice kao domaće svinje i živina), zbog slične anatomije i očekivanih patomorfoloških nalaza, odnosno bolesti.

Lovna divljač

Lovna divljač se pregleda na specifičan način. Pregled mora da se obavi što je moguće pre nakon odstrela. Osobe koje love divljač sa namerom da je stave u promet za ishranu ljudi moraju imati dovoljno znanja iz patologije divljači, kao i iz proizvodnje i rukovanja divljači i mesom divljači nakon lova, kako bi na licu mesta izvršili prvi pregled ulovljene divljači (tkzv. „obučena osoba”). Obučena osoba takođe može biti i lovočuvar ili upravnik lovišta ukoliko je deo ekipe lovaca. Minimalno potrebno znanje obučene osobe je iz oblasti anatomije, fiziologije i ponašanja divljači, patologije, higijene i pravilne tehnike rukovanja, transporta, kao i evisceracije divljači nakon odstrela. Obučena osoba mora da izvrši pregled trupa i bilo kojih izvađenih unutrašnjih organa, a radi utvrđivanja bilo koje karakteristike koja bi mogla da ukaže na to da meso može biti nepodesno za ishranu ljudi. Ukoliko lovac, odnosno osoba obučena za inspekciju divljači, ne posumnja na, odnosno ne otkrije anomalije ili bolesti, evisceriran trup sa kožom se prosleđuje u objekat za obradu divljači gde veterinarski inspektor vrši postmortalnu inspekciju trupa nakon skidanja kože. Ukoliko prilikom lova nije prisutna osoba koja je obučena da izvrši inspekciju (ili u slučaju da obučena osoba nije u mogućnosti da izvrši adekvatnu inspekciju organa, odnosno da proceni upotrebljivost mesa), eviscerirani trupovi se u objekat za obradu divljači šalju sa iznutricama, osim želudaca i creva. Ukoliko se otkriju abnormalnosti nakon lova, eviscerirani trupovi se u objekat za obradu divljači šalju sa svim iznutricama u svrhu veterinarske inspekcije mesa.

Generalno, prilikom inspekcije mesa, potrebno je da se izvrše: 1) vizuelni pregled trupa, telesnih šupljina, a gde je moguće i organa imajući u vidu otkrivanje anomalija koje ne predstavljaju posledicu procesa lova, i provere da smrt nije uzrokovana drugim razlogom, a ne usled lova (prirodna smrt ili odstrel u agoniji), 2) palpacija organa gde je to moguće, 3) ispitivanje bolesnih stanja, uključujući neubičajeno ponašanje ili poremećaj opšteg stanja žive životinje kako je lovac naveo, opšte prisustvo tumora ili apscesa, artritis, orhitis, patološke promene na jetri i slezini, zapaljenje creva i umbilikalne regije, prisustvo stranih tela ili parazita, posebno u subkutisu i muskulaturi, značajne anomalije koje se tiču boje, konzistencije ili mirisa mišića ili organa, neuhranjenost i/ili opšte ili lokalizovane edeme, pleuralne ili peritonealne adhezije, formiranje značajne količine gasa u gastro-intestinalnom traktu, zarezivanje žvakaće muskulature jelenske divljači, kao i 4) pregled divljih svinja, medveda i kopitara na trihinelozu.

Kunići

Kunići se pregledaju na način koji je najbliži živini (tj. prevashodno samo vizuelno), a od nalaza su najčešći nedovoljno iskrvarenje, povrede (modrice i frakture), mastitis i metritis ženki, tumori, pastereloza (respiratorni organi), listerioza, salmoneloza, tuberkuloza i kokcidioza. Posebno treba obratiti pažnju na miksomatozu, tularemiju i stafilokoku (ako se one detektuju *ante-mortem*, kunići se ne smeju klati).

POMOĆNI TESTOVI U INSPEKCIJI MESA

Pomoćni metodi pregleda mesa se primenjuju ukoliko veterinarski inspektor nije u mogućnosti da na osnovu analize informacija iz lanca hrane, *ante-mortem* i *post-mortem* inspekcije donese odluku o upotrebljivosti mesa. Pomoćni testovi uključuju ocenjivanje stepena iskrvarenja mesa, određivanje pH mesa, određivanje stepena vodnjikavosti mesa, određivanje stranih/abnormalnih mirisa u mesu, razlikovanje žutice od lipohromatoze, utvrđivanje prisustva edema, ispitivanje prisustva *Trichinella* spp. i utvrđivanje prisustva rezidua antimikrobnih sredstava. Neki od ovih laboratorijskih testova su važni za procenu upotrebljivosti mesa iz razloga bezbednosti mesa, dok su drugi više bitni iz organoleptičkih, tj. estetskih razloga. Značaj svakog je opisan ispod, dok su detaljne procedure za izvođenje pomoćnih laboratorijskih testova u inspekciji mesa opisane u Praktikumumu iz Higijene mesa.

Ocenjivanje stepena iskrvarenja mesa

Količina krvi kod životinja za klanje iznosi 5,5 do 8% telesne mase, dok mišići čine oko 40% telesne mase. Ipak u mišićima se nalazi svega 3 do 6% ukupne količine krvi, ali je od velikog značaja da iskrvarenje mišića bude što potpunije jer je meso slabo iskrvarenih životinja lakše kvarljivo (krv deluje kao pufer, pa onemogućava normalan pad pH mesa). Takođe, slabije iskrvarenje mesa ukazuje na neke zarazne bolesti ili na mogućnost da je životinja zaklana u agoniji. Meso slabo iskrvarenih životinja (ukoliko nije u pitanju zarazna bolest) je upotrebljivo samo za preradu, u proizvode koji se obrađuju visokom temperaturom.

Stepen iskrvarenja mesa može da se procenjuje vizuelno, na osnovu boje mesa i organa (naročito spongioze kostiju), kao i na osnovu ispunjenosti krvnih sudova. Ovo su prilično nesigurni, odnosno subjektivni metodi, pa se primenjuje više laboratorijskih metoda koje daju pouzdaniju procenu, a to su test sa filter hartijom, natrijum hidrosidom i sa malahit zelenim.

Određivanje pH mesa

U momentu klanja, pH mesa iznosi 7,2 do 7,4. Nakon početne faze hlađenja i postmortalnih promena u mesu (koja traje 6 do 8 h), pH se spušta na 5,8 do 6 (glikogenolitska faza), dok proteolitska faza zrenja mesa počinje posle 3 dana i traje do 18 dana na niskoj temperaturi. Na kraju proteolitske faze dešava se porast pH zbog baznih produkata raspada proteina. Ukoliko je pH mesa preko 6,3 dolazi do kvara mesa. U slučaju PSE mesa, pH u toku prva 2 časa je manji od 6, dok u slučaju DFD mesa, pH zbog nedostatka glikogena uopšte ne pada ispod 6,3.

Određivanje pH mesa je važno zbog otkrivanja ili potvrde bledog, mekog i vodnjikavog (PSE) i tamnog, čvrstog i suvog (DFD) mesa, koja jedino mogu da se upotrebe u preradi, odnosno za manje vredne proizvode od mesa. Određivanje pH mesa je važno i zbog procene dobrobiti, odnosno problema sa dobrobiti životinja za klanje (Poglavlje VI). Određivanje pH mesa može da se vrši pomoću pH metra ili pH indikatora.

Određivanje stepena vodnjikavosti mesa

Vodnjikavo meso nastaje kao poremećaja metabolizma proteina i minerala (Na, K) usled srčanih oboljenja, bolesti jetre i bubrega, tumora, kaheksija, ascitesa i nekih parazitski bolesti (npr. fascioloza), pa može da ukaže na navedene bolesti. Određivanje stepena vodnjikavosti mesa je takođe važno kod potvrde PSE i DFD mesa.

Vodnjikavost mesa može da se vizuelno proceni u lakšim slučajevima posle sušenja trupa (24 h), ali postoje i pouzdaniji laboratorijski metodi koji uključuju postupke sa filter hartijom i kompresijom.

Određivanje stranih mirisa u mesu

Strani mirisi se javljaju kao posledica nekih fizioloških stanja (npr. polni miris nerastova i jarčeva usled prisustva androstenola i skatola, ili miris mesa ženskih životinja u graviditetu ili ranoj laktaciji na ketonska tela), patoloških procesa (npr. uremija, kaheksija), ishrane (na primer, repom ili ribljim brašnom), kao i terapije životinja (npr. kada se primenjuju kamfor ili etar).

Abnormalni mirisi se bolje osećaju u toplom mesu i masti, a procena se vrši posle 24 do 48 časa i zavisi od intenziteta mirisa, pa meso može biti neupotrebljivo za ljudsku ishranu (ovo je slučaj kod uremije) ili pak upotrebljivo za preradu (miris na stočnu hranu ili polni miris). Za određivanje stranih mirisa u mesu primenjuju se proba kuvanja i pečenja, kao i poseban test za ketonska tela.

Razlikovanje žutice od lipohromatoze

Lipohromatoza je benigno stanje koje se javlja usled ishrane hranom bogatom karotenima poput kukuruza i šargarepe, a uglavnom se manifestuje na masnom tkivu usled taloženja lipohroma i karotenoida, pa je meso u ovom slučaju upotrebljivo. U slučaju žutice dolazi do prebojavanja svih tkiva, a naročito vezivnog tkiva, fascija, seroza, hrskavica, jetre i beonjače, a meso je neupotrebljivo.

Lipohromi nestaju posle nekog vremena, dok žučne boje ostaju, tako da se vizuelna procena može izvršiti nakon 24 h od klanja (pritom, treba imati na umu da starija goveda imaju žući loj). Postoji i poseban laboratorijski test sa natrijum hidroksidom i etrom za razlikovanja ova dva stanja, koji je mnogo pouzdaniji.

Utvrđivanje prisustva edema

Edem predstavlja nakupljanje tečnosti u tkivima i telesnim šupljinama. Edemi mogu biti lokalni (najčešće nastaju kao posledica venske staze ili tokom inflamacije tkiva) i generalizovani (posledica srčanih i bubrežnih oboljenja, kao i različitih hroničnih bolesti poput tuberkuloze, paratuberkuloze ili mnogih parazitoza). Nalaz generalizovanog edema kod zaklanih životinja rezultira odbacivanjem celog trupa životinje.

Edemi (naročito kada su generalizovani) se često vizuelno uočavaju, ali to nije uvek moguće vizuelno proceniti. Stoga, laboratorijsko ispitivanje trupova na prisustvo edema

predstavlja važan pomoćni alat za procenu upotrebljivosti mesa trupova, a zasniva se na testu procene sadržaja vode u koštanoj srži.

Ispitivanje prisustva *Trichinella* spp.

Pregled na prisustvo larvi *Trichinella* spp. je neizostavna procedura u proceni upotrebljivosti mesa domaćih i divljih svinja, kopitara i medveda, kao i ostalih vrsta divljih životinja koje se koriste u ishrani ljudi (Tabela VII-6). Dijagnostički pregled na prisustvo larve *Trichinella* spp. vrši se metodom direktne kompresije (tj. trihinoskopije) i veštačke digestije.

Tabela VII-6. Uzorci za ispitivanje na *Trichinella* spp. veštačkom digestijom

Vrsta životinja	Najmanja veličina uzorka	Mesto uzorkovanja	Alternativno mesto uzorkovanja
Domaće svinje	tovne svinje: 1 g priplodne svinje: 2 g	koren dijafragme na prelazu prema tetivastom delu (<i>crura diaphragmatis</i>)	dvostruko veći uzorak (2 g ili 4 g) sa rebarnog dela dijafragme, žvakaćeg mišića, jezika ili trbušnih mišića
Konji	10 g	jezik ili žvakaći mišići	veći uzorak sa korena dijafragme na prelazu prema tetivastom delu (bez vezivnog tkiva i masti)
Divlje svinje	10 g	mišići prednje noge, jezik ili dijafragma	nema alternative
Ostale divlje životinje	10 g	medvedi: dijafragma, maseteri, jezik morževi: jezik krokodili: maseteri, pterigoidni i interkostalni mišići ptice: mišići glave (maseteri) i vrata	veći uzorak drugog mesa ako predilekciona mesta nisu dostupna

Trihinoskopija je laka za izvođenje, ali je manje pouzdana (tj. nedovoljno osetljiva) jer je testirani uzorak mali (uglavnom ne prelazi 0,5 gr) i nepraktična metoda za klanice, pa se uglavnom primenjuje u pregledu svinja zaklanih u domaćinstvu za sopstvene potrebe. Takođe, ne otkrivaju se ili se teže otkrivaju larve koje još nisu inkapsulirane ili pak od *Trichinella* vrsta čije larve i inače nemaju kapsulu (*T. pseudospiralis*).

Veštačka digestija se primenjuje za ispitivanje svinja u klanicama, konja i divljih životinja, a podrazumeva nekoliko metoda enzimatiskog varenja mesa i oslobađanja larvi. Metod digestije pomoću magnetne mešalice se najčešće koristi jer je moguće testiranje zbirnih uzoraka. Prednost ove metode u odnosu na metod direktne kompresije je takođe i veća osetljivost, jer je u pitanju veći uzorak za testiranje. Međutim, ni ova metoda nije savršeno osetljiva. Uzorak od jednog grama mesa otkriva trihinele sigurno tek ako se u njemu nalaze 3 larve/g, dok uzorak od 5 grama otkriva sigurno i 1 larvu po gramu. Dodatno, ako je u pitanju uzorak mesa životinje koja je skorije inficirana (to jest ako larve u mišićima nisu bar 10 do 12 dana stare), može da se desi da se larve unište tokom veštačke digestije pa da se ne otkriju. Sve ovo ukazuje na mane tradicionalne inspekcije mesa i važnost njene modernizacije tako da bude zasnovana na oceni rizika (opisano kasnije u ovom poglavlju).

Utvrđivanje prisustva hemijskih rezidua

Ispitivanje mesa na hemijske rezidue se vrši ako postoji sumnja da je životinja pre klanja tretirana antimikrobnim sredstvima, a da nije isteklo vreme karence, što je često u slučaju klanja bolesnih životinja ili kod prinudnog klanja. Kao uzorak se uzimaju bubreg (tu su najveće koncentracije rezidua), jetra i mišići. Postoje različiti metodi za utvrđivanje ili kvantifikaciju nivoa rezidua, a generalno su zasnovani na testu dokazivanja/merjenja inhibitornog dejstva antimikrobnog sredstva na rast bakterija koje se koriste prilikom ispitivanja.

PROCENA UPOTREBLJIVOSTI MESA

Kao što je već rečeno, osnovna svrha inspekcije mesa je da na osnovu svih njenih komponenti - analize FCI, *ante-mortem* inspekcije i *post-mortem* uz primenu pomoćnih laboratorijskih testova - veterinarski inspektor utvrdi da li je meso upotrebljivo, to jest bezbedno i estetski prihvatljivo za konzumaciju od strane ljudi i da, stoga, dozvoli da se samo takvo meso plasira dalje u lanac hrane koji se završava kod potrošača.

Ukoliko se inspekcijom mesa ne otkriju znaci bolesti i/ili abnormalnih stanja, meso (meso trupova i organi) je upotrebljivo za ishranu čoveka. S druge strane, ako se ovakvi znaci utvrde, meso zaklanih životinja meso može da bude ocenjeno kao: 1) škodljivo za ljude u slučaju konzumacije mesa, 2) škodljivo za ljude, ali ne putem konzumacije mesa (npr. rukovanjem) ili 3) neškodljivo za ljude, ali je a) važno sa aspekta širenja bolesti životinja (npr. svinjska kuga, slinavka i šap, itd.), b) neprihvatljivog kvaliteta (npr. hemoragije, intenzivan polni miris, itd.), ili c) estetski neprihvatljivo (npr. prisustvo nealimentarnih parazita, itd.). U slučaju bilo koje od prethodnih kategorija, meso nije upotrebljivo za ishranu čoveka i neophodno ga je ili dodatno tretirati ili isključiti iz daljeg lanca mesa. Međutim, jasno definisanje da li ima ili nema znakova bolesti i/ili abnormalnih stanja u praksi nije uvek moguće, pa često značajnu proporciju stanja nije moguće jasno kategorisati (tkzv. „sumnjivo meso”). Takođe, bolesti i abnormalna stanja variraju u težini i raširenosti, pa je često izuzetno teško povući granicu između prihvatljivog i neprihvatljivog, što je osnova procene upotrebljivosti. Poštovanjem principa predostrožnosti sa aspekta zaštite zdravlja ljudi, odbacivanje svakog i najmanje „sumnjivog” mesa bio bi opravdan; međutim, iz ekonomskih razloga, ovakav pristup je

neprihvatljiv. Stoga, procena upotrebljivosti mesa predstavlja najteži i najodgovorniji deo sveukupnog procesa inspekcije mesa.

Generalni pristup proceni upotrebljivosti mesa

Prilikom procene upotrebljivosti mesa, postavljaju se pitanja o tome da li je nalaz (odnosno potvrđena dijagnoza ili opravdana sumnja) bolesti i/ili abnormalnih stanja povezan sa potencijalnom škodljivošću za zdravlje ljudi, širenjem bolesti životinja i/ili estetskom prihvatljivošću mesa. Pored toga, procena upotrebljivosti mesa obavezno zahteva uzimanje u obzir i da li je u pitanju akutno ili hronično stanje, odnosno da li je u pitanju ograničeno (lokalizovano) ili rašireno (generalizovano) stanje. Postoje velike varijacije u težini, stadijumu i raširenosti bolesti i određenih patoloških stanja povezanih sa nekim uzročnikom (infektivnim ili neinfektivnim) u zaklanih životinja i nalazi nisu sasvim jasni (tj. „crno-beli”), pa se često postavlja pitanje „šta je akutno i/ili generalizovano stanje” a „šta lokalizovano i/ili hronično stanje”. Pošto se navedeni opisni (kvalitativni) termini ne mogu jasno razdvojiti u praktičnim uslovima, adekvatna procena upotrebljivosti je moguća samo na osnovu čvrstog znanja o svim uzrocima i posledicama bolesti/stanja, kao i dovoljnog iskustva/kompetentosti veterinarskog inspektora. Pri proceni upotrebljivosti mesa, veterinarski inspektor treba sebi da postavi pitanje da li se i koliko oseća uvereno u sopstvenu procenu i da li je potrebno da konsultuje iskusnije kolege i eksperte, ili da traži pomoć laboratorija za potvrdu određenih stanja.

U proceni upotrebljivosti mesa zaklane životinje, najvažnije je da se utvrdi da li je nađeno stanje štetno za zdravlje ljudi ili, ako nije štetno, da li nađeno stanje izaziva odbojnost/gađenje. Štetnost za zdravlje ljudi izazivaju razni hazardi, biološki-transmisibilni (bakterije, virusi, paraziti, prioni) i hemijski (rezidue lekova, industrijski kontaminanti i drugi). Pored toga, navedene grupe hazarda mogu nekad da budu povezane i sa stanjima koja izazivaju gađenje čoveka, a to mogu da izazovu i mnoga druga stanja koja nisu direktno štetna za zdravlje čoveka (npr. fetusi, benigni tumori, uginuli/inaktivisani ili nealimentarni paraziti, kvar, strani miris, itd.). Svakako, u slučaju nađenih stanja koja su povezana sa štetnosti za zdravlje čoveka, ili u slučaju estetskih razloga, vrši se odbacivanje trupova i organa ili odbacivanje samo ograničeno promenjenih delova.

U proceni upotrebljivosti mesa je potrebno i da se utvrdi koji su primarni a koji su sekundarni nalazi inspekcije, kao i da li su bile poremećene telesne funkcije životinje. Poremećaji telesnih funkcija su znaci uznapredovale bolesti, pa ako utiču na kompletnu fiziologiju organizma, meso cele životinje je neupotrebljivo, čak iako primarna bolest nije razlog za neupotrebljivost trupa i organa ili njihovih delova. Primeri ovih stanja su uremija, ikterus, generalizovani edem ili emacijacija. Važno je da se odredi da li je određeni nalaz posledica akutne ili hronične bolesti, kao i da li su nalazi ograničeni (lokalni, patološke promene na ograničenoj regiji bez promena drugih organa/tkiva) ili generalizovani. Opšte je pravilo da akutna i generalizovana stanja vode kompletnom odbacivanju trupova i organa, dok hronična i lokalna stanja mogu da podrazumevaju odbacivanje samo zahvaćenog dela. Akutne lezije su često i generalizovane (npr. to su stanja kao što su septikemija, pijemija, pireksija ili toksemija). Potrebno je i da se utvrdi mogu li promenjeni delovi da budu odstranjeni u potpunosti i bez kontaminacije ostalih delova. Bez obzira na uzrok, jasno promenjeni delovi su neupotrebljivi i ukoliko su ova stanja ograničena, vrši se njihovo odstranjivanje, a ostali delovi su upotrebljivi. Primeri ovakvih stanja su lokalizovani apsces u butu, jedna ehinokokusna cista u jetri ili modrica na ograničenom delu trupa.

Procena i kategorije upotrebljivosti mesa

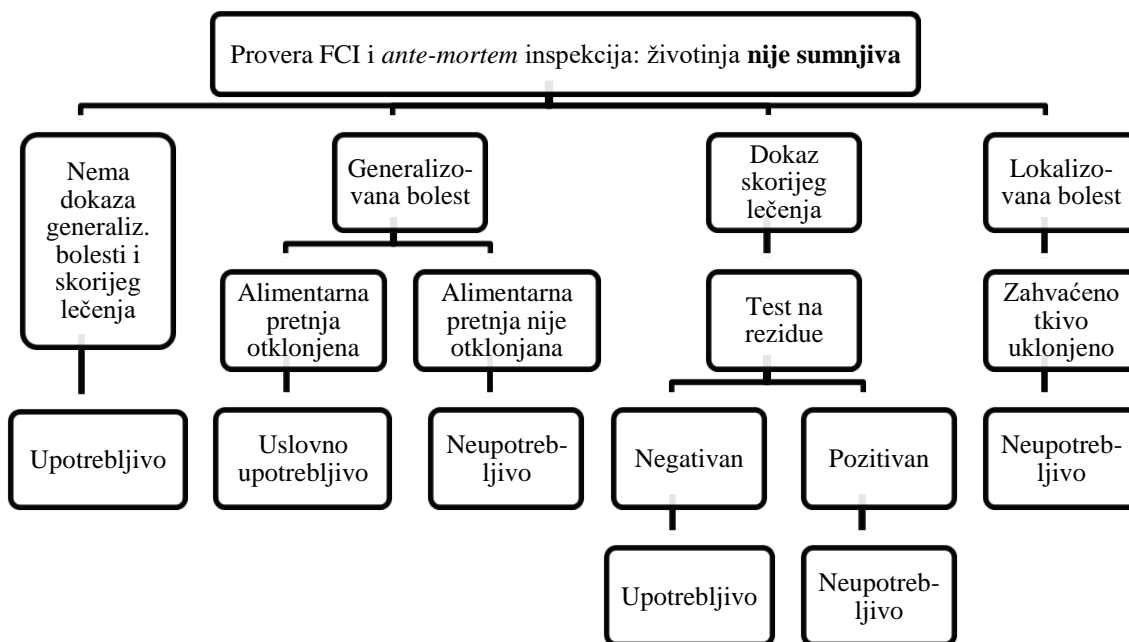
Na osnovu rezultata svih sprovedenih procedura inspekcije mesa - odnosno analize FCI, *ante-mortem* znakova, vizuelne *post-mortem* inspekcija, palpacije, incizije, mirisanja, kao i rezultata laboratorijskih testova (Šeme VII-2 i VII-3) - vrši se procena upotrebljivosti mesa. Shodno tome, meso u principu može biti procenjeno kao:

1. upotrebljivo za ishranu ljudi i to:
 - a. upotrebljivo u potpunosti - bezbedno i podesno za ishranu ljudi (kao sveže meso);
 - b. upotrebljivo za preradu (bezbedno, ali je lošijeg kvaliteta pa se iz komercijalnih/estetskih razloga preporučuje prerađivanje ovakvog mesa/organa);
 - c. uslovno upotrebljivo (nije bezbedno za upotrebu kao takvo već je neophodan određeni tretman mesa – smrzavanje ili toplotni tretman – pre nego što bude upotrebljivo i spremno da se stavi u promet), ili
2. neupotrebljivo za ishranu ljudi i to:
 - a. ceo trup i svi organi su neupotrebljivi (vrši se „potpuno odbacivanje trupa i organa”);
 - b. samo zahvaćeni deo/organ/sistem je neupotrebljiv („odbacivanje zahvaćenih delova”), dok je ostatak trupa upotrebljiv (upotrebljiv u potpunosti, upotrebljiv za preradu ili uslovno upotrebljiv);
 - c. neupotrebljivo za ishranu ljudi - nije bezbedno ili nije podesno za ishranu ljudi ali može da se upotrebi u druge svrhe (npr. hrana za ljubimce, stočna hrana, razne upotrebe u neprehrambenim industrijama), s tim što mora da se obezbedi da takvo meso ne uđe ponovo direktno u lanac ishrane ljudi.

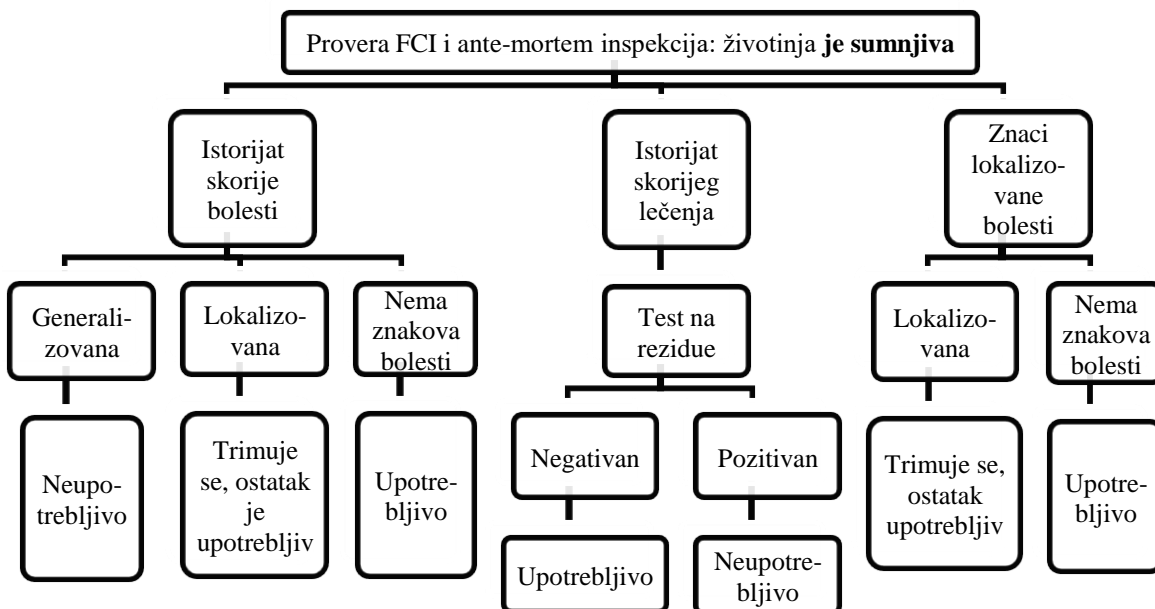
Dalje, meso može biti proglašeno i kao „zadržano“. To je meso koje je sumnjivo i predmet je daljih procedura i testova u cilju procene upotrebljivosti. Treba imati na umu da postoje neke bolesti odnosno stanja koja sama po sebi (u odnosu na uzrok) podrazumevaju potpunu upotrebljivost mesa; međutim, te bolesti ili stanja su vrlo često praćena sekundarnim promenama na trupu i/ili organima. U tim slučajevima se procena upotrebljivosti mesa oslanja isključivo na opšte stanje trupa i organa, odnosno na raširenost i težinu prisutnih lezija; stoga, procena se vrši na licu mesta, a može biti od „upotrebljivog“ do „potpunog odbacivanja trupa i organa“.

Procena upotrebljivosti mesa, odnosno obrađenih trupova i organa, u odnosu na nalaze određenih stanja/bolesti opisanih u prethodnim poglavljima, variraju u različitim zemljama odnosno regionima sveta. Procene upotrebljivosti mesa kod najčešćih i najvažnijih stanja i bolesti goveda, svinja i živine su detaljno opisane u Praktikum iz Higijene mesa.

U skladu sa napred navedenim, a prema domaćoj legislativi, crveno meso se nakon obavljene inspekcije mesa kategoriše u jednu od četiri grupe: 1) upotrebljivo za ishranu ljudi, 2) uslovno upotrebljivo za ishranu ljudi, 3) upotrebljivo za preradu, ili 4) neupotrebljivo za ishranu ljudi. Shodno tome, nakon izvršene inpekcije mesa i procene upotrebljivosti, trup i organi u klanici dobijaju žig (pečat) o zdravstvenoj ispravnosti za ishranu ljudi. Živinsko meso se nakon obavljene inspekcije mesa kategoriše u jednu od tri grupe: 1) upotrebljivo za ishranu ljudi, 2) upotrebljivo za preradu, ili 3) neupotrebljivo za ishranu ljudi.



Šema VII-2. Stablo odlučivanja kod postmortalnog pregleda u slučaju da životinja nije sumnjiva na osnovu provere FCI i premortalne inspekcije³²



Šema VII-3. Stablo odlučivanja kod postmortalnog pregleda u slučaju da je životinja sumnjiva na osnovu provere FCI i premortalne inspekcije³³

³² i ³³ Izvor: Buncic, 2006

Upotrebljivo meso

Trup i organi zaklane životinje su upotrebljivi za ishranu ljudi ukoliko promene na njima nisu uočene, odnosno ako su nalazi primenjenih laboratorijskih testova povoljni. Ovo je najčešći zaključak inspekcije mesa. Ukoliko su lezije lokalizovane, a promenjeni delovi mogu da se odstrane, ostatak trupa i organa je takođe upotrebljiv. Na primer, nalazom pojedinačnog i inkapsuliranog apscesa, vrši se trimovanje i odbacivanje zahvaćene regije, a ostatak organa/trupa je upotrebljiv. Slično, nalazom multiplih apscesa u jednom organu ili organskom sistemu, vrši se odbacivanje zahvaćenog organa/sistema, a ostatak organa i trupa je upotrebljiv. Dalje, na primer, nalazom pneumonije ili bronhopneumonije bez znakova sistemske bolesti, vrši se odbacivanje pluća, a ostatak trupa i ostali organi su upotrebljivi. Takođe, otkrivanjem ili potvrđivanjem nekih bolesti (čak i sa OIE liste), nepromenjeni delovi trupa i organa su upotrebljivi ako nije u pitanju akutna i/ili sistemska bolest. Na primer, životinje koje su pokazale pozitivnu ili sumnjivu reakciju prilikom tuberkulin ili brucelinskog testa, ili je sumnja na tuberkulozu odnosno brucelozu utvrđena na drugi način, kolju se odvojeno na način da se preduzmu mere zaštite radnika i spreči kontaminacija drugih trupova i linije klanja.

U slučaju tuberkuloze goveda, ako je lokalizovana (odnosno zahvaćen je samo jedan organ ili organski sistem, to jest limfni čvorovi tog organskog sistema), vrši se odbacivanje zahvaćene regije/organa sa pripadajućim limfnim čvorovima (taj deo je neupotrebljiv), dok je ostatak trupa i organa upotrebljiv ako promenjeni deo može da se odstrani bez uticaja na ostatak trupa. Ukoliko je tuberkuloza generalizovana (zahvaćena su najmanje dva organska sistema), ceo trup i svi organi su neupotrebljivi. U slučaju bruceloze, vrši se odbacivanje krvi, vimena, genitalnih organa i povezanih limfnih čvorova (čak i ako se ne nađu lezije) svih reaktora ili sumnjivih reaktora na brucelinski test, dok je ostatak trupa i organa upotrebljiv. S druge strane, meso životinja kod kojih se otkriju promene koje ukazuju na akutnu brucelozu proglašava se nebezbednim, tj. neupotrebljivim za ishranu ljudi. Dalje, u slučaju paratuberkuloze - ukoliko nema sistemskih promena, vrši se odbacivanje zahvaćenih organa (creva i mezenterijum), a ostatak trupa i organa je upotrebljiv. Ako je u pitanju životinja reaktor na enzootsku leukozu bez kliničke slike i/ili lezija, trup i organi su upotrebljivi u potpunosti (ukoliko se uoči klinička slika i/ili detektuju lezije, trup i organi su neupotrebljivi).

Uslovno upotrebljivo meso

Ova kategorija mesa se u praksi odnosi samo na lakše forme goveđe cisticerkoze kada je meso moguće osposobiti za upotrebu. U slučaju nalaza generalizovane („teške“) cisticerkoze, meso goveda je neupotrebljivo, dok u slučaju lokalne („lake“) cisticerkoze, delovi koji nisu zahvaćeni, mogu da budu upotrebljivi za ishranu ljudi ali samo ako su prethodno predmet određenih termičkih tretmana (npr. smrzavanje trupa na $\leq -7^{\circ}\text{C}$ tokom ≥ 21 dana ili $\leq -10^{\circ}\text{C}$ tokom ≥ 14 dana). Takvo meso se naziva uslovno upotrebljivo dok se ne izvrši tretman smrzavanjem ili na drugi način. U budućnosti se očekuje veća primena ove kategorije upotrebljivosti mesa u pogledu tretmana mesa u cilju inaktivacije drugih intramuskularnih parazita (tj. prevažodno *Trichinella* i *Toxoplasma gondii*).

Upotrebljivo za preradu

Upotrebljivo za preradu je meso čija bezbednost nije ugrožena, nego samo kvalitet. Primer je PSE ili DFD meso, kao i meso izmršavelih životinja. Upotrebljivo za

preradu je i meso koji ima izražen miris koji je posledica ishrane životinja (npr. na ribu) ili polni miris, kao i meso životinja koje su neadekvatno iskrvarile u afebrilnim i slabije izraženim slučajevima (npr. neefikasno klanje, nezarazne srčane i plućne bolesti, umor ili stres životinja), koji se uglavnom otkrivaju pomoćnim laboratorijskim testom. Takođe, meso koje je prekriveno modricama ili drugim estetskim nedostacima je upotrebljivo samo za preradu.

Neupotrebljivo meso

Neupotrebljivo (dakle, sledi potpuno odbacivanje trupa i organa) je meso trupova, organi i krv svih životinja u sledećim slučajevima:

- ako nije izvršena premortalna inspekcija (osim lovne divljači) ili nije izvršena postmortalna inspekcija,
- ako su u momentu klanja životinje bolovale od naročito opasnih zaraznih bolesti (uglavnom bolesti sa OIE liste uz nekoliko izuzetaka kao što su, već navedene, paratuberkuloza, tuberkuloza ili bruceloza ako stanja nisu generalizovana),
- ako su u njima utvrđena generalizovana stanja (npr. emacijacija, febrilno stanje, žutica, septikemija, pijemija, toksemija, uremija ili viremija, generalizovani edem, limfadenitis ili kazeozni limfadenitis, multipli apscesi) ili generalizovane bolesti (npr. generalizovana sarkosporidioza ili aktinobaciloza),
- ako su utvrđena akutna stanja (npr. akutni septični metritis, mastitis, perikarditis ili pneumonija, akutni difuzni septični pleuritis ili peritonitis) ili akutne bolesti (akutni crveni vetar),
- ako su utvrđene klostridijalne bolesti (botulizam, šuštavac i tetanus) i maligni ili multipli tumori,
- ako je utvrđeno da sadrže rezidue teških metala ili veterinarskih lekova iznad dozvoljenih granica ili rezidue nedozvoljenih supstanci,
- ako su trupovi fekalno ili na drugi način kontaminirani da trimovanje ne može da efikasno odstrani kontaminaciju,
- neupotrebljiv je i svaki promenjeni deo zaklane životinje, odnosno svaki deo koje je odstranjen sa trupa i organa koji su upotrebljivi za ishranu ljudi.

OBELEŽAVANJE MESA

Osnovna svrha obeležavanja mesa jeste da se razlikuje meso koje je pogodno (upotrebljivo) za ljudsku ishranu od mesa koje nije upotrebljivo za ljudsku ishranu. Pored toga, oznaka na mesu (žig ili pečat) identifikuje klanicu u kojoj je životinja zaklana. Na taj način, ova oznaka ispravnosti odnosno upotrebljivosti mesa predstavlja važan element u sledljivosti mesa.

Žigovi mogu biti različitog oblika u zavisnosti od vrste mesa i načina pakovanja za prodaju. U našoj zemlji se određuju u skladu sa Pravilnikom o obliku i sadržini žiga, odnosno potvrde o bezbednosti divljači za ishranu ljudi, kao i o načinu i postupku obeležavanja hrane životinjskog porekla. Žig označava da je meso proizvedeno u skladu sa propisima i da je bilo predmet *ante-mortem* i *post-mortem* kontrole od strane veterinarskog inspektora (ovlašćenog veterinara). Obeležavanje mesa je u nadležnosti veterinarske inspekcije, a pečat je od jestive boje ili se obeležavanje vrši vrućim žigom (glava, jezik, srce, jetra, pluća). U slučaju zbirnog pakovanja mesa i organa, ono se

obeležava oznakom oblika i sadržine žiga i to na spoljašnjoj površini pakovanja ili deklaracije, ili je pak odštampana na deklaraciji ili etiketi koja se uništava prilikom otvaranja.








Žig ili pečat za meso goveda, junadi, teladi, bivola i kopitara se stavlja na obe polutke, i to na spoljašnju strana buta, leđa u krsnom delu ili slabine, leđa iznad bubrega, na grud i na plećku. Ovce i koze se obeležavaju sa obe strane trupa, i to na unutrašnjoj strani buta i na plećki. Svinje se takođe obeležavaju na obe polutke, i to na spoljašnjoj strani buta, leđima u krsnom delu, leđima iznad bubrega i na plački. Prasad, jagnjad i jarad se označavaju na leđima iznad plećke. Živina (neupakovani trup) se označava ispod krila, a kunići na unutrašnjoj strani buta.

Meso koje je upotrebljivo (Tabela VII-7) za ishranu ljudi a koje potiče od goveda, svinja i ovaca se obeležava ovalnim žigom, a meso kopitara, bivola i koza okruglim žigom, na kome je ispisana i vrsta mesa. Pored ovoga, meso svinja, konja i divljači koje je pregledano na trihinelozu i nalaz je negativan, sadrži okrugli žig, sa slovom „T“ u sredini žiga. Pojedinačni neupakovani trupovi živine i kunića koji su upotrebljivi za ishranu ljudi se obeležavaju žigom okruglog oblika, dok se njihovi pojedinačni upakovani ili zbirno upakovani trupovi obeležavaju na isti način kao trupovi papkara (goveda, svinje, ovce).

Izgled žiga za ostale kategorije mesa je dat u Tabeli VII-8. Uslovno upotrebljivo meso se označava žigom u obliku kvadrata, s tim što za meso kopitara, bivola i koza mora biti navedena vrsta mesa. Meso koje je upotrebljivo za preradu se obeležava žigom u obliku pravougaonika na kom mora biti navedeno da je „za preradu” i naziv vrste mesa ako je od kopitara, bivola ili koza. Meso koje je neupotrebljivo za ishranu ljudi se označava žigom oblika jednakostraničnog trougla.

U slučaju nemogućnosti procene upotrebljivosti trupova i organa papkara i kopitara, na njih se stavlja kartica „zadržano“ i trup/organi se smeštaju u posebnu hladnjaču do dobijanja konačne ocene (Tabela VII-9). Trup i glava goveda kod kojih je utvrđena lakša forma cisticerkoze, a koji se osposobljavaju zamrzavanjem, obeležavaju se etiketom na kojoj je ispisano „privremeno zadržano” i „bobičavo”, a na etiketi (crvene boje veličine 14 cm x 7 cm) su navedeni datum i čas početka i završetka osposobljavanja mesa, kao i potpis i pečat ovlašćenog lica ili veterinarskog inspektora.

Tabela VII-7. Izgled i opis žiga za upotrebljivo meso trupova i organa³⁴

Izgled žiga	Opis žiga
	<p>Žig u objektu za domaće tržište (6,5 x 4,5 cm):</p> <ul style="list-style-type: none"> - za meso goveda, svinja, ovaca - za meso pernatih životinja - za meso divljači
	<p>Oznaka žiga u objektu za domaće tržište (6,5 x 4,5 cm):</p> <ul style="list-style-type: none"> - za zbirno pakovanje svih vrsta mesa - za pojedinačno upakovano meso živine i kunića
	<p>Žig u izvoznom objektu (6,5 x 4,5 cm):</p> <ul style="list-style-type: none"> - za meso goveda, svinja, ovaca, koza, kopitara, bivola - za meso pernatih životinja - za meso divljači
	<p>Oznaka žiga u izvoznom objektu (6,5 x 4,5 cm):</p> <ul style="list-style-type: none"> - za zbirno pakovanje svih vrsta mesa - za pojedinačno upakovano meso živine i kunića - za zbirno pakovanje svih vrsta hrane životinjskog porekla
	<p>Žig za meso kopitara, bivola i koza, sa nazivom vrste mesa, u objektu za domaće tržište (prečnika 5 cm)</p>
	<p>Oznaka žiga za meso kopitara, bivola i koza sa nazivom vrste mesa, u objektu za domaće tržište (prečnika 5 cm)</p>
	<p>Žig za meso koje ne sadrži trihinele (prečnika 2,5 cm)</p>

³⁴ Službeni glasnik RS, broj 44/07

Tabela VII-8. Izgled i opis žiga za uslovno upotrebljivo, upotrebljivo za preradu i neupotrebljivo meso trupova i organa³⁵


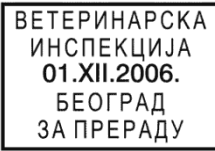


Izgled žiga	Opis žiga
	Žig za uslovno upotrebljivo meso (6x6 cm cm, visina slova 0,8 cm, brojeva 0,5 cm)
	Žig za meso upotrebljivo za preradu (6 x 4 cm)
	Žig za neupotrebljivo meso (stranice od 5 cm)

Tabela VII-9. Izgled i opis kartice za zadržane trupove i organe³⁶

Izgled kartice	Opis kartice
	Petodelna kartica (da bi se obeležile polutke, glava, crvene i zelene iznutrice), svaki deo 3,5 x 7 cm, žute boje, a delovi su povezani perforacijom.

³⁵ i ³⁶ Službeni glasnik RS, broj 44/07

MODERNIZACIJA INSPEKCIJE MESA

Sistem tradicionalne inspekcije mesa je razvijen sredinom devetnaestog veka u cilju otkrivanja zoonotskih bolesti u životinja za klanje kao što su trihinelozna, tuberkuloza i cisticerkoza koje su u to vreme bile endemične u Evropi. Ovaj sistem se od tada do početka XXI veka praktično nije menjao - tj. i dalje je obavezan prema aktuelnoj legislativi u Srbiji (Tabela VII-3). Sa druge strane, u Evropskoj uniji, proces modernizacije sistema inspekcije mesa je započeo 2010. godine, što je rezultiralo izmenama legislative u pogledu procedura inspekcije mesa, odnosno veće zastupljenosti vizuelne inspekcije spram metoda palpacije i incizije (Tabele VII-4 i VII-5).

Glavni razlozi za reviziju tradicionalnog sistema inspekcije mesa su njegove mane, navedene na više mesta u ovom udžbeniku. Iako je u prošlosti tradicionalni sistem veoma doprineo kontroli značajnih hazarda za zdravlje ljudi i životinja, poslednjih decenija je on postao predmet sve većih kritika da više nije adekvatan za zaštitu javnog zdravlja. Stoga je, u međunarodnim naučnim krugovima došlo do saglasnosti da inspekcija mesa treba da se unapredi tako da bude zasnovana na oceni rizika - što je, uostalom, bila u vreme kada je ustanovljena. Premda je evropska legislativa o inspekciji mesa iz 2004. godine (kao i aktuelna domaća, koja je praktično prevod stare evropske legislative; Poglavlje XVII) predviđala pristup „zasnovan na oceni rizika i lancu hrane“ - on je i dalje nedovoljno razvijen, odnosno praktično nije ni bio korišćen.

Prednosti i mane tradicionalne inspekcije mesa

Predviđeni sistem informacija iz lanca hrane predstavlja važan faktor koncepta „od farme do trpeze“ sa ciljem unapređenja bezbednosti hrane za potrošača, zdravlja i dobrobiti životinja, a sa ciljem da se kategorišu grupe životinja za klanje na niže- i više-rizične. Međutim, informacije iz lanca hrane su samo do izvesne mere koncipirane u svrhu zaštite javnog zdravlja. U praksi, FCI još uvek nedostaju adekvatni indikatori koji bi omogućili objektivniju rizičnu kategorizaciju životinja u pogledu zaštite javnog zdravlja, pa se danas to smatra njihovim glavnim praktičnim nedostatkom.

Dobre strane premortalne inspekcije predstavljaju mogućnost otkrivanja bolesti životinja (naročito obaveznih za prijavljivanje, Poglavlje IV), ocene čistoće životinja (Poglavlje V), kao i problema sa dobrobiti životinja (Poglavlje VI). Međutim, postoji nekoliko faktora koji ograničavaju efektivnost *ante-mortem* inspekcije koja se danas zahteva, kao što su nespecificnost i/ili promenljivost kliničkih znakova bolesti životinja. Takođe, činjenica da i ako životinje u/na sebi nose zoonotske hazarde, većina najznačajnijih alimentarnih hazarda za zdravlje ljudi (kao *Salmonella* i *Campylobacter*) najčešće ne izaziva kliničke znake bolesti u životinja. Dalje, radno okruženje u klanici i veliki broj relativno zdravih životinja koje treba ispitati često odvrću pažnju inspektora i onemogućavaju detaljnu inspekciju životinja, pa se dešava da se i životinje koje pokazuju znake bolesti ne otkriju. Relativno je kratko vreme za pregled velikog broja životinja u modernim klanicama sa brzim linijama klanja, pa se često dešava da se ne otkriju životinje koje mogu da predstavljaju pretnju za bezbednost mesa. Više naučnih studija o *ante-mortem* inspekciji je ukazalo da je stepen otkrivanja abnormalnosti niži kada se ona sprovodi u klanici, nego kada se sprovodi na farmi sa koje životinje potiču.

Kao i u slučaju *ante-mortem* inspekcije, prednosti *post-mortem* inspekcije su uglavnom vezane za aspekte zaštite zdravlja i dobrobiti životinja. Smatra se da je postmortalna inspekcija mesa jedna od najpodesnijih i najvažnijih tačaka u lancu hrane po pitanju nadzora nad bolestima životinja, jer može da detektuje makroskopske lezije

izazvane sa mnogobrojnim hazardima za zdravlje životinja. Postmortalna inspekcija mesa može da detektuje makroskopske lezije izazvane sa mikobakterijama, cisticerkusima, kao i trihinelozu svinja posebnim laboratorijskim ispitivanjem. Ipak, ovi aspekti su relevantni samo u regionima gde su navedeni hazardi prisutni. Većina ovih bolesti zbog kojih su procedure inspekcije i razvijene, danas su iskorenjene u razvijenim zemljama ili se vrlo retko pojavljuju, naročito kod relativno mladih životinja koje se danas uglavnom kolju. Dalje, tradicionalna inspekcija mesa je niske osetljivosti i objektivnosti, a većina stanja koja mogu da se detektuju ovim procedurama su estetske prirode i više od značaja za zdravlje životinja (npr. pneumonija svinja ili paraziti jetre goveda). Takođe, duže vremena postoji pitanje isplativosti aktuelne inspekcije mesa i predlog da je inspekciju potrebno prilagoditi prevalenciji određenih bolesti u određenom regionu. Najznačajnija mana tradicionalne, organoleptičke inspekcije je njena nemogućnost da detektuje najznačajnije hazarde za javno zdravlje danas, koji se prenose putem mesa, poput *Salmonella*, *Campylobacter*, verocitotoksičnih *Escherichia coli* i *Yersinia enterocolitica*, koje su često prisutne u tonzilama, limfnim čvorovima i daleko najčešće u digestivnom traktu klinički zdravih životinja. Ne samo što ih je nemoguće detektovati aktuelnom inspekcijom mesa, već problem može da predstavlja i širenje tih istih patogena među različitim organima i trupovima posredstvom obaveznih manuelnih tehnika inspekcije - palpacija i/ili incizija.

Tabele VII-10 do VII-15 prikazuju zoonotske hazarde koji mogu da budu prisutni u govedima, svinjama i živini za klanje i mogućnost njihovog otkrivanja aktuelnom inspekcijom mesa. Ovi hazardi se prenose na čoveka konzumacijom mesa ili drugim putevima (tj. nealimentarnim), tako da nisu ni važni za bezbednost mesa, već je o njima potrebno voditi računa kao o mogućim profesionalnim hazardima (Poglavlje II).

Tabela VII-10. Zoonotski hazardi kod goveda koji mogu da izazovu bolest čoveka usled konzumacije mesa

Hazard	Moguće otkrivanje rutinskom inspekcijom mesa (abnormalnosti koje se mogu otkriti)?
<i>Campylobacter</i> spp.	Ne
<i>Salmonella enterica</i>	Ne
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Ne
Patogene <i>Escherichia coli</i>	Ne
<i>Mycobacterium bovis</i>	Da (kazeozna nekroza limfnih čvorova, tuberkulozni granulomi)
<i>M. avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i>	Da (zadebljan i naboran zid creva)
<i>Bacillus anthracis</i>	Da (septikemija, tamna/katranasta krv, znatno uvećana i tamna slezina)
<i>Clostridium</i> spp.	Ne
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ne
<i>Staphylococcus aureus</i>	Da (apscesi, mastitis, nefritis, artritis)
<i>Sarcocystis hominis</i>	Ne
<i>Toxoplasma gondii</i>	Ne
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Ne
<i>Giardia intestinalis</i>	Ne
<i>Taenia saginata</i> cisticerkus	Da (ciste u maseterima, srcu, jeziku, dijafragmi)
Prion (BSE)	Da (<i>ante-mortem</i> znaci: promene u ponašanju, tremori, nekoordinisanost pokreta, pareza)

Tabela VII-11. Zoonotski hazardi kod goveda koji ne izazivaju alimentarnu bolest čoveka

Hazard	Moguće otkrivanje rutinskom inspekcijom mesa (abnormalnosti koje se mogu otkriti)?
<i>Corynebacterium</i> spp. (<i>C. bovis/renale</i>)	Da (mastitis, pijelonefritis)
<i>Fusobacterium necrophorum</i>	Da (apscesi, pneumonija, mastitis, metritis)
<i>Arcanobacterium pyogenes</i>	Da (apscesi, endokarditis, pneumonija)
<i>Pasteurella multocida</i>	Da (pneumonija, mastitis)
<i>Mannheimia haemolytica</i>	Da (pneumonija, mastitis)
<i>Streptococcus</i> spp. (<i>S. agalactiae/dysgalactiae/pyogenes/zooepidemicus</i>)	Da (mastitis, nefritis, artritis, hepatitis, endokarditis, apscesi)
<i>Brucella</i> spp. (<i>B. abortus</i>)	Da (mastitis)
<i>Leptospira interrogans</i>	Da (nefritis, ikterus, mastitis)
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Da (artritis)
<i>Coxiella burnetti</i>	Da (mastitis)
<i>Trichophyton verrucosum</i>	Da (lezije na koži)
<i>Lyssavirus</i> (besnilo)	Da (<i>ante-mortem</i> znaci: promene u ponašanju, paraliza, nekoordinisanost, hipersalivacija)
<i>Fasciola hepatica</i>	Da (invazija i kalcifikacija žučnih kanala, ikterus)
<i>Dicrocoelium dendriticum</i>	Da (invazija žučnih kanala, hepatitis)
<i>Echinococcus granulosus</i>	Da (hidatidne ciste u jetri, plućima, srcu, itd.)

Tabela VII-12. Zoonotski hazardi kod svinja koji mogu da izazovu bolest čoveka konzumacijom mesa

Hazard	Moguće otkrivanje rutinskom inspekcijom mesa (abnormalnosti koje se mogu otkriti)?
<i>Campylobacter</i> spp.	Ne
<i>Salmonella enterica</i>	Ne
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Ne
Patogene <i>Escherichia coli</i>	Ne
<i>Mycobacterium</i> spp.	Da (kazeozna nekroza mandib. limfnih čvorova)
<i>Bacillus anthracis</i>	Da (edematozno oticanje vrata i submaksilarne regije, hemoragični enteritis)
<i>Clostridium</i> spp.	Ne
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ne
<i>Staphylococcus aureus</i>	Da (apscesi)
Hepatitis E virus	Ne
<i>Sarcocystis suihominis</i>	Ne
<i>Toxoplasma gondii</i>	Ne
<i>Giardia intestinalis</i>	Ne
<i>Taenia solium</i> cisticercus	Da (ciste u srcu, jeziku, dijafragmi, ostalim mišićima)
<i>Trichinella</i> spp.	Da (ciste u dijafragmi, jeziku, ostalim mišićima)

Tabela VII-13. Zoonotski hazardi kod svinja koji ne izazivaju alimentarnu bolest čoveka

Hazard	Moguće otkrivanje rutinskom inspekcijom mesa (abnormalnosti koje se mogu otkriti)?
<i>Streptococcus</i> spp. (<i>S. suis/pyogenes</i>)	Da (endokarditis, pneumonija, apscesi, artritis)
<i>Arcanobacterium pyogenes</i>	Da (apscesi, pneumonija)
<i>Pasteurella multocida</i>	Da (atrofični rinitis, pneumonija)
<i>Rhodococcus equi</i>	Da (submaksilarni limfadenitis, apscesi)
<i>Brucella</i> spp. (<i>B. suis</i>)	Da (zapaljenja genitalnog trakta, apscesi, artritis)
<i>Leptospira interrogans</i>	Da (nefritis, ikterus)
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Da (lezije na koži, endokarditis, artritis)
<i>Lyssavirus</i> (besnilo)	Da (<i>ante-mortem</i> : promene u ponašanju, paraliza, klonične konvulzije)
<i>Ascaris suum</i>	Da (mlečne pege na jetri)
<i>Echinococcus granulosus</i>	Da (hidatidne ciste u jetri, plućima, ostalim organima)

Tabela VII-14. Zoonotski hazardi kod živine koji mogu da izazovu bolest čoveka konzumacijom mesa

Hazard	Moguće otkrivanje rutinskom inspekcijom mesa (abnormalnosti koje se mogu otkriti)?
<i>Campylobacter</i> spp. (termofilni)	Ne
<i>Salmonella enterica</i> (netifoidna)	Ne
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Ne
Patogene <i>Escherichia coli</i>	Ne
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ne
<i>Staphylococcus aureus</i>	Da (artritis, sinovitis, uvećana žumančana kesa, nekroza jetre, slezine i bubrega, apscesi)
<i>Clostridium perfringens</i>	Da (zadebljan zid zadnje trećine tankog creva, hemoragični i difteroidni enteritis, hiperemija parenhimatoznih organa)
<i>Clostridium botulinum</i>	Ne
<i>Clostridium difficile</i>	Ne
<i>Mycobacterium</i> spp.	Da (žučkasti čvorići sa centralnom kazeifikacijom u jetri, bubrezima, plućima, srcu, polnim organima)
<i>Toxoplasma gondii</i>	Ne

Tabela VII-15. Zoonotski hazardi kod živine koji ne izazivaju alimentarnu bolest čoveka

Hazard	Moguće otkrivanje rutinskom inspekcijom mesa (abnormalnosti koje se mogu otkriti)?
<i>Streptococcus</i> spp. (hemolitični)	Da (uvećanje slezine, jetre i bubrega, peritonitis, kongestije mnogih organa)
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Da (generalizovana septikemija, kongestija, hemoragije srčanog mišića, enteritis)
<i>Chlamydia psittaci</i>	Da (fibrinozni perikarditis, hepatomegalija, konjuktivitis, perikarditis)
<i>Pasteurella multocida</i>	Da (cijanoza kreste i podbradnjaka, krvarenja u sluznici creva i u grudnoj i abdominalnoj duplji, gnojni procesi u respiratornom traktu i konjuktivama, artritis, periartritis)
Virus avijarne influence	Da (kongestija i edem pluća, kongestija i cijanoza kreste, atrofija timusa i burze <i>Fabricii</i> , krvarenja na površinama seroza i epikardu)
Virus atipične kuge (Njukasl bolest)	Da (hemoragične lezije creva, krvarenja, kongestija i zapaljenje vazdušnih kesica, mukopurulentan konjuktivitis, tačkasta krvarenja na žlezdanom delu želuca)
<i>Cryptococcus neoformans</i>	Da (granulomi i nekroza jetre, creva, pluća i slezine)
<i>Aeromonas hydrophila</i>	Da (zapaljenje i hemoragije intestinalne mukoze, salpingitis, aerosakulitis)

Revizija tradicionalne inspekcije mesa

Svi navedeni nedostaci tradicionalne inspekcije mesa su dobro prepoznati u razvijenim zemljama širom sveta, a naročito u EU, u kojoj su poslednjih godina pokrenute značajne aktivnosti u cilju modernizacije sistema inspekcije mesa na klanici i drugim fazama u lancu mesa, kao i potpuno baziranje inspekcije mesa, kao strategije u upravljanju rizikom, na oceni rizika. Evropska komisija je zatražila naučno mišljenje od Evropske agencije za bezbednost hrane (EFSA) da se na EU nivou:

1. izvrši identifikacija bioloških i hemijskih hazarda i rangiranje odnosnih rizika za javno zdravlje kako bi se inspekcija mesa ubuduće prvenstveno bavila hazardima višeg rizika;
2. ocene prednosti i nedostaci aktuelne inspekcije mesa i preporuče mogući alternativni metodi (ovo uključuje i razmatranje uticaja predloženih promena na zdravlje i dobrobit životinja);
3. ukoliko identifikacija i rangiranje glavnih rizika za javno zdravlje ukažu na „nove“ hazarde koji ne mogu da se kontrolišu aktuelnom inspekcijom (npr. netifoidne *Salmonella* spp. i termofilne *Campylobacter* spp. među biološkim hazardima), preporuče metode inspekcije koje će kontrolisati te hazarde;
4. preporuče adaptacije metoda inspekcije i/ili frekvencije inspekcije, ukoliko oni koji upravljaju rizicima (menadžeri rizika) smatraju da aktuelne metode inspekcije mesa nisu adekvatne (tj. „u skladu sa rizikom“).

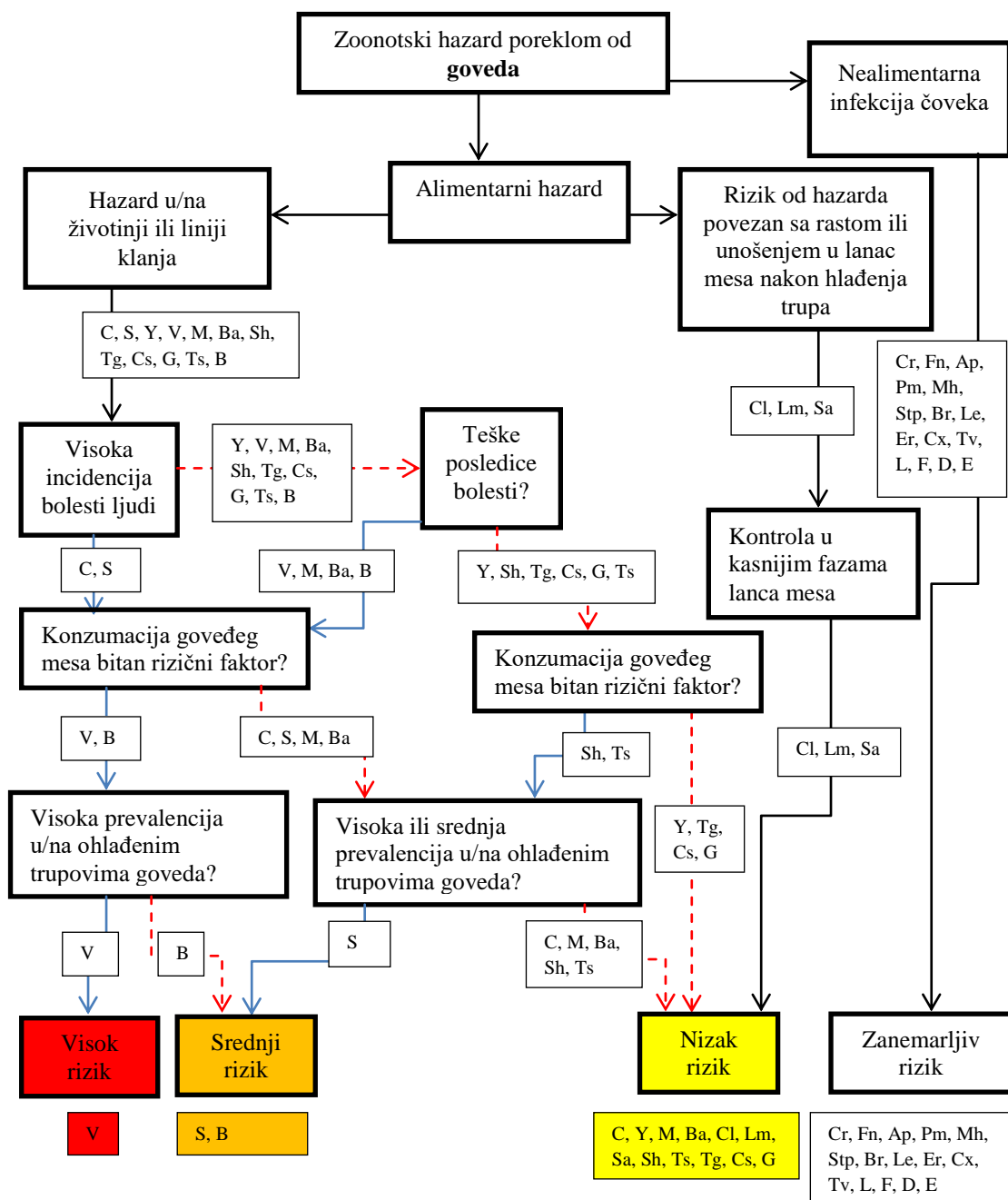
Naučni paneli EFSA za biološke hazarde, za zdravlje i dobrobit životinja i za kontaminante hrane su predložili novi sistem inspekcije mesa goveda, svinja, živine, malih preživara, kopitara i gajene divljači u periodu 2011. do 2013. godine, uzimajući u obzir bezbednost hrane i zdravlje i dobrobit životinja. Predloženi sistem inspekcije mesa zasnovan na oceni rizika je deo sveukupnog sistema osiguranja bezbednosti mesa zasnovanog na oceni rizika (Poglavlje XII), a ceo rad EFSA je doveo do određenih izmena EU legislative na polju bezbednosti mesa.

Prioritizacija/rangiranje zoonotskih hazarda

Za inspekciju mesa je primarno važno da se izvrši identifikacija bioloških, a među njima naročito zoonotskih, hazarda i rangiranje odnosnih rizika za javno zdravlje. Na ovaj način bi se ukazalo na prioritete hazarde, pa bi se inspekcija mesa ubuduće prvenstveno bavila hazardima višeg rizika.

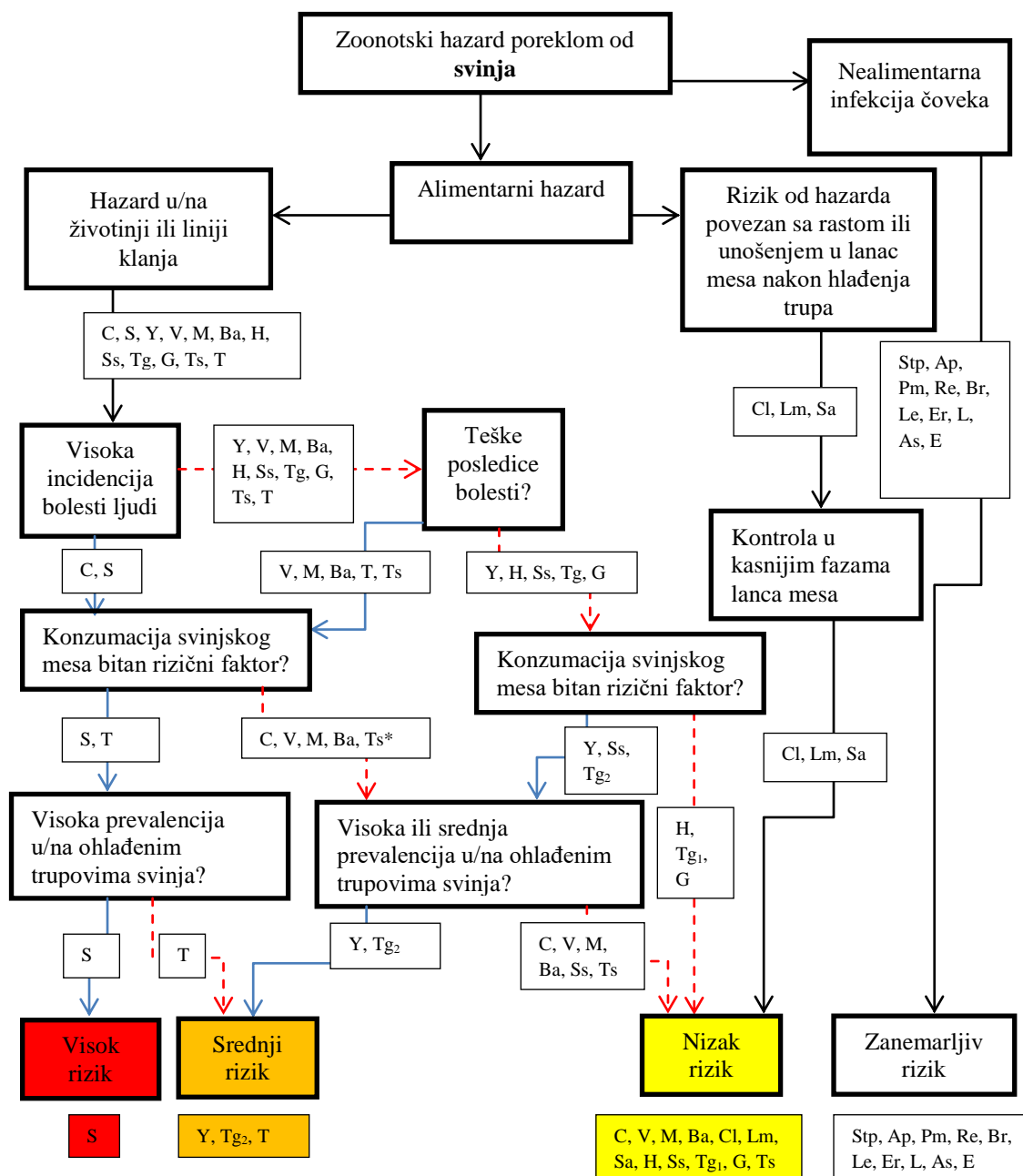
Šeme VII-4 do VII-6 prikazuju mogući metod kvalitativne ocene rizika, odnosno metod rangiranja hazarda koji potiču od goveda, svinja i živine za klanje, na osnovu njihovog rizika. Određivanje prioriteta hazarda za buduću, revidiranu inspekciju mesa i sistem osiguranja bezbednosti koji se zasniva na oceni rizika, moguće je izvršiti na osnovu nekoliko parametara: incidenciji bolesti ljudi izazvanih datim hazardom, težini posledica te bolesti, relativnog doprinosa date vrste životinja/mesa ukupnim slučajevima bolesti izazvane datim hazardom i prevalenciji datog hazarda na ohlađenim trupovima u klanici.

Rezultati prikazani u Šemama VII-4 do VII-6 su vrlo slični rangiranju koje je sprovela EFSA (pritom, u ovim šemama nisu rangirani mikroorganizmi odgovorni za prenos AMR). Od strane EFSA je utvrđeno da u pogledu bioloških hazarda koji potiču od goveda, hazardi povišenog rizika su *Salmonella* i patogene *Escherichia coli*. Kod svinja *Salmonella* predstavlja visok rizik, a *Yersinia enterocolitica*, *Trichinella* i *Toxoplasma* predstavljaju srednji rizik. Od bioloških hazarda koji su vezani za živinu ukazano je da *Salmonella* i *Campylobacter* predstavljaju visok rizik, a srednji rizik predstavlja *Escherichia coli* koja nosi ESBL/AmpC gene. Ostali hazardi mogu da se svrstaju u niskorizične. Bez obzira koji metod rangiranja hazarda se primenjuje (ali i u kom vremenskom periodu se vrši), zaključci o potrebi revizije inspekcije mesa su nedvosmisleni. Pošto ni jedan od prioriteta hazarda ne izaziva lezije koje praktično mogu da se otkriju inspekcijom, jasno je da je tradicionalna inspekcija mesa neefikasna u njihovom otkrivanju i kontroli (osim u pogledu *Trichinella* za koje se primenjuje poseban pomoćni test prilikom inspekcije mesa). S druge strane, hazardi koji izazivaju vidljive lezije na mesu i organima su ili niskorizični ili uopšte nisu alimentarni hazardi.



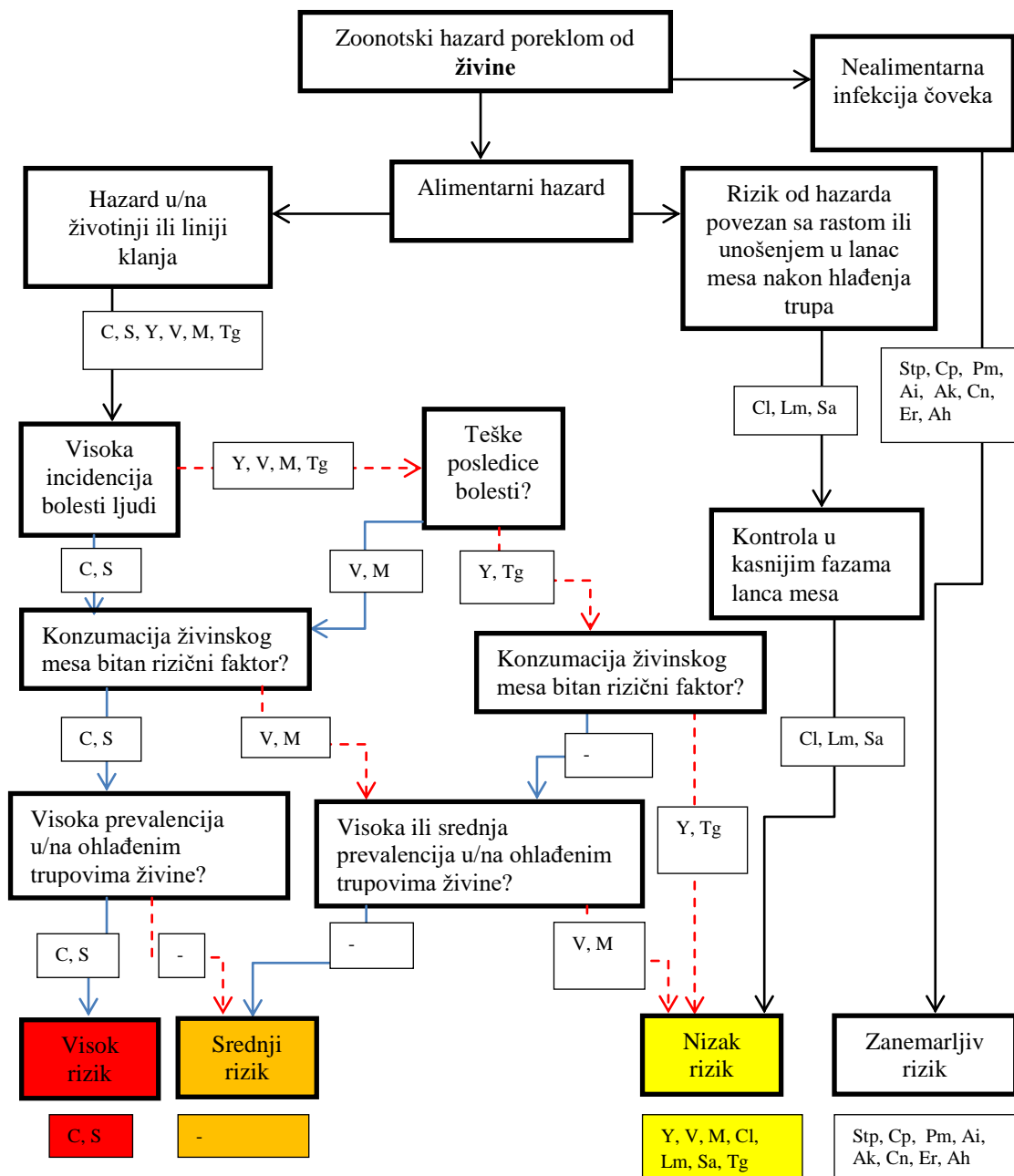
→ Da; - - - - -> Ne; C – *Campylobacter* spp.; S – *Salmonella enterica*; Y – *Yersinia enterocolitica*; V – Patogene *E. coli* (VTEC); M – *Mycobacterium* spp.; Ba – *Bacillus anthracis*; Cl – *Clostridium* spp.; Lm – *Listeria monocytogenes*; Sa – *Staphylococcus aureus*; Sh – *Sarcocystis hominis*; Tg – *Toxoplasma gondii*; Cs – *Cryptosporidium parvum*; G – *Giardia intestinalis*; Ts – *Taenia saginata* cisticercus; B – BSE-prion; Cr – *Corynebacterium* spp.; Fn – *Fusobacterium necrophorum*; Ap – *Arcanobacterium pyogenes*; Pm – *Pasteurella multocida*; Mh – *Mannheimia haemolytica*; Stp – *Streptococcus* spp.; Br – *Brucella* spp.; Le – *Leptospira* spp.; Er – *Erysipelothrix rhusiopathiae*; Cx – *Coxiella burnetii*; Tv – *Trichophyton verrucosum*; L – *Lyssavirus*; F – *Fasciola hepatica*; D – *Dicrocoelium dendriticum*; E – *Echinococcus granulosus*.

Šema VII-4. Mogući način rangiranja rizika od hazarda poreklom od goveda



—————> Da; - - - - -> Ne; C – *Campylobacter* spp.; S – *Salmonella enterica*; Y – *Yersinia enterocolitica*; V – Patogene *E. coli* (VTEC); M – *Mycobacterium* spp.; Ba – *Bacillus anthracis*; Cl – *Clostridium* spp.; Lm – *Listeria monocytogenes*; Sa – *Staphylococcus aureus*; H – Hepatitis E virus; Ss – *Sarcocystis suihominis*; Tg – *Toxoplasma gondii* (Tg₁ – zatvoreno držanje; Tg₂ – otvoreno držanje); G – *Giardia intestinalis*; Ts – *Taenia solium* cisticercus (*nije bitan rizični faktor za teške posledice); T – *Trichinella* spp.; Stp – *Streptococcus* spp.; Ap – *Arcanobacterium pyogenes*; Pm – *Pasteurella multocida*; Re – *Rhodococcus equi*; Br – *Brucella* spp.; Le – *Leptospira* spp.; Er – *Erysipelothrix rhusiopathiae*; L – *Lyssavirus*; As – *Ascaris suum*; E – *Echinococcus granulosus*.

Šema VII-5. Mogući način rangiranja rizika od hazarda poreklom od svinja



—> Da; - - - -> Ne; C – *Campylobacter* spp.; S – *Salmonella enterica*; Y – *Yersinia enterocolitica*; V – Patogene *E. coli* (VTEC); M – *Mycobacterium* spp.; Cl – *Clostridium* spp.; Lm – *Listeria monocytogenes*; Sa – *Staphylococcus aureus*; Tg – *Toxoplasma gondii*; Stp – *Streptococcus* spp.; Cp – *Chlamydia psittaci*; Pm – *Pasteurella multocida*; Ai – Virus avijarne influence; Ak – Virus atipične kuge; Cn – *Cryptococcus neoformans*; Er – *Erysipelothrix rhusiopathiae*; Ah – *Aeromonas hydrophila*.

Šema VII-6. Mogući način rangiranja rizika od hazarda poreklom od živine

Inspekcija mesa zasnovana na oceni rizika

Inspekcija mesa zasnovana na oceni rizika je, dakle, orijentisana na ceo lanac mesa i podrazumeva veće ulaganje resursa (npr. vremena veterinarskog inspektora) na pregled životinja koje predstavljaju viši rizik, odnosno raspoređivanje resursa na hazarde koji su prioritetni i njihovu kontrolu na druge načine, osim inspekcije mesa. Stoga, moderna inspekcija mesa treba da je deo sveukupnog sistema osiguranja bezbednosti mesa zasnovanog na oceni rizika. Tako, primera radi, ako neki hazard ne izaziva lezije kod životinja (npr. *Salmonella*), resursi se raspoređuju na higijenu procesa obrade trupova, a ne na inspekciju mesa.

Često se inspekcijom mesa zasnovanoj na oceni rizika smatra „samo vizuelna inspekcija“ niskorizičnih životinja i detaljnija inspekcija visokorizičnih životinja. U poređenju sa detaljnom inspekcijom, tj. korišćenjem palpacije i incizije, prednost samo vizuelne inspekcije se ogleda u smanjenju unakrsne mikrobiološke kontaminacije trupova i organa. Ocenjeno je da postoji veći rizik od unakrsne kontaminacije mikrobiološkim hazardima poput *Salmonella* i *Yersinia* nego rizik od hazarda koji izazivaju lezije koje mogu da se detektuju tehnikama palpacije i incizije. Potencijalna ušteda vremena i drugih resursa primenom samo vizuelne inspekcije je dodatni benefit. Takođe, mnogobrojne studije su pokazale da je i samo detaljna vizuelna inspekcija dovoljna za osiguranje bezbednosti mesa trupova u uslovima razvijenih zemalja. Pored toga, vizuelna inspekcija smanjuje izloženost inspektora profesionalnim hazardima iz mesa (npr. *Erysipelothrix rhusiopathiae*), ali i izloženost mesa hazardima koji potiču od samog inspektora (npr. *Staphylococcus*). U modernom sistemu inspekcije mesa, eliminacija estetskih abnormalnosti ili onih vezanih za kvalitet mesa treba da se obavlja sistemom osiguranja kvaliteta mesa, a ne veterinarskom inspekcijom mesa.

Preduslov inspekcije mesa zasnovane na oceni rizika je postojanje podataka na osnovu kojih će biti moguće kategorisati farme, odnosno životinje ili grupe životinja na rizične kategorije. Stoga je od suštinske važnosti postojanje i korišćenje adekvatnih FCI. Dalje, važno je da svi subjekti uključeni u lanac proizvodnje mesa (to jest proizvođači stočne hrane, farmeri i klaničari) imaju određenu odgovornost za bezbednost mesa, zdravlje životinja (naročito u pogledu bolesti obaveznih za prijavljivanje i nekih proizvodnih bolesti) i dobrobit životinja. Cilj uključivanja svih subjekata je da osigura da proizvodni procesi na nivou farme imaju za rezultat proizvodnju zdravih životinja, jer je samo vizuelna inspekcija jedino moguća u slučaju dobre epidemiološke situacije na farmi i niskorizičnih životinja namenjenih za klanje. Detaljniji pregled mesa (obično uključujući palpaciju i incizije, ali i laboratorijske testove) je potreban za životinje za klanje ako se očekuju makroskopske lezije ili ako životinje predstavljaju visok rizik za bezbednost mesa. Korišćenje palpacija i incizija treba da bude ograničeno samo na sumnjive životinje identifikovane pomoću FCI/*ante-mortem* inspekcije ili ako je neka abnormalnost detektovana vizuelnom postmortalnom inspekcijom. Takođe, ako su neophodne, ove manuelne tehnike treba primeniti odvojeno od linije klanja i obrade trupova, da se spreči unakrsna kontaminacija. Dodatno, za inspekciju mesa zasnovanoj na oceni rizika važno je da se dobiju i rezultati testiranja na određene alimentarne hazarde (supkliničke infekcije) kod životinja za klanje od značaja za bezbednost mesa (*Salmonella*, *Yersinia*, patogene *E. coli*, itd.). Zoonoze, proizvodne bolesti i bolesti obavezne za prijavljivanje mogu se lako pratiti u klanici serološkim testiranjem mesnog soka. Ovi podaci mogu da služe kao deo FCI i da tako pružaju mogućnost za poboljšanje bezbednosti mesa i zdravlja životinja.

Kao što je već rečeno, revidirani sistem inspekcije koji je u Evropskoj uniji na snazi od 2014. godine za svinje, a od kraja 2019. i za ostale vrste životinja (Tabele VII-4 i VII-5), delom već jeste zasnovan na oceni rizika. Na primer, kod goveda koja su mlađa

od 8 meseci, ili od 20 meseci ako su gajena bez pristupa pašnjaku tokom celog života u regionu ili zemlji zvanično slobodnim of tuberkuloze, više nije potrebno da se maseteri uvek zarezuju. Takođe su i incizije limfnih čvorova glave redukovane u odnosu na zahteve ranije legislative, jer je rizik povezan sa cisticerkozom i/ili tuberkulozom kod mladih životinja gajenih u integrisanim uslovima i u regionu sa dobrom epidemiološkom situacijom, nizak. Inspekcija mesa zasnovana na oceni rizika se ogleda i na primeru trihineloze. U EU, ukoliko domaće tovne svinje potiču sa farmi sa visokim nivoom biosigurnosti, koji se verifikuje vrlo strogim auditom, nije potrebno da se primenjuje test na otkrivanje larvi trihinela u svakom trupu (nego samo u 10% trupova). Takođe, trihinoskopski pregled se ne vrši ni u slučajevima kada će meso domaćih svinja biti predmet tretmana smrzavanjem (Tabela VII-16), kao ni kod domaćih svinja mlađih od 5 nedelja.

Tabela VII-16. Mogući tretmani smrzavanja mesa domaćih svinja kao zamena za pregled trupova na trihinelozu

Debljina komada mesa	Temperatura prostorije	Vreme trajanja tretmana
<25 cm	≤-25°C	>240 sati
25 do 50 cm	≤-25°C	>480 sati
<15 cm	-15°C	20 dana
	-23°C	10 dana
	-29°C	6 dana
15 do 50 cm	-15°C	30 dana
	-25°C	20 dana
	-29°C	12 dana

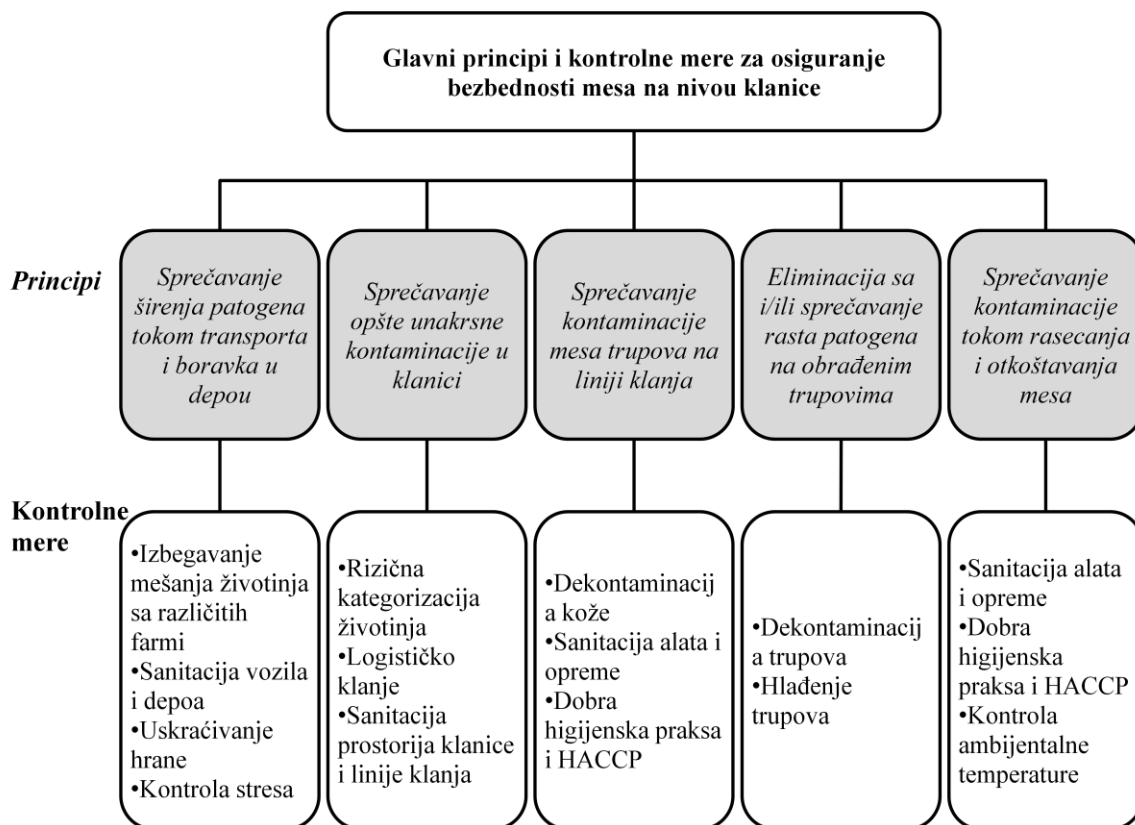
VIII - HIGIJENA KLANJA I OBRADJE TRUPOVA

Izvori kontaminacije mesa tokom klanja i obrade trupova su mnogobrojni, a čine ih same životinje za klanje (koža i dlaka, digestivni trakt, nazo-faringelni prostor, eksterni delovi urogenitalnog trakta), sredina klanice (stočni depo, linija klanja, hladnjača), kao i ljudi u klanici (radnici, inspektori, posetioci). Kontaminacija mesa može biti interna i eksterna.

Interna kontaminacija mesa potiče od bolesne/inficirane životinje (vezano za biološke hazarde) ili skorije lečene životinje (vezano za hemijske hazarde, tj. prevashodno rezidue veterinarskih lekova). Prevencija ove interne kontaminacije mesa je zasnovana na veterinarskoj inspekciji mesa (Poglavlje VII), koja je fokusirana na otkrivanje bolesnih životinja, kao i životinja koje su lečene i kod kojih karenca nije istekla pre slanja na klanicu.

Eksterna kontaminacija mesa potiče iz sredine klanice, ljudi, a u najvećoj meri od samih životinja za klanje. Većina životinja u klanicama su potpuno klinički zdrave, ali ipak mogu da nose najznačajnije biološke hazarde za bezbednost mesa (tj. *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., *Yersinia* spp. i patogene *Escherichia coli*), kao i izazivače kvara mesa (npr. *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Lactobacillus*, *Brochothrix thermosphacta*) u svom digestivnom traktu ili na koži, vuni, dlaci ili perju. Svi ovi agensi mogu da se tokom klanja i obrade trupova prenesu na meso i time mu ugroze bezbednost i kvalitet. Stoga se kontrola svih ovih agenasa i osiguranje bezbednosti i kvaliteta postiže higijenom klanja i obrade trupova životinja u klanicama. Da bi se sprečila kontaminacija mesa iz svih navedenih izvora, neophodno je da klanice imaju odgovarajuću konstrukciju i infrastrukturu, kao i da se sve operacije sprovode na higijenski način, što je u vezi sa primenom preduslovnih programa (Poglavlje X) i HACCP sistema (Poglavlje XI) u klanicama.

Kontrola bioloških alimentarnih hazarda, a samim tim i bezbednost mesa na nivou klanice se ostvaruju kroz sledeće principe i kontrolne mere za primenu tih principa (Šema VIII-1): 1) sprečavanjem širenja patogena tokom transporta i boravka u depou, 2) sprečavanjem opšte unakrsne kontaminacije u klanici, 3) sprečavanjem kontaminacije mesa trupova na liniji klanja, 4) eliminacijom sa trupova i/ili sprečavanjem rasta patogena na obrađenim trupovima, i 5) sprečavanjem kontaminacije tokom rasecanja i otkoštavanja mesa.



Šema VIII-1. Principi kontrole alimentarnih hazarda na nivou klanice³⁷

KLANICE - KONSTRUKCIJA, INFRASTRUKTURA I DELOVI

Klanice predstavljaju objekte za klanje i obradu trupova životinja, u kojima se proizvodi meso koje je prevashodno namenjeno za ishranu ljudi, uvažavajući načela higijene i tehnologije i u skladu sa veterinarsko sanitarnim uslovima i kontrolom. U širem smislu, klanicom se smatra i kombinovani objekat, odnosno objekat koji pored klanja i obrade trupova, podrazumeva i rasecanje mesa i preradu mesa do finalnog proizvoda. U našoj zemlji, ali i šire, velike-industrijske klanice su najčešće kombinovani objekti. Klanice su objekti gde životinja postaje hrana za ljude i u njima je, pored inspekcije mesa, veoma bitna i procesna higijena koja ima za cilj smanjenje ili sprečavanje kontaminacije mesa. Kapaciteti klanja i obrade trupova kao i primenjena tehnologija klasifikuju klanice na velike-industrijske i male-zanatske. Takođe, klanice mogu da se podele na klanice za životinje „crvenog mesa“ (u našoj zemlji su to uglavnom klanice za goveda i za svinje, mada u ovu grupu spadaju i klanice za ovce i kopitare, kao i za veliku divljač) i životinje „belog mesa“ (u njima se vrši klanje živine, ali je moguće klati i kuniće). Lokacija klanice, dizajn i raspored prostorija i opreme kao i izbor materijala su od ključnog značaja za osiguranje proizvodnje mesa pod higijenskim uslovima. Loše projektovani i izgrađeni objekti i oprema su potencijalni izvori fizičkih, hemijskih i mikrobioloških hazarda. Veličina i tip klanica zavise od vrste životinja za dobijanje mesa i od maksimalnog kapaciteta klanja i obrade trupova. Konstrukcijski i infrastrukturni aspekti klanica su povezani sa preduslovnim programima koji se primenjuju u industriji mesa (Poglavlje X).

³⁷ Izvor: Noerrung et al., 2009

Uslovi za izgradnju i funkcionisanje klanice

Lokacija klanice

Izbor mesta izgradnje klanice zavisi od više faktora, među kojima su najvažniji udaljenost od naseljenog mesta i pogodnost tla. Klanice moraju biti izgrađene van naselja i na mestima gde urbanističkim planovima neće biti predviđena gradnja stambenih objekata u budućnosti, kao i na dovoljnoj udaljenosti od drugih industrijskih objekata. Ovo je izuzetno bitno kako klanice ne bi ugrožavale druge objekte, kao i kako druge industrije ne bi ugrožavale rad u klanicama. Takođe, klanice moraju biti izgrađene na tlu koje nije plavno, nije podložno klizanju, ali i na području sa niskim nivoom podzemnih voda. Veličina klanice, odnosno kapacitet klanja životinja je u direktnoj vezi i sa veličinom zemljišta (tj. placa) na kom se gradi klanica, pa tako svi objekti koji čine klanicu ili kombinovani objekat koji uključuje i klanicu, ne bi trebalo da zauzimaju više od trećine placa. Odabir lokacije klanice mora da uključuje i adekvatne pristupne saobraćajnice.

Snabdevanje vodom i energijom

Važan aspekt postojeće ili planirane infrastrukture čini dostupnost pijaće vode. Potrošnja vode u klanicama je velika, a primera radi, potrošnja vode uključuje preko 1 m³ vode po toni obrađenih trupova goveda, 3 m³ po toni obrađenih trupova ovaca/koza, 6 m³ po toni obrađenih trupova svinja, kao i do 10 m³ (10.000 l) vode po toni proizvedenih trupova živine. U izuzetnim slučajevima, umesto pijaće vode i tehnička voda može da se koristi za generisanje vodene pare, funkcionisanje rashladnih uređaja ili protiv-požarnu zaštitu u klanicama, ali ovi vodosistemi moraju biti jasno označeni. Bitnost snabdevanja klanica energijom je prevashodno vezana za dostupnost električne struje. Potrošnja struje je takođe velika u klanicama jer se ona koristi za zagrevanje i hlađenje, ali i pogon mašina i uređaja, osvetljenje, dobijanje vodene pare, itd. Takođe, i drugi energenti, kao što je nafta, se koriste za rad raznih generatora i mašina/uređaja, a služe i kao rezerva u slučaju nestanka električne energije.

Materijali i oprema

Objekat klanice i sva oprema treba da su izgrađeni od materijala koji se lako održavaju sa aspekta higijene, odnosno da sami materijali ne bi pogodovali kontaminaciji mesa. Površine zidova i podova se grade od vodootpornih materijala, otpornih na habanje i koroziju. U prostorijama koje zahtevaju određeni temperaturni režim (npr. hlađenje ili smrzavanje), potrebna je i adekvatna termička izolacija. Dizajn i konstrukcija opreme treba da su takvi da se ona jednostavno rastavlja i održava, uključujući i to da je izrađena od neporoznih i nekorozivnih materijala koji se lako čiste i dezinfikuju. Najčešće se koriste nerđajući čelik i druge legure, ali i plastika. Drvo ne sme da se koristi jer ne može da se adekvatno očisti i dezinfikuje, a brzo bi se i raspadalo u vlažnoj sredini. Ukoliko se staklo koristi u uređajima za osvetljenje, oni treba da budu prekriveni vodootpornim i kompaktnim materijalom (tj. materijalom koji se ne razbija), da ne bi došlo do kontaminacije hrane staklom u slučaju razbijanja, ali i da se olakša čišćenje ovih uređaja. Oprema za sanitaciju, odnosno oprema za pranje i dezinfekciju ruku (topla voda

temperature 45°C, slavine koje se aktiviraju senzorom ili na drugi način bez upotrebe ruku, sapun, dezinficijens i papirni ubrusi) i oprema za pranje i dezinfekciju alata (tkzv. „sterilizatori”, sa vodom temperature $\geq 82^{\circ}\text{C}$) su takođe neophodni u svakoj klanici u cilju održavanja higijenskih praksi.

Ventilacija i osvetljenje

Adekvatna ventilacija i odvod pare su potrebni da se spreči preterano zagrevanje prostorija i eliminiše kondenzacija na kolosecima i plafonima. Takođe, ventilacija redukuje rizik od okupacionih hazarda za radnike i eliminiše neprijatne mirise. Otvori za dovod svežeg vazduha moraju ispunjavati biosigurnosne zahteve kao što su postavljanje filtera i zaštitnih mreža koje će sprečiti ulazak insekata i glodara. Osvetljenje koje ne narušava boje ili pravi senke je neophodno za nesmetano funkcionisanje klanice. Preporuka je da je potrebno osvetljenje jačine 540 luksa u zonama gde se vrši *post-mortem* inspekcija, 220 luksa na ostalim radnim mestima gde se vrše aktivno određeni poslovi, a 110 luksa u ostalima prostorijama kao što su hladnjače ili skladišta.

Uklanjanje otpada i uticaj na životnu sredinu

Adekvatan odvod velikih količina otpadne vode i ceo sistem uklanjanja sporednih proizvoda klanja i otpadnih materijala su ključni u očuvanju životne sredine (dalje opisano u Poglavlju IX). Još u fazi planiranja i projektovanja izgradnje klanice, potrebno je da se izvrši procena uticaja na bližu i širu životnu sredinu. Ove procene su vezane za lokaciju i veličinu klanice odnosno planirani obim poslovanja, a uključuju brigu o korišćenju prirodnih resursa, proizvodnju i odlaganje otpada (naročito otpadnih voda), stvaranje aerozagađenja, buke, neprijatnih mirisa, itd.

Ostali uslovi

Adekvatno funkcionisanje klanice sa aspekta higijene klanja i obrade trupova su vezani za niz drugih uslova koje klanice moraju da ispunjavaju, a bliže su opisani u drugim poglavljima. U sklopu preduslovnih programa klanice (Poglavlje X) primenjuju se biosigurnosne mere kao što su zaštita od štetočina (insekti, glodari) i drugih mogućih nosilaca patogena koji mogu da ugroze higijenske prakse klanice, kao i sve druge biosigurnosne mere koje klanice moraju da ispunjavaju kao što su adekvatna vrata, „vazdušne zavese”, ultra-violetna svetla, itd. Takođe, u pogledu osiguranja higijene, osoblje koje je obučeno, zdravo u pogledu alimentarnih bolesti ili kliconoštva, njihova lična higijena uključujući odeću, obuću i zaštitnu opremu (kecelje, mrežice za kosu, šlemove, metalne rukavice, itd.) su svakako neophodni da bi se sve aktivnosti u klanici sprovodile na način koji neće ugroziti bezbednost mesa.

Prostorije klanice

U pogledu ispunjavanja propisanih veterinarsko-sanitarnih uslova, svaka klanica mora da ima odgovarajući broj prostorija i obezbeđene uslove za prostorno ili vremensko odvajanje pojedinačnih koraka ili grupa koraka procesa klanja i obrade trupova (opisanih

u nastavku), kao i opremu i ostale uslove koji sprečavaju unakrsnu kontaminaciju mesa. Osmišljenost prostora unutar klanice treba da je takva da omogućava izvođenje i praćenje toka svih tehnoloških operacija. Linije klanja i obrade trupova treba da su izvedene na način da omogućavaju neprekidan tok procesa klanja kako bi se sprečila unakrsna kontaminacija između različitih delova linije klanja. Nečista (životinje, nejestivi materijali) i čista (meso i ostali jestivi delovi životinje) zona klanice treba da su jasno razdvojene, a ukoliko se izvodi više različitih tehnoloških operacija u okviru klanice (npr. klanje različitih vrsta životinja), treba da postoji njihova odvojenost u prostoru i/ili vremenu. Linija klanja treba da je tako konstruisana da se izbegne unakrsna kontaminacija mesa, kao i da ne dolazi do kontakta između mesa i zidova, podova, opreme, itd. Kapacitet klanice i svih prostorija treba da je u skladu sa predviđenim dozvoljenim dnevnim brojem životinja za klanje, odnosno ne sme da dođe do prenatrpanosti prostorija životinjama (stočni depo) ili proizvodima (hladnjače, skladišteni prostor, itd).

Stočni depo

Stočni depo se nalazi u okviru klanice i služi za sakupljanje i odmor životinja (papkara i kopitara) pre klanja. Ove prostorije za prijem i privremeni smeštaj životinja za klanje moraju da ispunjavaju higijenske uslove za držanje životinja pre klanja, odnosno uslove kojima se obezbeđuje lako čišćenje i dezinfekcija, da imaju odgovarajuću opremu za napajanje i hranjenje životinja, odvod otpadnih voda, sakupljanje stajnjaka, itd. Veličina prostorija mora da bude odgovarajuća da bi se obezbedila dobrobit životinja, a raspored tih prostorija mora da omogućuje identifikacija životinja ili grupe životinja kao i *ante-mortem* inspekciju. Takođe, pri ovom delu su potrebne i odvojene prostorije ili boksevi za smeštaj bolesnih ili na oboljenje sumnjivih životinja, koje su odvojene tako da se spreči kontaminacija ostalih životinja. Konstrukcija i svrha depoa, kao i postupanje sa životinjama, uključujući tu i higijenske aspekte, su obrađeni u Poglavlju V.

Prostor za omamljivanje i klanje

Zona klanice u kojoj se vrše omamljivanje i klanje treba da je odvojena od dela linije za obradu trupova. Dizajn ovog dela zavisi od vrste životinja koja se kolje, a treba da sadrži opremu za fiksiranje životinja pre omamljivanja, kao i da bude konstruisan tako da postoje uslovi za brzo kačenje životinja na koloseke da bi se što pre obavilo klanje/iskrvarenje omamljenih životinja. Na mestu gde se vrši iskrvarenje, treba da postoji odliv za krv, ili pak kontejner ako se krv sakuplja za dalju upotrebu.

Prostor za obradu trupova

Zidovi u do visine od najmanje 3 metra i podovi treba da su izrađeni od glatkog i vodootpornog materijala (ali ne klizavog), a podovi treba da su sa nagibom za stalno odlivanje, kao i da je sastavni ugao između poda i zida zaobljen. Drenažni sistem uključuje slivnike (jedan slivnik na svakih 40 m²) na kojima su rešetke sa otvorima (promera 4 do 6 mm). Putevi nejestivih delova nakon odvajanja od životinje (npr. koža goveda) ne smeju da se ukrštaju sa linijom za trupove. Na svakom radnom mestu, kao što su platforma za skidanje kože ili za evisceraciju, treba da postoji mogućnost pranja ruku i sterilizator za noževe i drugu opremu (sa temperaturom vode od $\geq 82^{\circ}\text{C}$). Treba da postoje

odvojene prostorije za pražnjenje i čišćenje digestivnog trakta, kao i trajno označeni kontejneri za nejestive delove različitih kategorija rizika.

Prostor za hlađenje mesa

Klanica mora da ima odvojene prostorije za hlađenje obrađenih trupova i organa, kao i skladištenje mesa, uključujući i poseban deo za zadržano meso i meso za koje je inspekcijom utvrđeno da nije bezbedno za ishranu ljudi. Kapacitet hladnjača mora biti srazmeran kapacitetu klanja. Efikasnost hlađenja zavisi od temperature (uglavnom -2°C do 0°C), relativne vlažnosti vazduha i brzine strujanja vazduha u hladnjači, kao i veličine trupova i načina na koji su poređani u hladnjači. Stoga, položaj koloseka treba da omogući odvojenost trupova od zidova i podova kao i međusobno, a položaj isparivača odgovarajući tok hladnog vazduha, da bi meso trupova i iznutrice mogli u predviđenom vremenu da se ohlade do željene temperature (meso u dubini na $\leq 7^{\circ}\text{C}$, iznutrice na $\leq 3^{\circ}\text{C}$). Važno je sprečiti stvaranje kondenzacije i kapanja sa koloseka koji bi maziva i/ili prljavštinu preneli na meso. Vrata moraju dobro da zaptivaju i da se stalno zatvaraju, a potrebno je i odgovarajuće osvetljenje (za manipulaciju i inspekciju). Ukoliko u klanici postoji i deo za zamrzavanje, treba da zadovolji slične kriterijume kao i deo za hlađenje, samo sa razlikom da se meso podvrgava nižim temperaturama.

Prostori za rasecanje mesa i otpremanje svežeg mesa

Deo klanice za rasecanje mesa podrazumeva prostorije u kojima se polutke seku na četvrtine ili dalje zavisno od toga da li je u sklopu klanice i prerada mesa. Temperatura treba je kontrolisana u ovom delu objekta (tj. $\leq 12^{\circ}\text{C}$), kako ne bi došlo do rasta temperature u ohlađenom mesu. Površine za rasecanje treba da budu izgrađene na način i od materijala kojim se izbegava zadržavanje ostataka tkiva i tečnosti. Prenosne trake treba da su bez pukotina. Prostorija za rasecanje i umotavanje mesa mora biti odvojena od prostorije za pakovanje, a važno je i da skladištenje materijala za pakovanje bude odvojeno od ovog dela kako ne bi došlo do kontaminacije mesa. Deo klanice za otpremanje svežeg mesa mora da bude lociran daleko od prljavih zona klanice, a da mu pristup imaju vozila koja dalje distribuiraju meso. Naročito je važna kontrola štetočina u ovom delu (npr. primenom vazdušnih zavesa na vratima).

Ostale prostorije klanice

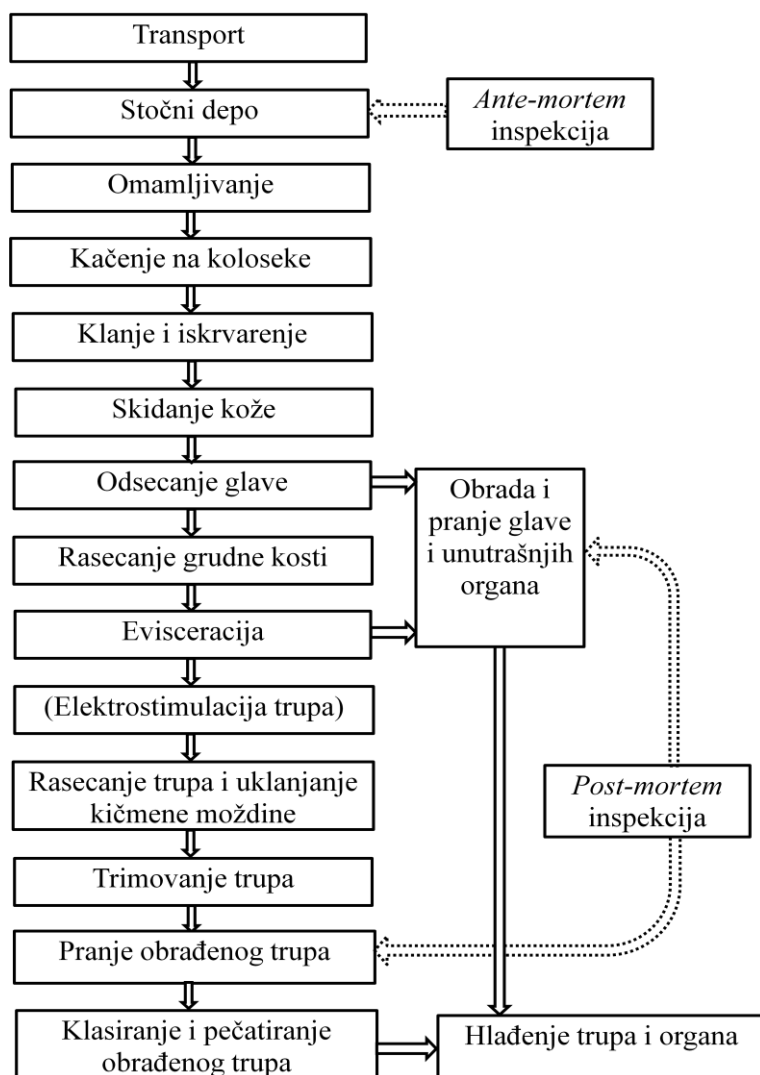
Svaka klanica mora da ima i prostoriju za obradu tkzv. „zelenih iznutrica” (tj. želudaca i creva), prostoriju za obradu tkzv. „crvenih iznutrica” (srce, jetra, itd.), prostorije za prijem i soljenje kože goveda, prostoriju za druge nejestive delove (rogove, papke, čekinje svinja, krv), prostoriju za zadržano meso (dok se ne izvrše dodatna ispitivanja), prostoriju za neupotrebljivo meso, prostorije za radnike i za veterinarsku inspekciju, kao i toalete. Takođe, neophodno je da klanica u sklopu lokacije na kojoj se nalazi, poseduje i pogon za čišćenje i preradu otpadnih voda iz klanice, pre njihovog odlivanja u vodotokove ili kanalizaciju.

PROCES KLANJA I OBRADE TRUPOVA ŽIVOTINJA

Procesi klanja i obrade trupova životinja su generalno slični u svakoj zemlji/klanici, a opet postoje i neke različitosti koje su posledica kulturoloških i komercijalnih razloga. Dalje su opisani procesi klanja i obrade najčešćih vrsta životinja za proizvodnju mesa u našoj zemlji. Pritom, procesi opisani za goveda se odnose i na druge vrste životinja crvenog mesa, ako drugačije nije navedeno. Zbog ujednačenosti veličine i većeg broja životinja koje se kolju, linije klanja svinja i živine su više automatizovane i pojedinačni procesni koraci se često odvijaju u različitim prostorijama. Sa druge strane, linije klanja goveda se i dalje više oslanjaju na ljudski rad uz pomoć mehaničkih uređaja, a linija klanja obično nije podeljena u više zasebnih prostorija.

Klanje i obrada trupova goveda

Uobičajeni koraci u procesu klanja i obrade trupova goveda su prikazani u Šemi VII-2.



Šema VIII-2. Operacije klanja i obrade trupova goveda

Omamljivanje

Goveda se iz stočnog depoa uskim koridorom sprovode do boksa za omamljivanje, gde se glava fiksira provlačenjem kroz otvor za glavu i/ili polugom. Goveda se omamljuju najčešće mehanički, penetrativnim ili nepenetrativnim pištoljem, a izuzetno retko pomoću električne struje (Poglavlje VI). Penetrativno omamljivanje goveda je metod izbora jer je najefikasnije, ali tako postoji mogućnost kontaminacije krvotoka i mišića prionima iz mozga, usled razaranja moždanog tkiva. Boks za omamljivanje i pod na kome životinja pada nakon uspešnog omamljivanja su najkontaminiranija mesta u klanici i potrebna je njihova što češća sanitacija da bi se redukovala unakrsna kontaminacija kože.

Klanje i iskrvarenje

Nakon omamljivanja, životinja se odmah podiže na kolosek u slučaju vertikalnog klanja koje se primenjuje u industrijskim klanicama. Klanje se mora izvršiti što je pre moguće kako bi smrt životinje nastala usled iskrvarenja i ishemije mozga, a ne usled omamljivanja (odnosno oštećenja mozga). Za klanje goveda, koje se vrši iznad bazena za iskrvarenje, koristi se „tehnika dva noža“ - jednim nožem se raseca koža vrata između vilice i grudne kosti (rez od oko 30 cm), a drugim nožem (da bi se smanjio rizik od unošenja kontaminacije sa kože u krvotok) se presecaju krvni sudovi. Vreme iskrvarenja treba biti dovoljno da što veća količina krvi izađe iz organizma, a kod goveda nakon klanja mora biti najmanje 30 sekundi. Ukoliko je klanje pravilno izvršeno i krv ističe u normalnom mlazu, nakon tog vremena nastaje smrt životinje usled ishemije mozga (gubitak moždanog odgovora je siguran znak smrti). Ipak, preporučuje se da iskrvarenje traje bar 4, ali i 6 minuta, da se što manje krvi zadrži u organizmu, jer je krv odličan medijum za rast bakterija, pa brže nastaje kvar mesa. Tek nakon smrti životinje se pristupa narednim operacijama obrade trupa. U manjim, zanatskim, klanicama u kojima ne postoji oprema za podizanje goveda na kolosek, primenjuje se klanje dok životinja leži na podu.

Podvezivanje jednjaka

Podvezivanje jednjaka je veoma bitna operacija za smanjenje rizika povraćaja hrane iz buraga, što olakšava kasniju fazu evisceracije. Mora da se izvrši što je pre moguće nakon iskrvarenja. Obično se vrši alatom koji odvaja jednjak od okolnog tkiva, zatim se postavi plastična kopča na jednjak koja se tim alatom gurne do dijafragme i time jednjak zatvori. Alat za podvezivanje mora biti potpuno očišćen i sterilisan između svakog trupa, da se spreči unakrsna kontaminacija.

Skidanje kože

Nakon odsecanja rogova i distalnih delova prednjih nogu pneumatskim makazama, počinje skidanje kože goveda. Prvo se ukloni vime ženskih životinja pazeći da mleko ne curi po mesu, odnosno prepucijum i penis muških životinja, a zatim se rektum odvoji od ostatka trupa i podveže (ili prekrije plastičnom kesom koja se podveže). Zasecanje kože se izvodi sa dva noža - prvim nožem se pravi inicijalni rez na koži (od

spolja ka unutra), pa se zatim koristi drugi nož za odvajanje kože od trupa sa unutrašnje strane (tkzv. „tehnika koplja“). Uklanjanje zadnjih nogu (distalno od skočnog zgloba) isecanjem se vrši preko dela nogu sa koga je već ranije skinuta koža. Pritom se mora paziti da se ukloni dovoljno kože da se ona ne bi uvrnula nazad na trup i tako kontaminirala meso. Dalje rasecanje kože počinje sa medijalne strane zadnjih nogu, preko bele linije na abdomenu, pa po grudima, a rasecanje se završava na medijalnim stranama prednjih nogu. Tada nastupa skidanje kože, koje može da se vrši ručno ili mašinski (tehnikama povlačenjem „na gore“ ili „na dole“), ali uvek uz neophodno poštovanje principa dobre higijenske prakse (Poglavlje X), da se spreči unakrsna kontaminacija trupa sa kože. Jedna ruka radnika biva zaprljana i njom se pridržava koža, a druga mora biti čista i njom se drži nož - bez menjanja ruku tokom celog procesa skidanja kože. Tokom celog procesa se koriste dva noža - jedan se koristi sve dok se ne kontaminira, a drugi je za to vreme u sterilizatoru u vodi temperature $\geq 82^{\circ}\text{C}$. Pritom, treba da se spreči stvaranje aerosola (naročito ako je mašinsko skidanje kože), kao i da ne dođe do uvrtnja kože prema mesu i kontakta dlake i mesa. Sva koža sa trupa mora biti uklonjena, a zatim se odseca glava goveda.

Proces skidanja kože goveda zahteva najviše vremena i pažnje jer je i mogućnost kontaminacije trupa sa kože najveća u celom procesu obrade trupova. Nakon skidanja sa trupa, koža može biti namenjena za kožarsku industriju pa se odnosi u prostoriju u kojoj se soli i usmerava na dalju obradu van klanice, ali može biti namenjena i za druge svrhe (npr. za ekstrakciju kolagena), pa se prvo usmerava na hlađenje. Skidanje kože goveda je najkritičniji korak sa aspekta kontaminacije trupova tokom procesa njihove obrade. Često je skidanje kože goveda poluautomatizovano, pa se nakon inicijalnih manuelnih rezova kože, ona skida (tj. „dere“) pomoću mašine koja je vuče u smeru na dole ili na gore. Sa aspekta kontaminacije trupova, prednost ovog mašinskog načina skidanja kože je u manjoj upotrebi ruku radnika, ali je mana što se kontaminacija širi aerosolom jer mašina koja vuče kožu ujedno i trese trup.

Uklanjanje glave

Nakon skidanja kože, uklanjanje glave je uobičajeni naredni korak u procesu obrade trupova goveda. Glava se uklanja rezom u predelu između atlasa i atlanto-okcipitalnog zgloba, pa se potom pere pre inspekcije. Iz glave se odseca jezik koji je dalje predmet inspekcije i obrade. Nakon inspekcije glave se otkoštavaju i žvakaći mišići koji mogu da se koriste u ljudskoj ishrani, dok se sa ostatkom glave (lobanja sa mozgom i oči) postupa kao i sa drugim SRM.

Evisceracija

Nakon skidanja kože, testerom se raseca grudna kost do grla da bi se omogućio pristup grudnim organima. Potom se nožem, koji je zaobljen i tup na vrhu, otvara trbušna duplja (tehnika sa „nožem ka sebi“ da se spreči slučajno probijanje creva i predželudaca), sa ventralne strane trbuha od analnog otvora do grudne kosti, pa se vadi sadržaj karlične i trbušne duplje (tj. mokraćna bešika i genitalni organi, kao i creva, želudac sa slezinom i jednjak u jednom komadu, jetra sa žučnom kesom, pankreas i dijafragma). Potom se iz grudne duplje vade zajedno pluća, dušnik i srce. Bubrezi najčešće ostaju uz trup dok se ne izvrši veterinarska inspekcija. Evisceracija treba da se završi unutar 45 minuta posle klanja (prilikom ritualnog/religioznog klanja unutar 30 minuta, a prilikom prinudnog klanja unutar 3 sata). Nakon evisceracije, trup, glava, zelene i crvene iznutrice iste

životinje, moraju da budu obeleženi istom oznakom za identifikaciju dok se ne izvrši postmortalna inspekcija mesa.

Električna stimulacija trupa

Nakon vađenja unutrašnjih organa, kroz trupove goveda se nekada propušta električna struja niskog (<80 V) ili visokog napona (oko 300 V) u cilju stimulacije potrošnje adenozin-tri-fosfata (ATP) i pada pH kako bi se izbeglo hladno skraćenje trupova koje je problem za kvalitet mesa (Poglavlje XII).

Rasecanje trupova i završna obrada

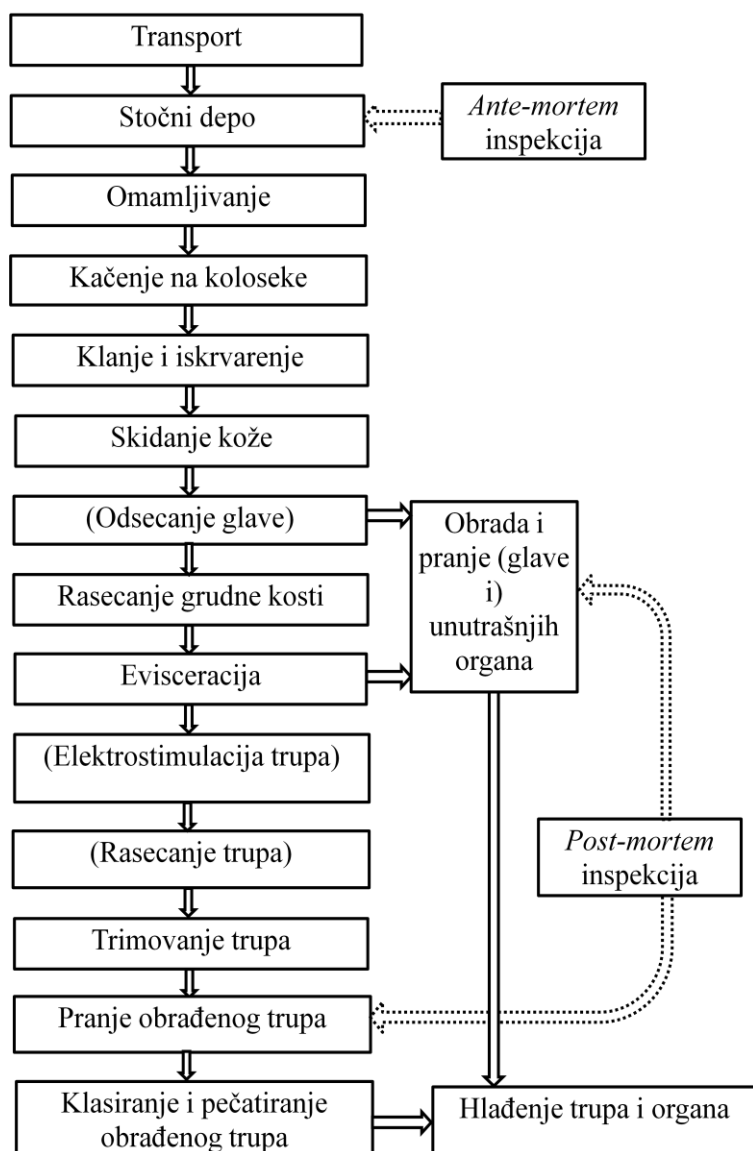
Primarna svrha rasecanja trupa je da se olakša dalje rukovanje i hlađenje, naročito većih trupova. Rasecanje na dve polutke se vrši nakon evisceracije, uglavnom manuelno kod goveda, pazeći da kičmena moždina ostane u jednom komadu. Za ovu operaciju se koristi testera sa rasprskavanjem vode da se spreči pregrevanje sečiva, a sečivo se nakon rasecanja obavezno sterilise u posebnom sterilizatoru za testeru, da se smanji unakrsna kontaminacija između trupova. Zatim se uklanja kičmena moždina (kao SRM), specijalnim nožem ili usisavanjem. Tada se uklanja i višak masnog tkiva (trimovanjem ili usisavanjem) i vrši trimovanje nožem fekalne i druge vidljive kontaminacije trupova. U ovoj fazi obrade trupova, pranje trupova se vrši samo sa unutrašnje strane da se isperu parčići kostiju i krv pre nego što nastane koagulacija. Pranje trupova goveda sa spoljašnje strane se ne preporučuje da bi površina ostala suva, a naročito u slučaju vidljive kontaminacije gde može doći do redistribucije bakterija po celom trupu. Nakon pranja i inspekcije, obrađeni trup se obeležava pečatima. Nakon rasecanja i završne obrade trupova se vrši merenje i klasifikacija trupova na osnovu njihovog kvaliteta.

Hlađenje mesa goveda

Trupovi i iznutrice se hlade da se smanji nivo mikrobiološke kontaminacije (odnosno da se spreči rast bakterija ili da pojedine osetljive čak i odumru), vodeći računa da se primenjuju tehnološki postupci koji će gubitak vode u mesu svesti na minimum. Trupovi se smeštaju u hladnjače u kojima je temperatura uglavnom u opsegu od -2 do 0°C, a vazduh struji brzinom u rasponu 0,7 do 1,5 m/s, da bi se tokom 24 do 36 (najviše do 48) sati trupovi goveda u dubini butnog mišića ohladili do $\leq 7^{\circ}\text{C}$, a iznutrice do $\leq 3^{\circ}\text{C}$ (dalje opisano u Poglavlju XIV).

Klanje i obrada trupova ovaca

Klanje i obrada ovaca, kao i koza, se vrši na način sličan govedima, uz određene navedene specifičnosti. Uobičajeni procesni koraci tokom klanja i obrade trupova ovaca su prikazani u Šemi VII-3.



Šema VIII-3. Uobičajene operacije klanja i obrade trupova ovaca

Omamljivanje

Omamljivanje ovaca i koza se vrši najčešće električnom strujom uz elektrode koje se postavljaju samo na glavu ili na glavu i telo (Poglavlje VI), a mnogo ređe penetrativnim pištoljem. Nakon toga se životinje kače zadnjim nogama na kolosek linije klanja da se izvrši iskrvarenje.

Klanje i iskrvarenje

Klanje se vrši primenom dva sterilisana noža iznad bazena za iskrvarenje. Presecaju se krvni sudovi vrata ili se vrši ubod u grudni pa se presecaju krvni sudovi na bazi srca. Bitno je pomenuti da ovce sa dugom vunom mogu predstavljati veći rizik po pitanju kontaminacije mesa tokom klanja i obrade trupova, pa je poželjno njihovo šišanje pre klanja, to jest dok su još na farmi.

Skidanje kože

Nakon klanja ovaca i koza, odsecaju se distalni delovi nogu pa se prelazi na skidanje kože. Danas se primenjuju dva tipa skidanja kože ovaca i koza: tradicionalni i obrnuti način. Tradicionalni način je veoma sličan skidanju kože goveda i primenjuje se češće u malim/zanatskim klanicama. On podrazumeva da skidanje kože počinje od zadnjeg dela tela i zadnjih nogu koji su uobičajeno više kontaminirani fecesom u odnosu na prednji deo tela, pa time kontaminacija sa zadnjih delova tela lakše prelazi na meso trupa. Obrnuti način skidanja kože podrazumeva da se ovce i koze nakon iskrvarenja kače za prednje noge na koloseke. Ovaj tip skidanja kože se smatra boljim sa higijenskog aspekta pošto skidanje kože počinje od prednjih nogu koje su znatno manje kontaminirane nego zadnje noge. U svakom slučaju, skidanje kože ovaca i koza je najkritičniji korak sa aspekta kontaminacije tokom obrade trupova.

Kao i kod goveda, često je proces skidanja kože poluautomatizovan, pa se nakon incizijalnih manuelnih rezova kože, ona skida pomoću mašine koja je vuče na dole, što predstavlja problem kontaminacije koja se širi aerosolom. Ukoliko se glava koristi za ishranu ljudi (kada su u pitanju jagnjad mlađa od 12 meseci jer kod starijih kategorija ovaca i koza glava predstavlja SRM), ujedno se skida i koža glave. Ukoliko se glava ne koristi u ishrani ljudi, koža ostaje na glavi sve do postmortalne inspekcije. Nakon skidanja kože, a pre eviceracije, nekada se vrši i elektrostimulacija trupova u svrhu prevencije hladnog skraćanja trupova ovaca. Vidljiva kontaminacija se uklanja trimovanjem nožem.

Evisceracija

Pre vađenja unutrašnjih organa se vrši podvezivanje jednjaka i rektuma u cilju prevencije kontaminacije sadržajem digestivnog trakta. Zatim se zaobljenim nožem raseca abdominalni zid tako da se ne probiju creva, pa se vade svi organi iz abdominalne i karlične duplje, tj. polni organi, želuci i creva, kao i jetra. Posle toga se rasecaju grudna kost i otvara se grudna duplja pa se vade pluća, srce i dijafragma.

Završna obrada trupova

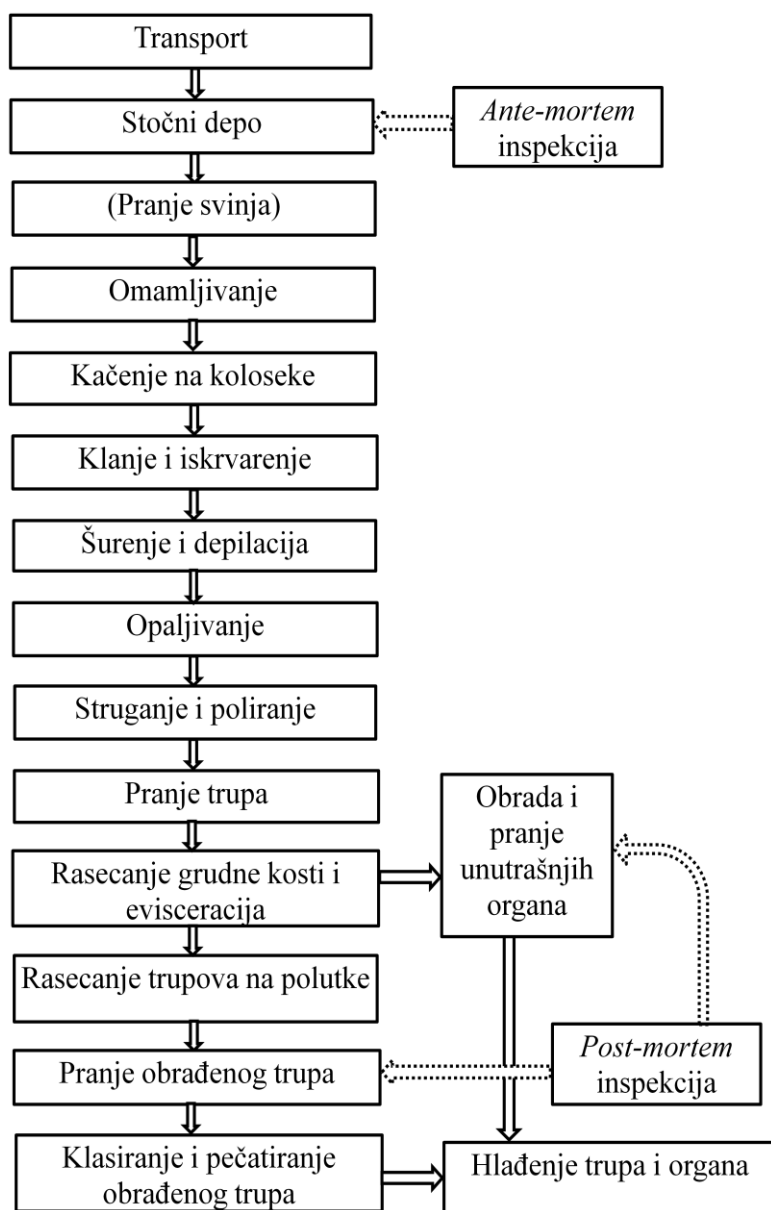
Ovce koje se kolju u našoj zemlji su uglavnom mlade (tj. jagnjad), pa se najčešće ne vrši rasecanje trupova na dve polutke. U zemljama gde se meso starijih ovaca (odnosno starijih od 12 meseci ili sa izbijenim stalnim sekutićima) više koristi u ishrani, rasecanje trupova na polutke je potreban korak u procesu njihove obrade, da bi se adekvatno odstranila kičmena moždina koja je SRM kod starijih kategorija ovaca. Trup se nakon inspekcije obeležava pečatima, a onda može da se opere da se uklone eventualni zaostaci vune ili tanke dlake.

Hlađenje mesa ovaca i koza

Po završetku obrade, trupovi i jestive iznutrice se smestaju u hladnjače da bi se tokom 18 do 20 sati trupovi u dubini butnog mišića ohladili do $\leq 7^{\circ}\text{C}$, a iznutrice do $\leq 3^{\circ}\text{C}$.

Klanje i obrada trupova svinja

Uobičajeni koraci u procesu klanja i obrade trupova svinja su prikazani u Šemi VIII-4.



Šema VIII-4. Uobičajene operacije klanja i obrade trupova svinja

Omamljivanje

Svinje se iz stočnog depoa (gde se često vrši tuširanje svinja pre upućivanja na liniju klanja) do mesta za omamljivanje sprovode koridorima, a omamljuju se pojedinačno električnom strujom ili grupno, po 4-5 svinja, pomoću ugljen-dioksida (Poglavlje VI).

Klanje i iskrvarenje

Klanje svinja treba da nastupi najkasnije 15 sekundi nakon omamljivanja ukoliko se omamljivanje vrši postavljanjem elektroda samo na glavu (kako ne bi došlo do povratka svesti životinje tokom iskrvarenja). Kod svinja se za klanje koristi jedan nož, a vrši se ubod u sredinu vrata neposredno ispred grudne kosti i presecanje krvnih sudova na bazi srca (*truncus brachiocephalicus*). Ubodna rada ne sme biti velika da bi se smanjila kontaminacija tokom šurenja svinja. Vreme iskrvarenja kod svinja je najmanje 20 sekundi.

Obrada kože

Nakon iskrvarenja, vrši se obrada kože svinja u cilju njenog čišćenja i uklanjanja dlaka, nakon čega se koža smatra upotrebljivom za ljudsku ishranu i tretira kao meso. Obrada započinje šurenjem (horizontalno ili vertikalno potapanjem u bazene ili tuširanjem parom) vodom temperature 60 do 62°C (ili čak u rasponu od 58 do 65°C u nekim slučajevima) tokom 4 do 6 minuta. Vertikalno šurenje ili tuširanje je povoljnije sa higijenskog aspekta, ali je skuplje jer zahteva veću potrošnju vode i energije. Cilj šurenja je da se folikuli dlaka i čekinja opuste pod uticajem vruće vode, kako bi u narednoj fazi depilacije dlake bile lakše uklonjene. Optimizacija temperature šurenja je jako važna jer preniska temperatura neće dovesti do opuštanja folikula dlaka, dok će previsoka denaturisati proteine u koži oko korena dlake, što će opet dovesti do toga da one ne otpadnu. Nakon šurenja se primenjuje depilacija u mašini gde se svinje obrću na gumenim podlogama koje prijanjaju za kožu i čupaju dlake iz folikula. Međutim, ne mogu sve dlake da se uklone tokom ova dva koraka, pa se zatim koristi opaljivanje (uglavnom 3 do 5 sekundi na otvorenom plamenu, kada se postiže temperatura i preko 1000°C), a nakon toga struganje i poliranje rotirajućim četkama da se uklone zaostale spaljene dlake i epidermis.

Šurenje doprinosi higijeni trupa ubijanjem mikroorganizama na površini kože, ali dovodi i do unakrsne kontaminacije onim mikroorganizmima koji preživljavaju temperature šurenja. Voda u bazenima za šurenje sadrži i druge nečistoće (krv, urin, feces, blato, itd.), pa se sve češće u modernim klanicama primenjuje vodena para za ovu operaciju (premda, ovde se javlja problem sa neravnomernom raspodelom toplote na trup pa je efekat šurenja neravnomeran) ili često menjanje vode u bazenima kod imerzionog šurenja. Tokom šurenja je moguća aspiracija prljave vode iz bazena, naročito kod horizontalnog šurenja, što onda čini pluća svinja nejestivim.

Depilacija dovodi do značajne unakrsne kontaminacije između trupova jer se odvija u veoma kontaminiranoj mašini. Nakadno opaljivanje značajno redukuje broj mikroorganizama na trupovima svinja, dok struganje/poliranje ponovo kontaminira trupova (tj. kao posledica zaostale kontaminacije na opremi). Nakon ove faze u obradi svinja sledi obrada/isecanje ušiju i očiju, kao i pranje trupova i sa spoljašnje strane. U

slučaju starijih svinja (krmače, nerastovi) i ostalih svinja ako se koža koristi u industriji kože ili ako kasniji tehnološki postupci to zahtevaju (npr. zbog tzv. „toplog otkoštavanja”), koža se skida na sličan način kao kod goveda, ovaca, koza, konja i krupne divljači.

Evisceracija

Vađenje unutrašnjih organa svinja počinje nakon odvajanja rektuma od okolnog tkiva i njegovog podvezivanja da ne bi došlo do curenja sadržaja creva. Nakon toga, koža se zaobljenim nožem raseca sa ventralne strane od anusa do grla, a testera se koristi za rasecanje grudne kosti. Genitalni organi, creva, želudac i jednjak se prvo vade, a potom se vade jetra, pluća, slezina, pankreas, srce i jezik i stavljaju u posebnu posudu na prenosnoj traci ili se kače na kuku. Bubrezi uglavnom ostaju pričvršćeni za trup dok se ne izvrši inspekcija, a potom se i oni vade. Automatizacija povećava brzinu i smanjuje verovatnoću ruptura digestivnih organa tokom evisceracije, pa je sve češća praksa u klanicama za svinje.

Rasecanje trupova i završna obrada

Radi lakšeg i bržeg hlađenja, trupovi se rasecaju na polutke testerom (ručno ili mašinski ukoliko su trupovi uniformni po veličini). Salo sa unutrašnje strane polutke se trimuje, a uklanja se i kičmena moždina. Trup se pere sa svih strana i nakon inspekcije se obeležava pečatima.

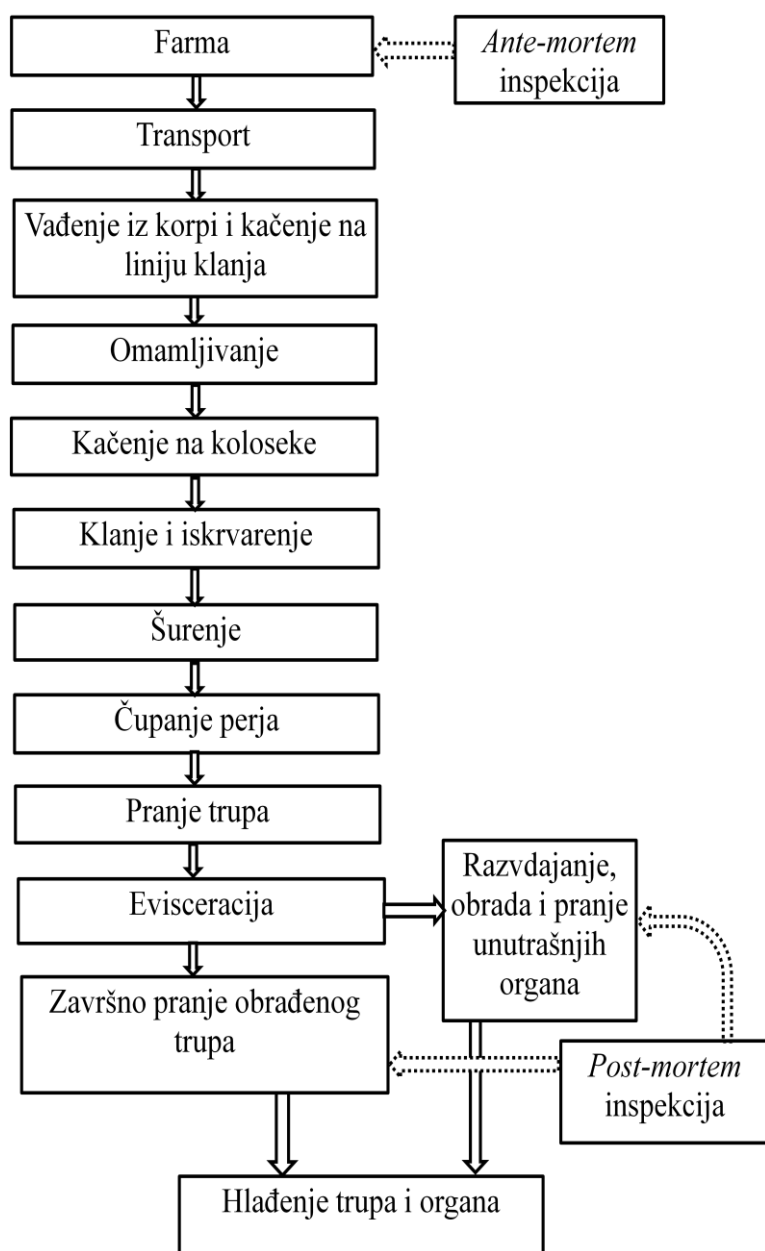
Hlađenje mesa svinja

Po završetku obrade, trupovi i jestive iznutrice se smeštaju u hladnjače u kojima je temperatura uglavnom u opsegu od -2 do 0°C, a vazduh struji brzinom oko 1 m/s, da bi se tokom 18 do 20 sati trupovi u dubini butnog mišića ohladili do $\leq 7^{\circ}\text{C}$, a iznutrice do $\leq 3^{\circ}\text{C}$. Postoje i drugi metodi hlađenja kao što je brzo ili ultrabrzo (npr. -20°C, tokom 80 minuta uz strujanje vazduha od 3 m/s), a opisani su u Poglavlju XIV.

Klanje i obrada trupova živine

Proces klanja i obrade trupova živine se znatno razlikuje od procesa u klanicama za crveno meso, prvenstveno zbog veće automatizacije ovog procesa, kao i izostanka boravka živine u stočnom depou. U živinskim klanicama se više pažnje polaže na brzinu nego na higijenu, a brzina klanja je uglavnom oko nekoliko hiljada ptica na sat (iako se kreće od nekoliko stotina u zanatskim klanicama, pa čak i preko 12.000 ptica na sat u nekim modernim klanicama u zemljama poput Sjedinjenih Američkih Država). Obrada trupova živine je karakteristična po tome da trupovi ostaju celi i sa kožom koja je najviše kontaminirana, mnogo je neizbežnih kontakata između trupova na liniji klanja i troše se i velike količine vode tokom ovog procesa. Postoji mnogo mogućnosti za unakrsnu kontaminaciju u skoro svakoj fazi klanja i obrade trupova živine, patogeni se šire aerosolima, kontaktom i vodom (stoga je što češće pranje trupova na liniji obrade preporučljivo).

Vrlo je kratko vreme između klanja živine i pakovanja trupova (svega 2 do 2,5 h), što omogućava bolje preživljavanje patogena na mesu trupova. Trupovi su vlažni nakon hlađenja što opet vodi boljem preživljavanju patogena (naročito termofilnog *Campylobacter*). Iako se od živine u našoj zemlji i svetu najčešće vrši klanje brojlera, kolje se i ostala živina (guske, patke, ćurke) na gotovo isti način, s tim što je proces znatno sporiji jer je manje automatizovan i više se oslanja na manuelne operacije. Tehnički aspekti pojedinih koraka linije za klanje živine se mogu značajno razlikovati između klanica, ali je njihova svrha i redosled manje varijabilan i uglavnom obuhvata: transport, kačenje na liniju klanja, omamljivanje, iskrvarenje, šurenje, čerupanje, odsecanje glave i nogu, evisceraciju, pranje i hlađenje trupova (Šema VIII-5).



Šema VIII-5. Uobičajene operacije klanja i obrade trupova živine

Transport i kačenje na liniju klanja

Živina se u klanicu transportuje u kavezima, odnosno plastičnim korpama, u koje staje uglavnom od 10 do 30 ptica, a koji su dizajnirani tako da se u kamionima mogu postavljati u metalne okvire na više nivoa. Za ptice ne postoji stočni depo za odmor životinja već se one odmah nakon dolaska u klanicu kače na liniju za klanje, odnosno na metalne lire.

Omamljivanje i klanje

Kačenjem ptica na lire, one se sprovode na omamljivanje. Glava ptica prolazi kroz vodu odnosno vodenu kupku kroz koju se propušta električna struja (jačine 120 do 150 mA po ptici). Omamljivanje može biti i pomoću ugljen-dioksida (Poglavlje VI), tako da tada živina u plastičnim korpama pre kačenja prolazi kroz gasnu komoru. Potom se vrši automatsko klanje na mašini sa kružnim nožem (pored mašine stoji radnik koji ručno dovršava klanje ptica koje izbegnu automatski nož), nakon čega sledi iskrvarenje.

Šurenje i čupanje perja

Nakon iskrvarenja, vrši se šurenje trupova, koje traje 1 do 3 minuta, zavisno od temperature vode ili vodene pare. Šurenjem se olakšava uklanjanje perja i kutikule, ali se ovako redukuje i broj mikroorganizama, kao i fekalna kontaminacija sa trupova. Međutim, tokom šurenja se unakrsna kontaminacija dešava redovno, a neke ptice inhaliraju vodu što dovodi do kontaminacije jestivih delova. Parametri šurenja (tj. temperatura i vreme) se razlikuju u zavisnosti od veličine ptica, kao i od tehnologije dalje proizvodnje.

Ako se prodaju kao sveži trupovi sa kožom, trupovi živine se potapaju u bazen za šurenje u kojem je temperatura vode 50 do 52°C tokom 2,5 do 3 minuta, ali ako se prodaju kao smrznuti trupovi ili se rasecaju na delove, temperatura vode može biti viša (56 do 58°C, pa čak i do 60°C), a vreme trajanja kraće (oko jednog minuta). Često se sprovodi i tkzv. „srednje šurenje” na temperaturama 52 do 54°C. Čupanje perja (tj. čerupanje) se potom vrši automatskim mašinama sa pokretnim diskovima i gumenim „prstima”. I ova faza je mesto unakrsne kontaminacije jer zaostaju biofilmovi nekih mikroorganizama na ovim prstima za čupanje (naročito *Staphylococcus* i *Salmonella*). Nakon čupanja perja, primenjuje se pranje kože trupova, a potom odsecanje glave i nogu. U nekim klanicama se primenjuje i opaljivanje trupova da se ukloni meko perje.

Evisceracija

Vađenje unutrašnjih organa, kao i razdvajanje jestivih od nejestivih delova, počinje otvaranjem trupa u regiji od kloake do grudne kosti. Ovaj proces se najčešće vrši automatski (nekada i pomoću vakuuma) upotrebom niza međusobno povezanih mašina koje moraju biti prilagođene veličini ptica da ne bi došlo do oštećenja tkiva i organa. Uprkos tendenciji ka automatizaciji tokom ovog procesa, rizik od unakrsne kontaminacije je povećan kada je proces potpuno automatizovan. Stoga su relativno česta prekidanja creva i posledična fekalna kontaminacija trupova i to iznutra (dodatno, patogeni bolje preživljaju u unutrašnjosti nego na površini trupa), a unakrsna kontaminacija nastaje i

preko površine mašina za evisceraciju. Dalje se vrši obrada izvađenih jestivih iznutrica, a odvajanje vratova od trupa se vrši pre ili posle evisceracije.

Završno pranje

Ova operacija podrazumeva temeljno pranje trupova sa spoljašnje i unutrašnje strane vodom pod pritiskom, kako bi se uklonile mrlje od krvi i ostali organski ostaci i kako bi se smanjila mikrobiološka kontaminacija trupova nakon evisceracije.

Hlađenje živinskih trupova i iznutrica

Nakon završnog pranja, vrši se hlađenje trupova (do temperature 4°C u dubini mesa) i iznutrica ($\leq 3^{\circ}\text{C}$), uglavnom u roku do 2 sata od klanja da se produži njihova održivost i unapredi mikrobiološka bezbednost. Trupovi se hlade različitim metodama pomoću vode i/ili vazduha, u zavisnosti od tehnologije klanice, ali i zahteva tržišta. Hlađenje može biti: 1) imerziono – tj. potapanjem u hlorisanu vodu (najčešće za iznutrice) ili za trupove u posebnim bazenima (tkzv. „spinčilerima“, engl. *spinchillers*), 2) vazdušno – hlađenje suvim vazduhom, ili 3) evaporativno – predhlađenje tuširanjem vodom, a zatim završno hlađenje vazduhom.

Ukoliko se trupovi prodaju kao smrznuti, često se primenjuje hlađenje gde su oni potopljeni u hladnu vodu sve dok temperatura u dubini mesa padne ispod 4 °C, čime se inhibira rast većine mikroorganizama koji se prenose putem hrane/mesa. Najveći problem ovog tipa hlađenja je što i sama voda za hlađenje može posredovati u unakrsnoj kontaminaciji trupova. Ako se trupovi na tržište plasiraju kao sveži, uglavnom se primenjuje hlađenje vazduhom, sa ili bez primene prskanja trupova vodom. Nedostatak hlađenja vazduhom je taj što se ne dešava uklanjanje bakterija efektom ispiranja, ali se broj bakterija redukuje isušivanjem, podrazumevajući tu prevashodno redukciju *Campylobacter* spp. Nakon hlađenja trupovi se pakuju (celi trupovi ili u komadima) ili se šalju dalje na rasecanje.

Klanje i obrada trupova ostalih vrsta životinja

Konji

Klanje i obrada trupova konja se vrši na način sličan govedima i to u klanicama odnosno na liniji klanja za goveda, s tim što im se glava raseca longitudinalno po sredini da bi nazalne šupljine mogle da se pregledaju na znake sakagije. Često se konji u klanice dopremaju sa potkovicama na kopitima koje je potrebno ukloniti pre klanja radi bezbednosti radnika.

Kunići

Po prijemu u klanicu, kunići se vade iz kaveza i nakon kačenja na liniju klanja, odnosno lire (za obradu trupova može da se koristi linija klanja i obrade živine), omamljuju se uglavnom električnom strujom. Iskrvarenje se izvodi u roku od 15 sekundi od omamljivanja i to presekom krvnih sudova vrata. Iskrvarenje traje 3 do 4 minuta, a

potom se odsecaju prednje noge, kao i jedna zadnja noga u distalnom delu. Potom se koža skida dranjem ka zadnjim nogama tako da se spreči uvrtnanje kože, odnosno da se spreči da dlaka dodiruje meso. Trupovi sa glavom se prvo peru pa sledi prevešavanje i odsecanje distalnog dela druge zadnje noge. Nakon evisceracije, obrade i inspekcije unutrašnjih organa, pere se i pregleda obrađeni trup. Zatim sledi faza hlađenja trupova (do temperature 4°C u dubini mesa) i iznutrica ($\leq 3^{\circ}\text{C}$).

Gajena divljač

Klanje i obrada gajene (tj. farmske) divljači u klanicama se vrši na sličan način kao kod odnosne domaće vrste (tj. jeleni kao goveda, divlje svinje kao domaće, divlje ptice kao živina). Zbog poteškoća u rukovanju/transportu divljači do klanja, često se na samim farmama divljači vrši i klanje, pa se potom trupovi transportuju u klanicu za dalju obradu, s tim da evisceracija mora da se izvrši u roku od 3 sata (ako ovo nije moguće, trupovi se evisceriraju na mestu odgoja divljači). Sve navedeno za gajenu divljač se odnosi i na domaće životinje koje se prinudno kolju na farmama (najčešće iz razloga povreda koje izuzetno ugrožavaju dobrobit životinja). Obrada divljači može da se vrši u klanicama na linijama klanja za domaće životinje, ali prostorno ili vremenski odvojeno od obrade domaćih životinja (svakako, uz sprovođenje procedura dodatnih čišćenja i sanitacije između različitih vrsta životinja).

Lovna divljač

Ukoliko lovna divljač ne potiče iz oblasti u kojoj je utvrđena neka zarazna bolest, odstreljuje se tokom lova u otvorenoj sezoni lova. Upucavanje divljači se vrši od strane obučениh lovaca u delove tela gde će rana izazvati smrt životinje, ali neće dovesti do kontaminacije kože i mesa sadržajem digestivnog trakta. Glava često ima trofejnu vrednost i teže se pogodi hicem, pa su grudi mesto izbora za upucavanje. Ipak, često se dešava da nakon upucavanja u predeo abdomena dođe do kontaminacije trupa sadržajem digestivnog trakta. Evisceracija trupa treba da se izvrši najkasnije 3 sata nakon odstrela, a ako za to vreme ne može trup da se dopremi do klanice da bi se dalje vršila obrada kao za domaće životinje, evisceracija se vrši u lovištu (ovo je i najčešći slučaj u praksi). Što je moguće pre nakon ubijanja, krupnoj divljači se moraju izvaditi želudac i creva, a ako je potrebno, ona treba da iskrvari. Koža se ne sme skidati na mestu odstrela.

Nakon toga se trupovi uglavnom transportuju do hladnjače u okviru lovišta (najčešće mobilne hladnjače), gde se zadržavaju 12 do 24 h pri temperaturi $\leq 7^{\circ}\text{C}$, a potom se transportuju do mesta dalje obrade gde će se izvršiti skidanje kože, pa zatim i ostale procedure obrade trupa. Meso divljači može se pustiti u promet jedino ukoliko se trup životinje transportuje do objekta za dalju higijensku obradu divljači. Ukoliko nema sumnje na neku bolest (Poglavlje VII), glava i unutrašnji organi ne moraju da prate telo, osim u slučaju vrsta koje su podložne trihinelozu (svinje, medvedi). U drugim slučajevima, glava (izuzev kljova, rogova) i svi unutrašnji organi, izuzev želuca i creva moraju pratiti telo, da bi veterinarski inspektor izvršio inspekciju mesa. Hlađenje trupova lovne divljači mora početi što je pre moguće nakon odstrela da se dostigne temperatura mesa $\leq 7^{\circ}\text{C}$ (krupna), odnosno $\leq 4^{\circ}\text{C}$ (sitna divljač).

ANTIMIKROBNE INTERVENCIJE U KLANICAMA

Primenom i najstrožih higijenskih mera koje su zahtev/predmet preduslovnih programa (Poglavlje XI) i HACCP sistema (Poglavlje XI) tokom procesa klanja i obrade trupova životinja, meso ipak biva u određenoj meri – manjoj ili većoj, zavisno od samih izvora kontaminacije i procesne higijene – kontaminirano mikroorganizmima koji potiču iz digestivnog trakta i/ili sa kože/dlake/vune/perja životinja. Neizbežnost određenog nivoa kontaminacije mesa, pored samih patogenih (npr. *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., *Yersinia* spp. i patogene *E. coli*), uključuje u znatno većoj meri nepatogene mikroorganizme, a među njima i mikroorganizme kvara. Stoga specifične antimikrobne intervencije u klanicama služe kao dopuna postojećim higijenskim praksama koje služe prevenciji, redukciji i/ili eliminaciji kontaminacije mesa.

Podela, kao i sama definicija, antimikrobnih intervencija u klanicama je vrlo kompleksna. One mogu da se podele na uobičajene/standardne tokom klaničnog procesa i specifične intervencije, kao i na intervencije na životinji (živoj), intervencije na trupu tokom obrade i intervencije na obrađenom trupu. Dalje, intervencije mogu da se podele na preventivne (sprečavanje kontaminacije mesa) i reaktivne intervencije (uklanjanje kontaminacije sa mesa). Takođe, intervencije u klanici mogu da se dele i na biološke (vrlo su retke na nivou klanice), hemijske i fizičke intervencije. Neke od intervencija mogu da se primenjuju samostalno, a često se više antimikrobnih intervencija u klanicama primenjuje u kombinaciji tokom procesa klanja i obrade trupova. U svakom slučaju, ako se određena intervencija (naročito dekontaminacija trupova koja je po svojoj prirodi uvek reaktivna) primenjuje u klanici, a nije deo uobičajene dobre higijenske prakse, onda može samo da bude dopuna postojećoj dobroj higijenskoj praksi, a nikako zamena za nju. Intervencije koje se primenjuju uvek treba da budu integralni deo HACCP planova/sistema na klanicama.

Prednosti antimikrobnih intervencija u unapređenju mikrobiološke bezbednosti mesa su očigledne. Pored toga, poželjno je da nemaju neželjena dejstva kao što su organoleptički ili nutritivni defekti, pojava rezidua u mesu, povećanje vlažnosti trupa (što kasnije negativno utiče na održivost mesa), štetnost na radnike i životnu sredinu, zabrinutost i/ili primedbe potrošača, nepogodnost primene, cenu, itd. Međutim, neke od njih koje su i najefikasnije – specifične, reaktivne (to jest dekontaminacije mesa) – često mogu da imaju i neželjena dejstva, a prevashodno na kvalitet mesa. Stoga ih je potrebno pažljivo analizirati pre primene i pažljivo primenjivati.

Svaka intervencija ima ograničenu efikasnost u pogledu redukcije mikroorganizama, a neke imaju i negativne efekte na kvalitet mesa, ako su tretmani agresivniji. Stoga je, u cilju optimizacije osiguranja bezbednosti i kvaliteta mesa, najbolje primeniti kombinaciju različitih tipova intervencija (npr. više fizičkih i/ili hemijskih) odnosno tzv. „koncept prepreka” (engl. *hurdle concept*) ili „koncept višestrukih prepreka”, gde će više blažih intervencija, naročito specifičnih-dekontaminacionih, imati visoku efikasnost bez narušavanja kvaliteta. Sličan koncept se primenjuje i u pogledu antimikrobnih faktora u hrani (Poglavlje XIV).

U Evropskoj uniji, ali i šire u Evropi, tretmani dekontaminacije mogu da se sprovedu samo ako ih je prethodno odobrila Evropska komisija, kao i ako se oni ne koriste zbog prikrivanja propusta u sprovođenju dobre higijenske prakse. Pre odobrenja postupaka dekontaminacije, Evropska agencija za bezbednost hrane (EFSA) mora da

izvrši ocenu rizika i da izda pozitivno naučno mišljenje o bezbednosti i efikasnosti samog tretmana. Dekontaminacija trupova (uključujući i hemijskim sredstvima) najčešće se primenjuje u Sjedinjenim Američkim Državama, ali tek nakon što se nezavisnim studijama utvrdi efikasnost tretmana, odobri ga Služba za bezbednost i inspekciju (FSIS) a nakon toga tretman se redovno verifikuje u cilju kontinuiranog praćenja efikasnosti tokom primene.

Intervencije na životinjama pre klanja

Standardne intervencije

Među standardnim intervencijama u klanici, dok su životinje žive, spada ocena čistoće kože goveda i ovaca, kao i posledične odluke o prihvatanju ili odbijanju na klanje, logističkom klanju (to jest upućivanje prvo čistijih pa zaprljanih životinja na liniju klanja) ili odluka o specifičnim intervencijama za prljave životinje. Takođe, moguće je, iako je praktično retko u primeni, i klasiranje svinja i živine na čistije i prljavije, a ovo ima naročit značaj zbog njihovog mešanja i kontaminacije u bazenima za šurenje. Među standardne intervencije spada i tuširanje svinja pre klanja koje, pored umirivanja i/lakšeg omamljivanja svinja električnom strujom (Poglavlje VI), ima uticaj i na uklanjanje dela kontaminacije sa kože svinja.

Specifične intervencije

U specifične intervencije na živim životinjama za klanje spadaju šišanje ili brijanje dlake i nečistoće sa kože zaprljanih goveda, odnosno zaprljane vune ovaca, čime se fizički uklanja kontaminacija (prevashodno slepljen feces i blato) sa njih. Takođe, moguće je i pranje uz sušenje izuzetno zaprljanih preživara. Šišanje i pranje životinja nema za efekat smanjenje kontaminacije mikroorganizmima, već samo vidljive nečistoće, ali čista koža može pogodovati kasnijim intervencijama na koži nakon klanja životinja. Zasad samo u eksperimentalne svrhe, moguća je i primena tretmana pojedinim bakteriofagima (tj. virusima koji inficiraju i ubijaju određene bakterije) na koži životinja za klanje.

Intervencije tokom obrade trupova

Standardne intervencije

U standardne intervencije na trupovima tokom njihove obrade u klanici spadaju praktično sve standardne radne procedure koje imaju za cilj prevenciju i/ili redukciju kontaminacije trupova, kao i sve dobre higijenske prakse, počevši od upotrebe dva noža prilikom klanja životinja, pa sve do otpremanja obrađenog trupa na hlađenje. U ovu grupu intervencija, spadaju i podvezivanje jednjaka i rektuma, trimovanje nožem vidljive kontaminacije, pranje trupova, šurenje, opaljivanje, itd.

Specifične intervencije

Specifične intervencije na zaklanim životinjama, odnosno tokom obrade trupa, prevashodno podrazumevaju antimikrobne tretmane kože preživara (najčešće goveda). Koža goveda je najznačajniji izvor mikrobiološke kontaminacije mesa trupova, a veliki broj naučnih studija je ukazao da je prevalencija glavnih bakterijskih alimentarnih patogena u lancu goveđeg mesa (tj. *E. coli* O157, *Salmonella* i *Listeria monocytogenes*), najviša na koži u momentu skidanja na liniji klanja. Potpuno sprečavanje mikrobiološke kontaminacije trupova goveda primenom samo dobre higijenske prakse je nemoguće u praktičnim uslovima na klanici. Direktni prenos mikroorganizama sa kože na trupove se često dešava putem slučajnog uvrtnja kože na trup, a ništa ređi nisu ni indirektni putevi prenosa mikroorganizama sa kože na trupove (putem ruku radnika, kontaminiranih noževa, opreme, kecelja, itd., kao i putem aerosola koji se stvaraju tokom skidanja kože, naročito ukoliko je u pitanju mašinsko skidanje kože). Stoga su intervencije na koži vrlo važne u cilju postizanja bezbednog mesa trupa; neke su vrlo efikasne u redukciji broja mikroorganizama, a sve su po prirodi preventivne jer se tretmani sprovode pre nego što dođe do kontaminacije mesa. Intervencije na koži su takođe prihvatljive za potrošača, jer se ne tretira meso, a ni sama dobrobit životinja nije ugrožena pošto su one tada već zaklane. Međutim, njihova praktična upotreba je najviše vezana za neevropske zemlje (tj. SAD gde su u čestoj upotrebi). Razlog leži u činjenici da je oprema za dekontaminaciju kože najčešće skupa i zahteva veliki prostor za instalaciju u klanici.

Sve intervencije na koži se dele na one koje dovode do uklanjanja mikroorganizama (primarno bakterija) sa kože, eliminacije odnosno redukcije broja mikroorganizama i imobilizacije mikroorganizama na koži/dlaci. Ove intervencije uključuju šišanje zaprljane dlake (slično kao i na živim životinjama). Međutim, efikasnost ovog tretmana je vrlo upitna, a nekada je to čak i kontraproduktivna praksa, jer se mikroorganizmi uglavnom i ne nalaze na površini suvog dlačnog pokrivača, pa se šišanjem samo oslobađa put mikroorganizmima koji se nalaze bliže koži gde bolje preživljavaju zbog povoljnije vlažnosti, itd. U ovu grupu intervencija spada i pranje kože upotrebom vode pod pritiskom kao i ozonirane ili elektrolizirane vode, što može biti efikasno u redukciji nekih grupa mikroorganizama, ali je problem potrošnja velike količine vode. Korišćenje termičkih tretmana (pranje koža vrućom vodom ($>74^{\circ}\text{C}$) i tretman vodenom parom ($>82^{\circ}\text{C}$) sa i bez pritiska) ima dokazano dobru redukciju bakterija, ali uzrokuje neprihvatljivo oštećenje kože i nemogućnost njene upotrebe u industriji, kao i veliku potrošnju vode i energije za grejanje vode. Dalje, u ovu grupu intervencija spadaju i tretmani raznim hemijskim sredstvima na koži kao što su kiseline (npr. sirćetna, mlečna, fosforna), natrijum sulfid, vodonik peroksid, cetilpiridin-hlorid, natrijum hidroksid, trinatrijum fosfat, kao i razna kvaternerna amonijumova jedinjenja. Sva ova sredstva imaju za efekat dobru redukciju bakterija (npr. ukupan broj bakterija se smanjuje za oko oko $5 \log_{10} \text{CFU/cm}^2$), a pritom koža ostaje neoštećena posle primene hemikalija. Međutim, pored potrošnje velike količine vode, problemi su i potencijalna izloženost radnika hemikalijama, potencijalna kontaminacija životne sredine hemikalijama preko otpadnih voda iz klanice, kao i povećani troškovi recikliranja vode pomešane sa hemijskim sredstvima ako se primenjuje recikliranje. Na kraju, u poslednje vreme se istražuju razne smole (npr. šelak) i druga jedinjenja koja lepe i prekrivaju (imobilišu) mikroorganizme za kožu ili dlaku i time sprečavaju njihov prenos na meso bez potrebe da se uklanjaju sa kože. Ovakva koža nema nikakvih nedostataka u pogledu kvaliteta koji je bitan za obradu kože (jer se površinski dlačni pokrivač koji je tretiran svakako odbacuje), a redukcije prenosa mikroorganizama na meso su izuzetno dobre. Međutim, prepreka za implementaciju ovakvih intervencija su cene smola i mogući negativan uticaj razređivača smola na životnu sredinu.

Intervencije na obrađenim trupovima

Standardne intervencije

Standardna intervencija na obrađenim trupovima podrazumeva hlađenje i smrzavanje trupova u klanicama (Poglavlje XIV). Glavna svrha hlađenja i smrzavanja jeste inhibicija rasta patogenih mikroorganizama, kao i nepatogenih koji izazivaju kvar mesa, koji i pored svih prethodno primenjenih standardnih i specifičnih intervencija ipak u određenom broju mogu da se nađu na površinama trupova. Pored toga, metod hlađenje vazduhom (tj. suvo hlađenje) ima i efekat isušivanja površine trupa, pa time i redukcije mikroorganizama (npr. *Campylobacter* koji se značajno redukuje na trupovima životinja crvenog mesa). Smrzavanje takođe ima izraženiji efekat inhibicije rasta mikroorganizama u odnosu na hlađenje. U nekim evropskim zemljama je u poslednje vreme sve više u upotrebi brzo/trenutno smrzavanje površina trupova živine koje takođe dobro redukuje *Campylobacter*.

Specifične intervencije

Specifične intervencije na obrađenim trupovima se nazivaju dekontaminacija mesa. Ova grupa intervencija, odnosno primena vruće vode, pare i/ili nekih hemijskih sredstava (opisanih u nastavku) se nekada primenjuje (prevashodno u klanicama u SAD) i na trup dok je još uvek u fazi obrade, odnosno već nakon skidanja kože, a pre evisceracije trupa. Iako postoji određena bojazan da mogu da služe u svrhu sakrivanja propusta u dobroj higijenskoj praksi (GHP) tokom obrade trupova, poštovanje svih principa GHP je, u stvari, preduslov za efikasnu dekontaminaciju, odnosno eliminaciju patogena, jer je ona moguća samo ukoliko se pre tretmana na trupovima nalaze niski nivoi ovih mikroorganizama.

U EU je dozvoljena dekontaminacija trupova vrelom vodom (>74°C, nekad i do 85°C) i vodenom parom koja se koristi na finalnim trupovima svih papkara, a ove dve fizičke intervencije se najčešće i koriste u klanicama širom sveta. Vodena para se primenjuje na dva načina, u vidu tkzv. „vakuumiranja parom”, gde se prvo na manjim kontaminiranim površinama trupa primeni para ili vrela voda temperature >82°C, koja olabavi vezu bakterija sa mesom i/ili ih ubije, pa se potom sadržaj usisa vakuumiranjem. Drugi način je pasterizacija celog trupa parom (>82°C, a najčešće do 105°C) pod pritiskom u zatvorenim kabinetima tokom 6 do 10 sekundi. Pored izuzetno dobrih rezultata u redukciji patogenih mikroorganizama (npr. pasterizacija parom redukuje *L. monocytogenes*, *E. coli* O157, *Salmonella* za 2,5 do 3,5 log₁₀ CFU/cm²), temperature od 80 do 85°C izazivaju privremenu promenu boje na površini mesa (ona postaje siva, kao kuvano meso, ali se tokom hlađenja vraća crvena boja mesa), dok temperatura >85°C izaziva trajnu promenu boje mesa.

Pored tretmana vrelom vodom, u EU je od hemijskih sredstava dozvoljena samo upotreba 2-5% rastvora mlečne kiseline na temperaturi do 55°C i to samo za dekontaminaciju obrađenih trupova goveda. U drugim zemljama (npr. SAD) se, pored mlečne, primenjuju i druge organske kiseline kao što su sirćetna i limunska koje deluju baktericidno (redukuju do oko 2 log₁₀ CFU/cm²), ali i inhibitorno na rast preživelih bakterija snižavanjem pH. Takođe, organske kiseline su relativno jeftine i tkzv. „generalno se smatraju bezbednim“ (engl. *generally regarded as safe*, GRAS). Problemi

sa organskim kiselinama (sem mlečne kiseline koja se normalno stvara u mišićima *post-mortem*), su potencijalna toksičnost rezidua kiselina na mesu, moguć razvoj antimikrobne rezistencije bakterija, ali i uticaj hemijskih sredstava na radnike (npr. iritacija kože) i životnu sredinu, cena, kao i razni drugi negativni uticaji na kvalitet mesa (npr. izbeljivanje mesa uz promenu boje masnog tkiva, promene mirisa i druge senzorne promene). Od drugih hemijskih jedinjenja koja se primenjuju u dekontaminaciji mesa (prevažodno u SAD i Kanadi i to u živinskim klanicama), tu su elektrizirana i ozonirana voda, natrijum hidroksid, vodonik peroksid, trinatrijum fosfat, hlor, itd. Sva navedena hemijska jedinjenja se ispiraju sa mesa nakon dekontaminacije.

Postoje i drugi tretmani dekontaminacije mesa koji se koriste u praksi u vanevropskim zemljama. To je prevažodno jonizujuće zračenje (iradijacija ili tkzv. „hladna pasterizacija; Poglavlje XIV) mesa, najčešće gama zracima, koje je u redovnoj upotrebi u SAD za živinske trupove i mleveno meso. S druge strane, u Evropi, kao mnogo konzervativnoj sredini, postoji izuzetno veliki otpor potrošača prema ovoj metodi, iako ona nema negativan uticaj na bezbednost mesa s obzirom da zraci prolaze kroz meso uništavajući bakterije, i ne zadržavaju se u mesu. Za zračenje (u dozama od 1-3 kGy) je dokazano da izaziva dobre redukcije patogena (npr. *Salmonella* za 2-3 logaritma). Ono ne inaktivira viruse kao ni mikrobiološke toksine. Međutim, u višim dozama (preko 3 kGy), zračenje izaziva senzorne promene, utiče i na oksidaciju masti tako da mogu da nastanu toksična jedinjenja kao što su slobodni radikali. Od drugih tretmana koji se koriste samo eksperimentalno i/ili samo za visoko vredne proizvode od mesa, tu su tretman električnom strujom (impulsno polje visokog napona) koji redukuje ukupan broj bakterija i do $6 \log_{10}$ CFU/cm², kao i tretman visokim hidrostatičkim pritiskom (400-450 MNm⁻²) koji postiže redukciju ukupnog broja bakterija za 3-5 \log_{10} CFU/cm² (Poglavlje XIV). Takođe, u eksperimentalnoj je upotrebi i ultrazvuk u dekontaminaciji mesa. Ultravioletni zraci se često koriste u industriji hrane/mesa u redukciji mikroorganizama u vazduhu/ambijentu, kao i za tretman materijala za pakovanje i vode, ali nisu pogodni za tretman mesa zbog uticaja na oksidaciju masti (Poglavlje XIV).

IX - SPOREDNI PROIZVODI ŽIVOTINJA I ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE

Proces proizvodnje mesa u svim njegovim fazama (farma, klanica, prerada) dovodi i do proizvodnje značajne količine sporednih proizvoda i/ili otpada. Posledično, mogući negativni uticaj na životnu sredinu, u koju se ovi sporedni proizvodi odlažu, je takođe značajan. Na nivou farme, sporedni proizvodi životinja predstavljaju njihove izlučevine (feces, mokraćna) koje se mešaju sa drugim materijalima (npr. prostirka, hrana), ali su to često i same uginule životinje koje je potrebno ukloniti sa farme. Na nivou klanice, proces klanja i obrade trupova je neizostavno praćen i velikim količinama sporednih/nejestivih, upotrebljivih i neupotrebljivih (tj. otpad) proizvoda klanja.

Godišnje se u celom svetu proizvede oko 300 miliona metričkih tona mesa trupova (sa kostima), a na tu proizvodnju se dobija i oko 100 miliona metričkih tona sporednih proizvoda zaklanih životinja. Od toga, na nivou Evrope se kolje oko 50 miliona tona životinja, pa na oko 32 miliona tona proizvedenih obrađenih trupova, nastane i 18 miliona tona sporednih proizvoda. Oko 15 miliona tona se preradi u kafilerijama, topionicama masti i drugim pogonima za preradu u upotrebljive proizvode. Takođe, na nivou prerade i kasnijim fazama lanca mesa, sve do potrošača/konzumacije mesa, postoje značajne količine otpada koji utiče na životnu sredinu.

Adekvatan, efikasan i higijenski menadžment sporednih proizvoda životinja, smanjuje troškove odlaganja i zagađenje životne sredine, ali i generiše dobit industriji mesa. Sporedni proizvodi životinja predstavljaju relevantan ekološki i higijenski, odnosno bezbednosni problem, ali su istovremeno i značajan izvor hrane za životinje. Da bi se smanjili rizici po životnu sredinu i bezbednost ljudi i životinja, ali i smanjila odbacivanja vrednih komponenti (npr. proteina), sporedne proizvode treba adekvatno tretirati i/ili odložiti (ukloniti).

SPOREDNI PROIZVODI ŽIVOTINJA

Kada su u pitanju svi sporedni proizvodi životinja, najveći deo i najveća briga sa veterinarske tačke gledišta je usmerena na sporedne proizvode klanja. Svi sporedni proizvodi životinja se mogu podeliti u tri kategorije: 1) jestive iznutrice koje se koriste kao hrana za životinje, 2) sporedni nejestivi proizvodi koji se koriste u tehničke svrhe, i 3) otpad, koji se koristi kao, na primer, đubrivo ili se uništava u spalionicama (odnosno tkzv. kafilerijama kada je u pitanju animalni otpad). Dalje, upotreba organa životinja za ishranu ljudi se razlikuje među zemljama odnosno regionima sveta zbog ekonomskih, socioloških, kulturoloških razloga, ili prosto navika u ishrani. Deo životinje koji ne predstavlja obrađeni trup čini 30 do 50% mase žive životinje, zavisno od vrste životinja (Tabela IX-1), a uz pomenute razlike i navike u ishrani, varijabilnost u težinama sporednih proizvoda je i veća.

Postoje i razlike u klasifikaciji sporednih proizvoda životinja. Sa jedne strane, može da se smatra da je sve osim obrađenog trupa sporedni proizvod; dakle, svi jestivi organi nakon što su proglašeni upotrebljivim za ishranu nakon inspekcije mesa, kao i ostali ko-produkti koji mogu ući u lanac hrane nakon određenih tretmana (npr. tetive i ligamenti koji se prerađuju u želatin i kolagen ili creva svinja koja se prerađuju u omotače za kobasice), pa se nazivaju „komponente osim trupa“ (engl. *non-carcass components*;

NCC). Sa druge strane, iz sporednih proizvoda mogu da se izuzmu trup sa kostima i svi inače jestivi delovi, kao i svi delovi koji su proglašeni neupotrebljivim nakon inspekcije mesa, pa su to tada sporedni proizvodi životinja u užem smislu (engl. *animal by-products*; ABP) kojima se ovo poglavlje uglavnom i bavi.

ABP su, dalje, veoma različiti u pogledu rizika koji predstavljaju, karakteristika, sastava, vrednosti i mogućeg uklanjanja, pa se u skladu sa tim i kategorišu. U svakom slučaju, ABP nisu namenjeni ishrani ljudi i stoga se isključuju iz lanca hrane, bilo zbog niske komercijalne vrednosti (to jest nedostatka tržišta; npr. vime, testisi, timus, mozak, itd.), zbog opasnosti od širenja bolesti ljudi i životinja (npr. sav specifični rizični materijal), ili su to sporedni proizvodi koji predstavljaju sirovine za druge industrije. Sporedni proizvodi koji potiču od životinja tokom odgoja i posle klanja se često koriste u kožarskoj, kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji, ali i drugim industrijama hrane pored industrije mesa. Takođe mogu da posluže i kao đubrivo za poljoprivredno zemljište ili sirovina za ova đubriva, kao i sirovina na proizvodnju biodizela. Neki sporedni proizvodi životinja mogu da se kompostiraju (npr. dlaka, perje) ili prerađuju u stočnu hranu (npr. kosti i meso nepreživara koji ne ulaze u lanac mesa se pretvaraju u mesno-koštano brašno). Svi sporedni proizvodi životinja, naročito na nivou klanice, zahtevaju brzo i efikasno pravilno uklanjanje jer imaju sklonost da se brže kvare, da proizvode tečni, čvrsti i gasoviti otpad koji utiče negativno na životnu sredinu, ali i da budu odličan medijum za umnožavanje i širenje patogena. Stoga je glavna briga o sporednim proizvodima klanja, sa gledišta veterinarskog javnog zdravlja i bezbednosti hrane, moguće širenje raznih bioloških i hemijskih hazarda koji potiču od životinja za klanje na druge životinje i/ili ljude.

Tabela IX-1. Udeo pojedinih delova u svezupnoj masi zaklane životinje

Deo zaklane životinje	Goveda	Svinje	Ovce
Meso trupa	34%	52%	32%
Kosti	16%	17%	18%
Iznutrice	16%	7%	10%
Koža sa potkožnim masnim tkivom	6%	6%	15%
Krv	3%	3%	4%
Masno tkivo	4%	3%	3%
Rogovi, papci, lobanja	5%	6%	7%
Želudačni i crevni sadržaj	16%	6%	11%

Jestivi delovi svinja su krv, jetra, srce i jezik, ali se genitalije, vime krmača, pluća, slezina, pankreas i creva koriste kao hrana za životinje (iako se, u zavisnosti od kulturoloških i prehrambenih navika, neki od njih koriste i kao hrana za ljude). Neki delovi želuca se koriste kao omotači za tradicionalne proizvode od mesa, ali većina delova postaje otpad. Sadržaj creva se koristi kao đubrivo ili je otpad. Masno tkivo se topi i mast se koristi kao hrana, komponenta za proizvodnju kozmetike ili, sve više, kao gorivo. Creva (prevashodno tanka) se u izvesnoj meri koriste za omotače kobasica, iako su ih danas uglavnom zamenili veštački omotači. Nakon obrade kože svinja (tj. šurenja i poliranja), njihova koža se koristi kao hrana; alternativno, neobrađena koža se može koristiti i u kožarskoj industriji. Dlaka svinja (čekinja) je otpadni materijal, kao i rep, oči i uši, iako se ponekad koriste kao hrana za pse. Meso se sa kostiju nakon ručnog, obično

mehanički odvaja procesom otkoštavanja pod visokim ili niskim pritiskom, tokom čega se proizvodi mehanički separisano meso (MSM). Cele kosti ili koštane frakcije nakon mehaničkog otkoštavanja mogu se koristiti kao sirovina za koštano brašno. Jestivi materijali se pažljivo peru i brzo hlade. Nejestive delove takođe treba ohladiti i transportovati do kafilerije. Dobijena krv se može koristiti u potpunosti za neke kuvane kobasice (ako se sakuplja na higijenski način) ili se može koristiti samo krvna plazma (nakon centrifugalnog odvajanja).

Jestivi delovi goveda su uglavnom isti kao i kod svinja, pa se i slično tretiraju, ali dok glava i koža ostaju deo trupa svinja, kod goveda se ti delovi odvajaju od trupa. Koža je najvredniji sporedni proizvod goveda. Masnoća i mišići koji su još uvek vezani za kožu se uklanjaju i koža se soli velikim količinama krupne suve soli tokom nekoliko nedelja - za to vreme so prodire u korijum i izlučuju se voda i proteini, čineći kožu pogodnom za skadištenje i spremnom za štavljenje. Mišići glave se koriste za ishranu, a ostatak glave predstavlja sporedni proizvod. Kod goveda se odstranjuju papci sa tarzalnim i metatarzalnim kostima i predstavljaju otpadni materijal ili su sirovina za koštano brašno. Želuci i delovi creva (koji ne predstavljaju SRM) se prazne i peru, pa mogu poslužiti u ishrani.

Tanko crevo ovaca se još uvek često koristi kao prirodni omotač nekih tipova kobasica. Kada je u pitanju živina, u ishrani ljudi se koriste jetra, srce i želudac, dok se za hranu za životinje prerađuju voljka, slezina, žučna kesa, pluća, jajnici i bubrezi.

U kafilerijama, takozvano „pretoplavanje“ (ili „renderovanje“, engl. *rendering*) mora da se obavlja odvojeno za jestive i nejestive proizvode. Nejestivi delovi životinja koje su nepreživari (npr. mezenterijum, salo, itd.) se mogu koristiti u dobijanju mesno-koštanog brašna. Kada su u pitanju preživari, dobijanje mesno-koštanog brašna je ograničeno propisima kako bi se smanjio rizik od TSE (tj. BSE i skrejpi). Dalje, od nejestivih masti se saponifikacijom dobijaju sapuni i glicerol, ali i razni drugi proizvodi, kao što su sintetički deterdženti.

Organi kao što su jetra, pankreas, jajnici, žlezde (timus, itd.) sadrže jedinjenja visoke vrednosti koja se mogu ekstrahovati, koncentrisati, sušiti i dalje obraditi. Farmaceutska jedinjenja se ekstrahuju iz žlezda (nadbubrežne, paratireoidne, hipofize, štitne žlezde) i organa (timus, jajnici, pankreas, testisi). Kože se, osim u kožarskoj industriji, mogu koristiti za proizvodnju želatina i/ili kolagena za ljudsku ishranu sa višestrukom primenom, kao što su konditorski proizvodi, sladoledi i želei. Sporedni proizvodi, a naročito feces, sadržaj digestivnog trakta, mleko i krv) se anaerobnom digestijom mogu pretvoriti u organska đubriva i sredstva za poboljšanje kvaliteta zemljišta.

Odvajanje sporednih proizvoda životinja

U cilju sprovođenja adekvatnih kontrola nejestivih, sporednih proizvoda životinja, propisano je njihovo odvajanje u kategorije, dok sveukupno upravljanje sa ABP (identifikacija, odvajanje, higijensko postupanje i vođenje evidencije i dokumentacije) mora biti u skladu sa preduslovnim programima (Poglavlje X) i HACCP sistemom koji podrazumevaju sertifikaciju i audit (Poglavlje XI). Sporedni proizvodi životinja se dele u tri kategorije i odvajaju prema nivou rizika koji predstavljaju za zdravlje ljudi i životinja, kao i životnu sredinu, a u skladu sa ovim kategorijama vrši se i njihovo uklanjanje ili prerada.

Strogo odvajanje koje podrazumeva i jasno označavanje različitih kategorija ABP je važno, kako bi se izbegla njihova unakrsna kontaminacija, a traje sve dok se ABP ne

uklone, odnosno ne prerade. Ovo je naročito važno kako materijal iz rizičnije kategorije ne bi kontaminirao materijal iz manje rizične kategorije. Ukoliko se to ipak desi, materijal niže kategorije postaje materijal više kategorije kojom je kontaminiran i u skladu sa tim se vrši njegovo uklanjanje. U cilju uspešnog odvajanja i da se osigura da ne uđu u lanac hrane ili stočne hrane, proizvodi kategorije 1 i 2 (dakle, najrizičnija i srednjerizična kategorija), treba trajno da se obeleže gliceroltriheptanoatom (GTH), koji je veštačka mast postojana i pri visokim temperaturnim tretmanima, kojim se sporedni proizvodi životinja tretiraju.

Kategorija 1 sporednih proizvoda životinja

Kategorija 1 predstavlja produkte najvišeg rizika za zdravlje ljudi, zdravlje životinja i/ili životnu sredinu. Ova kategorija prevashodno podrazumeva specifični rizični materijal, odnosno BSE/TSE materijal, pa se tako i tretiranje materijala iz ove kategorije vrši metodima koji uništavaju prione, premda u ovu kategoriju spadaju i delovi koji mogu da sadrže druge infektivne i hemijske agense.

U kategoriju 1 sporednih proizvoda spadaju:

1. leševi životinja uz sve pripadajuće delove:
 - životinja kod kojih postoji sumnja ili potvrda prisustva transmisibilne spongioformne encefalopatije (npr. BSE),
 - uginulih ili ubijenih životinja u toku sprovođenja mera za sprečavanje širenja, suzbijanje i iskorenjivanje TSE,
 - kućnih ljubimaca i životinja iz zoološkog vrta i cirkusa, izuzev farmski uzgajanih životinja i divljih životinja,
 - oglednih životinja,
 - divljih životinja kod kojih postoji sumnja ili potvrda prisustva zarazne bolesti koja se može preneti na životinje ili ljude,
 - telo ili delovi tela životinje koji u vreme njihovog uklanjanja sadrže SRM;
2. sav SRM;
3. sporedni proizvodi životinjskog porekla koji u skladu sa propisom o sistematskom praćenju rezidua farmakoloških, hormonskih i drugih štetnih materija kod životinja, proizvoda, hrane i stočne hrane životinjskog porekla, potiču od životinja koje sadrže rezidue zabranjenih medicinskih i drugih sredstava;
4. sporedni proizvodi životinjskog porekla koji su prikupljeni u predtretmanu otpadnih voda iz objekata za preradu materijala kategorije 1 i drugih objekata u kojima se uklanja specifični rizični materijal;
5. kuhinjski otpad iz prevoznih sredstava u međunarodnom saobraćaju (npr. sakupljen na aerodromima, itd); i
6. mešavine sporednih proizvoda životinja kategorije 1 sa kategorijama 2 i/ili 3.

Kategorija 2 sporednih proizvoda životinja

Kategorija 2 predstavlja produkte srednjeg rizika za zdravlje ljudi, zdravlje životinja i/ili životnu sredinu. Agensi koji su povezani sa ovom kategorijom se znatno lakše inaktivisu nego oni povezani sa kategorijom 1. Ukoliko se produkti kategorije 2 pomešaju sa produktima kategorije 1, sva mešavina postaje i mora da se tretira kao materijal kategorije 1.

U kategoriju 2 sporednih proizvoda spadaju:

1. stajnjak (prevashodno feces) i sadržaj digestivnog trakta;
2. sav materijal (npr. feces, sadržaj digestivnog trakta i ostali čvrsti materijal), osim iz kategorije 1, prikupljen u predtretmanu otpadnih voda (veći od 6 mm) iz pogona koji prerađuju sporedne proizvode kategorije 2 i iz klanica;
3. proizvodi od životinja koji sadrže rezidue dozvoljenih veterinarskih lekova ili drugih kontaminenata, ali u prekomernim granicama;
4. životinjski proizvodi iz uvoza, koji ne ispunjavaju propisane zahteve, izuzev proizvoda iz kategorije 1, ako se ne vrši povraćaj zemlji izvoznici;
5. životinje i proizvodi životinja, izuzev onih koje potpadaju pod kategoriju 1, koje su uginule, to jest nisu zaklane za ishranu ljudi (npr. uginule tokom transporta ili u stočnom depou ili odbijene za klanje pa ubijene nakon nepovoljne *ante-mortem* inspekcije);
6. trup, deo trupa i/ili organi životinja koje nisu bile predmet *ante-mortem* inspekcije i analize informacije iz lanca hrane, trup ili deo trupa i/ili organa na kojima su inspekcijom mesa utvrđene patološke lezije povezane sa zoonotskim i drugim bolestima (npr. tuberkulozni granulomi, cisticerkusi ili hidatidne ciste, kao i svaki promenjeni i odstranjeni deo trupa i organa na osnovu *post-mortem* inspekcije mesa), kao i stanjima poput septikemije ili pijemije; i
7. mešavine sporednih proizvoda životinjskog porekla kategorije 2 sa kategorijom 3;
8. drugi sporedni proizvodi životinjskog porekla koji ne pripadaju kategoriji 1 ili kategoriji 3.

Kategorija 3 sporednih proizvoda životinja

Kategorija 3 predstavlja proizvode najnižeg rizika za zdravlje ljudi, zdravlje životinja i/ili životnu sredinu, a to su praktično najvećim delom delovi trupa i organi zaklanih životinja, slobodni od infektivnih bolesti, ali koji se ne koriste u ishrani ljudi, odnosno koriste se u drugim industrijama osim hrane. Ukoliko se produkti kategorije 3 pomešaju sa produktima kategorije 1 ili 2, sva mešavina postaje i mora da se tretira kao materijal kategorije 1 odnosno 2.

U kategoriju 3 sporednih proizvoda životinja spadaju:

1. sporedni proizvodi poreklom od zaklanih životinja čije je meso pogodno za ishranu ljudi (dakle, slobodnih od infektivnih bolesti):
 - kože, krzna, papci, rogovi, dlake svinja, perje, vuna, itd.,
 - krv nepreživara i preživara laboratorijski testiranih i negativnih na TSE,
 - delovi trupa i/ili organa koji nisu pogodni za ishranu ljudi iz estetskih razloga (npr. placenta, mišići prekriveni modricama, pluća ili jetra sa znakovima melanoze, delovi zahvaćeni nezoonotskim parazitima, itd.),
 - glave živine, itd.;
2. sirovo mleko i druga hrana životinjskog porekla koja ne predstavlja povišen rizik za zdravlje ljudi;
3. kuhinjski otpaci koji ne spadaju u kategoriju 1;
4. riba i morske životinje izuzev sisara iz otvorenog mora (samo za preradu u riblje brašno); i
5. školjke, sporedni proizvodi iz farmi za izleganje jaja, kao i razbijena jaja, od životinja slobodnih od infektivnih bolesti.

Metodi tretiranja i uklanjanja sporednih proizvoda životinja

Odabir adekvatnog tretmana i načina odlaganja sporednih proizvoda životinja se vrši u skladu sa rizičnom kategorijom proizvoda (1, 2 ili 3), tipom (sastavom/strukturom) kao i količinom samog otpada. Pogoni koji prerađuju proizvode kategorija 1 i 2 treba da su tako konstruisani da može da se osigura potpuno odvajanje materijala iz ovih kategorija, od prijema sirovine za tretman, pa sve do otpremanja prerađenog materijala. Pogoni koji prerađuju proizvode kategorije 3 ne smeju biti i pogoni koji prerađuju proizvode kategorija 1 i 2, osim ako su u pitanju potpuno odvojene zgrade pogona.

Spaljivanje

Spaljivanje (tkzv. „incineracija“, engl. *incineration*) ili ko-spaljivanje tkzv. „ko-incineracija“; to jest korišćenje sagorevanja u svrhu proizvodnje energije ili goriva) su postupci koji su regulatorno odobreni i redovno korišćeni u uklanjanju sporednih proizvoda životinja u našoj zemlji i Evropi. Međutim, uticaj ovih postupaka na životnu sredinu se konstantno dovodi u pitanje. Ko-incineracija je praktično rešenje u onim zemljama u kojima je zabranjeno hranjenje farmskih životinja prerađenim životinjskim proteinima (tj. mesno-koštanim brašnom), jer su energetska svojstva sporednih proizvoda klanja odlična u poređenju sa npr. ugljem ili nekim drugim gorivima.

U pogonima u kojima se vrši spaljivanje (tj. kafilerijama) su dizajn opreme, higijenski uslovi, radne procedure, kao i uklanjanje svog otpadnog materijala nakon spaljivanja, strogo regulisani. U cilju potpune inaktivacije priona, kao najotpornijih bioloških hazarda, predviđeno je da spaljivanje podrazumeva temperaturu od 850°C u trajanju od najmanje dve sekunde ili temperaturu od 1.100°C u trajanju od 0,2 sekunde. Spaljivanje i ko-spaljivanje sporednih proizvoda životinja se može obavljati samo u ovlašćenim/licenciranim kafilerijama opasnog otpada, otpadnog mulja, ili cementarama, elektranama i postrojenjima za gasifikaciju.

Kompostiranje

Kompostiranje je primenljivo samo na sporedne proizvode životinja nižeg rizika (kategorije 2 i 3), pošto parametri tretmana koji se obično koriste pri kompostiranju, ne garantuju potpunu inaktivaciju priona i drugih bitnih hazarda za zdravlje ljudi i/ili životinja. Pri kompostiranju, posebna pažnja treba da se obrati na kombinacije temperature i vremena koje su potrebne za inaktivaciju patogena. Kompostiranje se zasniva na mikrobnjoj aktivnosti koja razlaže i stabilizuje organske supstrate.

Ovaj proces se vrši u bioreaktorima, a dobijeni materijal se uglavnom sastoji od raspadnute organske materije koja se koristi za đubrenje i kondicioniranje zemljišta. Dobijeni finalni proizvod je stabilan, sa visokim sadržajem humusnih materija i stoga je koristan ako se primenjuje na zemljište. Sastav, potrebni predtretmani, kao i moguća ograničenja primene (npr. ne smeju se primenjivati na pašnjacima), čine da su za kompostiranje određeni sporedni proizvodi životinja prikladniji od drugih. Kompostiranje se najčešće koristi za tretiranje sporednih materijala kao što su stajnjak, sadržaj gastrointestinalnog trakta zaklanih životinja, kao i čvrste materije koje nastaju iz tretmana otpadnih voda.

Anaerobna fermentacija

Sporedni proizvodi životinja se mogu svariti i razgraditi od strane mikroorganizama u odsustvu kiseonika, da bi se dobio visok prinos biogasa. Biogas je energetski bogat i sastoji se uglavnom od ugljen-dioksida i metana. Ostaci digestije se često mogu upotrebiti kao organska đubriva i za poboljšanje kvaliteta zemljišta. Razni sporedni proizvodi životinja i otpadni mulj iz klanica mogu se tretirati, ali, slično kao kod kompostiranja, proces je najefikasniji za gastrointestinalni sadržaj i stajnjak.

Tokom anaerobne fermentacije, kao i u slučaju drugih procesa/tretmana sporednih proizvoda životinja zasnovanih na fermentaciji (kao što je kompostiranje), naročita pažnja se poklanja parametrima kao što su pH, vreme i temperatura procesa. Pravilne kombinacije ovih, ali i uvođenje drugih parametara (zasnovanih na sistemu višestrukih prepreka, Poglavlje XIV), su važne u cilju osiguranja inaktivacije agenasa/hazarda ovim tretmanima sporednih proizvoda. Takođe, potrebno je voditi računa i o maksimalnoj veličini partikula od sporednih proizvoda životinja koji se mogu tretirati u skladu sa određenim parametrima. Na primer, smatra se da je uspešan tretman anaerobne fermentacije kada se postigne minimalna temperatura od 70°C tokom minimalnog vremena od 50 minuta, a za maksimalnu debljinu komada od 1 cm. Bezbednim se smatra tretman koji uspeva da snizi inicijalni broj patogena za 3/4, to jest na najviše 25%.

Pretopljanje

Pretopljanje se koristi za transformaciju sporednih proizvoda životinja u masti (kao što su svinjska mast ili loj) putem procesa koji uključuje fizičku i hemijsku transformaciju. Procesi topljenja zahtevaju primenu toplote, ekstrakciju vlage i odvajanje masti, ali topljenjem se dobijaju i životinjski proteini. Dva procesa pretopljanja se danas koriste, mokro i suvo pretopljanje.

Za tretman visokorizičnih materijala (kategorija 1), sporedni proizvodi životinja se homogenizuju do veličine čestica ≤ 50 mm, a zatim se tope na 133°C, najmanje 20 minuta, pod pritiskom od najmanje 3 bara. Postoje i alternativni tretmani sa različitim parametrima, ali istim krajnjim efektom (Tabela IX-2). Dobijeni materijal se zatim presuje da se odvoje masnoće, a ostatak se melje da bi se dobilo mesno-koštano brašno. Pretopljanje takođe služi da se eliminišu i drugi potencijalno prisutni bioloških hazardi sem priona, bakterije, virusi, protozoe i paraziti.

Oleohemijski procesi

Masnoće životinja se mogu dalje transformisati korišćenjem nekoliko oleohemijskih procesa, kao što su hidrolitičko cepanje molekula masti, hidrogenacija, destilacija, koncentracija, prečišćavanja, itd. Ove metode se obično koriste u oleohemijskoj industriji za pretvaranje sirovina u razne proizvode, koji se zatim koriste kao sirovine za sapune, raznu kozmetiku, farmaceutske proizvode, deterdžente, ali i razne druge industrijske materijale. Ulja i masti koja se proizvede u topionicima masti mogu da se koriste i u prehrambenoj industriji (npr. u pekarstvu, za prženje hrane, proizvodnju margarina, itd.).

Tabela IX-2. Mogući tretmani sporednih proizvoda klanja životinja

Metod	Veličina partikula nakon usitnjavanja odgovarajućim uređajima	Parametri tretmana proizvoda
1	≤50 mm	Temperatura: >133°C / Vreme: ≥20 min. / Pritisak: ≥3 bara koji je proizveden putem zasićene vodene pare. Metod je pogodan za tretman specifičnog rizičnog materijala.
2	≤150 mm	>100°C / ≥125 min. >110°C / ≥120 min. >120°C / ≥50 min.
3	≤30 mm	>100°C / ≥95 min. >110°C / ≥55 min. >120°C / ≥13 min.
4	≤30 mm	>100°C / ≥16 min. >110°C / ≥13 min. >130°C / ≥3 min.
5	≤20 mm	>80°C / ≥120 min. >100°C / ≥60 min.

*moguće su i druge kombinacije parametara ako su validovane i regulatorno odobrene

Tretmani otpadnih voda u industriji mesa

Svi objekti u lancu mesa koriste velike količine vode za čišćenje prostorija i opreme, a naročito klanice koje vrše pranje trupova (najviše živinske, pa svinjske). Potrošnja vode je, stoga, važan ekološki i ekonomski faktor. Upotreba suvih tehnika za postupke čišćenja i sakupljanje sporednih proizvoda, kao i ograničenje pranja trupova tokom obrade, značajno smanjuju potrošnju vode. Tretmani vode imaju za cilj da smanje organski sadržaj meren kroz biohemijsku potrebu za kiseonikom (engl. *biochemical oxygen demand*, BOD) i koncentraciju nekih jedinjenja, kao što su azot i fosfor, dok neke faze tretmana vode takođe pomažu i u inaktivaciji patogena.

Glavni činioci zagađenja u otpadnim vodama u industriji mesa, a naročito klanica, su feces, urin, krv, digestivni sadržaj, kao i voda koja otiče sa podova i posuđa. Da bi se smanjila biohemijska potreba za kiseonikom, vrši se predtretman voda kako bi se iz nje odvojili komadići mesa i masti koji potiču od trupova, razne nečistoće, mešavine masti i ulja, mulj, kao i drugi materijal koji se uklanja sa rešetki podova i odvoda. Dodatni tretmani vode koji se mogu primeniti se klasifikuju u tri kategorije: primarni (koji uključuje fizičke i hemijske tretmane), sekundarni (tj. anaerobni ili aerobni biološki procesi) i tercijarni tretman (hemijski tretmani).

Klanice obično sprovode primarni tretman pre ispuštanje vode u javne vodotokove odnosno kanalizaciju, dok se sekundarni i tercijarni tretmani vrše na postrojenjima za prečišćavanje otpadnih voda. Tretman otpadnih voda je neophodan za sve klanice i objekte za rasecanje mesa u kojima se vrši uklanjanje specifičnog rizičnog materijala, kao i za sva postrojenja za preradu sporednih proizvoda životinja kategorija 1 i 2, da bi se zadržali svi čvrsti materijali do veličine čestica od 6 mm. Svaki materijal uklonjen iz otpadnih voda iz ovih objekata se smatra proizvodom kategorije 2, odnosno proizvodom

kategorije 1, ako potiče iz pogona koji obrađuje proizvode kategorije 1 ili vrši uklanjanje SRM sa trupova životinja (tj. klanica).

Primarni tretmani otpadnih voda

Primarni tretmani podrazumevaju metode za smanjenje količina suspendovanih čvrstih materijala u vodi, a time posledično i BOD. Ova faza tretmana vode postiže da se ukloni oko polovine suspendovanih čvrstih materijala, a BOD smanji za 25–35%. Da bi se olakšao kasniji tretman vode ali i zaštitila oprema za tretmane vode, obično se prvo koriste rešetke na koje se nakupljaju pa se sa njih uklanjaju veći suspendovani i plutajući čvrsti materijali, kao i prekomerne količine masnoća. Dalje, otpadna voda se skladišti u rezervoaru (tkzv. primarni rezervoar za taloženje) gde se voda malom brzinom kreće i raspršuje, što dovodi do taloženja čvrstih materija suspendovanih u toj vodi. Brzina taloženja čestice zavisi od težine čvrste materije u poređenju sa specifičnom težinom vode, veličinom i oblikom čvrste supstance i temperaturom vode. Talozenje se može dopuniti hemijskim procesima kao što su flokulacija i koagulacija da bi se uklonio koloidni materijal. Primarnim tretmanom vode, gušći/teži materijali, kao što su pesak, ostaci mesa, feces ili dlake, se talože, dok materijali koji su manje gusti (masti) isplivavaju na površinu vode. Posledično, ovi materijali se lako razdvoje i uklone iz vode koja se potom tretira sekundarnim tretmanima.

Sekundarni tretmani otpadnih voda

Nakon delimičnog uklanjanja čvrstih materija iz otpadnih voda primenom primarnog tretmana, primenjuje se sekundarni tretman koji služi da dodatno smanji količinu organske materije u vodi. U ovu svrhu, sekundarni taložnici služe da se uklone preostale čvrste materije u suspenziji, kao i rastvorene čvrste materije u vodi. Sekundarni tretman se vrši pomoću mikroorganizama (tj. raznih bakterija, gljivica, rotifera, protozoa i nematoda) koji mogu biohemijski da razlažu organske čvrste materije do neorganskih ili stabilnih organskih čvrstih materija. Mikrobiološko-biohemijski procesi se obično izvode u aerobnim uslovima, ali zavisno od vrste mikroorganizama mogu i anaerobno, pretvarajući organsku materiju u stabilne forme jedinjenja, kao što su ugljen-dioksid, voda, nitrati, fosfati, kao i neki drugi organski krajnji proizvodi. Proizvodnja organske materije je indirektan rezultat procesa biološkog tretmana i sva ova nova organska materija mora da se ukloni pre nego što se voda ispusti u javne vodotokove. Uređaji koji se koriste u sekundarnom tretmanu mogu biti protočni filteri sa sekundarnim taložnicima, peščani filteri, aktivni mulj (flokule organske materije koje sadrže mikroorganizme) i jezerca za stabilizaciju otpada koja su takođe bogata mikroorganizmima koji vrše konverziju u novu organsku materiju. Sekundarni tretman prečišćavanja otpadnih voda proizvodi otpad, kao što je flotaciona jalovina koja se može koristiti za kompostiranje.

Tercijarni tretman otpadnih voda

Ovaj tretman se smatra naprednom fazom prečišćavanja otpadnih voda koja podrazumeva hemijsko-fizičke metode zasnovane na naprednim tehnologijama, kao što su membranska filtracija, reverzna osmoza, izmena jona i dezinfekcija (hlorovanje, ozoniranje). Tercijarni tretman služi za uklanjanje hemikalija kao što su fosfor, sulfidi, suspendovane čvrste materije, kao i preostalog BOD.

Pravilno postupanje sa određenim kategorijama sporednih proizvoda životinja

Sporedni proizvodi životinja najvišeg rizika (kategorija 1), kao što su leševi životinja ili delovi leševa za koje se sumnja ili je potvrđeno da su zaraženi TSE, uklanjaju se spaljivanjem ili pretopljavanjem uz spaljivanje. Proizvodi kategorije 2 se često koriste za dobijanje đubriva ili biogasa, ali se mogu tretirati i kao da su višeg rizika, pa se takođe mogu ukloniti spaljivanjem. Takođe, proizvodi kategorije 3 mogu da se tretiraju kao da su rizičniji; međutim, najčešće se koriste kao sirovina za hranu za ljubimce, kao đubrivo ili za biogas ali i kao sirovina za druge industrije.

Pravilno postupanje, odnosno postupanje u skladu sa domaćom i evropskom legislativom, sa sporednim proizvodima životinja kategorije 1 je sledeće:

1. spaljuju se u licenciranom pogonu;
2. prerađuju se u pogonima nekim od metoda 1 do 5 (Tabela IX-2), pa se zatim vrši spaljivanje;
3. oni materijali kategorije 1 koji ne sadrže SRM, prerađuju se u pogonu nekim od metoda 1 do 5 (Tabela IX-2) a zatim se zakopavaju na propisanom mestu;
4. kuhinjski otpaci iz međunarodnog transporta mogu da se zakopavaju na propisanom mestu.

Pravilno postupanje sa sporednim proizvodima životinja kategorije 2 podrazumeva njihove tretmane kao da sadrže patogene organizme za čoveka. Sa aspekta zaštite zdravlja ljudi i životinja, ovi proizvodi bi mogli da se tretiraju kao i proizvodi kategorije 1. Međutim, zbog izvesne komercijalne vrednosti proizvoda kategorije 2, njihovi tretmani u praksi uključuju sledeće:

1. direktno se spaljuju u adekvatnom pogonu;
2. prerađuju se u adekvatnom pogonu nekim od metoda 1 do 5 (Tabela IX-2);
3. prerađuju se u pogonu metodom 1, obeležavaju i zatim spaljuju; dodatno, masnoće iz kafilerija mogu da se prerađuju za organska đubriva;
4. prerađuju se u pogonu metodom 1, obeležavaju, a zatim:
 - ukoliko su bogati proteinima, prerađuju se u organska đubriva ako je to naučno opravdano,
 - koriste se kao sirovina za proizvodnju biogasa ili komposta,
 - zakopavaju se na adekvatnom mestu;
5. materijali poreklom od riba mogu biti kompostirani ili korišćeni za proizvodnju silaže;
6. feces, sadržaj digestivnog trakta (odvojen od creva), mleko i kolostrum, ukoliko potiču od životinja slobodnih od infektivnih bolesti, mogu da se:
 - koriste kao sirovina za proizvodnju biogasa ili komposta,
 - koriste kao đubrivo za poljoprivredno zemljište koje isključuje pašnjake;
7. divlje životinje slobodne od infektivnih bolesti mogu da se prerađuju u trofeje u adekvatnim pogonima.

Pravilno postupanje sa sporednim proizvodima klanja kategorije 3 uključuje sledeće:

1. direktno se spaljuju u adekvatnom pogonu;
2. prerađuju se u pogonu nekim od metoda 1 do 5 (Tabela IX-2), označavaju a zatim spaljuju;
3. prerađuju se u pogonu za kategoriju 3;
4. prerađuju se u pogonu za hranu za ljubimce;
5. prerađuju se u biogas ili kompost;

6. kuhinjski otpaci kategorije 3 mogu da se koriste za proizvodnju biogasa ili kompostiranje;
7. materijali poreklom od riba mogu biti kompostirani ili korišćeni za proizvodnju silaže.

UTICAJ INDUSTRIJE MESA NA ŽIVOTNU SREDINU

Industrija mesa, kao i druge industrije hrane životinjskog porekla (mleko, jaja), podrazumevaju potrošnju velike količine resursa koji potiču iz životne sredine kao i produkciju velikih količina otpada koji na kraju, prerađen ili neprerađen, završava u životnoj sredini i time je ugrožava (Tabele IX-3 i IX-4). Kada je reč o ukupnoj emisiji ugljen-dioksida iz industrije hrane animalnog porekla, najveći udeo čini odgoj junadi i prerada njihovog mesa (ukupno oko 40%), zatim proizvodnja kravljeg mleka (oko 20%), pa proizvodnja svinja i svinjskog mesa (9%), a zatim proizvodnja jaja (8%), itd.

Uticao proizvodnje mesa i proizvoda od mesa na životnu sredinu je jasan, jer pored zagađenja životne sredine samim sporednim proizvodima životinja, prevashodno klaničnim otpacima, visoka je potrošnja energije, kao i vode, dolazi do oslobađanja potencijalno opasnih gasova u životnu sredinu, a takođe je evidentna i visoka potrošnja kiseonika tokom procesa razgradnje otpadaka u životnoj sredini (tj. BOD). Stoga, proizvodnja mesa i odlaganje otpada zahtevaju brigu celog društva, odnosno bitni su ne samo sa gledišta veterinarara i veterinarskog javnog zdravstva.

Korišćenje otpada sa farmi i iz klanica kao đubrivo je vrlo često i isplativo. Međutim, postoje mnogi praktični problemi vezani za identifikaciju i sledljivost sporednih proizvoda životinja, mogućnost unakrsne kontaminacije, nepoznanice oko dužine preživljavanja bioloških hazarda u otpadu i životnoj sredini kao i efikasnost nekih tretmana na ove hazarde. Sve ovo dovodi u pitanje i obim trenutne upotrebe sporednih proizvoda kao đubriva ili sredstva za poboljšanje kvaliteta zemljišta, što su pitanja koja je potrebno u budućnosti razjasniti. Preživljavanje patogena u tlu zavisi od načina odlaganja đubriva (tj. ubrizgavanjem u tlo patogeni su zaštićeni i mogu duže da prežive nego u slučaju površinskog odlaganja). Patogene protozoe (kao što su *Cryptosporidium* i *Giardia*), a posle njih i pojedine bakterije, najbolje preživljavaju u životnoj sredini. Ukoliko nisu inaktivisani, patogeni mogu da se recikliraju na taj način nazad do životinja, naročito onih na ispaši, ali i direktno do ljudi kontaminacijom biljnih kultura koje ljudi konzumiraju, a naročito su problematične one koje se konzumiraju sirove (razne salate, povrće i voće).

Tabela IX-3. Uticaj jedne zaklane životinje na životnu sredinu³⁸

Vrsta životinja	Proizvodnja CO ₂	Proizvodnja NH ₃	Tečni otpad	Čvrsti otpad (isključujući nejestive ABP koji idu u kafilerije)	BOD
Goveče (450 kg)	30 kg	?	600 l	60 kg	1,2 kg
Svinja (100 kg)	11 kg	2,6 g	200 l	5 kg	0,5 kg
Brojler (1,9 kg)	?	?	12 l	0,1 kg	0,2 kg

³⁸ Izvor: Buncic, 2006

Tabela IX-4. Uticaj proizvodnje mesa na životnu sredinu³⁹

Proizvod	Potrošnja vode	Potrošnja energije	BOD
Trup goveda (1 t)	2.200 l	180 kWh	1,2 kg
Trup svinja (1 t)	2.500 l	300 kWh	0,5 kg
Trup brojlera (1 t)	9.000 l	350 kWh	0,2 kg
Salame (1 t)	5.000 l	2.100 kWh	6,5 kg
Šunke ili kobasice (1 t)	5.000 l	1.500 kWh	11 kg
Mast ili loj (1 t)	2.000 l	600 kWh	?
Gotova jela (1 t)	7.500 l	1.200 kWh	10 kg

U cilju smanjenja negativnih uticaja industrije mesa na životnu sredinu, proizvodnja mesa i odlaganje otpada u poslednje vreme bivaju sve više regulisani propisima o sporednim proizvodima i otpadnim materijalima klanja koji nisu namenjeni za ishranu ljudi. Ovi propisu definišu načine njihovog sakupljanja, transporta, čuvanja, rukovanja, prerade i upotrebu ili odbacivanja. Tako, na primer, odlaganje sporednih proizvoda na zemljište kao što su krv, ali i perje, kože, papci ili svinjske dlake nije dozvoljeno, nego se ovi produkti moraju tretirati nekim od odobrenih tretmana. Stajsko đubrivo može netretirano da se koristi na zemljištu, bilo poljoprivrednom ili na pašnjacima, dok je u nekim evropskim zemljama zabranjeno da se sadržaj digestivnog trakta životinja iz klanica koristi bez prethodnih tretmana na pašnjacima.

Materijal iz otpadnih voda klanica ako je krupniji od 6 mm mora biti zadržan na rešetkama na kanalizacionim odvodima, istaložen i tretiran kao sporedni proizvod životinje kategorije 1 (ako potencijalno sadrži SRM, odnosno potiče iz goveđe klanice) ili kategorije 2 (ako je sigurno da ne sadrži SRM). Međutim, delovi koji prođu rešetke (sitniji od 6 mm) mogu sa vodom da se odlažu na zemljište ili sprovode u kanalizaciju. Što se tiče organskih đubriva, ona mogu da se koriste na poljoprivrednom zemljištu i pašnjacima, ali bez izloženosti životinja tokom 2 meseca za svinje, odnosno 3 nedelje za druge vrste farmskih životinja. Međutim, i pored nastojanja da se regulišu svi aspekti uticaja industrije mesa na životnu sredinu, i dalje ima nejasnoća u slučajevima odlaganja nekih vrsta otpada, kao i nepoštovanja propisa u mnogim zemljama.

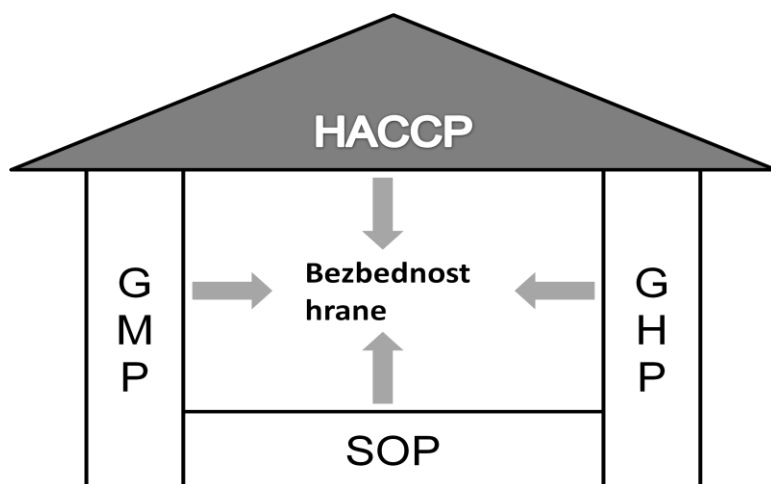
U budućnosti, potrebno je nastojati da se smanji uticaj industrije mesa na životnu sredinu, a to će biti jedino moguće redovnim merenjem svih ulaznih resursa (npr. voda, energija) na raznim tačkama tokom operacija, isto kao i izlaznih parametara (npr. zagađivača), uz čuvanje i analizu podataka kao i komunikaciju rezultata sa javnošću, uvođenje čistijih tehnologija koje koriste manje resursa (npr. tkzv. „suvo pranje“), motivaciju i promenu stava menadžmenta i zaposlenih u industriji mesa.

³⁹ Izvor: Buncic, 2006

X - PREDUSLOVNI PROGRAMI, SANITACIJA I KVALITET VODE U INDUSTRIJI HRANE

PREDUSLOVNI PROGRAMI U INDUSTRIJI HRANE

Preduslovni programi (engl. *Pre-Requisite Programmes*, PRPs) čine skup svih postupaka kojima se postižu osnovni uslovi sredine i poslovanja koji su neophodni za dobijanje bezbedne hrane. Preduslovni programi moraju biti ustanovljeni i uspešno sprovedeni pre razvoja i primene sistema analize hazarda i kritične kontrolne tačke (engl. *Hazard Analysis and Critical Control Point*, HACCP). Drugim rečima, PRPs su osnova bez koje ne može ni da počne da se priprema HACCP (Poglavlje XI). Preduslovni programi sadrže univerzalna načela koja se primenjuju na isti način od strane svih subjekata koji proizvode i posluju hranom. Dakle, ovi programi su nespecifični, to jest potpuno su isti za svakog individualnog proizvođača istog tipa (npr. svaku klanicu, mlekaru, restoran, maloprodaju hrane, itd.).



Šema X-1. Veza preduslovnih programa sa HACCP

Preduslovni programi zavise od segmenta lanca hrane u kom se primenjuju kao i od sektora industrije hrane (npr. hrane animalnog porekla ili biljnog porekla). Za higijenu i bezbednost mesa i ostale hrane animalnog porekla, u fazama lanca hrane u kojima se primenjuje HACCP (tj. harvest i post-harvest faza), dobra proizvođačka praksa (engl. *Good Manufacturing Practice*, GMP) i dobra higijenska praksa (engl., *Good Hygiene Practice*, GHP) su najvažniji preduslovni programi, pa se stoga ovo poglavlje njima i bavi. Pored GMP i GHP, u PRPs u industriji hrane spadaju i standardne radne procedure (engl. *Standard Operating Procedures*, SOP) pomoću kojih se GMP i GHP sprovode. Ostali PRPs za druge vrste ili faze lanca hrane su i dobra poljoprivredna praksa (engl. *Good Agriculture Practice*, GAP), dobra veterinarska praksa (engl. *Good Veterinarian Practice*, GVP), dobra distributivna praksa (engl. *Good Distribution Practice*, GDP), dobra praksa u keteringu (engl. *Good Catering Practice*, GCP), dobra trgovinska praksa (engl. *Good Trading Practice*, GTP), itd. Nedavno je uveden i termin dobra kuhinjska praksa (*Good Domestic Kitchen Practice*, GDKP), koja se odnosi na nivo domaćinstva/potrošača, ali ona ne spada u tipične preduslovne programe jer se HACCP

ne primenjuje na ovoj fazi lanca hrane, niti je ta faza propisima regulisana u pogledu higijene hrane. U standardima *Codex Alimentarius*-a, preduslovni programi se nazivaju „kodeksima dobre prakse“ (engl. *Codes of Good Practice*), a obuhvataju sve navedene primere preduslovnih programa.

Oblasti na koje se odnose GMP i GHP se često preklapaju, odnosno u praksi uopšte ne mogu da idu jedno bez drugog, pa se stoga često koristi termin GMP/GHP. SOP predstavljaju način sprovođenja preporuka GMP/GHP-a, uobličeni za svaki subjekat koji se bavi hranom posebno, odnosno predstavljaju jasne protokole kako se određene radne procedure sprovode u cilju sprečavanja neposredne kontaminacije ili pak kvara hrane. PRPs, odnosno GMP i GHP, zajedno sa SOP, čine osnovu za primenu HACCP (Šema X-1).

Dobra proizvođačka praksa

Dobra proizvođačka praksa predstavlja niz preporuka koje je potrebno da se sprovedu tokom proizvodnje, prerade, skladištenja i distribucije hrane, kako bi se sprečila njena biološka (prevashodno mikrobiološka), hemijska i fizička kontaminacija. GMP, drugim rečima, čini tkzv. „ispravne radne metode“. Oblasti u kojima se dobra proizvođačka praksa ostvaruje u industriji hrane se odnose na prostorije (uključujući mesto/lokaciju, raspored, građevinske aspekte, održavanje, radno okruženje koje podrazumeva svetlost, temperaturu, relativnu vlažnost i ostale ambijentalne faktore), opremu (uključujući oblik, održavanje i podešavanja/kalibracije opreme), osoblje (uključujući njihove zadatke, opis posla, organizacionu strukturu i obuku u radu i obuku iz higijene), sve sirovine za proizvodnju hrane (uključujući sve sastojke hrane i materijale za pakovanje i označavanje), ali i sledljivost i opoziv proizvoda, kao proizvođačke i procesne kontrole i sve službe koje funkcionišu u industriji hrane (npr. sanitarna služba, službe za uklanjanje otpada, snabdevanje električnom energijom, itd.). Dobra proizvođačka praksa se ne odnosi na specifične hazarde za bezbednost hrane ili zdravlje ljudi (npr. *Salmonella* ili kadmijum), pa tako i nepoštovanje GMP neće, uvek i neizostavno, direktno ugroziti zdravlje ljudi, ali svakako može povećati odnosne rizike za ljude.

Dobra higijenska praksa

Dobra higijenska praksa predstavlja skup postupaka kojima se obezbeđuje čisto, sanitarno okruženje za proizvodnju, preradu, skladištenje i distribuciju hrane. GHP predstavljaju sve osnovne uslove i aktivnosti (kao što je higijenski način rada) koje je neophodno sprovoditi kako bi se održali higijenski uslovi i sredina pogodna za proizvodnju bezbedne hrane. GHP, drugim rečima, čini tkzv. „ispravne higijenske mere“. Oblasti u kojima se dobra higijenska praksa ostvaruje u industriji hrane su lična higijena i zdravstveni status zaposlenih, održavanje higijene objekta u kom se rukuje hranom i opreme (naročito površina koje su u kontaktu sa hranom). Dalje, u ove oblasti spada i čistoća sirovina za proizvodnju (uključujući tu i žive životinje), obezbeđivanje da sva sredstva za održavanje higijene (npr. razne hemikalije) budu pravilno upakovane, obeležene, uskladištene i da se primenjuju shodno svojoj nameni i dokumentovanim postupcima, kontrola štetočina, odlaganje otpada, kvalitet vode, kao i sveukupna prevencija unakrsne kontaminacije hrane.

Standardna radna procedura

Standardne radne procedure predstavljaju ustanovljene postupke koji se sprovode rutinski u toku izvođenja određenih zadataka i u određenim slučajevima. Definišu se i kao skup uputstava za ostvarenje načela GMP/GHP kao i neophodnih mera na kritičnim kontrolnim tačkama u HACCP planovima za proizvodnju i rukovanje hranom. Postupci navedeni u SOP su specifični za svaki subjekat koji proizvodi hranu ili na bilo koji način posluje hranom, a detaljni su onoliko koliko to priroda posla zahteva. Na primer, to su procedure o kontroli sterilizatora, procedure za kalibraciju instrumenata, procedure za lomljeno staklo, omamljivanje životinja, skidanje kože goveda, itd.

U širem smislu u SOP spada i standardna sanitarna radna procedura (engl. *Standard Sanitary Operating Procedure*, SSOP). SSOP obezbeđuje da osoblje, objekti, oprema i sredstva budu čisti, kao i da, gde je potrebno, bude izvršena sanitacija do određenog nivoa, pre i za vreme rada sa hranom. SSOP čine utvrđeni ili propisani postupci koje se sprovode rutinski, u toku izvođenja određenih zadataka i u određenim slučajevima, a čiji je cilj sprečavanje neposredne kontaminacije, odnosno umnožavanja mikroorganizama koji su patogeni ili pak izazivaju kvar hrane.

Oblasti primene preduslovnih programa u industriji hrane

Izgradnja objekta za proizvodnju i rukovanje hranom

Mesto izgradnje objekta, konstrukcija objekta i raspored prostorija, ali i izbor uređaja i opreme, imaju bitnu ulogu da se proizvodnja i rukovanje hranom sprovode u skladu sa higijenskim uslovima, odnosno da hrana bude bezbedna. Neadekvatno osmišljeni i izgrađeni objekti, kao i neadekvatno odabrana oprema predstavljaju mogući izvor bioloških, hemijskih i fizičkih hazarda za potrošače hrane. Stoga, objekti i oprema treba da budu osmišljeni, izgrađeni, smešteni i korišćeni na način kojim se osiguraju minimalna kontaminacija hrane uključujući i preko vazduha, mogućnost odgovarajućeg održavanja i sanitacije (čišćenje i dezinfekcija), održavanje potrebnih ambijentalnih uslova (npr. temperature, relativne vlažnosti, strujanja vazduha, itd.) i uspešna zaštita od ulaska i naseljavanja štetočina.

Lokacija objekta

Prilikom donošenja odluke o lokaciji objekta za proizvodnju ili rukovanje hranom, potrebno je da se prvo razmotre svi izvori moguće kontaminacije hrane, kao i da se proceni mogućnost kontrole kontaminacije. Tako, svaki objekat koji se bavi hranom mora biti lociran dovoljno daleko od područja zagađene životne sredine, uključujući i područja gde se nalazi industrija koja može da predstavlja pretnju za bezbednost hrane. Takođe, ne sme biti izgrađen na zemljištu podložnom plavljenju, ukoliko nije obezbeđena adekvatna zaštita od plavljenja, ali i podložnog naseljavanju štetočina i zemljištu sa kojeg čvrsti ili tečni otpadni materijal ne može da se uspešno uklanja. Stoga se, prilikom odabira lokacije, razmatraju pogodnost zemljišta za izgradnju objekta, blizina naseljenog mesa i

prirodna strujanja vazduha, kao i dostupna infrastruktura (tj. snabdevanje električnom energijom i pijaćom vodom, kanalizacija i saobraćajnice) koje je neophodna za poslovanje.

Konstrukcija i raspored objekta

Objekti u kojima se proizvodi hrana ili rukuje hranom treba da budu sagrađeni od trajnih materijala koji mogu lako da se održavaju i čiste (peru i dezinfikuju). Dizajn i raspored prostorija objekta treba da omoguće dovoljno prostora za sprovođenje svih GMP/GHP/SOP u objektu koji se bavi hranom. Pošto obavljanje različitih poslova u istoj prostoriji povećava rizik od unakrsne kontaminacije hrane, potrebno je da se različiti poslovi obavljaju u odvojenim prostorijama. Ako se ipak obavljaju u istoj prostoriji (npr. kod malih proizvođača), to se vrši u različito vreme sa adekvatnim čišćenjem i dezinfekcijom između različitih poslova. Ukupan obim poslova i rada u svakoj prostoriji treba da bude prilagođen njenoj veličini. U svakom slučaju, potrebno je da se obezbedi korišćenje posebnih prostorija za određene aktivnosti, npr. za čuvanje i rukovanje sa sirovim materijalima, materijalima za pakovanje, jestivim komponentama i proizvodima, nejestivim delovima, opasnim supstancama, otpadnim materijama, itd. Pri utvrđivanju koji se poslovi moraju obavljati u zasebnim prostorijama, vodeći princip je da tkzv. „prljave“ (npr. omamljivanje i klanje životinja) i „čiste“ (npr. trimovanje ili pranje trupa) poslove uvek treba obavljati u zasebnim prostorijama.

Prostorije objekta

U okviru objekta u kom se proizvodi ili rukuje hranom, svaka prostorija treba da ispunjava uslove kojima se osigurava higijensko rukovanje hranom. Podovi, zidovi, tavanice, prozori i vrata moraju biti izrađeni od materijala koji se lako održava, čisti i dezinfikuju. Površina poda ne sme da bude klizava (posebno u prostorijama gde se stvara visoka vlažnost), ali ne sme da bude ni hrapava jer to može da onemogući pravilno čišćenje i dezinfekciju. Neophodna je i dobra drenaža podova. Površine zidova treba da budu od glatkog materijala sve do tavanice ili bar do visine koja premašuje visinu na kojoj se zid može zaprljati u toku rada. To su, uglavnom, keramičke pločice, plastične ploče ili vodootporne boje na zidovima i podovima. Međusobni spojevi zidova, kao i sa tavanicama i sa podovima, treba da su glatki i nepropusni. Na spojevima zidova i poda, uglovi treba da budu zaobljeni, radi lakšeg čišćenja i sprečavanja zaostajanja nečistoće.

Oblik i materijali unutrašnje površine krova i tavanice, kao i opreme i uređaja, treba da su takvi da sprečavaju kondenzaciju, rast buđi, zadržavanje nečistoće i rasipanje čestica. Poželjne su svetle boje podova, tavanica i zidova jer odbijaju svetlost i time pomažu da se nečistoća lakše uoči. Prozori i drugi otvori, poput svetlarnika i spoljašnjih vrata, treba da se lako čiste i održavaju kao i da budu napravljeni i postavljeni na način koji sprečava nakupljanje nečistoće, kao i da ispunjavaju uslove za primenu biosigurnostih mera (npr. postavljanje mreže protiv insekata). Spoljašnja vrata treba da budu dovoljno široka za nesmetano kretanje osoblja, opreme i prevoznih sredstava. Ukoliko se vrata često upotrebljavaju, poželjne su dodatne mere, na primer samozatvarajući mehanizmi i/ili vazdušne zavese. Kvaeke i drugi delovi za rukovanje prozorima i vratima treba da su glatke, otporne na hemikalije i da se lako čiste.

Instalacije i oprema u objektu za hranu

Snabdevanje vodom i energijom

Snabdevanje pijaćom vodom (dalje opisano u ovom poglavlju), uključujući njeno raspodeljivanje i održavanje temperature, treba da je omogućeno gde god je potrebno. Na svim mestima, površinama i uređajima gde se direktno ili indirektno radi sa hranom, mora da se koristi voda kvaliteta vode za piće. Voda koja nije kvaliteta vode za piće (tj. tehnička voda) može da se koristi samo tamo gde neće kontaminirati hranu (npr. za gašenje požara, proizvodnju pare, hlađenje, itd.). Tehnička voda mora da ima potpuno odvojen sistem razvoda od sistema za snabdevanje objekta vodom kvaliteta vode za piće, kako ne bi došlo do njihovog mešanja. U cilju održavanja ambijentalne temperature u objektima za hranu (grejanje ili hlađenje), rada uređaja i opreme u procesu proizvodnje hrane (npr. termička obrada ili smrzavanje), jasno je neophodna i dostupnost i stabilan izvor energije, prevashodno električne.

Odvod otpadne vode

Sistem za odvod otpadnih voda (tj. kanalizacija) treba da je dizajniran i izgrađen tako da efektivno odvodi otpadnu vodu (tj. da su kapaciteti dovoljni i tokom najvećeg obima rada), da se lako čisti i održava, da se kreće u jednom smeru, odnosno, da se spreči vraćanje vazduha ili tečnosti, kao i da je zaštićen od prodora i naseljavanja štetočina. Ovaj sistem počinje od podova u svim „vlažnim“ prostorijama (npr. mesto za iskrvarenje na liniji klanja), koje treba da su postavljene pod blagim nagibom kako bi bilo omogućeno odvođenje tečnosti u sistem za prikupljanje i odvođenje otpadnih voda. Taj sistem, dalje, treba da je izgrađen tako da odvodi otpadne vode prvo iz čistih, a zatim iz prljavih prostorija, kako ne bi došlo do kontaminacije hrane ili vode, ali i širenja neprijatnih mirisa. Na otvorenom sistemu treba da se nalaze pokretne rešetke koje omogućavaju lako čišćenje i održavanje, a izlaze drenažnog sistema u spoljnu sredinu potrebno je zaštititi od ulaska štetočina (naročito glodara).

Ventilacija i osvetljenje

U cilju održavanja ambijentalne temperature, prevencije kontaminacije hrane putem vazduha (aerosolom ili kapljicama kondenzovane vodene pare), suzbijanja neprijatnih mirisa koji mogu štetno da utiču na upotrebljivost hrane, ali i kontrole vlažnosti vazduha, u objektima za hranu je potrebno obezbediti uslove za prirodnu ili veštačku ventilaciju. Sistem za ventilaciju treba da je dizajniran i instaliran tako da se ne dozvoli protok vazduha iz nečistih u čiste delove objekta, kao i da se omogući čišćenje i održavanje ovog sistema. Kako bi se uticaj izvora toplote, pare i neprijatnih mirisa što više umanjio, najbolje je da je sistem za ventilaciju postavljen u njihovoj blizini.

U objektima za hranu potrebno je obezbediti dobro prirodno ili veštačko osvetljenje, kako bi rad mogao da se odvija pravilno i na higijenski način. Kvalitet svetla mora da bude takav da ne utiče na percepciju boja. Jačina svetla mora da bude prilagođena prirodi posla koji se obavlja. Osvetljenje od najmanje 540 lux odgovara mestima za inspekciju hrane (npr. inspekciju mesa, Poglavlje VII), 240 lux ostalim radnim mestima, a 110 lux ostalim prostorijama kao što su hladnjače ili skladišta. Izvori svetla treba da su zaštićeni, kako prilikom njihovog fizičkog oštećenja ne bi došlo do kontaminacije hrane.

Oprema koja dolazi u dodir sa hranom

Oprema koja dolazi u direktan kontakt sa hranom tokom procesa proizvodnje i rukovanja, treba da je dizajnirana na način da može lako da se održava i čisti. Površine ove opreme treba da budu od glatkog materijala, bez pukotina i ogrebotina, a njihovi spojevi i uglovi treba da su takvi da se lako čiste. Glatki, nerđajući i neotrovni materijali, kao što je nerđajući čelik, su najpogodniji za ovu namenu. S druge strane, drvo je načelno neprihvatljivo, s obzirom da se lako oštećuje i teško čisti i dezinfikuje. Međutim, drvo može da se koristi u nekim procesima i/ili postupcima u kojima je ocenjeni rizik za bezbednost proizvoda na prihvatljivom nivou (npr. u nekim fazama proizvodnje određenih vrsta sireva i fermentovanih/sušenih proizvoda od mesa). Takođe, sva ova oprema treba da se lako rastavlja, kako bi se omogućilo efikasno održavanje, čišćenje/dezinfekcija, kao i uočavanje štetočina. Oprema za toplotnu obradu, hlađenje, skladištenje ili zamrzavanje hrane treba da je napravljena tako da se željena temperatura postigne dovoljno brzo, kako bi se sačuvala bezbednost i upotrebljivost hrane. Takođe, ta oprema treba da omogućava praćenje određenih parametara (npr. temperature, vlažnosti, ventilacije/cirkulacije) gde je to neophodno, kao i odgovarajuće kalibracije opreme.

Oprema za otpadne materijale

Sva oprema za otpad (čvrsti ili tečni), uključujući tu posude, za nejestive, otpadne i opasne materijale, mora da bude napravljena od nepropusnih materijala, kao i da bude jasno označena. Posude namenjene odlaganju opasnih supstanci treba posebno da bude obeležene i postavljene na način kojim se onemogućava kontaminacija hrane bilo kojim putem.

Prostorije, oprema i sredstva za održavanje lične higijene

Prostorije, oprema i sredstva za ličnu higijenu moraju da budu raspoloživi i lako dostupni, da bi se održao odgovarajući nivo lične higijene, pa tako izbegli, kako kontaminacija hrane, tako i kontaminacija/infekcija zaposlenih. Toaleti treba da budu povezani sa kanalizacionim sistemom, a njihov broj da je u skladu sa brojem zaposlenih. Vrata toaleta ne smeju da se otvaraju neposredno u prostorije u kojima se rukuje sa hranom, ali je poželjno da se nalaze u istoj zgradi. Potrebno je da ispred toaleta postoji prostor u kojem zaposleni mogu da skinu i okače zaštitnu odeću. Dalje, potrebno je da se obezbedi dovoljno opreme za pranje ruku koja treba da je odgovarajuće postavljena, snabdevena toplom i hladnom tekućom vodom, sredstvom za pranje ruku, kao i sredstvima za sušenje ruku za jednokratnu upotrebu. Ova oprema treba da bude smeštena uz toalete i na mestima ulaska u prostor gde se obavljaju poslovi sa hranom. Na taj način, osoblje može da je koristi nakon upotrebe toaleta i pre odlaska na radno mesto. Da bi se izbegla unakrsna kontaminacija ruku, slavina treba da se aktivira senzorom ili pritiskom kolena ili stopala. Takođe, u objektima za hranu potrebno je obezbediti garderobe (svlačionice) gde god je predviđeno da zaposleni nose radnu i zaštitnu odeću. Svlačionice treba da budu odvojene od toaleta i prostorija gde se obavljaju poslovi sa hranom, ali je poželjno da se nalaze u istoj zgradi. Druge prostorije, kao što su prostorija za ishranu, skladišta i slično, ne mogu da se koriste kao garderobe. U garderobi treba da ima dovoljno ormarića za odlaganje stvari zaposlenih i posetilaca, kao i mesta za sedenje kako

se prilikom menjanja odeće i obuće, ne bi zaprljala radna i zaštitna odeća. Najbolje je da je obezbeđen predprostor između garderobe i radne prostorije, u kome se, pored umivaonika, nalazi i oprema za pranje zaštitne opreme i pribora (npr. kecelja i čizama).

Održavanje i higijena objekta i opreme

Održavanje

Održavanje objekta i opreme podrazumeva niz osmišljenih postupaka kojima se odgovarajućom izgradnjom objekta, proverama ispravnosti, popravkama i zamenama opreme u celokupnom objektu osigurava bezbednost i upotrebljivost hrane, ali i štiti zdravlje i bezbednost zaposlenih. Prostorije i opremu treba održavati u takvom stanju da se što lakše sprovode higijenske mere, sprovodi rad u skladu sa predviđenom namenom, kao i da se biološka, hemijska i fizička kontaminacija hrane smanje na najmanju moguću meru. Već prilikom razmatranja izgradnje, rekonstrukcije, dogradnje i adaptacije prostora u kojima se obavljaju poslovi sa hranom, treba voditi računa i o uslovima za njihovo dobro održavanje.

Izbor materijala za izgradnju objekata, uređaja i opreme treba da osiguraju njihovu trajnost i lako održavanje. Za sprovođenje adekvatnog održavanja, neophodan je dovoljno veliki prostor koji omogućava pristup svim delovima zgrada, prostorijama, opremi i uređajima. Naročito je potrebno obezbediti dobro održavanje prostorija u kojima se postupa sa hranom, kao i površina, uređaja, opreme i delova koji dolaze u dodir sa hranom, ali i vozila i posuda za prevoz/prenos hrane.

Osoblje koje sprovodi program održavanja objekta i opreme mora da na vreme uoči i prepozna probleme, a pri proceni da li je nešto ispravno ili ne, mora da zna odnosne granice prihvatljivosti. Učestalost kontrola zavisi od procene kolika je verovatnoća da će se neka neispravnost desiti. Tako, na primer, podove, izložene većem kretanju i opterećenju, treba češće pregledati u odnosu na one koji su, na primer, postavljeni u skladištu. Kada je u pitanju posebna oprema, na primer za regulaciju temperature u hladnjačama, kontrole i održavanje može da obavlja samo za tu svrhu obučeno stručno lice.

Plan preventivnog tehničkog održavanja je neophodan da bi se predupredile iznenadne popravke i smanjili troškovi budućeg održavanja. Pravilo je da popravke treba obaviti tokom prekida rada ali, kada je neophodno, to može da se izvrši i za vreme rada, ukoliko je hrana prethodno odgovarajuće zaštićena. Plan tehničkog održavanja mora da uključi sve postupke u proizvodnji, preradi i snabdevanju hranom. Delovi i materijali upotrebljeni pri popravkama ne smeju da predstavljaju opasnost po bezbednost i upotrebljivost hrane. Lica koja su zadužena za tehničko održavanje moraju da poštuju pravila koja se tiču lične higijene i svakog mogućeg uticaja svog rada na bezbednost i upotrebljivost hrane. Rezervne delove i materijale za popravku treba čuvati na način kojim se sprečava da postanu izvor moguće kontaminacije hrane.

Higijena

Održavanje higijene objekta i opreme ima za cilj da se ukloni sve što može da dovede do kontaminacije hrane. Površine koje dolaze u dodir sa hranom smatraju se čistim ako su fizički čiste (tj. sa njih je uklonjena sva vidljiva nečistoća), hemijski čiste (tj. sa njih su uklonjeni ostaci sredstava koja se koriste za čišćenje) i mikrobiološki čiste

(tj. broj mikroorganizama je smanjen na nivo koji ne predstavlja pretnju po zdravlje ljudi).

Nečistoće, ostaci hrane i drugi otpadni materijal privlače štetočine i predstavljaju mogući izvor kontaminacije. Stoga je redovno i temeljno čišćenje neophodno da bi se nečistoća uklonila, a prostorije i oprema držali u čistom stanju. Uspeh čišćenja biće umanjen ukoliko se površine prostorija i opreme ne održavaju u ispravnom stanju, odnosno ako su istrošene, oštećene ili porozne. Hemijska sredstva za čišćenje i dezinfekciju treba da se čuvaju na obezbeđenom mestu, kako ne bi predstavljala opasnost za bezbednost i upotrebljivost hrane, kao i zdravlje ljudi.

Posebnu pažnju treba posvetiti i samoj opremi za čišćenje, koju treba redovno čistiti i dezinfikovati, da ne bi postala izvor unakrsne kontaminacije. Oprema za čišćenje treba da se čuva u zasebnoj prostoriji koju, takođe, treba održavati i čistiti. Pojedinu opremu za čišćenje treba koristiti samo u određenim prostorijama, radi sprečavanja širenja kontaminacija (npr. metlu za čišćenje podova toaleta ne treba koristiti za čišćenje prostorija u kojima se postupa sa hranom). Obeležavanje opreme bojama jedan je od najjednostavnijih načina kojim se obezbeđuje dobra kontrola nad namenom i lokacijom određene opreme.

Planom sanitacije se osigurava odgovarajući nivo čistoće svih delova objekta, kao i same opreme za sanitaciju. Plan treba redovno i temeljno ostvarivati, a po potrebi i dokumentovati da bi se utvrdila uspešnost i opravdanost sprovedenih postupaka. Površine koje dolaze u kontakt sa hranom treba čistiti više puta u toku radnog vremena, a ostale zavisno od potrebe. Poželjna praksa je da zaposleni uklone nečistoću i otpatke nakupljene u toku radnog vremena i time radno mesto ostave čisto. Ukoliko se čisti za vreme samog rada sa hranom, neophodno je zaštititi hranu od moguće kontaminacije. Na kraju, uspešnost higijenskih mera se prati i povremeno se preduzimaju provere pre početka rada. Gde je potrebno, uzimaju se i uzorci sa površina prostorija, uređaja i hrane za mikrobiološka ispitivanja. Dobijeni podaci se redovno pregledaju i vrše se odgovarajuća prilagođavanja higijenskih mera čim se zapaze negativni trendovi i promene u tim podacima.

Kontrola štetočina

Štetočine podrazumevaju sve životinjske organizme koji su moguća pretnja za bezbednost i upotrebljivost hrane, kao što su insekti, glodari, ptice, domaće životinje i ostale vrste. Ove životinje često sadrže mikroorganizme uzročnike alimentarnih bolesti ljudi. Ptice, na primer, često prenose *Campylobacter* spp., a insekti i glodari *Salmonella* spp. Štetočine, dalje, mogu da kontaminiraju hranu stranim telima i materijama kao što su dlaka, perje, izmet, mokraća, jaja, larve, itd. Štetočine mogu da izazovu i fizičko oštećenje hrane ili pakovanja, kao i objekata, uređaja i opreme. Stalno prisustvo štetočina u objektu u kom se proizvodi ili rukuje hranom, ukazuje na greške u održavanju i čišćenju, odnosno na propuste u sprovođenju higijene.

Konstrukcija, raspored i uređenje prostorija treba, u što većoj meri, da onemogući prodor štetočina. Svi slivnici i drugi prolazi, kroz koje štetočine mogu da uđu, treba da budu zaštićeni rešetkama promera do 6 milimetara. Na spoljašnje prozore koji se otvaraju, kao i na ventilacionim otvorima, treba postaviti mreže protiv insekata promera do 2 milimetra. Pre skladištenja, svu dopremljenu robu je obavezno pregledati kako bi se sprečilo unošenje sitnih glodara i insekata. U cilju sprečavanja naseljavanja i razmnožavanja štetočina koje su već ušle u objekat, važno im je onemogućiti dostupnost vode i hrane. Stoga, hranljive materijale treba uskladištiti u posude u koje štetočine ne mogu da uđu ili ih postaviti iznad tla i udaljiti od zidova. Poželjno je povremeno

premeštanje zaliha robe u skladištima, jer onemogućava da štetočine nađu sklonište potrebno za razmnožavanje. Objekte i okolinu treba redovno pregledati, a kada se ustanove, u cilju suzbijanja i iskorenjivanja štetočina, bez odlaganja se moraju preduzeti odgovarajuće mere hemijskim, fizičkim i biološkim sredstvima koja treba primeniti tako da ne budu pretnja za bezbednost i upotrebljivost hrane.

U slabo osvetljenim prostorijama, opremu/uređaje za uništavanje insekata treba postaviti blizu ulaza, ali nikako iznad hrane, opreme i prostora za pakovanje. Ukoliko postoji problem prisustva velikog broja insekata, poželjno je da se ustanovi o kojoj se vrsti radi, da bi se olakšala primena insekticida. Zamke u koje se mogu uhvatiti živi glodari se koriste samo u slučaju velike opasnosti od kontaminacije hrane rodenticidima. U svim ostalim slučajevima neophodno je primeniti program primene otrovnih mamaca. Mamci se postavljaju na pravcima kretanja glodara i redovno proveravaju. Potrebno je napraviti skicu i obeležavati mesta gde su mamci postavljeni, kako bi se o njima vodila evidencija. Mamci se ne smeju postavljati u prostorije gde je hrana izložena odnosno neupakovana, a uginule glodare treba uklanjati brzo i na bezbedan način. Zaštita od pernatih štetočina se postiže raznim mrežama, odbijajućim gelovima i sredstvima za njihovo plašenje, kojima se sprečava da se gnezde i borave u blizini hrane.

Sakupljanje i uklanjanje otpada

Nejestivi sporedni proizvodi, otpaci i drugi odbačeni materijal čine izvor potencijalne kontaminacije hrane. Otpad predstavlja hranu za štetočine koje mogu da ga dalje raznose ili dodatno kontaminiraju i tako ugroze bezbednost hrane i zdravlje ljudi. Stoga, otpadni materijal se mora pravilno skladištiti i uklanjati iz lanca hrane. Otpadni materijal treba što pre ukloniti iz prostorija u kojima se nalazi hrana, odnosno ne sme se dozvoliti nakupljanje otpada na prostoru gde se rukuje hranom, kao i na okolnom području na rastojanju koje je neophodno za bezbedno izvođenje poslova u vezi sa hranom. U prostorijama gde se proizvodi hrana ili rukuje hranom, treba da ima dovoljno mesta za opremu/posude u koju se odlaže otpad. Svi postupci sakupljanja, skladištenja i odnošenja otpada treba da se sprovedu na higijenski način. Broj kontejnera u objektu treba da bude u skladu sa količinom otpada koji se proizvodi, treba ih redovno prazniti, a na kraju radnog vremena i očistiti. Kontejneri treba da budu od otpornog materijala (npr. od plastike ili metala), da se redovno održavaju, čiste i dezinfikuju, a poželjno je i da mogu da se zatvore. Mesto za privremeno uskladištenje otpada treba da je dovoljno udaljeno od prostorija u kojima se rukuje hranom, da se lako čisti i da je zaštićeno od štetočina. Mesta za odlaganje otpada moraju da zadovolje odgovarajuće higijenske zahteve i da budu zaštićena od štetočina zbog sprečavanja zagađenja životne sredine (Poglavlje IX).

Postupanja sa hranom tokom proizvodnje, prerade i distribucije

Prijem sirovina za proizvodnju hrane

Sirovine i druge sastojke treba pregledati i odvajati pre početka proizvodnje ili prerade hrane. Sirovine i sastojci koji sadrže parazite, nepoželjne mikroorganizme i njihove toksine, pesticide, veterinarske lekove, i slično, nisu prihvatljivi za prijem. Gde god postoji mogućnost, sirove materijale treba razvrstavati prema utvrđenoj specifikaciji, a ukoliko je neophodno, laboratorijskom proverom se utvrđuje da li je određena sirovina pogodna za upotrebu. Snabdevači subjekata koji posluju sa hranom moraju da ispune

uslove dobre proizvođačke i dobre higijenske prakse, a dodatno, gde je to obavezno, primenjuju i HACCP sistem. Na ovaj način se postiže sledljivost i ustaljeni kvalitet i bezbednost ulaznih materijala, što doprinosi kvalitetu i bezbednosti finalnih proizvoda. Ukoliko dođe do promene izvora snabdevanja, novi dobavljač mora da poseduje potvrdu o uslovima kvaliteta koja je zaključena po istim osnovama kao i sa prethodnim snabdevačem.

Sprečavanje kontaminacije hrane

U objektu za hranu i tokom svake manipulacije hranom, neophodno je sprečiti direktnu ili indirektnu biološku, hemijsku i fizičku kontaminaciju ili je ukloniti odmah po uočavanju. Biološka (prevashodno mikrobiološka) kontaminacija može da nastane prenosom organizama na hranu direktno iz sirovina (ili sirove hrane), kontaktom sa kontaminiranom drugom hranom ili površinama u objektu za hranu, prskanjem i aerosolom, kao i putem rukovalaca hranom. Stoga su inspekcija sirovina i pravilna sanitacija (čišćenje i dezinfekcija) opreme i radnih površina, ključne u prevenciji i uklanjanju mikrobiološke kontaminacije. Fizička kontaminacija hrane (drvo, metal, staklo, plastika, itd.) nastaje najčešće od samih radnika (tj. nošenje nakita, i slično) ili od uređaja/opreme. Poštovanje lične higijene i pravilno održavanje opreme služe prevenciji fizičke kontaminacije hrane. Hemijska kontaminacija hrane najčešće potiče od materijala za sanitaciju ili materijala za održavanje opreme i uređaja. Pravilno čuvanje i primena ovih materijala su preduslov prevencije hemijske kontaminacije hrane.

Održavanje temperature i drugih ambijentalnih faktora

Topla i vlažna hrana je idealna sredina za razmnožavanje patogena i mikroorganizama koji izazivaju kvar namirnica. Niske temperature i suve površine inhibišu ili onemogućavaju rast bakterija i gljivica i produžavaju upotrebljivost prehrambenih proizvoda. Stoga je, radi očuvanja bezbednosti i upotrebljivosti hrane, važno da se temperature i ostali ambijentalni faktori održavaju na način i u meri u kojoj je to neophodno. Prekid održavanja kontinuiteta neophodne i/ili propisane temperature hlađenja ubrzava rast bakterija u lancu hrane i ozbiljno ugrožava bezbednost proizvoda. Pored toga, primena visokih temperatura (toplotna obrada) tokom procesa proizvodnje ili prerade hrane mora da bude dovoljno dugog trajanja i na odgovarajuće visokim temperaturama, kako bi se uništili ciljani mikroorganizmi, prvenstveno alimentarni patogeni otporni na toplotu (Poglavlje XIV).

Položaj, raspored, veličina i uređenje prostorija moraju da budu takvi da omogućavaju postizanje i održavanje željene temperature i drugih važnih ambijentalnih faktora samih prostorija i hrane i za vreme najvećeg obima proizvodnje. Takođe, ambijentalna temperatura i drugi faktori moraju biti optimizovani. Na primer, prostorije za rasecanje/otkoštavanje podrazumevaju ambijentalnu temperaturu od 12°C. Ova temperatura predstavlja balans između kontrole rasta mikroorganizama i uslova rada i zdravlja radnika (tj. iako bi niža temperatura, npr. 4°C bila poželjna sa gledišta inhibicije mikroorganizama, ona bi predstavljala profesionalni hazard za ljude). Takođe, i sama količina hrane u objektu mora biti optimizovana jer prekomerno nakupljanje hrane (npr. trupova u hladnjači) dovodi do pretrpanosti prostora, a time i znatno otežanog ostvarivanja predviđenih ambijentalnih uslova.

Zavisno od specifičnih raspona vrednosti koje se zahtevaju za držanje/čuvanje pojedinih vrsta proizvoda, različite grupe proizvoda treba držati odvojeno, u posebnim

prostorima ili prostorijama. Uređaje za hlađenje, smrzavanje i toplotnu obradu hrane, strujanje vazduha i održavanje vlažnosti, itd., treba podesiti na odgovarajuće parametre za svaki proizvod. Posebno je potrebno voditi računa da ti uređaji mogu ispravno da funkcionišu na temperaturi prostora u kome se oprema nalazi, relativnoj vlažnosti i cirkulaciji vazduha, temperaturi proizvoda na početku i na kraju procesa proizvodnje, prerade ili čuvanja hrane, unetoj zapremini i prostoru između proizvoda, vremenskom trajanju punjenja i pražnjenja uređaja/prostorije, kao i učestalosti sprovođenja ovih postupaka, itd.

Ispravnost uređaja za održavanje i merenje temperature i ostalih faktora, postiže se upoređivanjem sa propisanim standardom svaki put kada postoji sumnja u njihovu ispravnost. Podatke o broju uređaja, datumu i rezultatu provere treba uvek zabeležiti. Nisku temperaturu, koja sprečava rast mikroorganizama, neophodno je održavati neprekidno duž čitavog lanca hrane životinjskog porekla. Periode kada postoji rizik da hrana bude van određenog temperaturnog režima, naročito u toku prevoza, isporuke, izlaganja i posluživanja, treba što više ograničiti.

Pakovanje hrane

Cilj pakovanja hrane je da se spreči njena naknadna kontaminacija (mikrobiološka, fizička, hemijska), spreče fizička oštećenja hrane tokom njenog daljeg rukovanja, kao i da omogući pravilno označavanje (tj. deklarisanje) proizvoda. Pod uslovima predviđenim za korišćenje i čuvanje hrane, materijali i gasovi upotrebljeni za pakovanje moraju da budu bezbedni (tj. neotrovni) za rukovaoce i potrošače hrane, kao i da ne utiču negativno na upotrebljivost hrane. Još prilikom izgradnje objekta za hranu, treba voditi računa o tome da se skladištenje uvijenih i upakovanih proizvoda ne obavlja na podu, da se skladištenje obavlja na higijenski način, da se obezbede odgovarajući uslovi za čuvanje materijala za uvijanje/pakovanje pre njihove upotrebe, kao i da se obezbeđuje odvojeno skladištenje upakovanih od neupakovanih namirnica. Dalje, neophodno je redovno pregledati materijale za uvijanje i pakovanje, kako se ne bi došlo do naseljavanja štetočina.

Za pakovanje hrane se koriste materijali pogodni za kontakt sa hranom i koji ne utiču štetno na organoleptičke osobine hrane (prevashodno miris i ukus). Materijal za pakovanje mora da deluje zaštitno i ne sme da bude izvor kontaminacije proizvoda. Za višekratnu upotrebu se koriste posude koje se mogu čistiti i dezinfikovati (npr. od čvrste plastike) pre svake upotrebe. Sa povratnom ambalažom treba pažljivo postupati da bi ostala u dobrom stanju, što je neophodno da bi čišćenje i dezinfekcija bili uspešno sprovedeni. Potrebno je što više smanjiti vremenski razmak između pripreme ambalaže, pripreme hrane i samog pakovanja, da bi se smanjila mogućnost kontaminacije tokom tog vremena, a i samo pakovanje treba obaviti za što kraće vreme, kako se lanac hlađenja ne bi u većoj meri narušio. U cilju sprečavanja unakrsne kontaminacije između neupakovane i upakovane hrane, potrebno ih je držati u zasebnim prostorijama. Alternativa je držanje u istoj prostoriji, ali u različito vreme ili u isto vreme sa stalnom pregradom, koja se može čistiti i dezinfikovati, kao i uz postavljanje prekrivača koji onemogućava prenošenje mikroorganizama putem vazduha.

Transport hrane

Prilikom utovara, istovara i prevoza, hrana i njeni sastojci moraju da budu zaštićeni od štetnog uticaja bioloških, fizičkih i hemijskih hazarda, kao i od prisustva

štetočina. Nedovoljno očišćena, loše održavana i neodgovarajuća transportna sredstva i kontejneri, uključujući i nepotpunu odvojenost upakovanih od neupakovanih namirnica, stvaraju uslove za unakrsnu kontaminaciju hrane tokom transporta. Da bi se izbeglo prenošenje kontaminacije između različitih pošiljaka, transportna sredstva moraju biti oprana i dezinfikovana između njih. Vozila i kontejnere treba tretirati i spolja i iznutra, uz upotrebu vode pod pritiskom. Vrata za utovar opranih i dezinfikovanih vozila i kontejnera se moraju držati zatvorena do novog utovara. Vozače i osoblje na utovaru i istovaru hrane treba obučiti o uticaju prevoza na bezbednost hrane. Potrebno je objasniti postupke pravilnog čišćenja, odvajanja čistog od nečistog tovara i upakovane od neupakovane hrane, kao i o značaju pridržavanja uputstava i pravovremene prijave grešaka.

U pogledu odvajanje hrane, neupakovana hrana se prevozi u posebnom vozilu/kontejneru ili u istom vozilu u kome se transportuje i upakovana hrana, ali u različito vreme ili u isto vreme sa već opisanim pregradama i prekrivačima. Kada se neupakovana hrana prevozi uzastopno u transportnom sredstvu, tovarni prostor vozila i kontejnere treba oprati i dezinfikovati posle svake ture. Neupakovanu hranu treba postaviti tako da ne dođe u dodir sa njihovim podom i zidovima.

Transportna sredstva sa rashladnim uređajima se isključivo koriste za održavanje postignute temperature, a ne u cilju dodatnog hlađenja hrane. Da bi se tokom prevoza temperatura hrane sačuvala na željenom nivou, potrebno je posebno voditi računa o temperaturi proizvoda prilikom unošenja i iznošenja iz vozila, vremenskom trajanju, kao i učestalosti utovara i istovara, količini hrane koja se prevozi, slobodnom prostoru između proizvoda, kao i temperaturi, relativnoj vlažnosti i cirkulaciji vazduha u transportnom sredstvu.

Lična higijena zaposlenih i posetilaca

Svi zaposleni koji dolaze u dodir sa hranom moraju da održavaju ličnu higijenu na visokom nivou, da budu zdravi, odnosno da ne boluju od bolesti ili stanja koja su prenosiva preko hrane, kao i da se ponašaju na način da ne kontaminiraju hranu. Takođe, u prostorijama gde se vrši proizvodnja, prerada i bilo koji oblik rukovanja hranom, posetioci moraju da nose zaštitnu odeću, kao i da ispunjavaju sve ostale uslove u pogledu zdravlja, lične čistoće i svih higijenskih pravila ponašanja, na isti način kao i sami zaposleni.

Zdravstveno stanje

Da bi zaposleni mogli da obavljaju poslove u vezi sa hranom, neophodno je da budu dobrog zdravstvenog stanja i da to potvrde važećim lekarskim uverenjem. Redovni zdravstveni pregled, u propisanim vremenskim intervalima, obaveza je i zaposlenog i poslodavca, a evidencija se vodi u sanitarnim knjižicama. Svi zaposleni moraju biti jasno upućeni na obavezu prijavljivanja pretpostavljenima u vezi bilo kog poremećaja zdravstvenog stanja, a naročito ukoliko primete simptome žutice, proliva, povraćanja, groznice, zapaljenja grla sa povišenom temperaturom, vidljivo inficiranih povreda kože, zapaljenja uha, oka ili nosa. Nakon toga, pretpostavljeni razmatraju potrebu za lekarskim pregledom i/ili isključenje radnika iz postupaka rukovanja hranom. U slučaju da je zaposleni upućen na bolovanje, povratak na radno mesto je moguć jedino uz saglasnost lekara.

Lična čistoća i ponašanje

Tokom obavljanja radnih aktivnosti, svi koji obavljaju poslove vezane za hranu, moraju da održavaju visok stepen lične čistoće i da nose čistu radnu/zaštitnu odeću i obuću. Sa istom radnom/zaštitnom odećom, osoblje ne treba da izlazi van prostorija ili objekata gde se radi sa hranom, a naročito da se, zatim, u njih vraća (npr. nakon odlazaka u kantu, do kancelarije i sl.). Pri takvim izlascima i ulascima, u oba smera, zaštitna odeća mora da se presvuče i primeni uobičajeni postupak održavanja higijene. Zabranjeno je nošenje nakita, satova, veštačkih noktiju, lakova za nokte, parfemiranih krema, mobilnih telefona, kao i svih drugih predmeta koji mogu da kontaminiraju hranu. Osoblje ne treba da puši, pljuje, žvaće/jede (osim u prostorijama za te namene), kija i kašlje, naročito u okolini neupakovane/nezaštićene hrane. Poželjno je da se neophodno kretanje osoblja odvija samo iz čistih u nečiste delove objekta, a ne obrnuto, kako bi se umanjila mogućnost unakrsne kontaminacije – npr. zaprljanom radnom/zaštitnom odećom i obućom. Kada je neizbežno da zaposleni pređu iz nečistih u čiste prostorije, važno je da se, pre ulaska u čisti deo, promene mantili i kape, kao i opere ili promeni obuća i operu ruke. Da bi zaposleni mogli da ispune postavljene norme, neophodno je da im se pruži kratko i jednostavno pisano uputstvo šta se od njih očekuje u pogledu čistoće i ponašanja.

Zaposleni treba da nose odgovarajuću (čistu i suhu) radnu/zaštitnu odeću čija je osnovna svrha da zaštiti hranu od kontaminacije i da zaštiti zaposlene od potencijalnih hazarda iz hrane (naročito sirovina). Osoblje koje radi u proizvodnim prostorijama i dolazi u neposredni dodir sa sirovinama i proizvodima obavezno je da koristi radnu odeću i obuću svetle (bele) boje, a kada je to potrebno i zaštitnu odeću i obuću. Radnu/zaštitnu odeću čine mantili, kombinezoni, kecelje, rukavice, kape, čizme i zaštitnici za obuću (tkzv. kaljače). U prostorijama gde se rukuje sa hranom, radna/zaštitna odeća treba potpuno da prekriva ličnu odeću. Sva kosa treba da je ispod kape, a maske da prekrivaju bradu i brkove. Poželjno je da boja zaštitne odeće bude svetla, da bi se lakše uočilo kada se zaprlja, kao i da bude napravljena od trajnog materijala koji može da se pere na visokim temperaturama. Odeća za jednokratnu upotrebu treba da bude dovoljno čvrsta da može da posluži svojoj svrsi. Radna/zaštitna odeća se čuva na čistom i za to predviđenom mestu, a upotrebljena se odlaže u označene kontejnere.

Zaposlenima u kontaktu sa hranom treba omogućiti pranje ruku, a posebno na početku rada sa hranom, nakon rukovanja sa sirovom hranom ili bilo kojim kontaminiranim materijalom, kao i odmah nakon upotrebe toaleta. Čiste ruke su posebna pretpostavka lične čistoće i zaposlene je neophodno uputiti kako da pranje ruku obavljaju na odgovarajući način. Nošenje radnih/zaštitnih rukavica ne menja postupak pranja ruku. Neophodno je postojanje dovoljnog broja umivaonika sa odgovarajućim sapunima i papirnim ubrusima za jednokratnu upotrebu. Fenovi za sušenje ruku nisu poželjni jer mogu da dovedu do širenja štetnih agenasa putem kapljica i aerosola.

Obuka u radu sa hranom

Nivo svesti i odgovornosti

Zaposleni u proizvodnji ili rukovanju hranom mogu da budu značajan izvor kontaminacije hrane, ukoliko lična higijena i ponašanje nisu na odgovarajućem nivou. Loša radna praksa i odstupanje od uputstava za rad, povećavaju mogućnost biološke, hemijske i fizičke kontaminacije. Zaposleni u industriji hrane, stoga, moraju uspešno da prođu odgovarajuću obuku i dobiju odgovarajuća uputstva, kako bi razumeli sve posledice svoga rada. Jasnoća i razumljivost obuke i uputstava za rad, uz efektivno

nadgledanje, od suštinskog su značaja za obavljanje poslova sa hranom na higijenski i bezbedan način.

Programi obuke

Obuka je postupak učenja u kojem zaposleni stiču znanje, veštine i stav neophodan da bi radne zadatke izvodili uspešno i u skladu sa zahtevima. Uputstva su podaci koji se pružaju zaposlenima kako bi znali šta tačno i na koji način treba da rade. Nadgledanje je postupak kojim se prati izvršavanje i način obavljanja poslova u cilju zadovoljenja postavljenih standarda. Izbor metode obuke, kao i načina davanja uputstava zavisi od subjekta koji posluje hranom. Obuku je neophodno podeliti na nivoe (u skladu sa nivoima rada), kako bi svi zaposleni stekli potrebna i adekvatna znanja i veštine. Nadležni treba da planiraju i vode pregledne zapise o tome koja je vrsta obuke izvedena, a koja tek predstoji da se pruži zaposlenima, da bi oni mogli samostalno da rade. Zaposlene treba obučiti i uputiti o higijeni hrane, najmanje do nivoa potrebnog za poslove koje obavljaju. Na početku zaposlenja, zaposlenima treba pružiti uvodnu obuku da bi ostvarili predznanje o načelima bezbednosti hrane i osnovnim principima lične higijene i zdravlja. Sem zaposlenih, i ostala lica koja ulaze u područja u kojima se rukuje i postupaju sa hranom, treba da se pridržavaju ovih načela.

Nadzor nad stečenim znanjem i nivoom obuke

Pored redovnog nadzora, potrebna je povremena provera uspešnosti obuke i programa obuke, odnosno obučenosti osoblja, da bi se potvrdilo da su postupci sprovedeni na ispravan način. Takođe, rukovodeća lica u subjektu koji posluje hranom, kao i lica koja obavljaju nadzor, treba da poseduju odgovarajući (nešto viši) nivo znanja o higijeni hrane i higijenskog rada, kako bi bili sposobni da procene moguće opasnosti i preduzmu mere za otklanjanje nedostataka. Obuku je potrebno periodično obnavljati, pošto često vremenom nastupaju promene u određenim okolnostima.

Podaci o proizvodu namenjeni potrošačima, sledljivost i opozivanje proizvoda

Podaci o proizvodu namenjeni potrošačima

Potrošači treba da imaju dovoljno saznanja o higijeni hrane da bi mogli da shvate značaj i upotrebljivost raspoloživih podataka o hrani, da biraju namirnice tako da zadovolje lične sklonosti i potrebe, kao i da spreče kontaminaciju, rast ili preživljavanje patogena iz hrane njenim pravilnim čuvanjem, pripremom i korišćenjem. Podaci o hrani koji su namenjeni potrošačima treba da se jasno razlikuju od onih namenjenih korisnicima u industriji i trgovcima, posebno što se tiče deklarisanja (tj. etiketa). Nepotpuni ili neodgovarajući podaci o hrani i/ili neodgovarajuće znanje o opštoj higijeni hrane, mogu da dovedu do pogrešnog postupanja potrošača sa hranom. Takve greške mogu da dovedu do nastanka alimentarnih oboljenja ili da hranu učine pokvarenom ili na drugi način neupotrebljivom, čak i ukoliko su prethodne mere osiguranja higijene u lancu hrane sprovedene na odgovarajući način.

Na svim prehrambenim proizvodima treba da se nalaze podaci koji će omogućiti potrošačima da bezbedno i pravilno čuvaju, pripremaju, postupaju i koriste dati proizvod. Programi obuke o javnom zdravlju i higijeni hrane treba da čine osnovu edukacije

potrošača (najčešće putem medija). Takvi programi omogućavaju potrošačima da shvate značaj podataka o hrani i da poštuju uputstva priložena uz proizvode, kao i da biraju hranu na osnovu datih informacija. Posebno, potrošači bi trebalo da budu dobro obavješteni o povezanosti roka upotrebe i temperature na kojoj se namirnica čuva, sa bolestima koje mogu da nastanu putem hrane.

Sledljivost proizvoda

Raspologanje podacima o dobavljačima i kupcima u svakoj fazi lanca hrane omogućuje sledljivost proizvoda kroz ceo lanac hrane (Poglavlje I). Cilj ovakvog pristupa je da u slučaju potrebe (npr. ako proizvod nije odgovarajućeg kvaliteta i/ili bezbedan), određena pošiljka prehrambenih proizvoda može za kratko vreme da se povuče sa tržišta. Upotreba zdravstvenih i identifikacionih markica za životinje i proizvode životinjskog porekla je jedan element sistema sledljivosti duž lanca hrane. Svi subjekti koji posluju hranom moraju da imaju pouzdan način utvrđivanja od koga primaju i kome šalju proizvode. Ovi podaci moraju da budu dostupni na uvid nadležnim organima. Takođe, odgovarajući zapisi o proizvodnje, preradi ili distribuciji hrane treba da se čuvaju i nakon isteka roka upotrebe proizvoda.

Mogućnost praćenja proizvoda od dobavljača do potrošača, kao i obrnuto, se označava kao pristup „korak nazad - korak napred“. Odnosni podaci treba da sadrže ime i adresu snabdevača i/ili kupca, opis proizvoda, kao i datum njegovog primanja ili isporuke. Međutim, krajnji korisnici (npr. individualni potrošači) ne moraju da se identifikuju ukoliko koriste prehrambene proizvode samo za ličnu upotrebu, a ne za bilo kakve druge poslove vezane za hranu (npr. prerada hrane). Osoblje koje je zaduženo za čuvanje zapisa o dobavljačima i kupcima mora da bude svesno važnosti ovih podataka.

Identifikacione oznake se postavljaju na proizvode namenjene tržištu, i to pre iznošenja iz objekta. Identifikaciona oznaka se može primeniti samo za proizvode iz objekata koji su prethodno ispunili odgovarajuće propisane uslove. Ukoliko subjekat koji posluje hranom pravi proizvod koji istovremeno sadrži hranu čije je identifikaciono označavanje obavezno (npr. da je u pitanju hrana životinjskog porekla) i hranu na koju se ovakav način označavanja ne odnosi (npr. biljnog porekla), takav proizvod može da se označava jednom identifikacionom oznakom. Ukoliko je sa proizvoda uklonjen materijal za pakovanje (uključujući radi provere), ili je postavljen novi, ili je pak izvršeno prepakivanje ili dodatna obrada proizvoda, potrebno je postaviti novu identifikacionu oznaku na mestu prethodne. Identifikaciona oznaka treba da je jasno uočljiva za nadležne službe, čitka, neizbrisiva i sa lako prepoznatljivim oznakama, kao i da sadrži naziv ili skraćenicu države iz koje je subjekat koji posluje hranom ili iz koje proizvod potiče, kao i registarski broj, odnosno broj odobrenja objekta. Oznake se postavljaju otiskivanjem neposredno na proizvod (korišćenjem odobrenih boja), na materijal za umotavanje ili na pakovanje, štampanjem na etiketu nalepljenu na proizvod, materijal za umotavanje ili pakovanje, ili pak u obliku neuklonjive oznake, napravljene od trajnog materijala. Ukoliko će proizvod biti neposredno isporučen krajnjim korisnicima, identifikaciona oznaka se može postaviti samo na spoljašnju površinu pakovanja. Identifikaciona oznaka treba da se postavi na način da se njena celovitost prilikom otvaranja nepovratno naruši, odnosno, da postanu neupotrebljive ukoliko se umotani ili upakovani prehrambeni proizvod otvori. Pri slanju proizvoda u drugi subjekat koji posluje hranom na dodatnu obradu, uvijanje ili pakovanje, identifikaciona oznaka se može postaviti na zapečaćeni kontejner ili na veliko, zbirno/zajedničko pakovanje.

Opozivanje proizvoda

U slučaju dokazano nebezbedne ili sumnjive hrane na tržištu, uprava subjekta koji posluje hranom je dužna da obezbedi primenu delotvornih postupaka, kojima se omogućava brzo i potpuno opozivanje te hrane, odnosno serije hrane, sa tržišta. Jasno je da je sledljivost osnovni preduslov opozivanja hrane. Ukoliko je proizvod povučen usled neposrednog i trenutnog ugrožavanja zdravlja, ostala hrana proizvedena pod sličnim uslovima, koja može da predstavlja sličnu pretnju po javno zdravlje, treba da bude procenjena u smislu bezbednosti i da, ukoliko je potrebno, takođe bude povučena. U svakom slučaju, potrebno je razmotriti i mogućnost za javno upozorenje. Povučene proizvode treba držati pod nadzorom sve dok ne budu uništeni, upotrebljeni u druge svrhe osim za ishranu ljudi, ili pak upotrebljeni za ishranu ljudi, ukoliko se naknadno ustanovi da su bezbedni ili ponovo obrađeni na način koji osigurava njihovu bezbednu primenu.

SANITACIJA U INDUSTRIJI HRANE

Sanitacija (tj. čišćenje i dezinfekcija) predstavlja jedan od redovnih postupaka u poslovanju hranom koji služi prevenciji kontaminacije hrane, a odnosi se primarno na same ljude (ruke i odeća/obuća) koji rukuju hranom, sredstva (opremu i alate) za rad, kao i radne i sve druge zaprljane površine. U pogledu pranja ruku, ovaj proces bi trebalo da traje najmanje 20 sekundi i ima 5 koraka: 1) kvašenje ruku, 2) nanošenje sapuna, 3) trljanje ruku, 4) ispiranje i 5) sušenje ruku. U pogledu sanitacije opreme i površina, postupak se takođe sastoji iz pet koraka: 1) pripremno čišćenje koje podrazumeva četkanje, struganje i brisanje nečistoće i ostataka hrane, uz ispiranje higijenski ispravnom vodom, 2) glavno čišćenje, koje čini ribanje površine koja je prethodno natopljena rastvorom deterdženta, sa ciljem da se ukloni mast i preostala nečistoća, 3) ispiranje vodom radi uklanjanja deterdženta, razložene nečistoće i preostalih ostataka hrane, 4) upotreba dezinficijensa, i 5) temeljno ispiranje vodom.

Sanitacija može biti pripremna sanitacija i sanitacija u procesu/postupku. Postupkom pripreme sanitacije se ostvaruje neophodni nivo čistoće prostorija, opreme i sredstava, pre samog početka rada. Čiste prostorije, oprema i sredstva na početku rada su proizvodni uslovi u kojima nema nečistoća, kao i ostataka hemijskih i drugih štetnih supstanci koje bi mogle da kontaminiraju hranu. Osnovni postupci pripreme sanitacije obuhvataju svakodnevne i rutinske higijenske mere kao što su čišćenje kontaktnih površina prostorija, opreme i sredstava. Sanitacija u postupku podrazumeva čišćenje, pranje i dezinfekciju opreme i sredstava, kada god je to potrebno tokom proizvodnje i rukovanja hranom, kao i kada je potrebno za vreme pauza i između smena. Takođe, u samu sanitaciju u postupku spada i održavanje higijene zaposlenih (tj. lična higijena i čistoća radne/zaštitne odeće i obuće). Za održavanje čistoće mogu da se koriste deterdženti (služe da rastvaraju/disperguju masti i uklanjaju nečistoću), dezinficijensi (smanjuju broj mikroorganizama na prihvatljiv nivo, ali samo ako su prethodno uklonjeni mast, organske i druge nečistoće sa tretirane površine), kao i razni „sanitajzeri” (istovremeno sadrže deterdžente i dezinficijense). Za čišćenje zatvorenog prostora treba koristiti sredstva koja sa vodom deluju na nižim temperaturama jer se time izbegava prekomerno isparavanje, kondenzacija i rast buđi.

Preduslovi uspešne sanitacije su adekvatno prethodno čišćenje, upotreba pravilnog dezinficijensa i na pravi način, kao i pravilno ispiranje dezinficijensa. Svakako da je uslov pravilne sanitacije i poštovanje standardne sanitarne radne procedure. SSOP mora da

sadrži podatke o svakodnevним postupcima koji se koriste pre početka rada i u toku rada, a mora da se i redovno ažurira, kako bi pratio nastale promene u opremi, objektu, postupcima i tehnologiji. Zaposleni koji su određeni kao odgovorni za sprovođenje i održavanje SSOP, prate i ocenjuju uspešnost SSOP, ali i odlučuju o potrebnim ispravkama procedura ukoliko je potrebno. Oni vrše i procenu efikasnosti sanitacije organoleptičkim (npr. vidom, dodirrom, mirisom), hemijskim (npr. proveravanje nivoa hlora), kao i mikrobiološkim ispitivanjima samih proizvoda, opreme ili površina.

Tačni metodi, učestalost ispitivanja i način vođenja zapisa u okviru monitoringa efektivnosti SSOPs moraju da budu navedeni u njima. Praćenje pripreme sanitacije treba da dokumentuje uspešnost čišćenja objekta, opreme i sredstava koji dolaze u neposredan dodir sa hranom. Praćenje sanitacije u procesu treba da dokumentuje pridržavanje SSOP u toku rada, uključujući i postupke otkrivanja i ispravljanja grešaka ili okolnosti pod kojima je došlo do kontaminacije (npr. iz okruženja ili zbog načina rada zaposlenih). Svi podaci o praćenju pripreme sanitacije i sanitacije u procesu, uključujući i korektivne mere, moraju da se čuvaju tokom određenog perioda koji omogućava nadzornom organu pristup i analizu ovih informacija.

VODA U INDUSTRIJI HRANE

Snabdevanje vodom

Adekvatna snabdevenost vodom subjekata koji posluju hranom je deo preduslovnih programa u njima. Voda primarno služi kao sastojak hrane, za sanitaciju tokom procesa rukovanja hranom (pranje ruku, opreme, površina) ili za održavanje određenih sistema u pogonima. Svaki subjekat koji posluje hranom mora da poseduje sistem snabdevanja vodom koji je dovoljnog kapaciteta da bi konstantno tokom radnih operacija mogao da zadovolji najveće potrebe za vodom. Voda može biti dopremana direktno iz javnog vodovoda ili se pak može skladištiti pre upotrebe. Rezervoari za skladištenje vode moraju da budu obezbeđeni od oštećenja i zloupotreba, napravljeni od nekorodirajućeg materijala i koji ne dovodi do hemijske kontaminacije, kao i da postoji mogućnost da se redovno u potpunosti isprazne i čiste.

U proizvodnji i rukovanju hranom koristi se isključivo voda za piće. Uslovi u pogledu snabdevanja vodom za piće, kao i kvaliteta vode za piće su zakonski regulisani. Izvor vode za piće može da pripada javnom vodovodu ili da je u privatnom vlasništvu. U oba slučaja voda mora da zadovolji sve zakonom propisane uslove. Proveru higijenske ispravnosti vode redovno obavljaju nadležni organi i ustanove, unapred propisanim i utvrđenim postupcima. Pored obaveznih zvaničnih provera, svaki subjekat koji posluje hranom može i dodatno da proverava kvalitet/ispravnost vode, pri čemu može da koristi interne postupke i metode.

Ukoliko postoji i dodatni sistem sa vodom koja ne odgovara standardu za higijensku ispravnost vode za piće (tj. sistem vode za tehničke svrhe), u objektu mora da postoji i plan takvog razvoda u cilju njegovog nadzora i održavanja. Voda koja nije kvaliteta vode za piće ne sme da dolazi u dodir sa hranom. Cevovod razvoda vode za tehničke svrhe (npr. voda za potrebe protivpožarne zaštite, proizvodnje pare/kotlarnicu, rashladnih uređaja), mora biti potpuno odvojen od cevovoda vode za piće kako ne bi došlo do njihovog mešanja i mora vidno i jasno da bude označen.

U subjektima koji posluju hranom, neophodno je i postojanje plana razvoda cevovoda sistema za snabdevanje vodom jer takav plan služi za pravilan nadzor i

održavanje ovog sistema. Čišćenje celokupnog sistema treba da se sprovodi u vremenskim razmacima koji su dovoljno česti da se obezbedi željeni kvalitet vode. Dobro održavan sistem, uz redovnu proveru na prisustvo oštećenja, korozije i curenja, jedan je od uslova sprečavanja kontaminacije hrane. Učestalost ovih postupaka zavisi od osmišljenosti sistema i stanja u kojem se nalazi. Potrebno je voditi tačnu i urednu dokumentaciju o stanju sistema utvrđenom tokom tih provera, kao i o svim preduzetim merama. Ukoliko se koriste filteri za prečišćavanje, treba ih povremeno čistiti i održavati, kako bi služili svojoj nameni. Samo ovlašćena lica mogu da hlorigu vodu na privatnim izvorima. Tvrda voda može da se omekšava radi smanjenja nakupljanja kamenca i boljeg dejstva deterdženata (pritom treba da se vodi računa da omekšivači ne budu mogući izvor kontaminacije). Osoblju je potrebno ukazati na značaj i neophodnost upotrebe vode za piće, uključujući tu led i paru, ali i naglasiti da koriste samo vodu koja potiče iz kontrolisanih i ispravnih izvora. Takođe, potrebno je obezbediti da lica koja rukuju sa hranom budu obučena i upućena u vezi vode u meri u kojoj njihov posao to zahteva. Ukoliko se jave bilo kakve neispravnosti funkcionisanja snabdevanja vodom, osoblje je obavezno da odmah obavesti nadležnog rukovodioca.

Ukoliko se reciklirana voda koristi u proizvodnji ili kao sastojak, treba da zadovolji iste uslove kao i voda za piće. Neophodno je svakodnevno proveravati njen kvalitet i o tome voditi zapise. Svako odstupanje od zahtevanog minimalnog kvaliteta zahteva preduzimanje odgovarajućih mera, i to bez odlaganja. Led koji dolazi u dodir sa hranom, proizvodi se od vode kvaliteta vode za piće. Proizvodnja, rukovanje i skladištenje leda treba da se sprovodi na način koji će ga zaštititi od moguće kontaminacije. Kontejnere za skladištenje leda je potrebno držati zatvorene, uz redovno čišćenje i dezinfekciju, kako sami ne bi postali izvor kontaminacije. Para, koja dolazi u neposredan dodir sa hranom, treba da je proizvedena od vode za piće i da ne sadrži štetne materije. Ukoliko se posle toplotne obrade proizvoda, voda koristi za hlađenje konzervisanih proizvoda u hermetički zatvorenim kontejnerima, ona mora da ispunjava standarde kvaliteta vode za piće, odnosno da sadrži merljivu količinu rezidualnog hlora. Uz to, subjekat koji posluje hranom mora da uvede i održava efektivan sistem kontrole hermetičnosti zatvaranja kontejnera kao meru za sprečavanje prodora vode za hlađenje i kontaminacije sadržaja konzervisanog proizvoda.

Kvalitet vode

Pošto je jasno da voda može da bude izvor brojnih štetnih agenasa, njen kvalitet i ispravnost predstavljaju jedan od najvažnijih uslova dobre proizvođačke i dobre higijenske prakse. Mikroorganizmi koji su indikatori kontaminacije (npr. fekalne) kao i neki patogeni mogu da prežive nedeljama u vodenoj sredini. Postoji veći broj mogućnosti za kontaminaciju vode, uključujući fekalnu kontaminaciju, postojanje bakterija unutar samog vodovodnog sistema, kao i prisustvo metala, pesticida i drugih štetnih hemijskih agenasa. Korišćenje higijenski neispravne vode predstavlja opasnost kako za bezbednost hrane, tako i za zaposlene. U cilju potvrde ispravnosti vode za piće, vrši se monitoring određenih mikrobioloških, hemijskih, organoleptičkih i drugih parametara (Tabela X-1). Rezultati koji su iznad dozvoljenih limita zahtevaju istragu uzroka, a u nekim slučajevima zabranu korišćenja otvora za snabdevanje vodom ili cisterne dok se stanje ne popravi. U pogledu osiguranja mikrobiološke ispravnosti, dostupni su različiti tretmani, kao što su ispiranje sistema hemijskim sredstvima, tretman ultravioletnim zračenjem, kao i hlorigisanje vode sa 0,5 ppm (hiperhlorigisanje je danas zabranjeno).

Tabela X-1. Parametri ispravnosti vode za piće⁴⁰

Mikrobiološki parametri		Hemijski parametri				Organoleptički i drugi parametri	
Mikroorganizam	Limit	Element	Limit	Jedinjenje	Limit	Parametar	Limit
<i>Escherichia coli</i>	0/100 ml (0/250 ml za flaširanu vodu)	Antimon	5 µg/l	Akrilamid	0,1 µg/l	Boja	prihvatljivo potrošačima (bez abnormalne promene)
		Arsen	10 µg/l	Benzen	1 µg/l	Miris	
<i>Enterococci</i>		Bor	1 mg/l	Benzopiren	0,01 µg/l	Ukus	
Ukupan broj kolonija na 22°C (72 h)	100/ml za flaširanu vodu	Kadmijum	5 µg/l	Policiklični aromatični hidrokarbonati	0,1 µg/l (ukupni)	Zamućenost	
Ukupan broj kolonija na 37°C (48 h)	20/ml za flaširanu vodu	Hrom	50 µg/l	Pesticidi	0,1 µg/l (pojedinačni) - 0,5 µg/l (ukupni)	Provodljivost	µS cm ⁻¹ na 20°C
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0/250 ml za flaširanu vodu	Bakar	2 mg/l	Cijanid	50 mg/l	pH	≥6,5 do ≤9,5
Koliformne bakterije	0/100 ml	Fluor	1,5 mg/l	1,2-dihloreten	3 µg/l	Oksidativnost	5 mg/l O ₂
<i>Clostridium perfringens</i> (uključujući spore)	0/100 ml	Olovo	10 µg/l	Tetrahloreten i trihloreten	10 µg/l	Radioaktivnost	tricijum do 100 Bq/l; ukupna indikativna doza 0,1 mSv/godišnje
		Živa	1 µg/l	Nitrat	50 mg/l		
		Nikl	20 µg/l	Nitrit	0,5 mg/l		
		Selen	10 µg/l	Bromat	10 µg/l		
		Aluminijum	200 µg/l	Epiklorohidrin	0,1 µg/l		
		Gvožđe	200 µg/l	Trihalometani	100 µg/l (ukupni)		
		Mangan	50 µg/l	Vinil hlorid	0,5 µg/l		
		Natrijum	200 µg/l	Amonijak	0,5 mg/l		
		Hlorid	250 mg/l				
		Sulfat	250 mg/l				

⁴⁰ Izvor: Direktiva 98/83/EC

XI - ANALIZA HAZARDA I KRITIČNE KONTROLNE TAČKE (HACCP)

UVOD

Pojam HACCP

Analiza hazarda i kritične kontrolne tačke (engl. *Hazard Analysis and Critical Control Points*, HACCP) predstavlja sistem koji identifikuje, procenjuje i kontroliše hazarde značajne za bezbednost hrane. HACCP je danas opšteprihvaćen sistem za upravljanje rizikom u bezbednosti hrane, iako postoje i drugi, jednostavniji ili kompleksniji, sistemi upravljanja bezbednošću hrane. HACCP sistem je zasnovan na nauci i sistematičan je, a služi da identifikuje specifične hazarde i mere za njihovu kontrolu kako bi se osigurala bezbednost hrane. Drugim rečima, to je alat koji procenjuje hazarde (to jest odnosne rizike koji su povezani sa hazardima) i uspostavlja kontrolne mere koje su po prirodi preventivne, umesto da se oslanjaju na testiranje krajnjeg proizvoda.

Uopšteno govoreći, ceo koncept HACCP podrazumeva prvo razvoj HACCP plana, zatim implementaciju tog plana u industriji hrane koji tada postaje HACCP sistem, a čije konstantno funkcionisanje treba da obezbede redovne provere (verifikacije i auditi). HACCP sistem se često naziva i tkzv. „sistemom samo-provere“, to jest ovaj sistem služi subjektima koji posluju hranom (koji praktično i „poseduju“ ovaj sistem) da sami prvo provere da li ispunjavaju zahteve i zaista osiguravaju bezbednost hrane, pre nego što se primene službene provere, odnosno nevezano za njih.

HACCP plan je dokument koji je napravljen u skladu sa principima HACCP, a čija je svrha da osigura kontrolu hazarda koji su značajni za bezbednost hrane u segmentu lanca hrane koji se razmatra. Često se u praksi koristi i termin „procedure zasnovane na principima HACCP“, to jest na sistem samokontrole koji identifikuje, procenjuje i kontroliše hazarde bitne za bezbednost hrane.

Istorijat razvoja i primene HACCP

HACCP sistem je počeo da se razvija u Sjedinjenim Američkim Državama u doba priprema za slanje prvih ljudi u svemir. HACCP je tada korišćen za postizanje maksimalne bezbednosti hrane za astronaute u američkom svemirskom programu koji je organizovala Nacionalna administracija za vazduhoplovstvo i svemir (engl. *National Aeronautics and Space Administration*, NASA). Razlog ovome je bila briga vezana za prevashodno mikrobiološku bezbednost hrane za astronaute, odnosno mogućnost ugrožavanja celokupne svemirske misije usled alimentarne bolesti, čak i u slučaju vrlo lakih simptoma. U to vreme su postojeći sistemi bezbednosti i kvaliteta hrane bili zasnovani isključivo na testiranju finalnog proizvoda (čije su mane opisane u Poglavlju XII). Stoga je bilo jasno da je potreban preventivni, što HACCP jeste, a ne reaktivni sistem za osiguranje bezbednosti hrane. Zato je 1959. godine kompanija *Pillsbury* razvila koncept za NASA-u (sa samo tri HACCP principa), koji je NASA koristila tokom 1960-ih, a od ranih 1970-ih, HACCP je počeo da se javno prezentuje i primenjuje u SAD.

Početak 1980-ih godina, Svetska zdravstvena organizacija je počela da preporučuje HACCP na globalnom nivou. Vremenom je HACCP sistem evoluirao, tokom 1990-ih je *Codex Alimentarius* preporučivao HACCP sa 5 principa koji je počeo široko da se prihvata i primenjuje u EU (obavezan od 1995. godine), pa potom sa 7 principa koji se raširio po celom svetu kao osnovni sistem za upravljanje bezbednošću hrane i to u celom lancu hrane. *Codex Alimentarius* je 1997. izdao dokument o 7 HACCP principa i njihovoj primeni. U Evropi je higijenskim paketom legislative iz 2004. godine, HACCP postao obavezan od 2006. godine u harvest i post-harvest hazi lanca hrane (dakle, osim u primarnoj proizvodnji gde je samo preporučljiv). U našoj zemlji, ovaj sistem je počeo da se implementira u industriji početkom 2000-ih godina, dok je zakonski postao obavezan od 2009. godine.

Okvir i cilj HACCP

Okvir HACCP plana predstavlja kratak opis šta sve taj plan pokriva, a potrebno je da se utvrdi unapred i na samom početku njegovog razvoja. U ovom planu su navedeni: početna i završna tačka procesa koji je pokriven HACCP planom, hazardi za bezbednost hrane u datom procesu, proizvod i njegova namenjena upotreba, potrošači proizvoda, tip pakovanja, skladištenja i distribucije proizvoda i druge informacije vezane za dobijanje i samu bezbednost proizvoda.

Glavni cilj HACCP plana je da identifikuje potencijalne hazarde i oceni na kojim tačkama proizvodnog procesa ti hazardi predstavljaju naročito visok rizik (značajni/prioritetni hazardi) za bezbednost hrane, ali i na kojima je moguće taj rizik kontrolisati - smanjiti na prihvatljivi nivo ili čak u potpunosti eliminisati. Stoga se HACCP plan fokusira na kontrolu takvih tačaka (to jest kritičnih kontrolnih tačaka) i time u potpunosti sprečava biološku, hemijsku i fizičku kontaminaciju hrane ili bar ne dozvoljava da ta kontaminacija prekorači nivo koji je utvrđen kao prihvatljiv, odnosno nastoji da eliminiše postojeću kontaminaciju ili je redukuje na prihvatljivi nivo.

Karakteristike HACCP

Glavne karakteristike HACCP su da je naučno zasnovan, deluje preventivno, u osnovi njegove izrade je ocena rizika, sistematičan je, dokumentovan i proverljiv. HACCP sistem je fokusiran na „predviđanje“ mogućih problema u vezi bezbednosti hrane i utvrđivanje mera za prevenciju nastajanja tih problema. To je značajna prednost u odnosu na neke ranije sisteme bazirane primarno na testiranju finalnih proizvoda, a kojima su problemi obično mogli da se konstatuju tek nakon što se dese, kada su moguće uglavnom samo zakasnele, reaktivne mere.

Bitna osobina svakog HACCP sistema jeste sposobnost da taj sistem prihvati promene, kao što su napredak u dizajnu opreme, postupcima obrade ili redovnim tehnološkim razvojem. Tako, jednom razvijen HACCP sistem se može podešavati prema promenama koje se mogu vremenom dešavati u okviru određenog proizvodnog procesa. U okviru modernog, integrisanog i longitudinalnog pristupa bezbednosti hrane, HACCP može da se primeni na svim tačkama duž celog lanca hrane - „od farme do trpeze”.

Dobiti od uspostavljanja i mane HACCP sistema

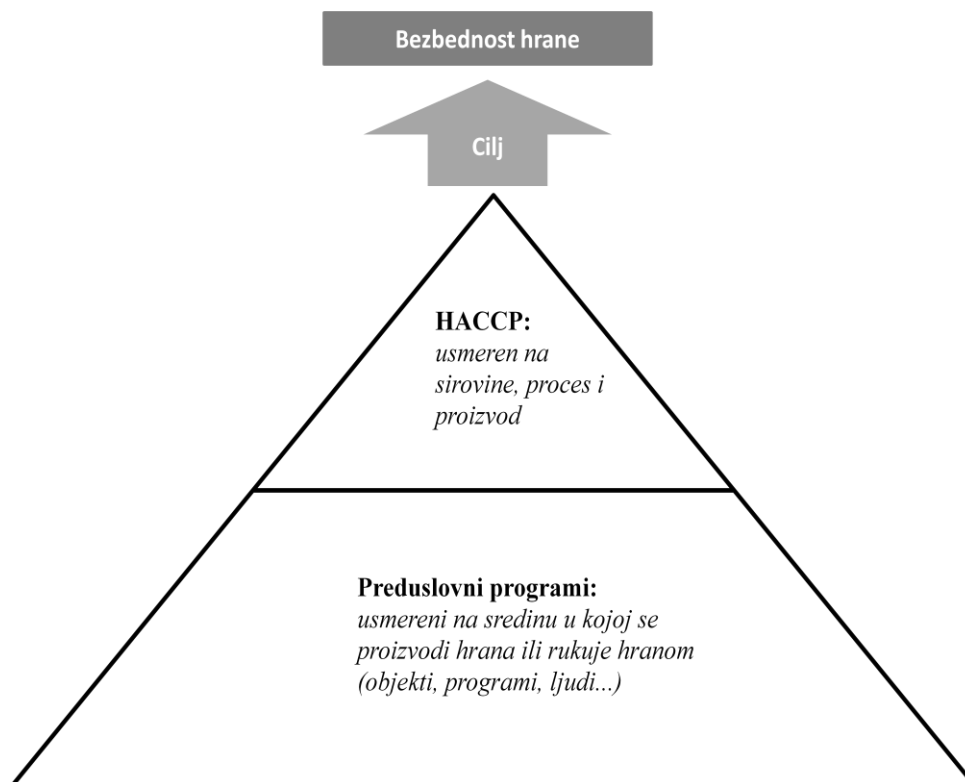
Značaj, odnosno dobiti od uspostavljanja efektivnog HACCP sistema su višestruke i to za sve učesnike u lancu hrane. Za subjekte koji se bave hranom (tj. proizvode, prerađuju, distribuiraju ili prodaju hranu), dobiti uključuju samu činjenicu bezbednije hrane kojom posluju, a u skladu sa tim i manji poslovni rizik, unapređenje i održavanje reputacije, bolju organizovanost osoblja i sveukupnu iskorišćenost vremena. Za potrošače hrane, dobiti primarno uključuju smanjenje rizika od alimentarnih bolesti. Vlade država imaju dobiti uspostavljanjem ovog sistema koja se ogledaju u racionalnijoj kontroli bezbednosti hrane (to jest korišćenju resursa prilikom inspeksijskih aktivnosti), smanjenju troškova zdravstvene nege stanovnika usled bolesti koje se prenose hranom, ali i omogućene ili olakšane međunarodne trgovine hranom usled većeg poverenja u bezbednost hrane.

Mane HACCP sistema uključuju činjenicu da njegov razvoj, implementacija i održavanje zahtevaju dodatne resurse u pogledu vremena, stručnosti i angažovanja osoblja, što u početku povećava troškove subjekta koji se bavi hranom. Takođe, postoje teškoće sa primenom HACCP sistema u malim subjektima koji se bave hranom i/ili u onim koje proizvode veliki broj različitih proizvoda. HACCP je kako specifičan za proces tako i specifičan za proizvod, što čini praktično nemogućim da se direktno prenese sa jednog na drugog proizvođača bez većih, značajnih i adekvatnih modifikacija. Stoga, svi subjekti koji se bave proizvodnjom, preradom i prometom hrane treba da razviju i primenjuju HACCP plan za svaki poseban proces, odnosno proizvod.

Preduslovi uspešne primene HACCP

Da bi sistem HACCP mogao da se razvije i da funkcioniše na adekvatan način, prethodno je neophodno da budu potpuno razvijeni i primenjeni preduslovni programi: dobra proizvođačka praksa (GMP) i dobra higijenska praksa (GHP), uključujući i standardne radne procedure (SOP) koje su praktično deo samih GMP/GHP. Nasuprot preduslovnim programima koji su univerzalno primenjivi, HACCP plan je i specifičan za proces i specifičan za proizvod, odnosno razvija se posebno za svaki proces i proizvod. Preduslovni programi i HACCP čine nerazdvojne i komplementarne delove jedne celine - upravljanja bezbednošću hrane (Šema X-1), dok se usmerenosti PRPs i HACCP razlikuju, iako imaju svekupan zajednički cilj, to jest osiguranje biološke, hemijske i fizičke bezbednosti hrane (Šema XI-1).

Uspešna primena HACCP sistema zahteva punu posvećenost i uključenost kako zaposlenih u subjektu koji se bavi hranom, tako i nadležnih organa. Takođe, ovaj sistem, naročito u slučaju velikih proizvođača, zahteva multidisciplinarni pristup koji treba da uključi stručnost u agronomiji, veterinarskom javnom zdravlju, mikrobiologiji hrane, prehrambenoj tehnologiji, zaštiti životne sredine, itd. Primena HACCP-a je kompatibilna sa implementacijom sistema upravljanja kvalitetom (kao što je ISO9000), a mnogobrojni sistemi upravljanja bezbednošću hrane (FSMS) su zasnovani na HACCP (opisani kasnije u ovom poglavlju).



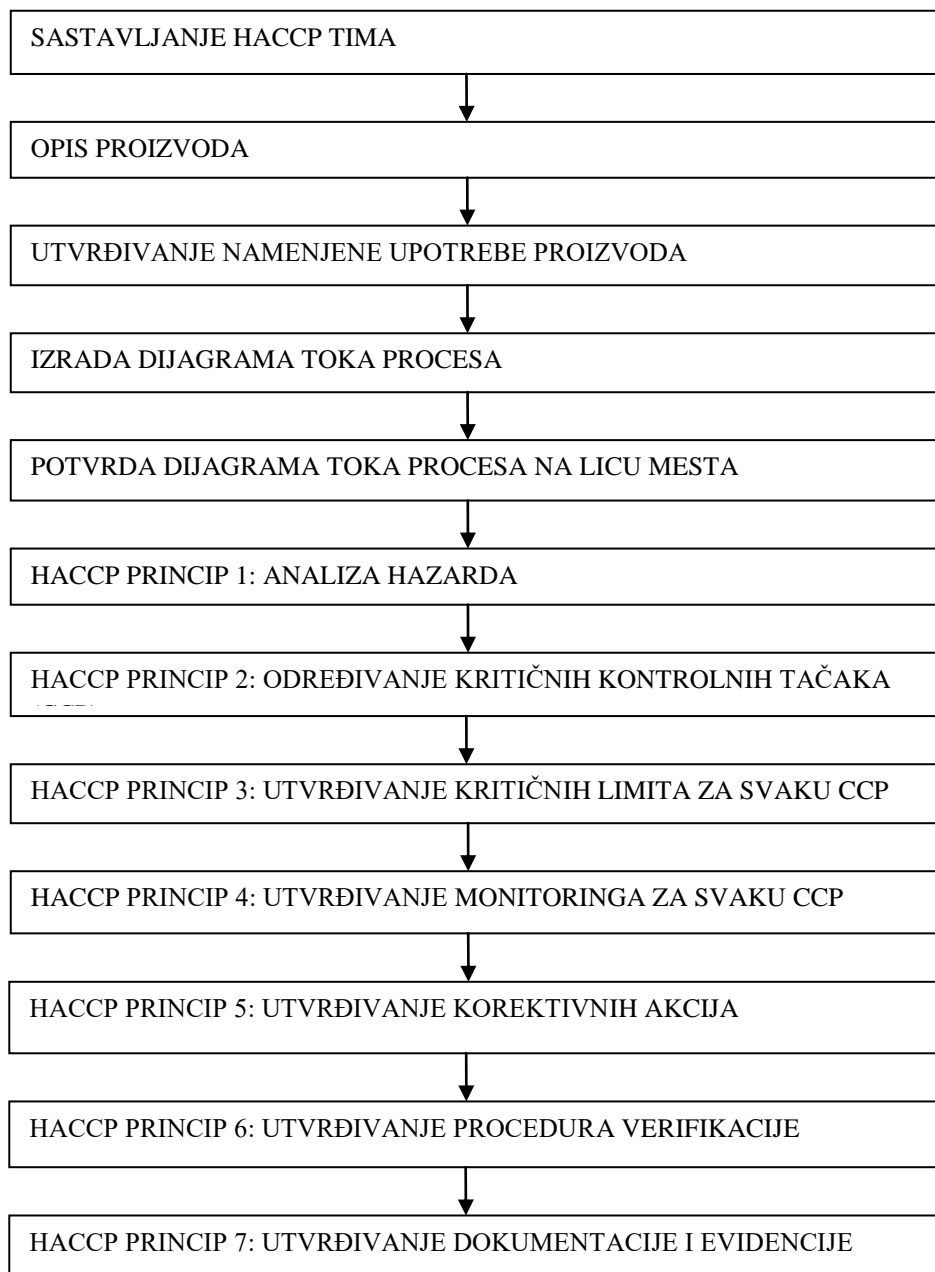
Šema XI-1. Usmerenosti preduslovnih programa i HACCP u cilju osiguranja bezbednosti hrane

RAZVOJ HACCP PLANA

Prilikom razvoja HACCP plana, neophodno je slediti određeni redosled koraka. Dvanaest koraka (tj. faza) u razvoju HACCP plana su navedeni u Šemi XI-2, a dele se na pet pred-koraka i sedam HACCP principa.

Pred-koraci u razvoju HACCP plana

Razvoj HACCP plana specifičnog za svakog proizvođača i za svaki proizvod tog proizvođača podrazumeva pet pred-koraka (tkzv. preliminarne aktivnosti) koji prethode HACCP principima. Stoga je potrebno da se u subjektu koji se bavi hranom (npr. klanica, mlekar, restoran): 1) sastavi HACCP tim, 2) opiše proizvod, 3) identifikuje namenjena upotreba proizvoda, 4) konstruiše, i 5) verifikuje dijagram toka proizvodnog procesa. Pored ovih pet pred-koraka, moguće je i dodatno da se odredi da li proizvodi mogu da se grupišu u iste proizvodne kategorije. Ovi pred-koraci su osnova kasnije identifikacije hazarda, procene rizika od njih kao i utvrđivanja kritičnih kontrolnih tačaka.



Šema XI-2. Faze u razvoju HACCP planova

Sastavljanje HACCP tima

Odgovarajuće znanje i stručnost su neophodni za implementaciju i pravilno funkcionisanje HACCP sistema. Stoga je sastavljanje HACCP tima prvi korak u razvoju HACCP plana, a ovaj tim je odgovoran za razvoj i održavanje HACCP sistema. Tim je idealno multidisciplinarni (primer u Tabeli XI-1) i kolektivno treba da poseduje sva potrebna specifična znanja o datim proizvodima i procesima, u kombinaciji sa opštim znanjima iz oblasti sistema upravljanja kvalitetom i higijene hrane (uključujući tehnologiju hrane, mikrobiologiju, hemiju i slično). Ako dovoljan nivo stručnosti nije dostupan u samom subjektu koji posluje hranom, stručnjaci se mogu angažovati i sa

strane. HACCP tim treba da bude adekvatno obučen za primenu HACCP plana kao i da služi za obuku svih ostalih zaposlenih koji rukuju hranom.

Tabela XI-1. Primer obrasca sastava HACCP tima

Rb.	Ime i prezime	Zvanje i radno mesto	Kome je odgovoran i ko njemu odgovara	Uloga i dužnosti u HACCP timu	Ime i prezime zamenika	Napomena
1.		veterinar				
2.		tehnolog				
3.		mikrobiolog				
itd.						

Odgovornosti rukovodstva subjekta (kompanije) koji se bavi hranom su da donese i sprovodi strategiju i politiku za ostvarivanje bezbednosti hrane, odnosno da imenuje HACCP tim (uključujući vođu tima), definiše okvir, obim rada tima i rokove, kao i da obezbedi sve potrebne resurse za razvoj i implementaciju HACCP. Zadaci vođe HACCP tima su da vodi razvoj i uspostavljanje HACCP plana, vodi evidenciju i dokumentaciju, planira i organizuje validaciju i verifikaciju HACCP plana, kao i da obaveštava rukovodstvo subjekta o aktivnostima koje tim sprovodi. Zadaci ostalih članova HACCP tima uključuju pomoć u razvoj i primeni HACCP plana, doprinos radu tima u skladu sa svojim znanjem, radnim odgovornostima i iskustvom, kao i redovno sprovođenje aktivnosti za koje su zaduženi HACCP planom (npr. da učestvuju u validaciji i verifikaciji HACCP plana).

Opis proizvoda

Opis proizvoda podrazumeva pregled najvažnijih karakteristika samog proizvoda i načina njegove distribucije, poput naziva proizvoda pod kojim se stavlja u promet, fizičkih i hemijskih osobina koje su bitne za bezbednost tog proizvoda (npr. pH, a_w , itd.), naziva ulaznih sirovina i pomoćnih materijala, metoda konzervisanja hrane (npr. pasterizacija, sušenje, soljenje, zamrzavanje), uslova skladištenja i distribucije (npr. temperatura, relativna vlažnost vazduha), roka upotrebe pri definisanim uslovima čuvanja („najbolje upotrebiti do datuma“ ili „najkasnije upotrebiti do datuma“), načina upotrebe (npr. u svežem stanju, posle kuvanja ili pečenja) i drugih podataka relevantnih za bezbednost hrane (primer u Tabeli XI-2). Neophodno je da se opis proizvoda sastavi za svaki proizvod posebno, a takav opis pomaže i kod naknadne identifikacije hazarda. U tom cilju, HACCP tim mora da raspolaze detaljnim informacijama o svim relevantnim karakteristikama samog proizvoda.

Utvrđivanje namenjene upotrebe

Identifikacija namenjene upotrebe podrazumeva utvrđivanje potencijalnih korisnika proizvoda, kao i, ukoliko je relevantno, poseban osvrt na korišćenje proizvoda

od strane osetljivih grupa u populaciji (bebe i/ili mala deca, stari, trudnice, hronični bolesnici, itd.). Primer je naveden u poslednjem redu Tabele XI-2.

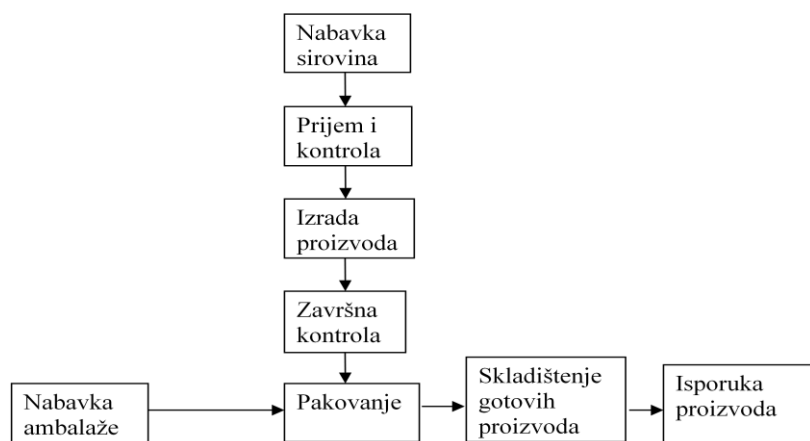
Tabela XI-2. Primeri opisa proizvoda i namenjene upotrebe za dimljenu goveđu pršutu

Naziv proizvoda	Dimljena goveđa pršuta (narezana)
Važne karakteristike proizvoda	pH = 5,6; $a_w = 0,88$; sadržaj NaCl = 6%
Nazivi sirovina i pomoćnih materijala	Goveđe meso, natrijum-nitrit, kuhinjska so i dim
Metodi konzervisanja proizvoda	Dimljenje, sušenje i salamurenje
Način i materijali pakovanja	Narezano, vakuumirano u plastičnoj foliji
Uslovi skladištenja	Temperatura $<10^{\circ}\text{C}$
Način distribucije	Temperatura $<10^{\circ}\text{C}$
Uslovi čuvanja prilikom prodaje	Temperatura $<10^{\circ}\text{C}$
Rok upotrebe pod definisanim uslovima čuvanja	30 dana na sobnoj temperaturi, 60 dana pri $\leq 10^{\circ}\text{C}$
Mesto prodaje	Veleprodaje i maloprodaje u Srbiji
Uputstva za potrošače	Spremno za konzumiranje
Potencijalni korisnici proizvoda	Opšta populacija (nema visoko rizičnih grupa), ali se ne preporučuje osobama sa povišenim krvnim pritiskom ili bubrežnim bolestima

Izrada dijagrama toka procesa

HACCP tim konstruiše dijagram toka procesa koji predstavlja sistematsko prikazivanje niza koraka/operacija tokom dobijanja proizvoda za koji se izrađuje HACCP plan, od sirovine do finalnog proizvoda koji je prethodno opisan (primer u Šemi XI-2).

Za svaku proizvodnu operaciju, u HACCP planu treba da se razmotre koraci koji prethode i koji slede datoj specifičnoj operaciji. Treba imati na umu da svaka kompanija koja se bavi hranom, za svaki svoj proizvod ili grupu proizvoda mora da ima posebno sastavljen dijagram toka procesa. Svaki korak u okviru proizvodnog procesa je potrebno da bude opisan u formi standardne radne procedure (SOP).



Šema XI-2. Generički dijagram toka procesa

Potvrda dijagrama toka procesa

HACCP tim treba da potvrdi tačnost (tj. verifikuje) dijagram toka procesa pažljivim poređenjem dijagrama sa stvarnim aktivnostima duž cele linije proizvodnje („na licu mesta“), za vreme svih faza stvarnog rada. Nakon ovog postupka, dijagram toka se popravlja ili dopunjava. Na sličan način, poređenjem konstruisanog dijagrama i stvarnih aktivnosti na liniji proizvodnje, nadležni organ kasnije tokom regulatorne provere (audita), verifikuje da je dijagram toka tačan i kompletan.

Grupisanje proizvoda u procesne kategorije

Grupisanje proizvoda u procesne kategorije olakšava primenu HACCP sistema time što se omogućava jedinstvena kontrola svih proizvoda koji su svrstani u jednu procesnu grupu, korišćenjem jednog HACCP plana. Ovo je naročita prednost za male proizvođače ili druge male subjekte u lancu hrane, koji mogu da proizvode više različitih proizvoda na istoj proizvodnoj liniji. Ako se proizvodi razlikuju samo u karakteristikama koje ne utiču na njihovu bezbednost (npr. razlikuju se samo u količini i vrsti začina koji se dodaju), jasno je da spadaju u istu procesnu kategoriju i mogu da se uključe u jedan HACCP plan. Grupisanje proizvoda u istu procesnu kategoriju je dozvoljeno samo onda kada su hazardi, koji mogu da utiču na bezbednost tih proizvoda, isti.

Principi HACCP

Princip 1 - analiza hazarda

Hazard (opasnost) je biološki, hemijski ili fizički agens u hrani, ili stanje hrane, koji može izazvati štetan efekat na zdravlje ljudi. Analiza hazarda predstavlja proces sakupljanja i procenjivanja informacija o hazardima i uslovima koji dovode do njihovog prisustva, da bi se odredili oni koji se nazivaju „naročito značajni“ (tj. hazardi visokog rizika ili prioritetni hazardi) za bezbednost hrane. Ovi hazardi treba da budu navedeni u HACCP planu, jer je njihova kontrola od suštinskog značaja za bezbednost

hrane/proizvoda za koji se HACCP plan i izrađuje. Ovaj princip uključuje identifikaciju i određivanje značajnosti hazarda, kao i razmatranje puteva kontaminacije hrane i kontrolnih mera za hazard.

Identifikacija hazarda

Tokom analize hazarda se prvo identifikuju i precizno navode svi hazardi za koje se osnovano očekuje da mogu biti povezani sa finalnim proizvodom kao posledica prisustva u sirovinama ili kontaminacije na svakom koraku proizvodnog procesa ili prerade ili distribucije tog finalnog proizvoda (Tabela XI-3). Identifikacija hazarda se vrši na osnovu dostupnih podataka (najčešće su to naučna literatura i preporuke relevantnih organizacija na polju zdravlja ljudi i bezbednosti hrane). Hazardi se dele na biološke, hemijske i fizičke (iako se alergeni najčešće stavljaju u posebnu, četvrtu kategoriju) i navode se punim nazivom. Međutim, nekada je zbog pojednostavljenja analize hazarda moguće njihovo grupisanje u HACCP planu, npr. u mikrobiološke hazarde poreklom iz gastrointestinalnog trakta ili sa kože životinja (npr. *Salmonella enterica* i patogena *E. coli*) ili mikrobiološke hazarde poreklom iz radne sredine (*Listeria monocytogenes* i *Clostridium perfringens*). Ovo se primenjuje samo u slučajevima hazarda čiji su izvori i putevi kontaminacije hrane, verovatnoća prisustva i težina posledica bolesti, kao i kontrolne mere, slični. Prilikom identifikacije hazarda se razmatra i mogućnost prisustva hazarda u sirovinama i/ili radnom okruženju, uključujući i ljudima, mogućnosti direktne ili indirektno kontaminacije hazardima, kao i mogućnost preživljavanja i rasta bioloških hazarda tokom procesa proizvodnje.

Tabela XI-3. Identifikacija hazarda u sirovinama ili na procesnim koracima

Biološki hazardi	Hemijski hazardi	Fizički hazardi
<ul style="list-style-type: none"> – bakterije (npr. <i>Salmonella enterica</i>, patogena <i>E. coli</i>); – virusi (npr. Hepatitis E virus, Norovirus); – gljivice (npr. <i>Aspergillus</i> spp. i druge koje proizvode mikotoksine); – paraziti (npr. <i>Toxoplasma gondii</i>, <i>Cryptosporidium parvum</i>) – prioni (BSE-prion) 	<ul style="list-style-type: none"> – industrijski zagađivači (npr. teški metali, halogenovani hidrokarbonati); – aditivi hrani (npr. konzervansi, antoksidansi); – poljoprivredne hemikalije (npr. pesticidi, herbicidi); – komponente pakovanja (npr. plastika); – promotori rasta (npr. hormoni); – veterinarski lekovi (npr. antibiotici, trankilajzeri) – itd. 	<ul style="list-style-type: none"> – staklo; – drvo; – metal; – kamen; – fragmenti kostiju; – plastika; – dlake; – štetočine; – itd.

Određivanje značajnosti hazarda za bezbednost hrane (procena rizika)

Analiza hazarda, dalje, podrazumeva da se razmatra svaki identifikovani hazard, da bi se odredilo koji su hazardi od posebnog značaja i čija priroda je takva da je njihova

eliminacija ili redukcija na prihvatljiv nivo od suštinske važnosti za proizvodnju bezbedne hrane. Ovo se vrši utvrđivanjem nivoa/kategorije rizika (idealno kvantitativna, ali u većini HACCP planova je to kvalitativna procena rizika) od datog hazarda.

Rizik predstavlja funkciju verovatnoće dešavanja štetnih efekata i težine posledica tih efekata na zdravlje potrošača, a sve kao posledica prisustva hazarda u hrani (Poglavlje III). Procena rizika, to jest u HACCP kontekstu, utvrđivanje značajnosti rizika od identifikovanih hazarda može da se vrši prema matriksu prikazanom u Tabeli XI-4 ili Tabeli XI-5 (kombinacijom verovatnoće prisustva hazarda u sirovini ili na procesnom koraku, i težine posledica za potrošača), iako postoje mnogobrojni drugi jednostavniji ili složeniji modeli za procenu rizika.

Tabela XI-4. Utvrđivanje kategorije rizika od identifikovanih hazarda (primer 1)

Verovatnoća	Velika (4)	Srednja (3)	Mala (2)	Neznatna (1)
Posledice				
Katastrofalne (4)	vrlo visok (4)	visok rizik (3)	visok rizik (3)	srednji rizik (2)
Ozbiljne (3)	visok rizik (3)	visok rizik (3)	srednji rizik (2)	nizak rizik (1)
Umerene (2)	visok rizik (3)	srednji rizik (2)	srednji rizik (2)	nizak rizik (1)
Neznatne (1)	srednji rizik (2)	nizak rizik (1)	nizak rizik (1)	nizak rizik (1)

Tabela XI-5. Utvrđivanje kategorije rizika od identifikovanih hazarda (primer 2)

Težina posledica	visoka (teške i/ili hronične posledice ili ugrožen život)	nije značajan hazard	značajan hazard	značajan hazard
	srednja (srednje posledice, nije ugrožen život)	nije značajan hazard	nije značajan hazard	značajan hazard
	niska (lake posledice, uglavnom kratkotrajne)	nije značajan hazard	nije značajan hazard	nije značajan hazard
	niska (mala mogućnost, nema poznatih slučajeva)	srednja (može da se desi, poznati slučajevi ali retki)	visoka (vrlo verovatno, poznati su mnogi slučajevi)	
	Verovatnoća pojavljivanja			

Postoji i drugi metod određivanja značajnih hazarda (Šema XI-3), ali ovaj metod nije sasvim prihvaćen od strane svih relevantnih međunarodnih organizacija na polju bezbednosti hrane. Određivanje značajnosti hazarda je u ovom slučaju bazirano na definiciji „značajnih hazarda“, tj. hazarda čija je priroda takva da je njihova eliminacija ili redukcija na prihvatljivi nivo ključna za proizvodnju bezbedne hrane. Pitanja u Šemi

XI-3 se odnose na svaki potencijalni hazard na svakom procesnom koraku, uključujući i sirovine, s tim što značajan hazard treba da bude dodatno proveren i kroz matriks u Tabeli XI-4 ili XI-5. Dalje, neprihvatljivi nivo hazarda je povezan i sa infektivnom dozom, odnosno verovatnoćom pojave infekcije. Ovo je važno imati na umu jer neke, npr. Gram pozitivne bakterije kao što su *Clostridium* spp., *Bacillus cereus* ili *L. monocytogenes*, zahtevaju višu dozu nego Gram negativne bakterije, kao što su verocitotoksične *E. coli* ili termofilni *Campylobacter* spp., za nastanak infekcije ljudi. U daljem razvoju HACCP plana, fokus je samo na kontroli značajnih/prioritetnih hazarda dok je kontrola svih ostalih (neprioritetnih) bazirana na preduslovnim programima (GMP/GHP).

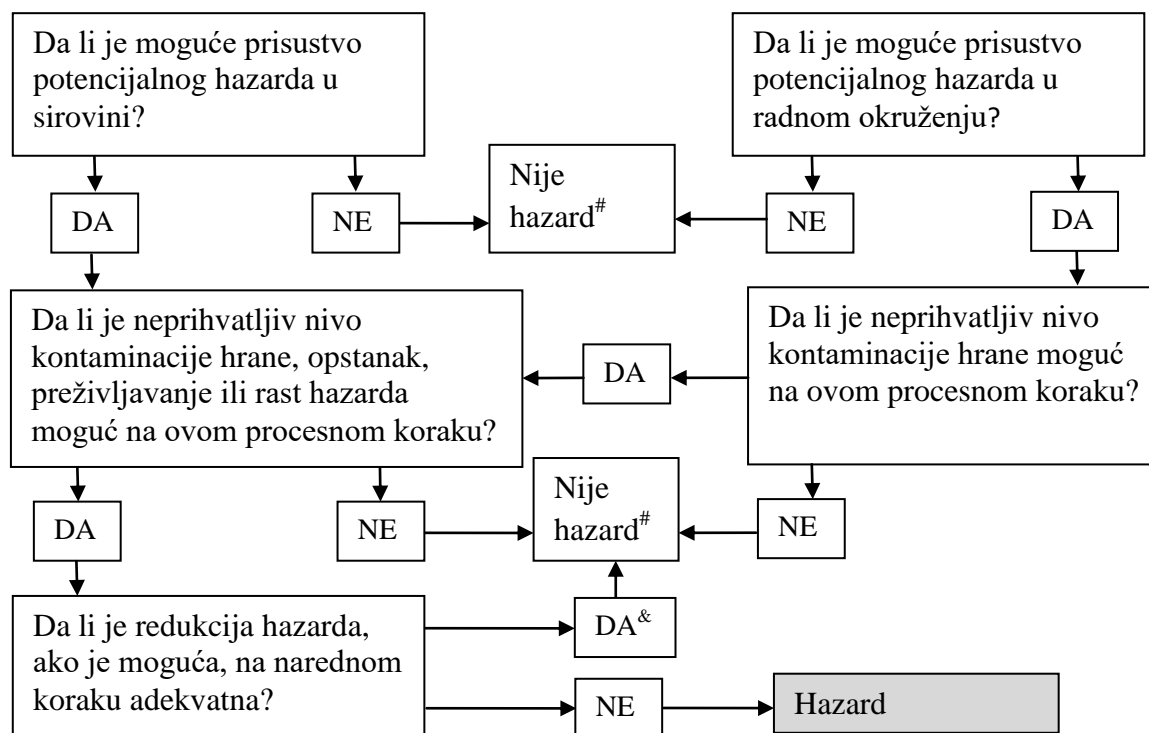
Razmatranje puteva kontaminacije hrane i kontrolnih mera za svaki hazard

Analiza hazarda, dalje, uključuje i razmatranje okolnosti pod kojima dolazi do kontaminacije hrane identifikovanim biološkim, hemijskim i fizičkim hazardima (tj. izvora i puteva), ali i uslova za preživljavanje ili razmnožavanje identifikovanih bioloških hazarda u proizvodu, kao i uslova za produkciju toksina od strane tih hazarda. Na kraju, analiza hazarda uključuje i razmatranje kontrolnih mera koje su raspoložive za redukciju ili eliminaciju hazarda iz proizvoda, odnosno da li se, kako i na kom procesnom koraku mogu primeniti kontrolne mere za dati hazard. Kontrolna mera, u ovom kontekstu, je svaka mera ili aktivnost koja se primenjuje da se hazard za bezbednost hrane spreči, eliminiše ili redukuje na prihvatljiv nivo u hrani. Pri tome, važno je razumeti da je ponekad neophodno primeniti više od jedne kontrolne mere za kontrolu jednog hazarda, ali takođe ponekad više hazarda može biti kontrolisano jednom (istom) kontrolnom merom. Primer celokupnih analiza hazarda su dati u Tabeli XI-6.

Tabela XI-6. Primeri analize hazarda

Procesni korak ili sirovina	Hazard	Izvor/razlog	Značajan hazard?*	Kontrolne mere
Skidanje kože goveda (procesni korak)	Patogena <i>E. coli</i> (kontaminacija trupa)	Koža goveda (uvrtanje, kontaminacija putem noža ili ruku radnika)	Da	GHP, sanitacija noževa, obuka radnika...
Pasterizacija (procesni korak)	<i>Salmonella</i> spp. (preživljavanje)	Nedovoljno visoka temperatura ili nedovoljno trajanje procesa	Da	Kontrola temperatura i vremena pasterizacije
Skladištenje proizvoda (procesni korak)	<i>Listeria monocytogenes</i> (rast u hrani)	Neadekvatna temperatura skladištenja	Da	Kontrola temperature
Voda (sirovina)	Protozoe (<i>Giardia</i> , <i>Cryptosporidium</i>)	Kontaminacija vode	Ne	Korišćenje vode koja se mikrobiološki i hemijski redovno testira
	Teški metali	Kontaminacija vode	Ne	

*na bazi kombinacije verovatnoće i posledica prema Tabeli XI-5



*proveriti značajnost prema Tabelama XI-4 ili XI-5; #nije hazard na ovom procesnom koraku;
 &taj korak je CCP (proveriti nekim od stabala odluke u Šemama XI-4, XI-5 ili XI-6)

Šema XI-3. Određivanje značajnih hazarda na procesnom koraku

Princip 2 - određivanje kritičnih kontrolnih tačaka

Kritična kontrolna tačka (engl. *Critical Control Point*, CCP) predstavlja tačku, korak ili postupak u procesu gde se identifikovani hazardi koji su značajni za bezbednost hrane (npr. hazardi visokog i vrlo visokog rizika u primeru kategorizacije u Tabeli XI-4) mogu kontrolnim merama sprečiti, ukloniti ili bar svesti na prihvatljiv nivo. Za svaki značajan hazard (visokog ili vrlo visokog rizika), mora da postoji jedna ili više CCP na kojoj će se taj hazard ukloniti ili redukovati na prihvatljiv nivo (tj. kontrolisati). U prošlosti, kritične kontrolne tačke su se delile na različite tipove, u zavisnosti da li se na njima hazardi samo redukuju do prihvatljivog nivoa ili potpuno eliminišu. Danas se uglavnom upotrebljava samo izraz CCP, bez obzira da li na toj tački dolazi do značajnog smanjenja ili potpunog eliminisanja hazarda.

U cilju određivanja kritične kontrolne tačke, može da se koristi neko od stabala odlučivanja za CCP (prikazanih u Šemama XI-4, XI-5, XI-6 i XI-7). Njima se omogućava, odgovaranjem na postavljena pitanja u okviru algoritamske šeme, određivanje da li neki korak u procesu proizvodnje, prerade, distribucije ili rukovanja hranom, u kom je identifikovan hazard povišenog rizika, predstavlja kritičnu kontrolnu tačku ili ne. Stablo odluke je vrlo korisno da objasni logiku i širinu razumljive potrebe da se odrede kritične kontrolne tačke. Međutim, ono nije specifično za sve operacije sa hranom (npr. za proces klanja i obrada trupova), pa zato treba da se modifikuje u nekim slučajevima. Takođe, primena prikazanih stabala odluke treba da bude fleksibilna i u

skladu sa „zdravim razumom“, pre svega da bi se izbegle nepotrebne CCP u HACCP planu.

U identifikaciji CCP, razmatra se redom svaki procesni korak, koristeći dijagram toka procesa kao vodič. Uz to, primenjuju se sve informacije o proizvodu i procesu proizvodnje, koje su sakupljene na samom početku razvoja HACCP plana. Procesni korak na kome neki hazard predstavlja visok ili vrlo visok rizik (u primeru Tabele XI-4, to bi bile kategorije rizika 3 ili 4) – bi morao u HACCP planu da bude tretiran kao CCP i da se na njemu primene specifične kontrolne mere, ukoliko u procesu proizvodnje ne postoji drugi korak koji može da adekvatno kontroliše dati hazard. Na procesnim koracima na kojima neki hazard predstavlja komparativno niže kategorije rizika (npr. 1 ili 2), kontrolne mere su bazirane na principima GMP/GHP.

Ako je značajan hazard identifikovan na koraku gde je kontrola neophodna za bezbednost, a ne postoji efikasna kontrolna mera na tom koraku, tada kontrolna mera mora da se primeni na nekom drugom – prethodnom ili narednom – koraku. Ukoliko ni na tim drugim koracima ne postoji efikasna kontrolna mera, tada proizvod ili proces treba da se modifikuje na način koji će omogućiti uključivanje kontrolne mere, odnosno ne sme da se dozvoli proizvodnja nebezbedne hrane. Svaki procesni korak koji je povezan sa hazardom povišenog rizika je potencijalna CCP, ali se korišćenjem stabla odluke dolazi do finalne determinacije CCP. U slučaju prisustva značajnih hazarda u sirovinama, procesni korak kontrole sirovina može da bude CCP ukoliko zadovolji uslove prema korišćenom stablu odluke.

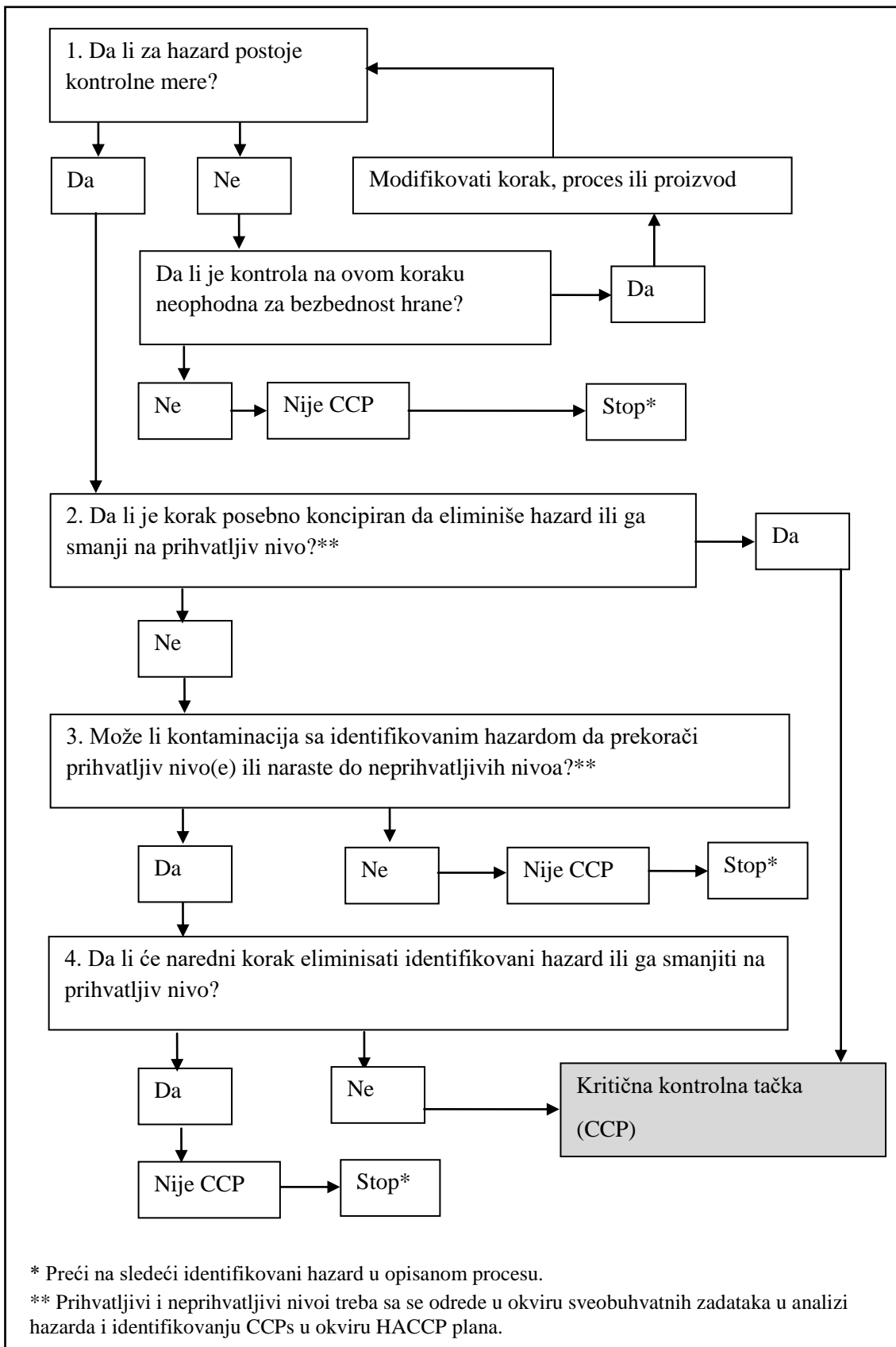
U novije vreme je u Evropi uveden termin „operativni preduslovni programi“ (engl. *operational Pre-Requisite Programmes*, oPRPs), koji se nekada nazivaju i „kritičnim tačkama“ (engl. *Control Points*, CPs) ili „tačkama na koje se obraća posebna pažnja“ (engl. *Points of Attention*, PoA), a koji su u praksi nešto između preduslovnih programa i kritičnih kontrolnih tačaka. Operativni PRPs su PRPs koji su tipično povezani sa proizvodnim procesom, a analizom hazarda su identifikovani kao esencijalni u svrhu kontrole unošenja, preživljavanja i/ili proliferacije hazarda u hrani ili u radnom okruženju. Slično kritičnim kontrolnim tačkama, oPRPs uključuju merljive ili uočljive kriterijume ili limite (koji su, u stvari, „zadati ciljevi“, pre nego kritični limiti), monitoring implementacije kontrolnih mera, monitoring zapisa, kao i korektivnih akcija ako su potrebne. Tako, na primer, ako su hazardi grupisani u tri kategorije (tj. visok, srednji i nizak rizik), CCP su usmerene na visokorične, oPRPs na srednjერიčne, a PRPs na niskorične hazarde. Poređenja PRP, oPRP i CCP su data u Tabeli XI-7. Primeri oPRPs mogu da uključuju proces intenzivnijeg čišćenja i dezinfekcije ili pak strožije lične higijene u prostorijama ili procesima koji su naročito bitni za bezbednost hrane (tkzv. „osetljive zone“). Takođe, kontrola procesa pranja nekih vrsta hrane (npr. povrće) može biti primer oPRP.

Tabela XI-7. Poređenje PRP, oPRP i CCP⁴¹

Tip kontrolne mere	PRP	oPRP	CCP
Okvir	mere se odnose na stvaranje uslova sredine potrebnih za bezbednu hranu (mere koje utiču na podesnost i bezbednost hrane)	mere (ili kombinacija mera) se odnose na sredinu i/ili proizvod da bi se sprečila njihova kontaminacija ili da bi se hazardi sprečili, eliminisali ili smanjili na prihvatljiv nivo u krajnjem proizvodu; ove mere se primenjuju nakon primene PRPs	
Specifičnost za hazard	nespecifični za hazard	specifični za hazard ili grupu hazarda	
Određivanje	razvoj zasnovan na iskustvu, referentnim dokumentima (vodiči, naučni radovi), hazardima ili analizi hazarda	zasnovano na analizi hazarda koja uzima PRPs u obzir; oPRPs i CCPs su specifični za proizvod i/ili proces	
Validacija	ne mora uvek da se sprovodi od strane subjekta koji posluje hranom (npr. proizvođač sredstava za čišćenje validuje njihovu efikasnost, a subjekat mora samo da prati instrukcije)	validacija mora da se sprovede	
Kriterijumi	ne postoje	merljivi ili uočljivi kriterijumi	merljivi kritični limiti
Monitoring	samo tamo gde je relevantan i izvodljiv	monitoring primene kontrolnih mera (deo zapisa)	
Gubitak kontrole: ispravke (korektivne mere)*	ispravke i/ili korektivne mere u implementaciji PRPs	korektivne mere u procesu; moguće ispravke na nekim proizvodima; čuvanje zapisa	unapred spremne ispravke na proizvodima; moguće korektivne mere u procesu; čuvanje zapisa
Verifikacija	planirana verifikacija implementacije	planirana verifikacija implementacije; verifikacija ostvarenog plana kontrole hazarda	

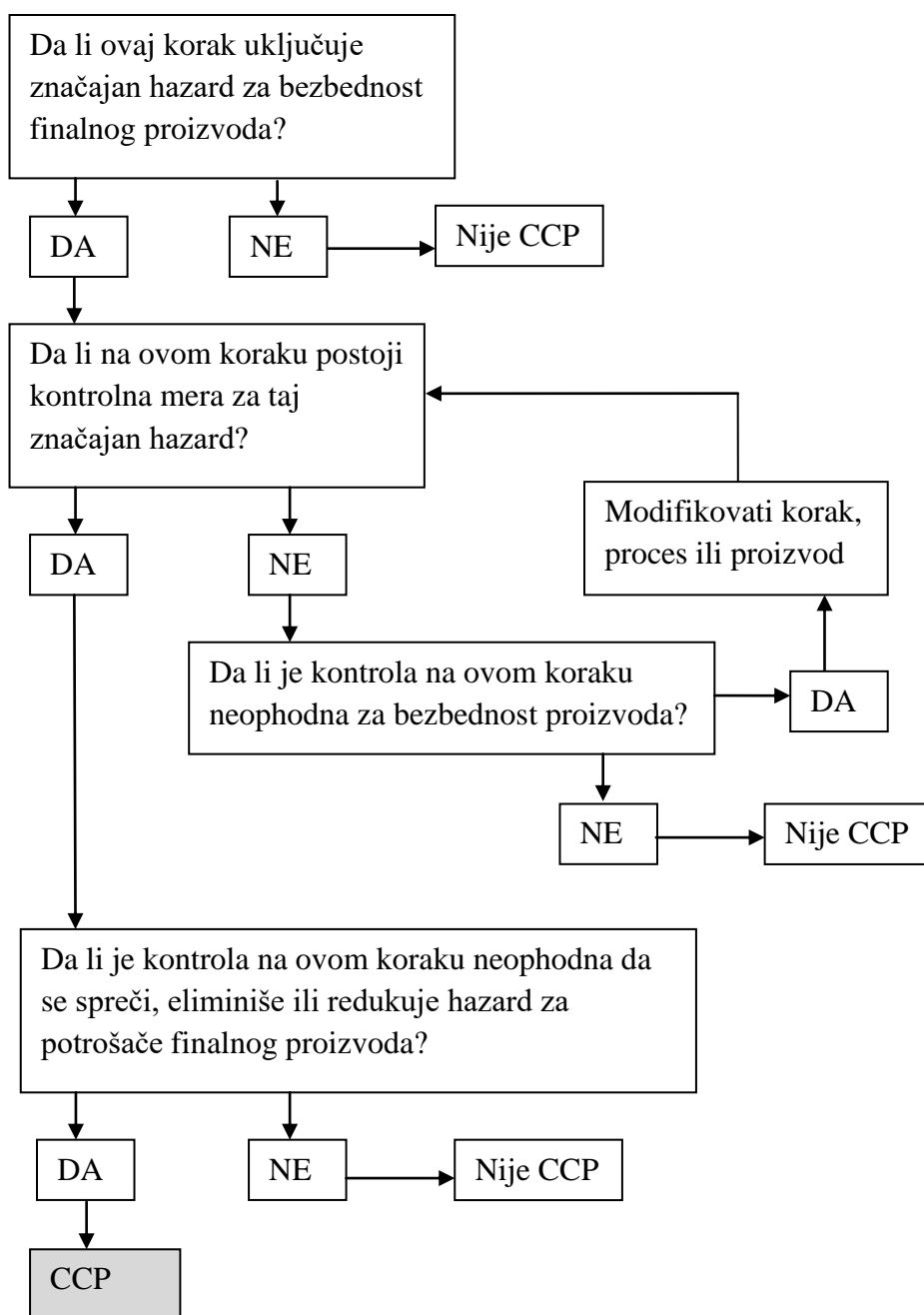
*ispravka podrazumeva postupak da se eliminiše uočeno neispunjavanje, dok korektivna mera podrazumeva postupak da se eliminiše uzrok uočenog neispunjavanja ili druge neželjene situacije

⁴¹ Izvor: EC, 2016



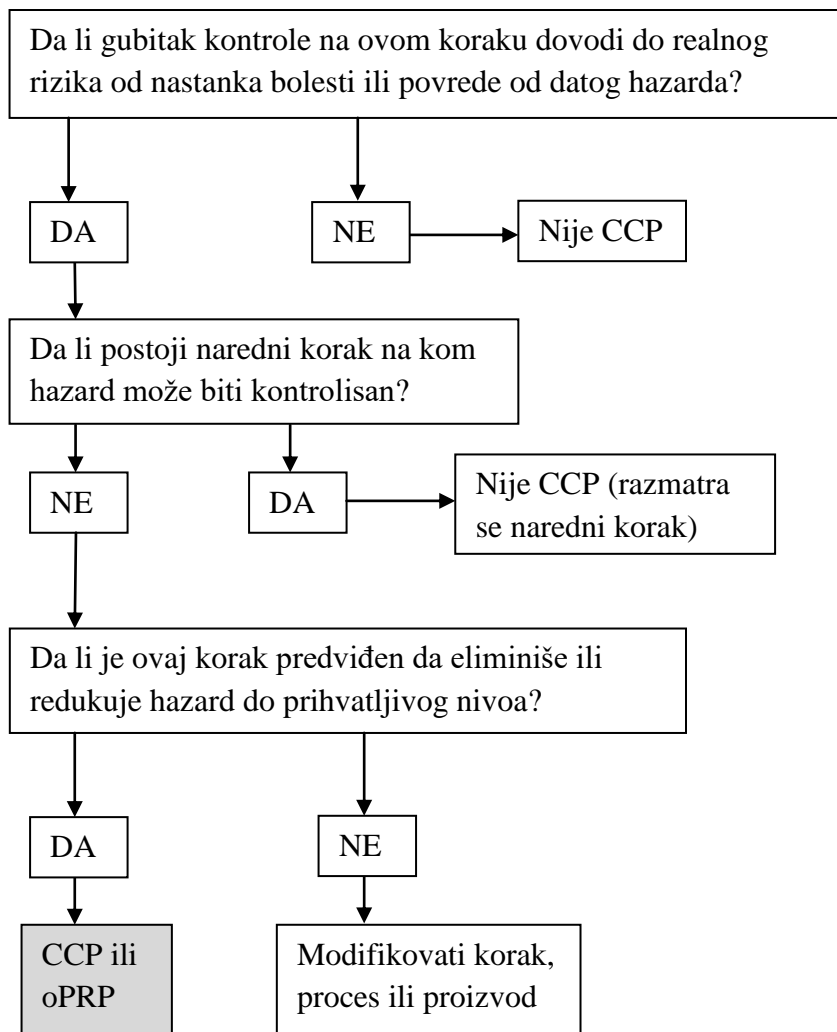
Šema XI-4. Primer stabla odlučivanja za CCP⁴²

⁴² Izvor: Codex Alimentarius, 2003



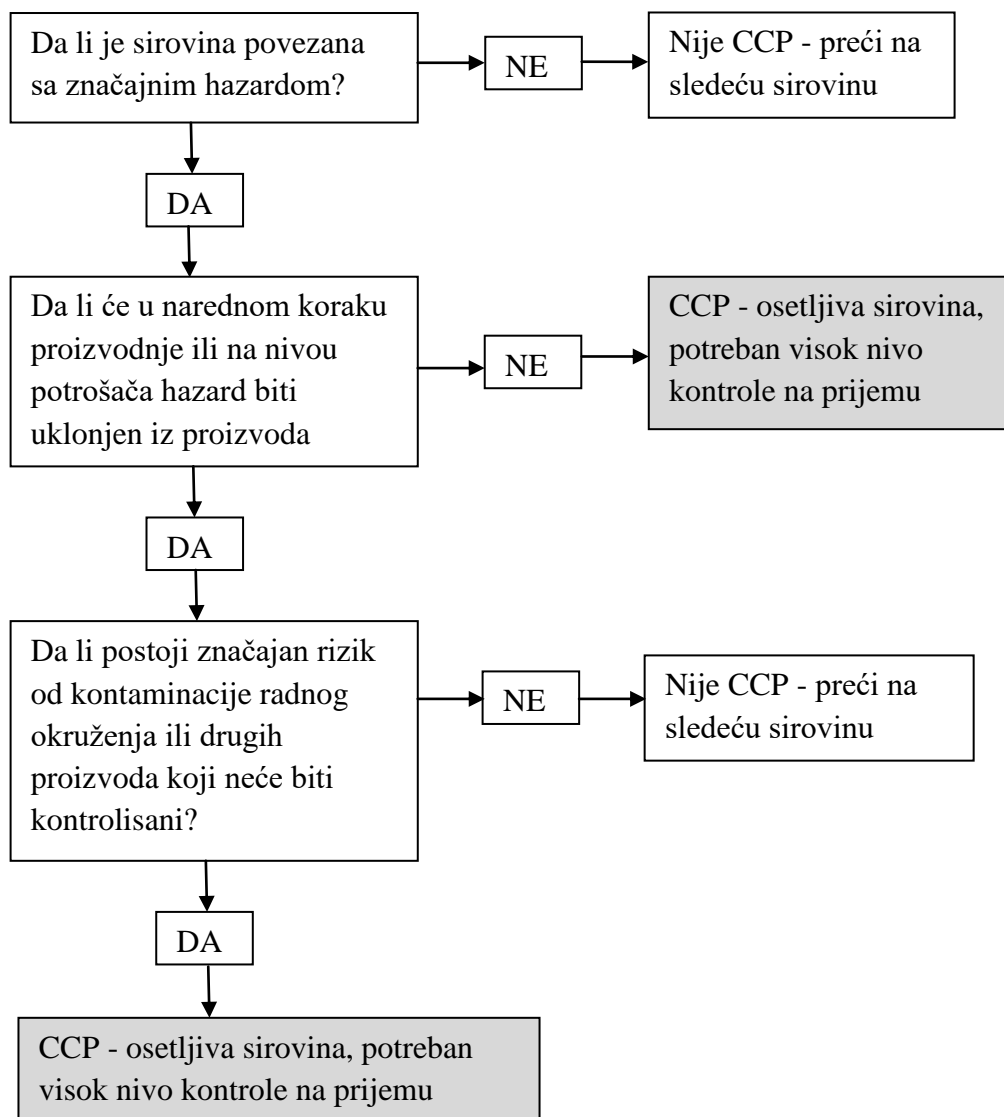
Šema XI-5. Primer stabla odlučivanja za CCP⁴³

⁴³ Izvor: NACMSF, 1998



Šema XI-6. Primer pojednostavljenog stabla odlučivanja za CCP ili oPRP⁴⁴

⁴⁴ Izvor: EC, 2016



Šema XI-7. Primer stabla odlučivanja da li je prijem sirovina CCP⁴⁵

Princip 3 - utvrđivanje kritičnih limita

Kritični limit (granica) predstavlja kriterijum koji odvaja prihvatljivo od neprihvatljivog. Kritični limit je najviša ili najniža vrednost određenog parametra koja je prihvatljiva da bi proizvod bio bezbedan; kada se ova vrednost prekorači (to jest kada nastane devijacija), CCP više nije pod kontrolom. Na svakoj CCP mora da postoji bar jedan kritični limit.

Kritični limiti moraju da budu zasnovani na naučnim saznanjima, merljivi i mora biti izvršena njihova validacija. Određivanje kritičnih limita je uglavnom povezano sa relevantnim informacijama iz legislative, posebnim zahtevima kompanije koja proizvodi hranu, kao i preporukama stručnjaka. Kriterijumi ili parametri koji se često koriste uključuju merenja temperature, vremena, nivoa vlažnosti, pH, aw, nivoa slobodnog hlora

⁴⁵ Izvor: MS, 2007

itd. Nije uvek neophodno da se kritični limit izražava numerički (npr. kao kad se izražavaju temperatura ili vreme hlađenja proizvoda). Nekada se procedure praćenja i kontrole baziraju na vizuelnom opažanju, npr. da li postoji vidljiva fekalna kontaminacija trupa u klanici, ili da li postoji promena nekih fizičkih svojstava hrane za vreme njenog pripremanja u restoranu.

Princip 4 - utvrđivanje procedura/sistema monitoringa

Monitoring (praćenje), u kontekstu HACCP, predstavlja postupak sprovođenja planiranog niza posmatranja ili merenja kontrolnih parametara (kritičnih limita) na kritičnoj kontrolnoj tački da bi se procenilo da li je ona pod kontrolom. Drugim rečima, ovaj monitoring predstavlja isplanirano merenje ili posmatranje kritične kontrolne tačke u odnosu na njen kritični limit.

Izabrane procedure za monitoring moraju biti takve da mogu da otkriju gubitak kontrole na CCP. Dalje, monitoring treba da u potpunosti obezbedi ovu informaciju na vreme (odnosno u realnom vremenu), tako da se može blagovremeno osigurati podešavanje kontrole procesa u cilju sprečavanja prekoračenja kritičnih limita. Kada je moguće, podešavanje kontrole procesa treba da se izvrši čim rezultati monitoringa pokažu trend ka gubitku kontrole na CCP, odnosno pre nego što se odstupanje u procesu (devijacija) zaista desi. Podaci dobijeni iz monitoringa CCP treba da se procenjuju od strane određene osobe koja ima znanje i autoritet da sprovede korektivne mere kada je to potrebno. Ako je monitoring periodičan (nije kontinuiran), onda frekvencija i/ili rezultati monitoringa moraju biti dovoljni da garantuju da je CCP pod stvarnom kontrolom.

Većina postupaka monitoringa nad CCP je zasnovana na relativno brzim metodima, pošto su u vezi sa direktnim radnim procesima i stoga u praksi nema dovoljno vremena za dugotrajna analitička testiranja. Fizičkim i hemijskim merenjima, ukoliko mogu da se koriste kao parametri relevantni za mikrobiološku kontrolu proizvoda, često se daje prednost u odnosu na mikrobiološko testiranje zato što mogu da se izvedu brže i u realnom vremenu. Svi zapisi i dokumenti vezani za monitoring nad CCPs moraju biti potpisani od strane osobe koja vrši monitoring i od strane odgovornog lica subjekta koji se bavi hranom.

Prilikom ustanovljavanja procedura monitoringa mora da se odredi više stvari, npr. kako će se izvršavati monitoring nad kritičnim limitima i/ili zahtevima iz legislative u vezi nekih limita, kada i koliko često provere treba da se vrše, ko će vršiti monitoring (normalno je da radnici koji vrše određen posao, ne vrše i njegovu proveru, već da to radi neko drugi, objektivniji), koje informacije i gde će biti zabeležene, ko će proveravati da se monitoring sprovodi na odgovarajući način, kao i gde i kako će ove provere biti zabeležene.

Izuzetno je važno da osoblje koje je odgovorno za procedure monitoringa i beleženje rezultata monitoringa dobije jasne instrukcije i da dobro razume šta treba da radi ako se pojavi neki problem. Sva merenja ili zapažanja treba da budu zabeležena u dnevniku/evidencionoj knjizi HACCP-a, kao i vreme kada su vršena, kako bi ovi podaci kasnije bili dostupni u svrhu verifikacije HACCP sistema. Monitoring nekada može da bude i jednostavna procedura, kao što je, na primer, provera temperature u uređajima za hlađenje ili smrzavanje uz pomoć kalibrisanog termometra. Monitoring može da se sprovodi bez prekida (tj. kontinuirano) i automatski, kao i da se sistematski proverava sva oprema koja se koristi u monitoringu, da bi postojalo poverenje u njenu ispravnost. Kada monitoring nije kontinuiran, treba da se odredi koliko često će provere biti vršene (npr.

dva puta dnevno ili na svaki sat) ili, na primer, da li će se proveravati svaki proizvod ili svaki deseti u seriji.

Princip 5 - utvrđivanje korektivnih akcija

Korektivna akcija (mera) predstavlja svaki postupak koji se preduzima kada rezultati monitoringa nad CCP pokazuju prekoračenje kritičnih limita i gubitak kontrole. Specifične korektivne mere se razvijaju za svaku CCP u HACCP sistemu, a njima se rešavaju greške i odstupanja procesa ako/kada se one pojave. Korektivne mere osiguravaju da se CCP dovede pod kontrolu. Preduzete mere moraju takođe da uključuju odgovarajuće uklanjanje i/ili ponovnu preradu neusaglašenog proizvoda, što takođe mora biti dokumentovano u HACCP evidenciji koja se čuva. Korektivne mere su prethodno planirane mere, čija primena počinje onog momenta kada se ustanovi da je došlo do prekoračenja kritičnih limita na datoj CCP, a koje služe da se: 1) ponovo uspostavi kontrola nad CCP; 2) predupredi da potencijalno škodljiva hrana dospe do potrošača; i 3) spreči da se ponovo desi odstupanje.

Prilikom utvrđivanja korektivnih mera, treba da se odredi koja korektivna mera treba da se preduzme, ko je odgovoran za sprovođenje svih korektivnih akcija, koje informacije treba da se zabeleže, gde i ko da ih beleži, ko će proveravati da su korektivne akcije sprovedene na odgovarajući način, kao i gde i na koji način će ove provere biti zabeležene. Takođe, kod ovog principa treba obezbediti da osoblje koje je odgovorno za korektivne akcije dobije jasne instrukcije i da dobro razume šta treba da radi ako se problem pojavi, tako da se korektivne akcije sprovedu bez odlaganja. Menadžer/supervizor ili druga osoba koja je za to određena treba da beleži u dnevniku/evidencionoj knjizi korektivne akcije koje su preduzimate i da potpiše da su ispravno sprovedene. Dobra je praksa da se osoblju na samoj liniji proizvodnje poveri odgovornost u vezi korektivnih akcija, kao i u vezi izveštavanja o problemima, ali da ih supervizor u tome kontroliše. To može biti korisno u određivanju da HACCP sistem dobro funkcioniše (tj. verifikaciji), ili da su potrebne neke promene ili ponovno ocenjivanje ovog sistema.

Ako se primeti da se korišćenje korektivnih akcija često ponavlja u jednoj kompaniji, onda je jasno da postoji ozbiljan problem u sistemu za upravljanje bezbednošću hrane u toj kompaniji. Ovo dalje zahteva hitnu istragu o mogućim uzrocima problema, npr. nejasne instrukcije osoblju, nepravilno korišćenje opreme, nedovoljna ili neadekvatna obuka i slično.

Primeri kritičnih limita, procedura monitoringa i korektivnih mera na mogućim kritičnim kontrolnim tačkama u procesima klanja i obrade trupova goveda, svinja i brojlera, kao i rasecanja mesa goveda/svinja su dati u Tabelama XI-16, XI-20, XI-24 i XI-28.

Princip 6 - utvrđivanje procedura za verifikaciju

HACCP sistem mora adekvatno i redovno da se proverava da bi se osigurala njegova efektivnost HACCP, kao i potpuna usklađenost između onoga što je planirano i onoga što se stvarno dešava u vezi bezbednosti hrane u datom subjektu koji se bavi hranom. Provere se sastoje iz dva glavna dela: 1) provera tačnosti i kompletnosti plana pre nego što je plan implementiran, što se naziva validacija, i 2) provera uspešnosti funkcionisanja nakon implementacije plana, što se naziva verifikacija. Za validaciju i

verifikaciju je potrebno da se odredi koje validacione/verifikacione provere treba da se izvedu i kada, ko je odgovoran za njihovo izvođenje, koje informacije će biti beležene, gde i od strane koga, ko će proveriti da li su validacija i verifikacija sprovedene na pravi način, kao i gde i kako će ove provere biti zabeležene.

Validacija je, drugim rečima, obezbeđivanje dokaza kompletnosti i uspešne razvijenosti svih elemenata HACCP plana. To znači potvrdu da će HACCP plan, kada se jednom primeni, kontrolisati bezbednost hrane na adekvatan način. Validacija treba da se ponovi kad god nastane neka promena u HACCP planu. Da bi se izvršila validacija ispravnosti i kompletnosti HACCP plana, prvo treba proveriti okvir plana, relevantne podatke iz preduslovnih programa (GMP/GHP), dijagram toka, analizu hazarda i stvarnu efikasnost mera za koje je navedeno da će se koristiti za kontrolu hazarda za bezbednost hrane. Tek potom, proveravaju se identifikacija kritičnih kontrolnih tačaka, određivanje kritičnih limita, monitoring i planovi korektivnih mera.

Verifikacija HACCP plana je potvrda, nakon implementacije, da se taj plan poštuje, da je efikasno primenjen i da je efektivan – odnosno da su hazardi za bezbednost hrane pod kontrolom. Verifikacija podrazumeva primenu metoda, procedura, testova i drugih procena, kao nastavak i dodatak monitoringa, da se ustanovi zadovoljenje i uspešno funkcionisanje HACCP plana. Za obavljanje verifikacije opisane u HACCP planu je odgovoran sam subjekat koji se bavi hranom, koji je i organizuje. Međutim, u verifikaciju često treba uključiti nezavisne spoljne savetnike, koji imaju potrebnu obuku, iskustvo i objektivnost. Osim ako ne postoji druga opcija, ljudi koji su odgovorni za sprovođenje monitoringa i korektivnih mera ne bi trebalo da učestvuju i u verifikaciji HACCP plana. Po svojoj prirodi i pristupu, verifikacija HACCP je vrlo slična zvaničnoj proveri HACCP (opisanoj kasnije u ovom poglavlju), za koju je primarno odgovoran i koju organizuje nadležni organ.

Verifikacija služi za utvrđivanje saglasnosti u pogledu sprovedenih korektivnih mera, monitoringa, treninga, sledljivosti, testiranja, itd. Plan verifikacije podrazumeva sve detalje o zadacima, odgovornostima, učestalosti, kao i procedurama koje se sprovode. Izvori informacija koji služe verifikaciji se dobijaju iz registrovanih prigovora finalnih potrošača ili narednih korisnika proizvoda, rezultata monitoringa i testiranja krajnjeg proizvoda, nasumičnog uzorkovanja i testiranja proizvoda tokom proizvodnje, itd.

Učestalost verifikacionih provera treba da bude onolika koliko je to potrebno da bi se održalo poverenje u procedure zasnovane na HACCP. Učestalost verifikacije zavisi od faktora kao što su priroda hazarda, nivo rizika po potrošače hrane, frekvencija monitoringa, konačne upotrebe proizvoda, sposobnosti osoblja, kao i broja kritičnih limita koji su prekoračeni. Rezultati mikrobioloških testova ili eventualne žalbe potrošača mogu takođe da utiču na učestalost verifikacije. Kao minimum, u situaciji kada nema ozbiljnijih problema, celokupna verifikacija HACCP sistema treba da se vrši jednom godišnje. Međutim, prilikom verifikacije ne moraju svi aspekti biti proveravani u isto vreme. Prilikom verifikacije HACCP sistema, treba proveriti standardne radne procedure povezane sa GMP/GHP, a naročito održavanja higijene (čišćenje/sanitacija, održavanje objekata, uređaja i opreme) i obuke osoblja, svu HACCP dokumentaciju (okvir plana, dijagram toka, analizu hazarda, kritične tačke, procedure monitoringa, korektivne mere, planove validacije i verifikacije), kao i sve zapise preduslovnih programa i HACCP, a naročito one u vezi kalibrisanja, monitoringa, korektivnih mera, validacije i verifikacije.

Da bi se prilikom verifikacije 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, eventualne žalbe potrošača, izveštaje o oceni HACCP od strane nezavisnih osoba koje su vršile provere, ali i sve situacije kada su se prekoračili kritični limiti i preduzimale korektivne mere. 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 proveravaju procedure održavanja higijene, naročito na kritičnim kontrolnim tačkama i da li je tačno definisan dijagram toka, proveriti kompetentnost osoblja koje je odgovorno za sprovođenje monitoringa i korektivnih mera (posmatranjem i postavljanjem pitanja) i proveriti da li je merna oprema kalibrisana, kao i vizuelno proveriti proizvod na različitim koracima i/ili uzeti uzorke (nasumično ili ciljano) za laboratorijska testiranja. Primer aktivnosti validacije i verifikacije HACCP plana dat je u Tabeli XI-8, a osnovni dokazi validacije i verifikacije za svaki HACCP princip u Tabeli XI-9.

Tabela XI-8. Primer aktivnosti validacije i verifikacije HACCP plana za proizvodnju fermentisanih suvih kobasica

Deo HACCP plana	Vreme	Aktivnost
Validacija	pre procesa proizvodnje	potvrda prediktivnim modeliranjem da određeni pH, a_w i kombinacija vreme/temperatura neće dozvoliti rast <i>Listeria monocytogenes</i>
Monitoring	tokom procesa proizvodnje, precizno određena učestalost na dnevnom nivou	merenje pH, gubitka vode i a_w , relativne vlažnosti komore za fermentaciju, vremena i temperature
Verifikacija	nakon procesa proizvodnje, precizno određena učestalost na godišnjem nivou	utvrđivanje prisustva i broja <i>Listeria monocytogenes</i> u krajnjem proizvodu

Tabela XI-9. Osnovni dokazi validacije i verifikacije za svaki HACCP princip

HACCP princip	Validacija	Verifikacija
1. Analiza hazarda	Dokaz da HACCP tim poseduje svo neophodno znanje i sposobnosti, da je dijagram toka adekvatan kao i da su svi značajni hazardi identifikovani.	Dokaz da je validacija pravilno sprovedena.
2. Utvrđivanje CCP	Dokaz da su svi značajni hazardi razmatrani tokom utvrđivanja CCP, da postoje CCPs za kontrolu svih značajnih hazarda, i da su utvrđene CCPs na odgovarajućim fazama procesa.	Dokaz da je validacija pravilno sprovedena.
3. Uvrđivanje kritičnih limita	Dokaz da kritični limiti kontrolišu identifikovane hazarde.	Dokaz da je validacija pravilno sprovedena.
4. Utvrđivanje procedura monitorniga	Dokaz da će monitoring sistem osigurati efikasnost kontrolnih mera na CCPs i da su uključene procedure za neophodnu kalibraciju opreme za merenja.	Dokaz da postoje zapisi monitoringa koji potvrđuju kontrolu, da se koristi statistička procesna kontrola, zapisi monitoringa se proveravaju od strane određenog člana HACCP tima, i da postoje zapisi o kalibraciji koji potvrđuju usaglašenost.
5. Utvrđivanje korektivnih mera	Dokaz da je određen član HACCP tima koji je nadležan za korektivne mere i da će korektivne mere sprečiti neusaglašenost proizvoda pre nego što stigne do potrošača.	Dokaz da će u slučaju neusaglašenosti doći do povraćaja (ponovnog uspostavljanja) kontrole i da se vode zapisi o korektivnim merama koje preduzima određeni član HACCP tima.
6. Utvrđivanje procedura verifikacije	Dokaz da su uspostavljene procedure za sakupljanje informacija i verifikaciju usaglašenosti HACCP sistema.	Dokaz da su sve verifikacione procedure sprovedene.
7. Utvrđivanje dokumentacije i evidencije	Dokaz da je uspostavljena dokumentacija koja pokriva ceo HACCP sistem.	Dokaz da su dokumentacija i čuvanje zapisa koji pokrivaju ceo HACCP sistem kompletni, u odgovarajućem formatu i pravilno popunjeni.

Princip 7 - utvrđivanje dokumentacije i evidencije

Dokumentacija sistema bezbednosti hrane zasnovanog na HACCP obuhvata dokumentaciju koja se odnosi na preduslovne programe i dokumentaciju koja se odnosi na sam HACCP plan. Uspešno i uredno održavanje dokumentacije je suštinsko u primeni i proveri HACCP sistema. Dokumentacija predstavlja pisani dokaz za subjekat koji se bavi hranom, potrošače i nadležne organe ili naredne kupce koji vrše kontrolu bezbednosti proizvoda. Svi dokumenti treba da budu potpisani od strane odgovornog lica u kompaniji, kao i da se jednostavno popunjavaju i ažuriraju. Dokumentacija i evidencija treba da se podese prema prirodi i obimu posla.

Dokumentacija (tkzv. „dokumenta HACCP“) uključuje opis okvira i cilja HACCP plana, naziv, opis načina proizvodnje i distribucije proizvoda, dijagram toka procesa, analizu hazarda, određivanje kritičnih kontrolnih tačaka i kontrolnih mera, utvrđene kritične limite za CCP, utvrđene procedure monitoringa za CCP i utvrđene korektivne mere za CCP. Evidencije (tkzv. „zapisi HACCP“) uključuju identifikaciju i sledljivost proizvoda, nazive dobavljača, podatke o kalibraciji opreme, podatke o čišćenju/sanitaciji, dezinfekciji i deratizaciji, podatke o validaciji kritičnih limita, rezultate monitoringa nad CCP, utvrđene devijacije i preduzete korektivne mere, rezultate verifikacije i zvaničnih provera, kao i zabranu stavljanja u promet nekog proizvoda. Primeri obrasca evidencije (zapisa) o monitoringu, korektivnim merama i validacije i verifikacije HACCP su navedeni u Tabelama XI-10, XI-11 i XI-12.

Obaveze svakog subjekta koji se bavi hranom su da svaki dokument koji opisuje procedure opisane u HACCP planu bude uvek redovno ažuriran i da obezbedi uvid u dokumentaciju/evidenciju nadležnim organima u cilju potvrde da posluju na način koji propisi zahtevaju. Pored toga, njihova obaveza je i da čuvaju sve dokumente i zapise u propisanom periodu. Ovo vreme mora biti najmanje onoliko dugo koliko je potrebno da bi subjekat izvršio verifikaciju HACCP, zatim onoliko koliko je potrebno da bi se izvršila zvanična provera od strane nadležnog organa ili ovlašćenog tela, kao i onoliko koliko se hrana koja je proizvedena pod tadašnjim uslovima nalazi u prodaji ili skladištenju. Međutim, svakodnevne beleške o monitoringu i korektivnim merama treba čuvati i duže, da bi informacije bile dostupne ako naknadno nastane neki problem sa hranom nakon što je ona već plasirana na tržište ili neko vreme nakon što dođe u ruke potrošača. Ovo vreme treba još više produžiti za hranu koju će možda potrošači čuvati duže vreme (npr. smrzavati). Treba imati na umu da vreme čuvanja dokumentacije može da bude regulisano i propisima, a i da zavisi od tipa industrije/delatnosti.

Tabela XI-10. Primer obrasca evidencije o monitoringu

CCP: naziv/broj Datum i vreme:	Opis	Napomene
Procesni korak		
Hazard(i):		
Šta je i koliki je kritični limit?		
Kada je ispitano/mereno?		
Kako je ispitano/mereno?		
Ko je ispitao/merio?		
Da li treba preduzeti korektivne mere?		
Zapisi		
Ko potvrđuje izvršeni monitoring?		

Tabela XI-11. Primer obrasca evidencije o preduzetim korektivnim merama

Korektivne mere: evidencija		
Proizvod:		Oznaka proizvodne partije:
Datum:	Vreme:	Odgovorno lice:
Neusaglašenost/devijacija:		
Uzrok neusaglašenosti:		
Uzrok neusaglašenosti eliminisao/la:		
CCP pod kontrolom, nakon sprovedene korektivne mere:		
Preventivne mere:		
Dispozicija proizvoda:		
Verifikacija:		

Tabela XI-12. Primer obrasca evidencije prilikom validacije i verifikacije HACCP

Validacija izvršena od strane		Ime:		Pozicija:		Datum:		Potpis:	
Validacija se sprovodi PRE implementacije plana									
Okvir HACCP-a je ispravan?	Dijagram toka procesa je kompletan?	Svi hazardi su navedeni?	Kontrolne mere su određene?	CCPs su opravdane?	Kritični limiti su prihvatljivi?	Procedure monitoringa su određene?	Dokumentacija je adekvatna?	Da li plan pokriva sve hazarde?	Da li plan kontroliše sve hazarde?
DA/NE	DA/NE	DA/NE	DA/NE	DA/NE	DA/NE	DA/NE	DA/NE	DA/NE	DA/NE
Verifikacija se sprovodi POSLE implementacije plana									
Lica odgovorna za verifikaciju:		Deo plana koji je verifikovan:		Deo plana koji je verifikovan:		Deo plana koji je verifikovan:		Ceo plan verifikovan:	
		Deo*	Datum	Deo*	Datum	Deo*	Datum	Datum	
Lice 1									
Lice 2									
itd.									

*Za svaki deo, posebno treba potpisati svaki verifikacioni dokument, kao i svaku naredenu korektivnu akciju, i treba napisati da li su sprovedene i ko ih je sproveo.

U nekim slučajevima mogu da postoje izuzeci od evidencije i izveštavanja. Primera radi, u slučajevima kada se vrši monitoring kontinuirano i vizuelnim postupcima, može da se prihvatiti da se uvode u evidenciju rezultati samo onda kada nastane neki problem ili neuobičajeni događaj, zajedno sa korektivnom merom koja se tada preduzima. Nasuprot tome, kada se neke provere vrše nekontinuirano (jednom ili nekoliko puta na dan), kao što su provere temperature hlađenja, svaka provera treba da bude zabeležena. Takođe, uobičajeno je da se manjim subjektima koji se bave hranom dozvoljava korišćenje nešto pojednostavljenog sistema za dokumentaciju, ako nemaju mogućnosti za složeniji sistem kakav je obavezan u velikim kompanijama.

PRIMERI GENERIČKIH HACCP PLANOVA U INDUSTRIJI MESA

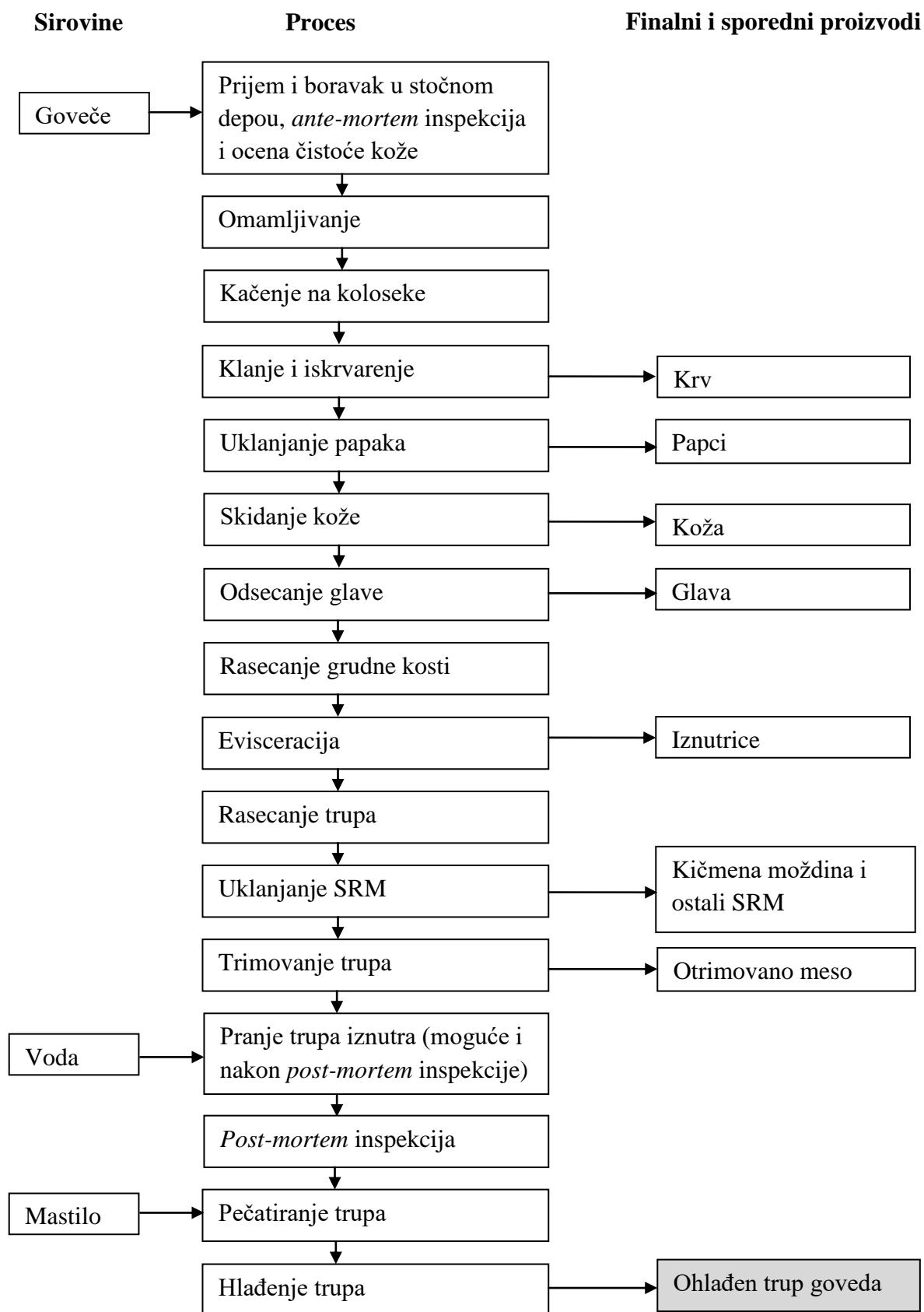
Kao što je već rečeno, HACCP planovi i sistemi su specifični za svaki proizvod ali i za svaki poseban proces za dobijanje istog proizvoda (npr. za dobijanje ohlađenog trupa goveda u dve različite klanice). Stoga, svaki subjekat u poslovanju hranom mora da razvije sopstveni HACCP plan koji uzima u obzir sve specifičnosti proizvoda i jedinstvenog procesa dobijanja tog proizvoda u datom subjektu. Ipak, ispod su opisani primeri delova generičkih HACCP planova koji mogu da služe kao primer i osnov za razvijanje specifičnih HACCP planova, i to za klanje i obradu trupova goveda, svinja i živine, kao i za rasecanje mesa goveda i svinja.

Primer delova generičkog HACCP plana za klanje i obradu trupova goveda

Tabela XI-13, Šema XI-8, Tabela XI-14, Tabela XI-15 i Tabela XI-15 prikazuju opis proizvoda i namenjenu upotrebu, dijagram toka procesa, identifikaciju hazarda, analizu hazarda i određivanje kritičnih kontrolnih tačaka, kao i primere kritičnih limita, procedura monitoringa i korektivnih mera, na mogućim kritičnim kontrolnim tačkama u procesu klanja i obrade trupova goveda.

Tabela XI-13. Opis proizvoda i namenjena upotreba trupa goveda

Naziv proizvoda	Ohlađen trup goveda (polutka)
Važne karakteristike proizvoda	Trup procenjen kao upotrebljiv na osnovu obavljene <i>ante-mortem</i> i <i>post-mortem</i> inspekcije
Nazivi sirovina i pomoćnih materijala	Goveda namenjena klanju, voda i mastilo
Metodi konzervisanja proizvoda	Ne primenjuju se
Način i materijali pakovanja	Ne primenjuju se
Uslovi skladištenja	Temperatura $\leq 7^{\circ}\text{C}$ (u dubini butnog mišića)
Način distribucije	Hladni lanac (temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$)
Uslovi čuvanja prilikom prodaje	Hladni lanac (temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$)
Rok upotrebe pod definisanim uslovima čuvanja	9 dana/ $\leq 4^{\circ}\text{C}$
Mesto prodaje	Veleprodaje i maloprodaje u Srbiji, izvoz u Evropsku uniju
Uputstva za potrošače	Meso termički obraditi do temperature $\geq 72^{\circ}\text{C}$ u centru proizvoda
Potencijalni korisnici proizvoda	Opšta populacija (nema visoko rizičnih grupa)



Šema XI-8. Primer dijagrama toka procesa za dobijanje ohlađenog trupa govoda

Tabela XI-14. Identifikacija hazarda povezanih sa procesom klanja i obrade goveda

Biološki hazardi	Hemijski hazardi	Fizički hazardi
B1 - hazardi povezani sa određenim abnormalnostima u/na životinjama (npr. apscesi – <i>Staphylococcus</i> spp., bakterijemija – <i>Salmonella</i> spp., intramuskularni paraziti – <i>Taenia saginata</i> cisticercus, itd.)	H1 - ostaci veterinarskih lekova	F1 - sačma
B2 - mikrobiološki hazardi koji potiču iz fecesa/crevnog sadržaja, sa kože ili iz radne okoline (npr. <i>Salmonella</i> spp., <i>E. coli</i> O157:H7, <i>Clostridium</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Cryptosporidium</i> spp.)	H2 - teški metali	F2 - kosti
B3 - hazardi povezani sa nervnim tkivom (tj. BSE-prion)	H3 - boje i drugo	F3 - metal

Tabela XI-15. Analiza hazarda i određivanje kritičnih kontrolnih tačaka za klanje i obradu goveda

Procesni koraci	Hazard	Procena rizika*			CCP**
		Verovatnoća	Posledice	Kategorija rizika	
Prijem i boravak u stočnom depou, <i>ante-mortem</i> inspekcija i ocena čistoće kože	B1	mala	ozbiljne	srednji (2)	da (ocena čistoće kože)
	B2	srednja	ozbiljne	visok (3)	
	B3	mala	katastrofalne	visok (3)	
	H1, H2	mala	umerene	srednji (2)	
	F1	nezatna	umerene	nizak (1)	
Omamljivanje, kačenje na koloseke i iskrvarenje	B2	nezatna	ozbiljne	nizak (1)	ne
	B3	nezatna	katastrofalne	srednji (2)	
Uklanjanje papaka, skidanje kože, odsecanje glave	B2	velika	ozbiljne	visok (3)	da (skidanje kože)
Rasecanje grudne kosti	F2, F3	nezatna	umerene	nizak (1)	ne
Evisceracija	B2	velika	ozbiljne	visok (3)	da
Rasecanje trupa i uklanjanje SRM	B3	mala	katastrofalne	visok (3)	da
	F2, F3	nezatna	umerene	nizak (1)	
Trimovanje i pranje trupa iznutra	B2	mala	ozbiljne	srednji (2)	ne
<i>Post-mortem</i> inspekcija i pečatiranje trupa	H3	mala	nezatne	nizak (1)	ne
Hlađenje trupa	B2	velika	ozbiljne	visok (3)	da

*prema Tabeli XI-4, **prema Semi XI-4

Tabela XI-16. Primeri kritičnih limita, procedura monitoringa i korektivnih mera na mogućim CCP u procesu klanja i obrade trupova goveda

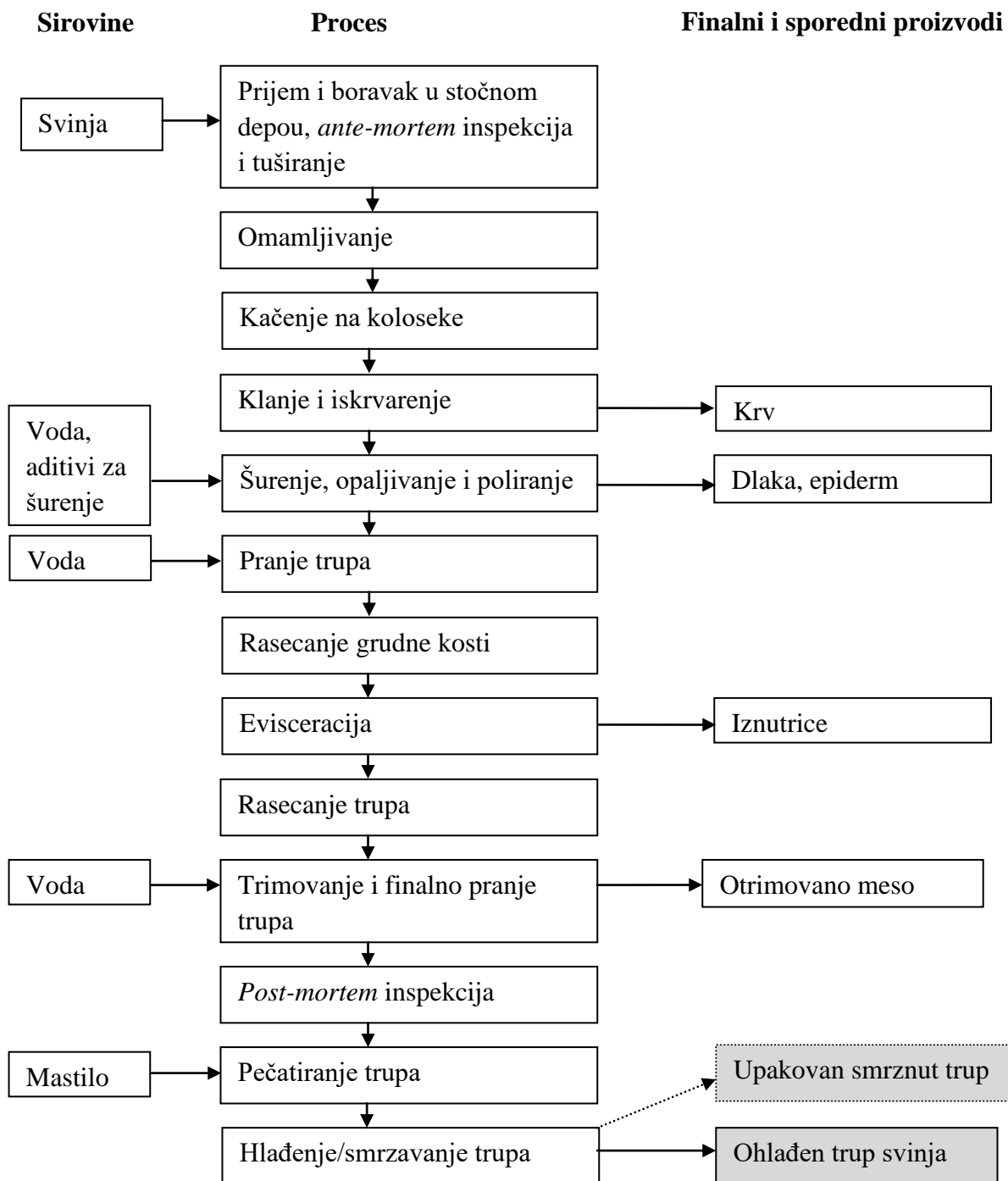
CCP	Procesni korak	Hazard	Kritični limiti	Monitoring		Korektivne mere
				Procedura	Frekvencija	
1	Ocena čistoće kože	<i>E. coli</i> O157:H7, <i>Salmonella...</i>	Kategorija 3 prema britanskom sistemu (Tabela V-3)	Vizuelna kontrola na prisustvo fekalne kontaminacije (prijem životinja na depou)	Svaka životinja	Mehaničko odstranjivanje nečistoća i pranje, dekontaminacija kože, logističko klanje
2	Skidanje kože	<i>E. coli</i> O157:H7, <i>Salmonella...</i>	Odsustvo vidljive kontaminacije (feces, dlaka...) na trupu	Provera poštovanja GHP/GMP/SOP (npr. princip dva noža), vizuelna kontrola ili alternativni način na prisustvo kontaminacije	Svaki 30 minuta	Opomena radnika, pojačano trimovanje, upućivanje mesa na termičku obradu, ponovljena obuka i trening radnika, kontrola ispravnosti uređaja za sanitaciju noževa
3	Evisceracija	<i>E. coli</i> O157:H7, <i>Salmonella...</i>	Odsustvo vidljive kontaminacije (feces, dlaka...) na trupu	Provera poštovanja GHP/GMP/SOP, vizuelna kontrola ili alternativni način na prisustvo kontaminacije	Svaki 30 minuta	Opomena radnika, pojačano trimovanje, upućivanje mesa na termičku obradu, ponovljena obuka i trening radnika, kontrola ispravnosti uređaja za sanitaciju noževa
4	Uklanjanje kičmene moždine	BSE-prion	Odsustvo vidljive kontaminacije sa SRM	Vizuelna kontrola ili alternativni način na prisustvo kontaminacije	Svaki trup	Opomena radnika, pojačano trimovanje, odbacivanje mesa na termičku obradu, ponovljena obuka i trening radnika
5	Smeštaj i hlađenje trupova	<i>E. coli</i> O157:H7, <i>Salmonella...</i>	Temperatura $\leq 7^{\circ}\text{C}$ u roku od 36h u dubini trupa Temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$ u komorama za hlađenje	Monitoring relevantnih parametara hlađenja	Kontinuirano elektronsko praćenje zadatih parametara hlađenja	Korigovanje parametara hlađenja, odgovarajući razmeštaj trupova u komori, premeštanje trupova u ispravnu komoru za hlađenje, odbacivanje mesa ili upućivanje mesa na termičku obradu

Primer delova generičkog HACCP plana za klanje i obradu trupova svinja

Tabela XI-17, Šema XI-9, Tabela XI-18, Tabela XI-19 i Tabela XI-20, prikazuju opis proizvoda i namenjenu upotrebu, dijagram toka procesa, identifikaciju hazarda, analizu hazarda i određivanje kritičnih kontrolnih tačaka, kao i primere kritičnih limita, procedura monitoringa i korektivnih mera na mogućim kritičnim kontrolnim tačkama u procesu klanja i obrade trupova svinja.

Tabela XI-17. Opis proizvoda i namenjena upotreba trupa svinja

Naziv proizvoda	Ohlađen trup svinja (polutka)
Važne karakteristike proizvoda	Trup procenjen kao upotrebljiv na osnovu obavljene <i>ante-mortem</i> i <i>post-mortem</i> inspekcije
Nazivi sirovina i pomoćnih materijala	Svinje namenjene klanju, voda, aditivi za šurenje i mastilo
Metodi konzervisanja proizvoda	Ne primenjuju se
Način i materijali pakovanja	Ne primenjuju se
Uslovi skladištenja	Temperatura $\leq 7^{\circ}\text{C}$ (u dubini butnog mišića) ili $\leq -18^{\circ}\text{C}$ ukoliko se smrzava
Način distribucije	Hladni lanac (temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ili $\leq -18^{\circ}\text{C}$ ukoliko se smrzava)
Uslovi čuvanja prilikom prodaje	Hladni lanac (temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ili $\leq -18^{\circ}\text{C}$ ukoliko se smrzava)
Rok upotrebe pod definisanim uslovima čuvanja	7 dana/ $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ili 12 meseci/ $\leq -18^{\circ}\text{C}$
Mesto prodaje	Veleprodaje i maloprodaje u Srbiji
Uputstva za potrošače	Meso termički obraditi do temperature $\geq 72^{\circ}\text{C}$ u centru proizvoda
Potencijalni korisnici proizvoda	Opšta populacija (nema visoko-rizičnih grupa)



Šema XI-9. Primer dijagrama toka procesa za dobijanje ohlađenog/smrznutog trupa svinja

Tabela XI-18. Identifikacija hazarda povezanih sa procesom klanja i obrade svinja

Biološki hazardi	Hemijski hazardi	Fizički hazardi
B1 - hazardi povezani sa određenim abnormalnostima u/na životinjama (npr. apscesi – <i>Staphylococcus</i> spp., bakterijemija – <i>Salmonella</i> spp., intramuskularni paraziti – <i>Toxoplasma gondii</i> , itd.)	H1 - ostaci veterinarskih lekova	F1 - sačma
B2 - mikrobiološki hazardi koji potiču iz fecesa/crevnog sadržaja, sa kože ili iz radne okoline (npr. <i>Salmonella</i> spp., <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Clostridium</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Campylobacter</i> spp.)	H2 - teški metali	F2 - kosti
	H3 - boje i drugo	F3 - metal

Tabela XI-19. Analiza hazarda i određivanje kritičnih kontrolnih tačaka za klanje i obradu svinja

Procesni koraci	Hazard	Procena rizika*			CCP**
		Verovatnoća	Posledice	Kategorija rizika	
Prijem i boravak u stočnom depou, <i>ante-mortem</i> inspekcija i tuširanje	B1	srednja	ozbiljne	srednji (2)	ne
	B2	srednja	ozbiljne	visok (3)	
	H1, H2	mala	umerene	srednji (2)	
Omamljivanje, kačenje na koloseke i iskrvarenje	B2	mala	ozbiljne	srednji (2)	ne
Šurenje, opaljivanje i poliranje	B2	velika	ozbiljne	visok (3)	da (šurenje)
Pranje trupa	B2	mala	ozbiljne	srednji (2)	ne
Rasecanje grudne kosti	F2, F3	nezatna	umerene	nizak (1)	ne
Evisceracija	B2	velika	ozbiljne	visok (3)	da
Rasecanje trupa	F2, F3	nezatna	umerene	nizak (1)	ne
Trimovanje i finalno pranje trupa	B2	mala	ozbiljne	srednji (2)	ne
<i>Post-mortem</i> inspekcija i pečatiranje trupova	H3	mala	nezatne	nizak (1)	ne
Hlađenje/ smrzavanje trupa	B2	velika	ozbiljne	visok (3)	da

* prema Tabeli XI-4, **prema Šemi XI-4

Tabela XI-20. Primeri kritičnih limita, procedura monitoringa i korektivnih mera na mogućim CCP u procesu klanja i obrade trupova svinja

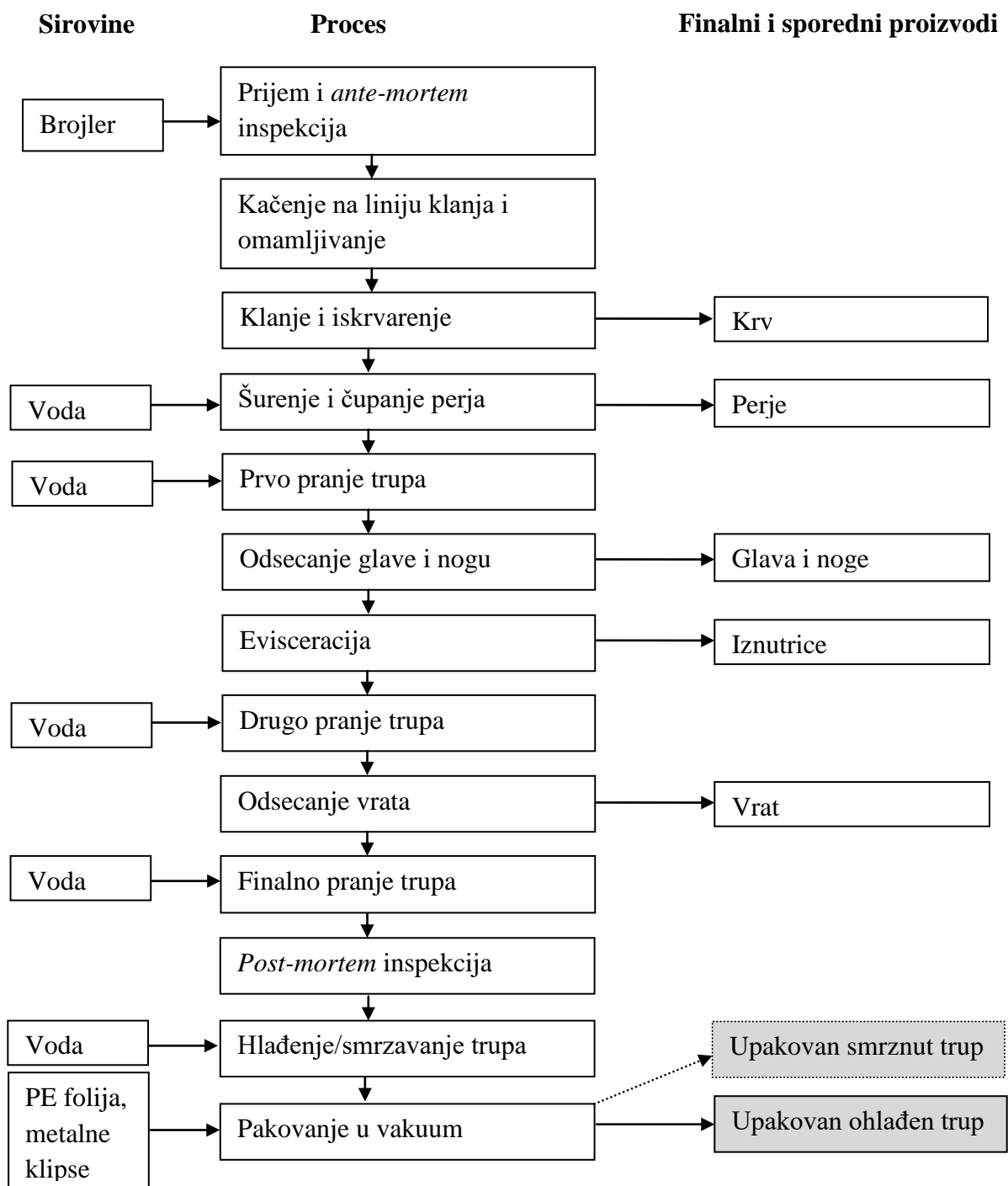
CC P	Procesni korak	Hazard	Kritični limiti	Monitoring		Korektivne mere
				Procedura	Frekvencija	
1	Šurenje	<i>Salmonella</i> , <i>Yersinia...</i>	Temperatura vode u bazenu za šurenje: 58-62°C	Provera temperature na	Svakih 30 minuta	Podešavanje temperature vode u bazenu za šurenje, učestalije praćenje vremena šurenja, izmena vode u bazenu za šurenje, kontrola čistoće svinja u depou i logističko klanje
			Vreme šurenja: 6-7 min.	Provera vremena šurenja	Svakih 30 minuta	
			Vidljiva zaprljanost vode u bazenu za šurenje	Vizuelna kontrola na zaprljanost vode u bazenu	Na svakih 250 svinja	
2	Evisceracija	<i>Salmonella</i> , <i>Yersinia...</i>	Prisustvo vidljive kontaminacije (feces, dlaka...) na trupu	Provera poštovanja GHP/GMP/SOP, vizuelna kontrola ili alternativni način na prisustvo kontaminacije	Svakih 30 minuta	Opomena radnika, pojačano trimovanje, upućivanje mesa na termičku obradu, ponovljena obuka i trening radnika, kontrola ispravnosti uređaja za sanitaciju noževa
3	Smeštaj i hlađenje/ smrzavanje trupova	<i>Salmonella</i> , <i>Yersinia...</i>	Temperatura $\leq 7^{\circ}\text{C}$ u roku od 18h u dubini trupa (temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$ u komorama za hlađenje)	Monitoring relevantnih parametara hlađenja	Kontinuirano elektronsko praćenje zadatih parametara hlađenja ili smrzavanja	Korigovanje parametara hlađenja, odgovarajući razmeštaj trupova u komori, premeštanje trupova u ispravnu komoru za hlađenje, odbacivanje mesa ili upućivanje mesa na termičku obradu
			Temperatura $\leq -18^{\circ}\text{C}$ u roku od 24h			

Primer delova generičkog HACCP plana za klanje i obradu trupova brojlera

Tabela XI-21, Šema XI-10, Tabela XI-22, Tabela XI-23 i Tabela XI-24, prikazuju opis proizvoda i namenjenu upotrebu, dijagram toka procesa, identifikaciju hazarda, analizu hazarda i određivanje kritičnih kontrolnih tačaka, kao i primere kritičnih limita, procedura monitoringa i korektivnih mera na mogućim kritičnim kontrolnim tačkama u procesu klanja i obrade trupova brojlera.

Tabela XI-21. Opis proizvoda i namenjena upotreba trupa živine

Naziv proizvoda	Ohlađen trup brojlera pakovan u vakuumu
Važne karakteristike proizvoda	Trup procenjen kao upotrebljiv na osnovu obavljene <i>ante-mortem</i> i <i>post-mortem</i> inspekcije
Nazivi sirovina i pomoćnih materijala	Brojleri namenjeni klanju, voda, polietilenska folija, metalne klipse
Metodi konzervisanja proizvoda	Ne primenjuju se
Način i materijali pakovanja	Vakuum pakovanje u polietilenskoj foliji
Uslovi skladištenja	Temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ili $\leq -18^{\circ}\text{C}$ (ukoliko se smrzava)
Način distribucije	Hladni lanac (temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ili $\leq -18^{\circ}\text{C}$ ukoliko se smrzava)
Uslovi čuvanja prilikom prodaje	Hladni lanac (temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ili $\leq -18^{\circ}\text{C}$ ukoliko se smrzava)
Rok upotrebe pod definisanim uslovima čuvanja	4 dana/ $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ili 6 meseci/ $\leq -18^{\circ}\text{C}$
Mesto prodaje	Veleprodaje i maloprodaje u Srbiji
Uputstva za potrošače	Meso termički obraditi do temperature $\geq 70^{\circ}\text{C}$ u centru proizvoda
Potencijalni korisnici proizvoda	Opšta populacija (nema visoko rizičnih grupa)



Šema XI-10. Primer dijagrama toka procesa za dobijanje ohlađenog/smrznutog, vakuum pakovanog trupa brojlera

Tabela XI-22. Identifikacija hazarda povezanih sa procesom klanja i obrade brojlera

Biološki hazardi	Hemijski hazardi	Fizički hazardi
B1 - hazardi povezani sa određenim abnormalnostima u/na životinjama (npr. apscesi – <i>Staphylococcus</i> spp., bakterijemija – <i>Salmonella</i> spp., itd.)	H1 - ostaci veterinarskih lekova	F2 - kosti
B2 - mikrobiološki hazardi koji potiču iz fecesa/crevnog sadržaja, sa perja ili iz radne okoline (npr. <i>Salmonella</i> spp., <i>Campylobacter</i> spp., <i>Clostridium</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , itd.)	H2 - teški metali	
		H3 – boje, plastika i drugo

Tabela XI-23. Analiza hazarda i određivanje kritičnih kontrolnih tačaka za klanje i obradu trupa brojlera

Procesni koraci	Hazard	Procena rizika*			CCP**
		Verovatnoća	Posledice	Kategorija rizika	
Prijem i <i>ante-mortem</i> inspekcija	B1	srednja	ozbiljne	srednji (2)	ne
	B2	srednja	ozbiljne	visok (3)	
	H1, H2	mala	umerene	srednji (2)	
Kačenje na liniju klanja, omamljivanje i iskrvarenje	B2	nezatna	ozbiljne	srednji (2)	ne
Šurenje i čupanje perja	B2	velika	ozbiljne	visok (3)	ne
Prvo pranje trupa	B2	velika	ozbiljne	visok (3)	da
Odsecanje glave i nogu	F2	nezatna	umerene	nizak (1)	ne
Evisceracija	B2	velika	ozbiljne	visok (3)	ne
Drugo pranje trupa	B2	velika	ozbiljne	visok (3)	da
Odsecanje vrata i finalno pranje trupa	B2	mala	ozbiljne	srednji (2)	da
<i>Post-mortem</i> inspekcija	-	-	-	-	ne
Hlađenje/ smrzavanje trupa	B2	velika	ozbiljne	visok (3)	da
Pakovanje u vakuumu	H3, F3	mala	ozbiljne	srednji (2)	ne

* prema Tabeli XI-4, **prema Šemi XI-4

Tabela XI-24. Primeri kritičnih limita, procedura monitoringa i korektivnih mera na mogućim CCP u procesu klanja i obrade trupova brojlera

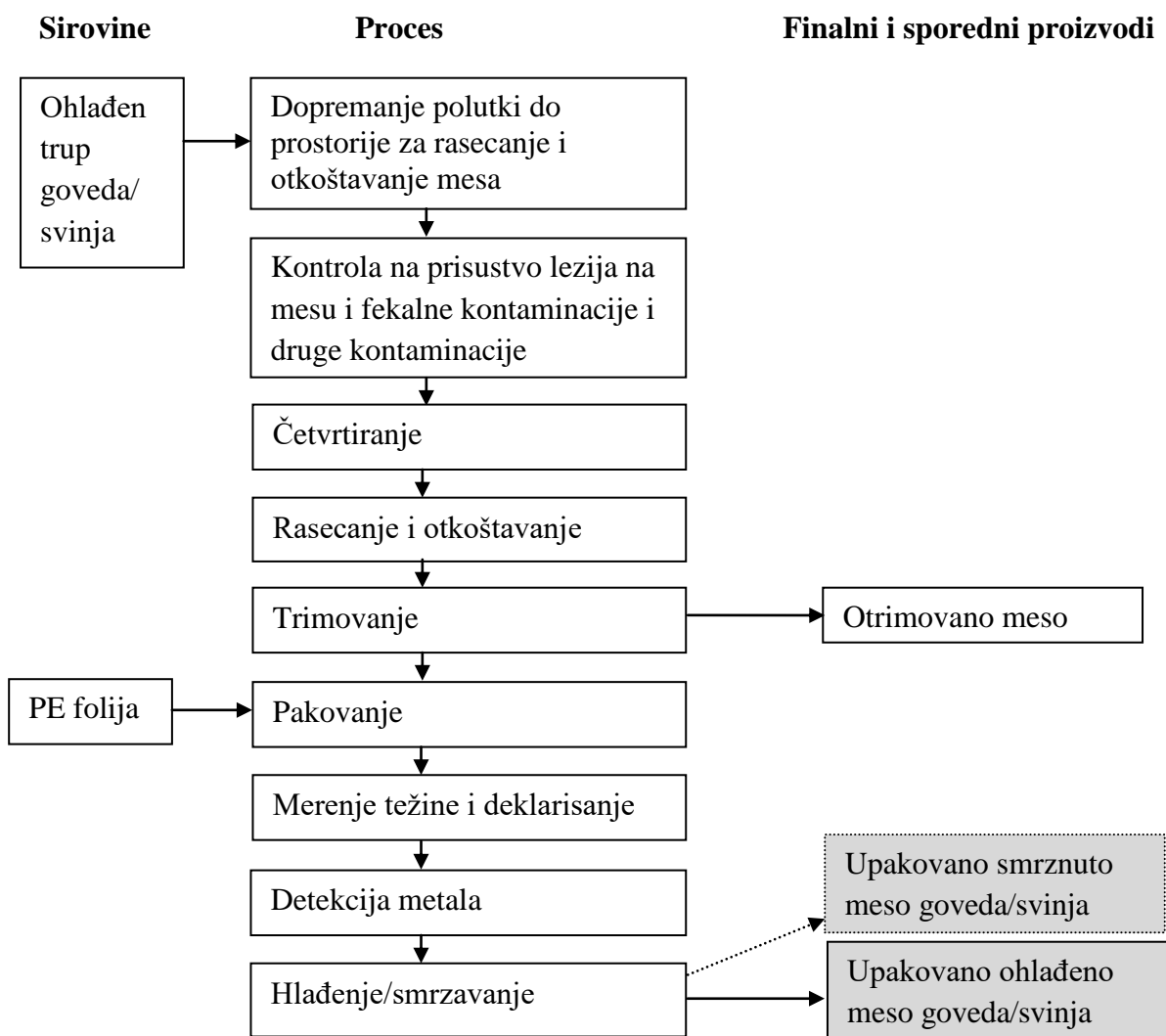
CCP	Procesni korak	Hazard	Kritični limiti	Monitoring		Korektivne mere
				Procedura	Frekvencija	
1	Pranje trupova (prvo, drugo i završno)	<i>Salmonella, Campylobacter...</i>	Pritisak vode kod ručnog/automatskog pranja (npr. 2-3 bara) dovoljan za uklanjanje vidljive kontaminacije sa trupa	Monitoring pritiska vode u uređaju za pranje	Svakih 30 minuta	Podešavanje pritiska vode u uređaju za pranje, podešavanje nivoa rezidualnog hlora u vodi za pranje trupova, učestalije praćenje prisustva vidljive fekalne i druge kontaminacije
			Kompletna pokrivenost trupa tokom ispiranja	Monitoring pokrivenosti trupa tokom ispiranja, monitoring vidljive fekalne i druge kontaminacije	Svakih 30 minuta	
			Vreme pranja: 15 sekundi	Provera vremena pranja	Svakih 30 minuta	
			Nivo rezidualnog hlora u vodi: 20-100 ppm	Kontrola nivoa rezidualnog hlora	Svaka 2 sata	
2	Hlađenje/ smrzavanje trupova	<i>Salmonella, Campylobacter...</i>	Temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$ u roku od 2h za trupove (temperatura vode za hlađenje $\leq 4^{\circ}\text{C}$)	Monitoring temperature u dubini trupa u uzorku trupova (npr. 20 trupova iz svake serije tokom radnog dana)	Kontinuirano elektronsko praćenje zadatah parametara hlađenja ili smrzavanja	Podešavanje vremena trajanja hlađenja ili smrzavanja u odnosu na tehnološke karakteristike linije klanja, učestalije praćenje procesa hlađenja ili smrzavanja
			Temperatura $\leq -18^{\circ}\text{C}$ u roku od 6 h			

Primer delova generičkog HACCP plana za rasecanje mesa goveda u svinja

Tabela XI-25, Šema XI-11, Tabela XI-26, Tabela XI-27 i Tabela XI-28 prikazuju opis proizvoda i namenjenu upotrebu, dijagram toka procesa, identifikaciju hazarda, analizu hazarda i određivanje kritičnih kontrolnih tačaka, kao i primere kritičnih limita, procedura monitoringa i korektivnih mera na mogućim kritičnim kontrolnim tačkama u procesu rasecanja trupova goveda/svinja u komade i dobijanja tkzv. „konfekcioniranog“ ohlađenog ili smrznutog mesa. Pošto su u pitanju vrlo slični procesi, prikazani su uopšteno za goveđe/svinjsko meso.

Tabela XI-25. Opis proizvoda i namenjena upotreba konfekcioniranog mesa goveda/svinja

Naziv proizvoda	Konfekcionirano meso goveda/svinja upakovano u vakuumu
Važne karakteristike proizvoda	Trup procenjen kao upotrebljiv na osnovu obavljene <i>ante-mortem</i> i <i>post-mortem</i> inspekcije
Nazivi sirovina i pomoćnih materijala	Ohlađen trup goveda/svinja, polietilenska (PE) folija
Metodi konzervisanja proizvoda	Ne primenjuju se
Način i materijali pakovanja	Vakuum pakovanje u polietilenskoj foliji
Uslovi skladištenja	Temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ili $\leq -18^{\circ}\text{C}$ (ukoliko se smrzava)
Način distribucije	Hladni lanac (temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ili $\leq -18^{\circ}\text{C}$ ukoliko se smrzava)
Uslovi čuvanja prilikom prodaje	Hladni lanac (temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ili $\leq -18^{\circ}\text{C}$ ukoliko se smrzava)
Rok upotrebe pod definisanim uslovima čuvanja	14 dana/ $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ili 12 meseci/ $\leq -18^{\circ}\text{C}$
Mesto prodaje	Veleprodaje i maloprodaje u Srbiji
Uputstva za potrošače	Meso termički obraditi do temperature $\geq 72^{\circ}\text{C}$ u centru proizvoda
Potencijalni korisnici proizvoda	Opšta populacija (nema visoko rizičnih grupa)



Šema XI-11. Primer dijagrama toka procesa za dobijanje konfekcioniranog mesa goveda/svinja

Tabela XI-26. Identifikacija hazarda povezanih sa procesom dobijanja konfekcioniranog mesa goveda/svinja

Biološki hazardi	Hemijski hazardi	Fizički hazardi
B1 - hazardi povezani sa određenim abnormalnostima u/na životinjama (npr. apscesi – <i>Staphylococcus</i> spp., intramuskularni paraziti – <i>Taenia saginata/solium</i> cisticercus, itd.)	H1 - ostaci veterinarskih lekova	F2 - kosti
B2 - mikrobiološki hazardi koji potiču iz fecesa/crevnog sadržaja, sa kože ili iz radne okoline (npr. <i>Salmonella</i> spp., <i>E. coli</i> O157:H7, <i>Clostridium</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Yersinia</i> spp.)	H2 - teški metali	
		H3 - boje, plastika i drugo

Tabela XI-27. Analiza hazarda i određivanje kritičnih kontrolnih tačaka za proces dobijanja konfekcioniranog mesa goveda/svinja

Procesni koraci	Hazard	Procena rizika*			CCP**
		Verovatnoća	Posledice	Kategorija rizika	
Dopremanje polutki do prostorije za rasecanje i otkoštavanje mesa	B2	mala	ozbiljne	srednji (3)	ne
Kontrola na prisustvo lezija na mesu i fekalne kontaminacije i druge kontaminacije	B1	mala	ozbiljne	srednji (2)	da
	B2	srednja	ozbiljne	visok (3)	
	H1, H2, H3	mala	umerene	srednji (2)	
	F2, F3	mala	umerene	nizak (1)	
Četvrtiranje	B2	velika	ozbiljne	visok (3)	ne
	F2, F3	mala	umerene	srednji (2)	
Rasecanje i otkoštavanje	B2	mala	ozbiljne	srednji (2)	ne
	F2, F3	mala	umerene	srednji (2)	
Trimovanje	B2	mala	ozbiljne	srednji (2)	ne
	F2, F3	nezatna	umerene	nizak (1)	
Pakovanje	H3	nezatna	umerene	nizak (1)	ne
Merenje težine i deklarisanje	-	-	-	-	ne
Detekcija metala	F3	velika	ozbiljne	visok (3)	da
Hlađenje/smrzavanje mesa	B2	velika	ozbiljne	visok (3)	da

* prema Tabeli XI-4, **prema Šemi XI-4

Tabela XI-28. Primeri kritičnih limita i procedura monitoringa i korektivnih mera na mogućim CCP u procesu dobijanja konfekcioniranog mesa goveda/svinja

CCP	Procesni korak	Hazard	Kritični limiti	Monitoring		Korektivne mere		
				Procedura	Frekvencija			
1	Kontrola na prisustvo lezija na mesu i fekalne kontaminacije i druge kontaminacije	<i>E. coli</i> O157:H7, <i>Salmonella</i> , <i>Yersinia</i> , <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Taenia saginata/solium</i> cisticercus	Odsustvo lezija i vidljive fekalne i druge kontaminacije na mesu	Vizuelna kontrola ili alternativni način na prisustvo kontaminacije	Svaki trup	Trimovanje, upućivanje mesa na termičku obradu, ponovljena obuka i trening radnika, itd.		
2	Detekcija metala	Metal	Odsustvo metala	Primena detektora za metal	Svaki komad mesa	Trimovanje, odbacivanje mesa		
3	Hlađenje/smrzavanje mesa	<i>E. coli</i> O157:H7, <i>Salmonella</i> , <i>Yersinia</i> ...	<table border="1"> <tr> <td>Temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$</td> </tr> <tr> <td>Temperatura $\leq -18^{\circ}\text{C}$</td> </tr> </table>	Temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$	Temperatura $\leq -18^{\circ}\text{C}$	Monitoring relevantnih parametara hlađenja ili smrzavanja	Kontinuirano elektronsko praćenje zadatih parametara hlađenja	Korigovanje parametara hlađenja, premeštanje u ispravnu komoru za hlađenje, odbacivanje mesa ili upućivanje mesa na termičku obradu
Temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$								
Temperatura $\leq -18^{\circ}\text{C}$								

VERIFIKACIJA HACCP SISTEMA MIKROBIOLOŠKIM TESTIRANJIMA

Potvrda pravilnog funkcionisanja, odnosno verifikacija HACCP sistema, može da se izvrši na više načina. Među njima, mikrobiološko testiranje i poređenje sa mikrobiološkim kriterijumima koji su navedeni u relevantnoj legislativi ili drugim zadatim kriterijumima (npr. od samog proizvođača ili narednog kupca), predstavlja objektivan metod verifikacije HACCP sistema. Sama interpretacija rezultata mikrobiološkog testiranja može da bude prilagođena aktuelnoj situaciji i promenama trendova procesne higijene klanica u državi, ali i da bude zavisna od zahteva regulatornih auditora ili pak auditora iz privatnog sektora (npr. od strane trgovinskog lanca koji otkupljuje konfekcionirano meso).

Primena kriterijuma procesne higijene i kriterijuma za ocenu higijene opreme, alata i radnih površina u verifikaciji HACCP sistema u industriji mesa je ispod ukratko opisana. Uzorkovanje trupova i proizvoda od mesa, mikrobiološko testiranje i interpretacija rezultata su detaljno opisani u Praktikum iz Higijene mesa.

Uzorkovanje

Mikrobiološko ispitivanje cele količine proizvoda (hrane, mesa) ili radnih površina u praksi nije moguće, pa se zato uzimaju reprezentativni uzorci koji se zatim testiraju na prisustvo odabranih mikroorganizama. Način i učestalost uzimanja uzoraka, kao i njihovo čuvanje i transport, moraju biti u skladu sa aktuelnim ISO standardima i smernicama *Codex Alimentarius*-a. Takođe, uzorkovanje se mora obavljati na takav način da se ne ugrožavaju proces i dinamika proizvodnje (npr. trupovi se usmeravaju na sporedni kolosek da bi se uzeli uzorci).

U verifikaciji HACCP planova za klanje i obradu trupova crvenog mesa, uzimanje uzoraka sa obrađenih trupova može da se vrši destruktivnim metodom (tj. odsecanjem mesa sa površine trupa) ili nedestruktivnim metodom (tj. vlažno-suvim brisevima) i to nakon obrade, ali pre hlađenja trupova (na aseptičan način). Kada je reč o destruktivnom metodu, uzimaju se četiri uzorka tkiva jednog trupa (Slika XI-1), koji imaju ukupnu površinu od 20 cm^2 (4 uzorka po 5 cm^2), a pri nedestruktivnom metodu, na svakoj od četiri predviđene regije na trupu, treba prilikom uzimanja uzoraka obuhvatiti površinu od 100 cm^2 (ukupno 400 cm^2). Uzorkovanje je neophodno izvršiti jednom nedeljno, s tim da se nakon šest uzastopnih nedelja i dobijenih rezultata u okvirima prihvatljivih vrednosti, može preći na dvonedeljno uzorkovanje. Izbor dana uzorkovanja se vrši po rotirajućem principu, a uzorci se uzimaju sa pet nasumično odabranih trupova ($n=5$, broj uzorkovanih jedinica). Uzorkovanje treba vršiti na polovini procesa klanja (tj. radne smene).

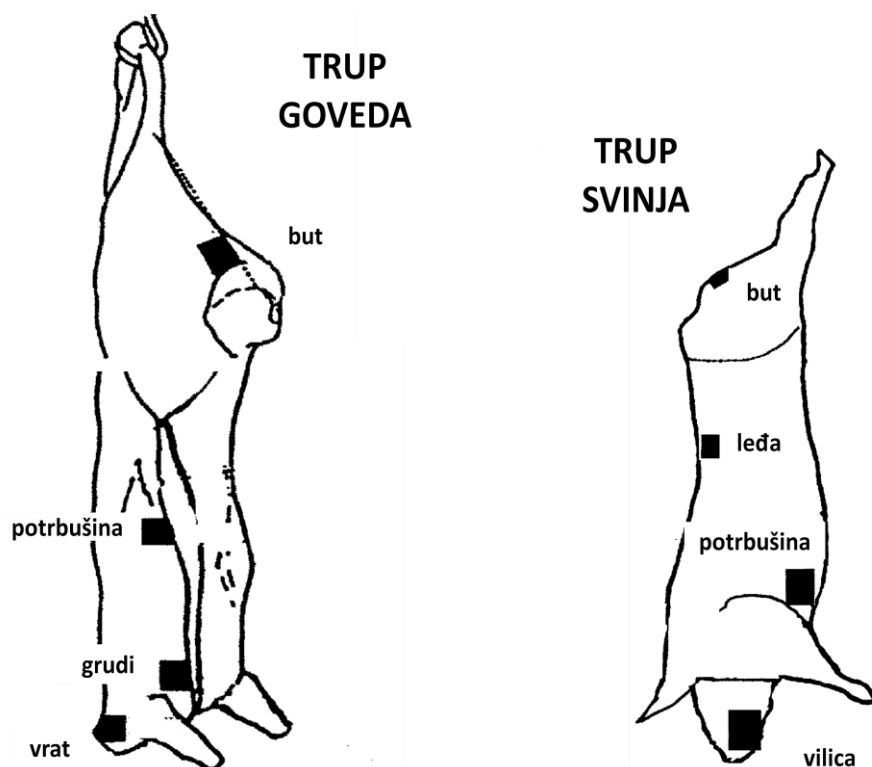
U verifikaciji HACCP planova za klanje i obradu trupova živine, uzimanje uzoraka sa obrađenih trupova se vrši destruktivnim metodom (tj. odsecanjem kože vrata) ili nedestruktivnim metodom (tj. „ispiranjem trupa“), sa ohlađenih trupova (tj. hlađenih najmanje 1,5 h nakon završetka obrade), takođe jednom nedeljno po rotirajućem principu. Uzorci se uzimaju nasumično od 15 trupova, pa se po tri uzorka grupišu u jedan zbirni tako da se testira pet zbirnih uzoraka, a svaki od njih treba da teži najmanje 25 grama.

Kada je reč o proizvodima od mesa, mleveno (usitnjeno) meso, mehanički separisano meso i poluproizvodi od mesa se uzorkuju u objektima za preradu mesa tako što se uzima 25 g ovih proizvoda.

U pogledu testiranja radnih površina, odnosno uzimanja uzoraka za potrebe ocene higijene proizvodnog pogona, ono se vrši metodom vlažno-suvog brisa, i to nakon

sanitacije, a pre početka proizvodnog procesa. Ovi brisevi se uzimaju alternativno, po rotirajućem principu tako da svakog meseca budu obuhvaćena najvažnija mesta u proizvodnom pogonu; npr. uzima se set od najmanje 10 briseva sa 20 cm² odabranih površina na liniji klanja (najmanje tri veće površine koje dolaze u direktan kontakt sa mesom treba da budu obuhvaćene uzorkovanjem).

Vreme i učestalost uzimanja uzoraka je neophodno da budu prilagođeni svakoj pojedinačnoj klanici ili objektu za preradu mesa, a u skladu sa određenim parametrima koji utiču na kategorizaciju rizika koji te klanice i objekti predstavljaju (npr. nivo higijenske prakse u klanju i obradi životinja, dizajn i efektivnost preduslovnih programa i HACCP sistema, obim proizvodnje, epidemiološki status regiona iz kojeg potiču životinje namenjene klanju, itd.).



Slika XI-1. Regije na trupu goveda i svinja sa kojih se uzimaju uzorci za mikrobiološko testiranje⁴⁶

Mikrobiološko testiranje

Priprema i mikrobiološka analiza prikupljenih uzoraka vrše se uz upotrebu referentnih analitičkih postupaka - ISO metoda (navedenih u Tabelama XI-30 i XI-32). Analiza uzoraka se može vršiti i drugim metodama, ukoliko je njihova efikasnost prethodno potvrđena u odnosu na referentne metode ili ako se primenjuje odgovarajuća metoda koja je potvrđena od strane referentne laboratorije.

Za potrebe utvrđivanja ispunjenosti kriterijuma procesne higijene trupovi zaklanih životinja crvenog mesa se testiraju na ukupan broj bakterija (engl. *Aerobic Colony Count*, ACC ili *Total Viable Count*, TVC), broj *Enterobacteriaceae*, kao i na prisustvo

⁴⁶ Izvor: Odluka 2001/471/EC

Salmonella spp. Trupovi živine se testiraju na prisustvo *Salmonella* spp. i na broj *Campylobacter* spp. Mleveno i mehanički separisano meso se testiraju na broj TVC/ACC i *E. coli*, a poluproizvodi od mesa samo na broj *E. coli*. Radne površine se testiraju na broj TVC i enterobakterija.

Ispitivanjem prisustva bakterija koje se karakterišu sposobnošću da prežive u aerobnim uslovima (tj. ACC/TVC), na površini trupa ili radnih površina, stiče se uvid u efikasnost kontrole generalne kontaminacije trupa tokom proizvodnje, dok bakterije iz familije *Enterobacteriaceae*, kao i generička *E. coli* predstavljaju dobar indikator prisustva fekalne kontaminacije. *Salmonella* spp. je patogen koji je opšteprihvaćen kao „najpoznatiji“ i često se nalazi u/na svim vrstama mesa, dok je *Campylobacter* spp. bitan uglavnom samo za živinsko meso.

Interpretacija rezultata

Kategorije prihvatljivosti rezultata za ocenu procesne higijene dobijanja mesa i proizvoda od mesa, kao i higijenu radnih površina, prikazane su u Tabelama XI-29, XI-30 i XI-32.

Trupovi

U pogledu indikator mikroorganizama (tj. broja *Enterobacteriaceae* i ukupnog broja aerobnih bakterija na trupovima), primenjuje se troklasni tip uzorkovanja (sa dva limita, donji - „m“ i gornji - „M“, odnosno tri kategorije rezultata: zadovoljavajuća, prihvatljiva (marginalna ili granična) i nezadovoljavajuća). Pritom su rezultati zadovoljavajući ako je dnevna srednja logaritamska vrednost (dslv) \leq „m“, prihvatljivi ako je dslv između „m“ i „M“, a nezadovoljavajući ako je dslv $>$ „M“. Broj uzorkovanih jedinica za indikator mikroorganizme je pet trupova nedeljno (n=5). Tabela XI-30 prikazuje vrednosti „m“ i „M“ za destruktivni tip uzorkovanja. Međutim, u slučaju nedestruktivnog tipa uzorkovanja (tj. brisa), granične vrednosti navedene u Tabeli XI-30 se prilikom interpretacije rezultata mikrobiološkog testiranja moraju umanjiti, zbog poznate veće efikasnosti destruktivnih metoda u prikupljanju mikroorganizama tokom uzorkovanja u odnosu na efikasnost brisa (u proseku bris „pokupi“ oko 20% mikroorganizama u odnosu na destruktivni metod). Veličina ovog umanjjenja definisana je lokalnom regulativom i može varirati između različitih država. Na primer, u Velikoj Britaniji se preporučuje da prilikom interpretacije rezultata testiranja nakon uzorkovanja brisevima, granične vrednosti budu 20% (odnosno manji za 0,7 log₁₀) u odnosu na propisane vrednosti za destruktivni metod, odnosno vrednosti za destruktivni metod se množe sa faktorom korekcije 0,2 (Tabela XI-31).

U pogledu patogena, tj. prisustva *Salmonella* spp. na trupovima crvenog mesa i živine, kao i broja *Campylobacter* spp. na trupovima živine, primenjuje se dvoklasni tip uzorkovanja (vrednost „c“ koja predstavlja maksimalan broj uzoraka od ukupnog broja posmatranih uzoraka „n“ u kojima *Salmonella* spp. može da se nađe ili u kojima *Campylobacter* može da prekorači numerički limit od 1.000 cfu/g, pa tako postoje dve kategorije rezultata: zadovoljavajuća i nezadovoljavajuća). Rezultati su zadovoljavajući ako je prisustvo *Salmonella* ili prekomeran broj *Campylobacter* utvrđeno u maksimalno „c“ od „n“ uzoraka, a nezadovoljavajući ako je prisustvo ili prekomeran broj utvrđen u više od „c“ od „n“ uzoraka. Broj uzorkovanih jedinica za patogene se određuje za deset

uzastopnih nedelja ($n = 5 \times 10 = 50$), tako što se nakon svake sesije uzorkovanja, rezultat od poslednjih 10 sesija uzima u cilju interpretacije rezultata (npr. od 1. do 10. nedelje, pa od 2. do 11. nedelje, pa 3. do 12. nedelje, itd.).

Proizvodi od mesa

U pogledu indikator mikroorganizama (*E. coli* i ukupan broj aerobnih bakterija) u mlevenom mesu i mehanički separisanom mesu, odnosno *E. coli* u poluproizvodima od mesa, primenjuje se troklasni tip uzorkovanja (dva limita, donji - „m“ i gornji - „M“, odnosno tri kategorije rezultata: zadovoljavajuća, prihvatljiva i nezadovoljavajuća). Pritom su rezultati zadovoljavajući ako su sve vrednosti od testiranih uzoraka („n“) \leq „m“, prihvatljivi ako je maksimalno „c“ od „n“ vrednosti između „m“ i „M“, a nezadovoljavajući ako je jedna ili više vrednosti $>$ „M“ ili više od „c“ od „n“ vrednosti između „m“ i „M“ (Tabela XI-32).

Opreme, alati i radne površine

U pogledu indikator mikroorganizama (broj enterobakterija i ukupan broj aerobnih bakterija), na opremi, alatima i radnim površinama primenjuju se vrednosti navedene u Tabeli XI-29, koje njihovu higijenu kategorišu u prihvatljivu ili neprihvatljivu.

Tabela XI-29. Granične vrednosti za ocenu higijene opreme, alata i radnih površina⁴⁷

Higijena opreme, alata i radnih površina	Prihvatljiva vrednost	Neprihvatljiva vrednost
Ukupan broj bakterija	0 – 10/cm ²	>10/cm ²
Broj enterobakterija	0 – 1/cm ²	>1/cm ²

⁴⁷ Izvor: Odluka 2001/471/EC

Tabela XI-30. Kriterijumi procesne higijene za trupove prema evropskoj i domaćoj legislativi⁴⁸

Kategorija	Mikroorganizmi	Plan uzorkovanja		Limiti (destruktivni metod)		Analitički referentni metod	Tačka u lancu hrane	Mera u slučaju nezadovoljavajućih rezultata
		n	c	m	M			
Trupovi goveda, ovaca, koza i konja	Ukupan broj bakterija			3,5 log ₁₀ CFU/cm ² dslv	5,0 log ₁₀ CFU/cm ² dslv	ISO 4833	Trup nakon obrade ali pre hlađenja	Poboljšanje higijene klanja i preispitivanje kontrole procesa
	Broj enterobakterija			1,5 log ₁₀ CFU/cm ² dslv	2,5 log ₁₀ CFU/cm ² dslv	ISO 21528-2		
Trupovi svinja	Ukupan broj bakterija			4,0 log ₁₀ CFU/cm ² dslv	5,0 log ₁₀ CFU/cm ² dslv	ISO 4833		
	Broj enterobakterija			2,0 log ₁₀ CFU/cm ² dslv	3,0 log ₁₀ CFU/cm ² dslv	ISO 21528-2		
Trupovi goveda, ovaca, koza i konja ^a	<i>Salmonella</i>	50 ^b	2	Odsustvo u ispitivanoj regiji na trupu		EN/ISO 6579		Poboljšanje higijene klanja i preispitivanje kontrole procesa i porekla životinja
Trupovi svinja ^a	<i>Salmonella</i>	50 ^b	3	Odsustvo u ispitivanoj regiji na trupu		EN/ISO 6579		Poboljšanje higijene klanja i preispitivanje kontrole procesa, porekla životinja i biosigurnosnih mera na farmama porekla
Trupovi živine (brojleri i ćurke) ^a	<i>Salmonella</i>	50 ^b	5	Odsustvo u 25 g zbirnog uzorka kože vrata		EN/ISO 6579	Trup nakon hlađenja	
Trupovi živine (brojleri i ćurke) ^a	<i>Campylobacter</i>	50 ^b	15 [#]	1.000 cfu/g		EN ISO 10272-2		

^a m = M; dsl = dnevna srednja logaritamska vrednost (dslv) se računa tako što se prvo rezultat svakog individualnog testa prevede u logaritamsku vrednost pa se onda izračuna sredina logaritamskih vrednosti; ^b 50 uzoraka se dobija od 10 uzastopnih sesija uzorkovanja (od po 5 uzoraka); ^c ovaj kriterijum se ne odnosi na mleveno meso koje je pripremljeno na nivou prodaje kada je rok upotrebe ovog proizvoda kraći od 24h; ^d *E. coli* kao indikator fekalne kontaminacije; n - broj jedinica koji čini uzorak, c - broj jedinica uzorka čije su vrednosti između m i M; nije propisano uzorkovanje mesa/trupova divljači, kunića, pataka i gusaka. [#]c=10 od 1.1.2025.

⁴⁸ Izvor: Regulatorna EU 2073/2005 i Sl. glasnik 72/10

Tabela XI-31. Interpretacija rezultata za TVC i enterobakterije u slučaju korišćenja nedestruktivnog metoda uzorkovanja⁴⁹

Mikroorganizmi	Zadovoljavajuće (dslv ≤ m)		Prihvatljivo (m > dslv ≤ M)		Nezadovoljavajuće (dslv > M)	
	Goveda*	Svinje	Goveda*	Svinje	Goveda*	Svinje
Ukupan broj bakterija	<2,8 log ₁₀ CFU/cm ²	<3,3 log ₁₀ CFU/cm ²	2,8-4,3 log ₁₀ CFU/cm ²	3,3-4,3 log ₁₀ CFU/cm ²	>4,3 log ₁₀ CFU/cm ²	>4,3 log ₁₀ CFU/cm ²
Broj entero-bakterija	<0,8 log ₁₀ CFU/cm ²	<1,3 log ₁₀ CFU/cm ²	0,8-1,8 log ₁₀ CFU/cm ²	1,3-2,3 log ₁₀ CFU/cm ²	>1,8 log ₁₀ CFU/cm ²	>2,3 log ₁₀ CFU/cm ²

*i ostale životinje crvenog mesa osim svinja.

Tabela XI-32. Kriterijumi procesne higijene za proizvode od mesa prema evropskoj i domaćoj legislativi⁵⁰

Kategorija hrane (mesa)	Mikroorganizmi	Plan uzorkovanja		Limiti (destruktivni metod)		Analitički referentni metod	Tačka u lancu hrane	Mera u slučaju nezadovoljavajućih rezultata
		n	c	m	M			
Mleveno (usitnjeno) meso	Ukupan broj bakterija ^c	5	2	5 × 10 ⁵ CFU/g	5 × 10 ⁶ CFU/g	ISO 4833	Kraj proizvodnog procesa	Poboljšanja u higijeni proizvodnje i poboljšanja u selekciji i/ili poreklu sirovina
	Broj <i>E. coli</i> ^d	5	2	50 CFU/g	500 CFU/g	ISO 16649-1 ili 2		
Mehanički separisano meso	Ukupan broj bakterija	5	2	5 × 10 ⁵ CFU/g	5 × 10 ⁶ CFU/g	ISO 4833		
	Broj <i>E. coli</i> ^d	5	2	50 CFU/g	500 CFU/g	ISO 16649-1 ili 2		
Poluproizvodi od mesa	Broj <i>E. coli</i> ^d	5	2	500 CFU/g ili cm ²	5000 CFU/g ili cm ²	ISO 16649-1 ili 2		

⁴⁹ Izvor: FSA, 2019

⁵⁰ Izvor: Regulativa EU 2073/2005 i Sl. glasnik 72/10

ZVANIČNA PROVERA HACCP SISTEMA

Pojam i cili

Zvanična provera (audit) HACCP sistema je proces pri kom se pregleda i revidira usaglašenost stvarnih praksi sa navedenim u HACCP planu za određeni proizvod ili segment lanca hrane koji se razmatra. Ova definicija ukazuje na određena preklapanja audita i verifikacije, iako su to odvojeni procesi. Stoga, može se reći da postoje tri tipa audita, odnosno njihova svrha, metodi i okvir su različiti: 1) interni audit (tj. tkzv. „samo-ocena”) koji sprovodi sam subjekat koji posluje hranom nad svojim procesom u svrhu ocene performansi sopstvenog sistema osiguranja kvaliteta, a to je, drugim rečima, verifikacija HACCP, 2) korporativni audit koji se sprovodi od strane osoba iz istog ili povezanog subjekta koji posluje hranom, ali uvek iz druge proizvodne jedinice, odnosno od strane osoba koje ne učestvuju u razvoju i održavanju HACCP sistema koji se proverava (npr. HACCP tim jednog restorana ocenjuje drugi koji spada u isti lanac restorana), kao i 3) audit koji sprovodi tkzv. „treća strana”, a to može biti naredni korisnik (tj. prerađivač ili prodavac proizvoda – npr. uvoznik mesa iz druge zemlje) ili regulatorno telo (npr. inspekcija), pa se tada ta provera i naziva zvaničnom proverom HACCP sistema (koja je i predmet ovog poglavlja).

Svrha zvanične provere HACCP sistema (tj. provere od strane nadležne inspekcije, npr. veterinarske) je utvrđivanje da li je subjekat koje se bavi hranom sposoban da konzistentno proizvodi, prerađuje, rukuje ili distribuira bezbednu hranu, odnosno da li poseduje HACCP sistem koji je efektivan. Ciljevi zvanične provere HACCP sistema uključuju potvrdu sprovođenja relevantnih propisa, utvrđivanje koliko industrija hrane zadovoljava relevantne zahteve, primenu sankcija u slučaju nezadovoljavanja propisanih zahteva, pružanje povratnih informacija industriji hrane, pružanje tehničke pomoći i obuke za industriju hrane i lica iz nadležnih organa, kao i omogućavanje međunarodnih aktivnosti u oblasti hrane (npr. sertifikaciju između zemalja) koje su preduslov međunarodne trgovine hranom. Najvažniji opšti odgovori koji se očekuju od ocenjivanja, odnosno zvanične provere HACCP sistema su: 1) da li preduslovni programi i HACCP plan rade efektivno, 2) da li su svi elementi sistema pokriveni na odgovarajući način, 3) da li sistem održava bezbednost hrane, kao i 4) da li je stvarna praksa u skladu sa dokumentovanim procedurama opisanim u HACCP planu.

Domaća i evropska legislativa na polju bezbednosti hrane (Poglavlje XVII) naglašava da su subjekti koji se bave hranom primarno odgovorni za njenu bezbednost. Stoga, ovi moraju da zadovolje obaveze koje se odnose na njihovu delatnost i moraju da verifikuju da su svi propisani zahtevi ispunjeni. Ovi zahtevi se odnose na zadovoljavanje opštih i posebnih higijenskih zahteva, razvijanje, primenu i održavanje procedura zasnovanih na principima HACCP, pružanje dokaza da zadovoljavaju relevantne propisane zahteve, kao i ažurno održavanje dokumentacije i čuvanje dokumentacije, evidencije i drugih relevantnih podatke tokom propisanog perioda. S druge strane, obaveze nadležnog organa su da obavlja zvanične kontrole u cilju verifikacije da subjekti koji se bave hranom zadovoljavaju navedene zahteve, kroz zvanične kontrole/provere preduslovnih programa i procedura baziranih na HACCP, to jest da su preduslovni programi adekvatni, a HACCP planovi kompletni, korektno primenjeni i održavani.

Elementi zvanične provere

Elementi zvanične provere HACCP su do izvesne mere specifični za različite industrije hrane i same veličine subjekata koji se bave hranom. Ipak, univerzalni elementi koji se ocenjuju u svim tipovima industrije hrane i kod svih subjekata su ocena upravljanja sistemom HACCP, ocena razvoja HACCP plana, ocena analize hazarda, ocena efikasnosti kontrolnih mera, ocena sistema dokumentacije, ocena procedura verifikacije i ocena implementacije HACCP sistema.

Ocena upravljanja sistemom HACCP podrazumeva proveru istorijata subjekta u pogledu zadovoljavanja zahteva propisa, nivoa obuke iz higijene hrane, kao i raspoloživog tehničkog znanja unutar subjekta ili koje mu je na neki način raspoloživo. Svaki od ova tri aspekta ocene daje sliku sveukupnog upravljanja sistemom HACCP. Istorijat u pogledu zadovoljavanja propisa je dobar indikator sadašnjeg stanja, ali i može da ukazuje kakav se trend zadovoljavanja propisa očekuje u budućnosti. Takođe, sam nivo obuke kao i tehničko znanje daju opštu sliku o tome kolika je posvećenost i opšta mogućnost subjekta koji posluje hranom da ona bude bezbedna.

Prilikom ocene razvoja HACCP plana, naročito treba uzeti u obzir tačnost opisa proizvoda uključujući i namenjenu upotrebu proizvoda, tačnost dijagrama toka procesa (uključujući kada, kako i od strane koga je to provereno), ekspertizu korišćenu u razvoju HACCP plana i adekvatnost preduslovnih programa. Ocena ovog elementa je važna jer je osnova svih narednih elemenata i eventualni nedostatak ovog elementa utiče na sve ostale elemente, odnosno ostali elementi se ne mogu ni razviti pravilno.

Prilikom ocene analize hazarda se detaljno razmatra da li su svi hazardi identifikovani i to za sve proizvode i procese. Pritom se vrši i razmatranje dokaza, kao što su evidencija iz validacije, rezultati testiranja (npr. mikrobioloških), kao i istorijat bezbednosti hrane/proizvoda.

U oceni efikasnosti kontrolnih mera se razmatra da li kontrolne mere eliminišu ili smanjuju hazarde na prihvatljiv nivo, da li su sve CCP identifikovane, da li su utvrđeni adekvatni kritični limiti, da li su ti limiti realni (to jest istovremeno ostvarivi i efikasni) i da li su u skladu sa eventualnim postojećim zahtevima legislative. Takođe, razmatra se i način na koji su kritični limiti utvrđeni (to jest koja ekspertiza i koji dokazi su pritom korišćeni), da li monitoring tih limita na CCP obezbeđuje adekvatnu kontrolu hazarda, da li je obuka osoblja koje radi na CCP i njenom monitoringu adekvatna, kao i da li su korektivne mere u stanju da ponovo uspostave kontrolu, u slučaju njenog gubitka, pa tako spreče stavljanje u promet hrane/proizvoda koji nije bezbedan.

Prilikom ocene sistema dokumentacije HACCP, naročito se uzimaju u obzir opis proizvoda i njegovog korišćenja, dijagram toka procesa, poželjno sa lociranim CCP i njihovim parametrima (limitima), dokumenti o hazardima, kontrolnim merama, CCP, kritičnim limitima, monitoringom i korektivnim akcijama, rezultati iz monitoringa i verifikacije, kao i evidencije iz preduslovnih programa.

U oceni procedura verifikacije posebno se razmatra koje procedure verifikacije su izvršavane, na koji način i kada su izvršavane, kao i da li su te procedure adekvatne i efektivne. Pored toga, vrši se i razmatranje podataka iz validacije, rezultata laboratorijskih ispitivanja, dokumentacije internih i spoljnih provera, učestalost i kompletnost verifikacije, da li su dobro razmotrene eventualne promene, ispravke, unos novih hazarda i slično, kao i

koje su mere preduzete kao rezultat neadekvatnosti u HACCP planu i preduslovnim programima.

Na kraju, prilikom ocene implementacije sistema HACCP, naročito treba uzeti u obzir da li se preduslovni programi i HACCP plan zaista primenjuju u praksi, da li se preduslovni programi i HACCP plan ispravno održavaju i efektivno funkcionišu, da li se podaci iz monitoringa i verifikacije sakupljaju kako je opisano u HACCP planu, kao i da li se ti podaci analiziraju i na koji način.

Okvir zvanične provere

Okvir zvanične provere HACCP je uglavnom određen učestalošću i obimom i dubinom ocenjivanja. Učestalost zvanične provere zavisi od većeg broja faktora. Poželjno je da nadležni organ razvije i koristi program ocenjivanja na nacionalnom nivou. U takvom programu je tada utvrđena i učestalost ocenjivanja zasnovana na klasifikaciji subjekata koji se bave hranom prema nivou rizika koje ti subjekti predstavljaju za bezbednost hrane, odnosno javno zdravlje. Ta klasifikacija omogućava određivanje adekvatne učestalosti zvanične provere (to jest da subjekti višeg rizika budu proveravani češće) i može biti zasnovana na rezultatima ranijih ocenjivanja (tj. trendovima ili istorijatu neispunjavanja zahtevanog) ili veličini subjekata (tj. obimu proizvodnje hrane). Klasifikacija subjekata na osnovu rizika omogućava bolje iskorišćavanje resursa i fokusiranje na one subjekte koji predstavljaju sveukupni viši rizik za javno zdravlje, bilo da su ranije pokazivali da su uzrok problema ili pak jednostavno proizvode više hrane i time je njihova provera korisna za veći broj ljudi koji konzumiraju određenu hranu. Subjekti koji posluju hranom mogu da se klasifikuju i na druge načine – npr. na osnovu primenjenih sistema kontrole kvaliteta u njima, nivoa korišćenih tehnologija, nameravani način korišćenja njihovih proizvoda, kao i populacione grupe koja konzumira njihove proizvode.

Zvanične provere HACCP sistema se u pogledu učestalosti mogu podeliti na: redovne (zavisne su od istorijata efikasnosti primene HACCP, a obavljaju se u pravilnim vremenskim periodima), slučajne (koriste kao dopuna redovnom ocenjivanju u cilju poboljšanja objektivnosti, a obavljaju se samo povremeno), vanredne (vrše se samo kod iznenadnih događaja/incidenata u vezi bezbednosti hrane – npr. u slučaju pojave epidemije alimentarnog oboljenja ili sumnje na epidemiju), dodatne (podrazumevaju ocenjivanje prethodno ocenjenih subjekata kod kojih je došlo do promena u procesima i/ili proizvodima) i dobrovoljne provere (tkzv. „pred-ocenjivanje” koje može da se obavlja na inicijativu samog subjekta – npr. kao podrška prilikom njegove pripreme za nastup na nova tržišta).

Zvanične provere HACCP sistema se u pogledu obima i dubine u koje se ulazi tokom samog ocenjivanja mogu podeliti na potpune i delimične provere. Koji od ta dva tipa će se primeniti u datom slučaju, zavisi od klasifikacije datog subjekta na osnovu nivoa rizika, uključujući tu rezultate iz prethodnih ocenjivanja, veličinu subjekta (broja zaposlenih i/ili obim proizvodnje), složenosti operacija, nivoa ekspertize raspoložive unutar subjekta, količine resursa na raspolaganju, postojanja uvedenih drugih sistema upravljanja bezbednošću hrane (opisnih kasnije u ovom poglavlju), kao i populacije ili rizičnih subpopulacija izloženih datim proizvodima. Po pravilu, delimična provera se primenjuje kada se samo proverava da li je subjekat korigovao neke specifične nedostatke na koje je nadležni

organ prethodno upozorio ili kod subjekata za koje je na prethodnim ponovljenim ocenjivanjima utvrđeno odlično stanje HACCP sistema. U svim ostalim slučajevima bi trebalo da se primenjuje potpuna zvanična provera.

Proces zvanične provere

U cilju uspešnog procesa ocenjivanja, dobra organizovanost, planiranje i sistematičnost su ključni. Uobičajene glavne faze zvanične provere HACCP sistema su: 1) prethodno planiranje, 2) ocenjivanje na licu mesta, 3) razmatranje nalaza, 4) izvođenje zaključaka u vezi utvrđenih nedostataka, 5) utvrđivanje mera za korekciju nedostataka, i 6) izveštavanje.

Cilj prethodnog planiranja zvanične provere je da se ocenjivanje fokusira i sistematizuje. Pritom se donosi odluka o prirodi i obimu/dubini ocenjivanja, o pristupu koji će se koristiti na licu mesta, a proverava se da li se poseduju sve informacije relevantne za ocenjivanje, kao i da li se poseduju sva sredstva relevantna za ocenjivanje. Cilj ocenjivanja na licu mesta je da se sakupe neophodne informacije za potvrdu da se procedure i praksa opisane u preduslovnim programima i HACCP planu zaista primenjuju u praksi, kao i da su efektivne. Prilikom ovog ocenjivanja se prvo održava inicijalni sastanak sa ključnim osobljem subjekta u cilju dogovora o zajedničkim ciljevima i saradnji, a potom se zahteva dodatna dokumentacija koja je potrebna i vrši se samo ocenjivanje. Razmatranje nalaza podrazumeva detaljnu analizu svih sakupljenih informacija u cilju uočavanja/razumevanja nedostataka, nakon čega se izvode zaključci u vezi uočenih nedostataka, odnosno ocenjuje se njihov uticaj na bezbednost hrane (tj. na zadovoljavanje zahteva iz propisa u vezi stavljanja proizvoda u promet). Utvrđivanje mera za korekciju nedostataka se obavlja diskusijama nalaza sa ključnim osobljem subjekta prilikom završnog sastanka, a u ovoj fazi se identifikuju mere za korekciju nedostataka, određuje se vreme/dinamika za izvršenje korekcija, kao i da li će subjekat snositi pravne posledice (tj. kaznene mere). Nakon toga se priprema pisani izveštaj o izvršenom ocenjivanju.

Kompetencije zvaničnih ocenjivača HACCP

Kompetencije koje su potrebne za obavljanje zvanične provere HACCP sistema zavise od potencijalnih rizika za javno zdravlje koje subjekti mogu da predstavljaju, kao i od kompleksnosti operacija koje oni obavljaju. U slučajevima visoko rizičnih i vrlo kompleksnih subjekata, idealno bi bilo da ocenjivanje obavlja tim ocenjivača, ali u većini slučajeva jedan ocenjivač koji poseduje odgovarajuće znanje i iskustvo može uspešno da ga obavi. U ključne kompetencije ocenjivača se ubrajaju znanje i iskustvo u oblasti HACCP sistema, sposobnost identifikacije i procene potencijalnih hazarda (bioloških, hemijskih i fizičkih) tokom proizvodnje, rukovanja, skladištenja, transporta i pripreme hrane, znanje i iskustvo u ocenjivanju preduslovnih programa, sposobnost da se proceni efikasnost kontrolnih mera i verifikacije HACCP plana, znanje i iskustvo u oblasti metodologije provere, znanje o relevantnim industrijskim tehnologijama i procesima, kao i znanje o propisima, pravnim

zahtevima i standardima. Pored toga, značajno je da ocenjivač poseduje priznatu kvalifikaciju relevantnu za bezbednost hrane.

Da bi ocenjivali samostalno, ocenjivači moraju da poseduju sve ključne kompetencije neophodne za zvaničnu proveru HACCP sistema. Uloga pojedinaca koji nemaju sve ključne kompetencije trebalo bi da je ograničena samo na one oblasti za koje su kompetentni odnosno da budu samo članovi ocenjivačkog tima. Pored toga, posedovanje sposobnosti za koncizno i jasno izražavanje, prijatan način komunikacije, kao i sposobnost pažljivog slušanja i analiziranja, svakako doprinose uspešnosti ocenjivača. S druge strane, zvanični ocenjivači ne treba da budu u bilo kakvom konfliktu interesa (npr. ne treba da ocenjuju HACCP u subjektu u kome su bili uključeni u razvoj HACCP ili kad god su njihova nezavisnost ili objektivnost ugroženi iz bilo kog razloga). Takođe, pojedinci iz nadležnog organa koji imaju negativan stav i psihološki otpor prema promenama koje su nastupile zbog prirode zvaničnih aktivnosti – npr. prenosu glavne odgovornosti za bezbednost hrane sa inspekcije na sam subjekat koji se bavi hranom ili prelasku sa tradicionalnih inspeksijskih metoda na moderne savetodavne metode i metode provera – ne predstavljaju optimalne kandidate za samostalne ocenjivače HACCP sistema.

Korišćenje liste provere

Lista provere ili tkzv. „ček lista“ (engl. *check list*) predstavlja listu elemenata koji bi trebalo da se razmotre tokom provere HACCP sistema, a koji se odnose na preduslovne programe i glavne elemente HACCP plana (kompletnost, tačnost, implementaciju i održavanje). Korišćenje liste provere ima svoje prednosti, ali isto tako može biti i razlog potencijalnih problema prilikom ocenjivanja HACCP.

U pogledu prednosti, lista provere može da bude koristan alat prilikom ocenjivanja HACCP, ali pod uslovom da ona ne ograničava slobodu ocenjivača da koristi i dodatne načine i sredstva kada su oni neophodni u cilju donošenja logičnog zaključka. Prednosti korišćenja liste provere uključuju mogućnost da se koriste i kao vrsta „zvaničnog papira“ u komunikaciji između nadležnih organa i predmetnog subjekta, ove liste pomažu održavanje objektivnosti i fokusiranosti ocenjivanja, predstavljaju trajnu evidenciju o samom ocenjivanju, obezbeđuju da je ocenjivanje kompletno, korisne su za obezbeđivanje konzistentnosti ocenjivanja između različitih ocenjivača, pomažu, u kombinaciji sa odgovarajućim vodičima/priručnicima, upoređivanje ocena između različitih subjekata, obezbeđuju transparentnost procesa ocenjivanja i povećavaju poverenje kod nadležnog organa, industrije i potrošača u sam proces ocenjivanja.

Postoje i određeni problemi prilikom korišćenja liste provere, a oni uključuju mogućnost da sadržaj liste provere bude neadekvatan, bilo da ona ne sadrži elemente od ključne važnosti ili sadrži nepotrebne/nevažne elemente. Takođe, ako se dobre liste provere nepravilno koriste, one mogu da ograniče inicijativu i prosuđivanje ocenjivača, a korišćenje liste provere može da nosi rizik od pretvaranja provere u „ispunjavanje rubrika“ umesto stvarnog analiziranja i procenjivanja.

Forma i sadržaj liste provere treba da su takvi da u najmanju ruku omoguće razmatranje da li su i kako ispoštovani minimalni kriterijumi iz odgovarajućeg propisa. Da bi se primena liste provere olakšala i standardizovala, potrebno je da istovremeno postoji i

koristi se i vodič/priručnik o primeni preduslovnih programa i HACCP i njihovom ocenjivanju u odgovarajućim industrijama - kao referentni materijal. Lista provere treba da sadrži ili kvalitativne (opisne) ili kvantitativne (numeričke) ocene, kao i da omogući beleženje dodatnih komentara ili objašnjenja. U cilju standardizacije provere, nadležni organ treba da koordiniše izradu i standardizuje formu i sadržaj liste provere.

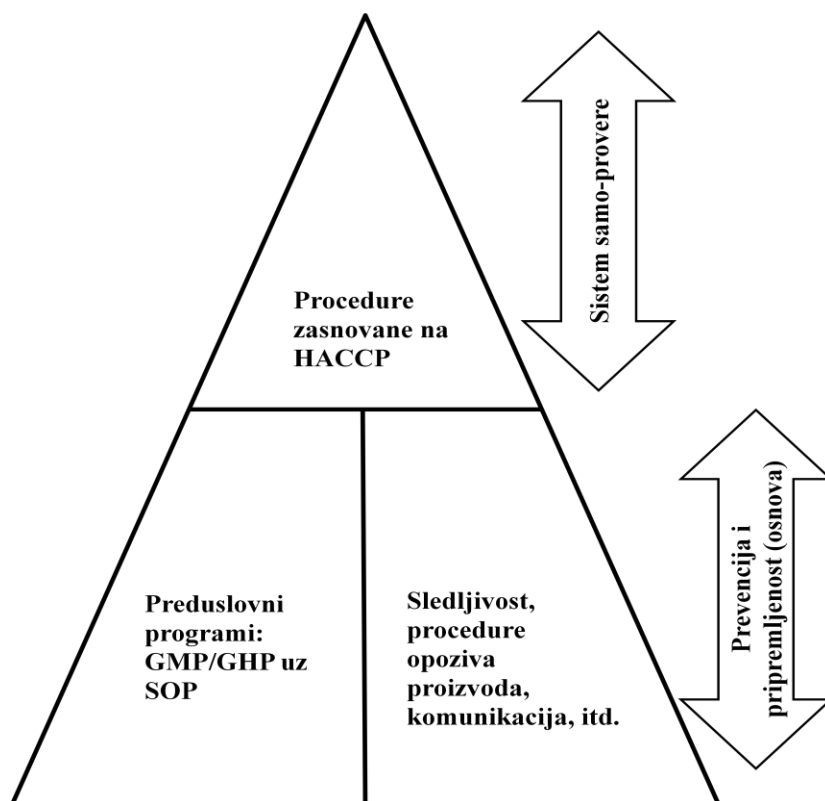
Sadržaj liste provere treba da uključuje elemente koji su od posebnog interesa za nadležni organ i od značaja za cilj same provere koja se planira. Sadržaj liste je normalno specifičan za tip industrije ali, u principu, lista uvek sadrži razmatranje najvažnijih univerzalnih elemenata uključujući primenu preduslovnih programa, opis i specifikaciju proizvoda, dijagram toka proizvodnog procesa, analizu hazarda, identifikaciju CCP, kritične limite, procedure monitoringa, korektivne mere, validaciju/verifikaciju i evidenciju/dokumentaciju. Na primeru datom u Tabeli XI-33, ukupna ocena sistema HACCP može biti od 1 do 5 (1 - ne postoji, 2 - nezadovoljavajuće, 3 - prihvatljivo, 4 - dobro, 5 - odlično), a ona se dobija na osnovu pojedinačnih ocenaskog od elemenata preduslovnih programa i HACCP plana.

Tabela XI-33. Primer obrasca liste provere sistema HACCP

Ocena elemenata preduslovnih programa				Ocena elemenata HACCP plana								
Ocena higijensko tehničkih rešenja objekta	Ocena održavanja i opšte higijene	Ocena kontrole rada	Ocena stanja osoblja	Ocena upravljanja HACCP	Ocena HACCP predkoraka	Ocena analize hazarda	Ocena utvrđivanja CCP	Ocena utvrđivanja kritičnih limita	Ocena monitoringa na CCP	Ocena korektivnih mera	Ocena procedura verifikacije	Ocena evidencije i dokumentacije
Lokacija	Održavanje	Snabdevanje vodom	Kontrolisanost zdravstvenog stanja	Odlučnost rukovodstva za uspešno korišćenje HACCP	Opis proizvoda	Timska analiza hazarda	Korišćenje stabla odlučivanja u identifikaciji CCP	Korišćenje ekspertskih mišljenja u utvrđivanju kritičnih limita	Stvarna izvodljivost utvrđenih monitoring procedura	Dokazi efikasnosti korektivnih mera	Ekspertiza uključena u validaciju	Forma evidencije i dokumentacije
Prostorije	Kontrola štetočina	Kontrole temperatura	Lična higijena	Definisanost okvira i ciljeva HACCP sistema	Tačnost i adekvatnost dijagrama toka procesa	Specifična identifikacija svih hazarda prema njihovom izvoru i/ili vrsti	Postojanje svih neophodnih CCP	Raspoloživo st dokaza na osnovu kojih su kritični limiti utvrđeni	Postojanje jasnih procedura monitoringa na svim CCP	Dokazi korišćenja kor. mera pri svakom gubitku kontrole nad CCP	Redovnost i tačnost obavljanja procedura verifikacije	Lakoća i brzina raspoloživosti evidencije i dokumentacije
Oprema	Uklanjanje otpada	Sledljivost	Obuka	Nivo znanja (dokazi o obuci, iskustvu) članova tima	Uključenost svih sirovina i proizvodnih aktivnosti u dijagram toka procesa	Identifikacija kontrolnih mera za svaki hazard	Identifik. svih CCP uz prethodno razmatranje od strane multidisciplinarnog tima	Validacija da utvrđeni kritični limiti zaista kontrolišu identifikovane hazarde	Stvarno stanje opreme koja se koristi u monitoringu u odnosu na očekivano funkcionaln o stanje	Sposobnost korektivnih mera da brzo uspostave kontrolu nad CCP u slučaju njenog gubitka	Uključenost podataka o žalbama potrošača u sistem za verifikaciju	Identifikacija dokumenata jedinstvenim označavanjem
itd.	itd.	itd.	itd.	itd.	itd.	itd.	itd.	itd.	itd.	itd.	itd.	itd.
Ukupna ocena:	Ukupna ocena:	Ukupna ocena:	Ukupna ocena:	Ukupna ocena:	Ukupna ocena:	Ukupna ocena:	Ukupna ocena:	Ukupna ocena:	Ukupna ocena:	Ukupna ocena:	Ukupna ocena:	Ukupna ocena:
Ukupna ocena sistema HACCP:						Ovlašćeno lice:			Datum i potpis:			

SISTEMI UPRAVLJANJA BEZBEDNOŠĆU HRANE I PRIVATNI STANDARDI ZASNOVANI NA HACCP

Sistem upravljanja bezbednošću hrane (engl. *Food Safety Management System*, FSMS) je svaki sistem preventivnih i kontrolnih mera, uključujući tu i aktivnosti „sopstvene provere“ (ili „samo-provere“) sistema, koji služi za upravljanje bezbednošću i higijenom hrane prilikom poslovanja sa hranom (tj. tokom proizvodnje, prerade, distribucije, prodaje ili pripremanja hrane). FSMS se naziva i kontrolni sistem, odnosno kombinacija: 1) PRPs kao preventivnih mera, 2) sledljivosti, opoziva i povezane komunikacije kao mera pripremljenosti, i 3) HACCP plana koji definiše CCPs ili oPRPs kao kontrolnih mera povezanih sa određenim procesom u vezi hrane (Šema XI-12). FSMS se takođe smatra i kombinacijom kontrolnih mera i aktivnosti osiguranja da kontrolne mere doprinose bezbednosti hrane (tj. obezbeđivanje dokaza da kontrolne mere pravilno funkcionišu kao što su validacija i verifikacija, kao i dokumentacija i evidencija).



Šema XI-12. Elementi FSMS

FSMS treba posmatrati kao praktičan alat za kontrolu radnog okruženja i procesa proizvodnje i rukovanja hranom koji služi da osigura bezbednost hrane. Svaki FSMS podrazumeva da su svi preduslovni programi, uključujući tu i sledljivost proizvoda i procesa, već primenjeni u subjektu koji se bavi hranom, kao i da je neophodna potvrda rada ovog sistema kroz validaciju, verifikaciju, dokumentaciju i vođenje evidencije. Sve navedeno ukazuje da je HACCP jedan od FSMS. Međutim, na osnovu HACCP principa je poslednjih

godina ili decenija nastalo više novih FSMS, odnosno svaki od njih je neki vid nadogradnje na HACCP. Među novonastalim FSMS, izdvajaju se ISO 22000 kao međunarodni standard i niz privatnih standarda (BRC, IFS, FSSC 22000, GlobalGAP, SQF 1000, SQF 2000, itd.), a svi služe u osiguranju bezbednosti hrane i njenog sveukupnog kvaliteta.

ISO 22000

ISO 22000 je međunarodno prihvaćen generički FSMS standard čiji je kreator Međunarodna organizacija za standarde (ISO), a koji definiše niz uopštenih zahteva u pogledu bezbednosti hrane koji su primenjivi na sve subjekte koji posluju hranom (tj. od proizvođača stočne hrane, preko primarnih proizvođača hrane, prerađivača hrane, distributera hrane i sve do prodaje hrane uz sve prateće subjekte kao što su proizvođači opreme za poslovanje hranom, proizvođači materijala za pakovanje hrane, aditiva i raznih sastojaka, kao i proizvođači sredstava za čišćenje i sanitaciju u industriji hrane). Standard je počeo da se razvija 2001., a od 2005. godine je kompletan i objavljen, pa se navodi kao ISO 22000:2005.

Prepoznatljivost ovog standarda na svetskom nivou i njegova univerzalnost pružaju mogućnost da on harmonizuje ključne zahteve i prevaziđe razne poteškoće i prepreke usled različitih standarda za bezbednost hrane u pojedinim regionima, zemljama, tipovima industrija hrane, kao i među samim subjektima koji posluju hranom. Stoga, ISO 22000 ima za cilj da definiše zahteve za upravljanje bezbednošću hrane koje subjekti u poslovanju hranom moraju da ispune i prevaziđu kako bi bili u skladu sa propisima o bezbednosti hrane širom sveta.

ISO 22000 je namenjen da bude jedan standard koji obuhvata sve potrebe potrošača i tržišta hrane, a koristi opšte priznate metode upravljanja bezbednošću hrane, kao što su interaktivna komunikacija u lancu hrane, menadžment (upravljanje) sistemom i kontrola hazarda za bezbednost hrane kroz preduslovne programe i HACCP planove, uz njihovu periodičnu reviziju i poboljšanje. Ovaj standard se sastoji zahteva za preduslovne programe i za HACCP principe (prema *Codex Alimentarius*), kao i zahteva za sistem upravljanja u jednoj kompaniji (tj. subjektu koji se bavi hranom), koji je takođe neophodan da bi se postigao željeni nivo bezbednosti hrane.

Ciljevi ISO 22000 uključuju unapređenje bezbednosti hrane, osiguranje zaštite potrošača, jačanje poverenja potrošača, poboljšanje troškovne efikasnosti u celom lancu snabdevanja hranom, usklađenost sa HACCP principima (Tabela XI-34), harmonizaciju dobrovoljnih (tj. privatnih) međunarodnih standarda, osiguranje da ovaj standard bude podložan internom i eksternom auditu, samo-serifikaciji i sertifikaciji od strane trećih lica, komplementarnost sa drugim ISO standardima (naročito ISO 9001:2000), kao i mogućnost/olakšavanje međunarodne komunikacije o celom HACCP konceptu.

Tabela XI-34. Poređenje koraka u HACCP i ISO 22000

HACCP	ISO 22000:2005
Sastavljanje HACCP tima	Tim za bezbednost hrane
Opis proizvoda	Karakteristike proizvoda
	Opis procesnih koraka i kontrolnih mera
Identifikacija namenjene upotrebe	Namenjena upotreba
Izrada dijagrama toka	Dijagram toka
Princip 1 – analiza hazarda	Analiza hazarda
	Identifikacija hazarda i određivanje prihvatljivih nivoa
	Ocena hazarda
	Odabir i ocena kontrolnih mera
Princip 2 – određivanje kritičnih kontrolnih tačaka	Identifikacija kritičnih kontrolnih tačaka
Princip 3 – utvrđivanje kritičnih limita	Određivanje kritičnih limita za kritične kontrolne tačke
Princip 4 – utvrđivanje sistema monitoringa	Sistema za monitoring kritičnih kontrolnih tačaka
Princip 5 – utvrđivanje korektivnih akcija	Akcije kada rezultati monitoringa premaše kritične limite
Princip 6 – utvrđivanje procedura verifikacije	Planiranje verifikacije
Princip 7 – utvrđivanje dokumentacije i evidencije	Zahtevi za dokumentaciju
	Ažuriranje preliminarnih informacija i dokumenata koji navode preduslovne programe i HACCP plan

Privatni standardi za hranu

Privatni standardi za hranu igraju sve važniju ulogu u određivanju pristupa tržištu prilikom međunarodne trgovine. Obim i ciljevi ovih standarda uveliko variraju u zavisnosti od prirode entiteta koji ih razvijaju i usvajaju - oni se obično bave bezbednošću hrane, kvalitetom hrane ili društvenim i ekološkim pitanjima u kontinuitetu od proizvodnje hrane pa sve do marketinga. Tako, na primer, neki od standarda pored osiguranja bezbednosti hrane, insistiraju i na zdravlju i dobrobiti životinja, kao i na posebnom sistemu sledljivosti. Dok zvanični standardi za bezbednost hrane moraju poštovati pravila utvrđena u Sanitarnom i fitosanitarnom sporazumu (Poglavlje I) i preporuke Komisije *Codex Alimentarius*, privatni standardi koji služe za osiguranje bezbednosti hrane trenutno nisu vezani za ove zahteve.

Privatni interesi koji promovišu privatne standarde za hranu često su u skladu sa javnim interesima - u nekim slučajevima privatni standardi se mogu smatrati korisnim oruđem za sprovođenje politike javnog zdravlja, pa se i od nadležnih organa očekuje da posmatraju ove standarde kao zvanične (tj. zakonski obavezne). Privatne standarde

bezbednosti hrane uglavnom postavljaju velike, često međunarodne, privatne kompanije (npr. *Tesco*, *Sainsbury's*, *Metro*) i udruženja kompanija u cilju efikasnijeg upravljanja lancem snabdevanja hranom u okviru sve globalizovanijeg i konkurentnijeg međunarodnog tržišta hrane.

Standardi za hranu koje postavljaju i usvajaju pojedinačne kompanije koje posluju hranom služe i za njihovo isticanje i bolju konkurentnost na tržištu. Često ove kompanije svojim vlasništvom pokrivaju ceo lanac hrane (npr. farma-klanica-prerada-prodaja) što je pogodno za lakšu sledljivosti i utvrđivanje odgovornosti za bezbednost hrane. Takođe, često veliki lanac supermarketa diktira uslove uključujući i privatne standarde pa tako, na primer, da bi im isporučivala meso klanica mora da uskladi svoju politiku bezbednosti hrane sa supermarketom, pa primenjuje neki od zahtevanih privatnih standarda u svom poslovanju. Privatni standardi tako omogućavaju i drugi vid audita u klanici, a posledično i dobijanje i održavanje sertifikacije za određeni standard od strane supermarketa, dodatno na zvanične provere od strane nadležnih organa.

Britanski maloprodajni konzorcijum (engl. *British Retail Consortium*, BRC) u fokusu ima britansko tržište, iako je primenjiv i mnogo šire u Evropi i to prevashodno u velikim prehrambnim lancima poput *Tesco*, *Sainsbury's*, *Marks and Spencer*. Međunarodni standard za hranu (engl. *International Food Standard*, IFS) je najviše primenjen u nemačkim, francuskim i italijanskim lancima supermarketa poput *Carrefour*, *Metro*, *Migros* i *Delhaize*, dok je FSSC 22000 standard (engl. *Food Safety Standard Certification*) primenjen u celoj Evropi. GlobalGAP je svetski standard za primarne proizvođače (u kompanijama kao što su *Aldi*, *Conad*, *Migros*, *Metro*, *Marks & Spencer*, *Sainsbury's*, *SPAR*, *Tesco*), iako je najčešće primenjivan u Evropi. Standardi koji su primenjivi u Evropi su komplementarni sa EU legislativom na polju bezbednosti hrane. Na tržištima SAD i Australije se izdvajaju SQF 1000 (primarni proizvođači) i SQF 2000 u kompanijama poput *Ahold*, *Carrefour*, *Delhaize*, *Metro*, *Migros*, *Tesco* i *Walmart*. Postoji i niz drugih standarda usmerenih samo na proizvođače određene vrste hrane kao što su Globalni standard za crveno meso (engl. *Global Red Meat Standard*, GRMS) koji je primenjiv u industriji crvenog mesa ili BIFSCo standard (engl. *Beef Industry Food Safety Council*) primenjiv samo u industriji goveđeg mesa.

XII - SISTEM OSIGURANJA BEZBEDNOSTI MESA ZASNOVAN NA OCENI RIZIKA

POTREBA ZA MODERNIZACIJOM TRADICIONALNOG SISTEMA OSIGURANJA BEZBEDNOSTI MESA

Bezbednost mesa predstavlja interes ljudi još od kada su ljudi prvi put postali svesni direktne veze između njihovog zdravlja i zdravlja životinja. Pisani dokazi ove veze mogu se naći u drevnim spisima i stoga bi se bezbednost mesa mogla smatrati disciplinom još od davnih vremena. Napredak medicine u Evropi doveo je tokom srednjeg veka do početka inspekcije životinja za klanje. Do sredine 19-og veka, razvijen je sistem inspekcije mesa, koji se sada naziva tradicionalna inspekcija mesa. U to vreme, preovladavale su zoonoze kao što su tuberkuloza, bruceloza i cisticerkoza, a inspekcija mesa ih je otkrivala i time kontrolisala - što znači da je pre više od sto godina ona bila zasnovana na oceni rizika. Bezbednost mesa od tada je nastavila da se oslanja na veterinarsku inspekciju mesa koja otkriva, odnosno ukazuje na hazarde koje izazivaju kliničke znakove ili makroskopske lezije kod životinja za klanje. Inspekcija mesa je neprocenjivo doprinela zaštiti javnog zdravlja od makroskopski vidljivih zoonoza tokom 20-og veka.

Zdrave životinje za klanje, tj. one koje ne pokazuju kliničke znakove ili golim okom vidljive patološke lezije, često nose zoonotske, makroskopski nevidljive hazarde (koji ne izazivaju vidljive lezije) kao što su *Campylobacter* spp., *Salmonella enterica*, patogene *Escherichia coli* i *Yersinia enterocolitica* (tj. agensi koji izazivaju najčešće prijavljene zoonoze u Evropi; Poglavlje II) u svom digestivnom traktu ili na koži/dlaci/vuni/perju. Kako se ovi hazardi ne mogu otkriti tradicionalnom inspekcijom mesa, bezbednost mesa u odnosu na njih se oslanja na sprečavanje ili smanjenje fekalne i druge kontaminacije, poreklom od samih životinja i iz same klanice, i to tokom procesa klanja i obrade trupova. Procesna higijena klanice se obezbeđuje primenom procedura dobre proizvođačke i dobre higijenske prakse (GMP/GHP; Poglavlje X) i analize hazarda i kritičnih kontrolnih tačaka (HACCP; Poglavlje XI) od tačke prijema životinja na klanje, pa sve do hlađenja mesa trupova i jestivih organa. Hemijski hazardi, kao što su ostaci odobrenih veterinarskih lekova, zabranjene supstance i razni industrijski zagađivači, takođe mogu biti prisutni kod naizgled zdravih životinja, pa posledično i u njihovom mesu.

Prisustvo mikrobioloških i hemijskih hazarda u hrani može da se potvrdi samo kroz laboratorijske analize koje su postepeno počele da se koriste tokom 20-og veka, a danas su neizostavan deo svakog sistema bezbednosti hrane. Stoga se inspekcija mesa i procesna higijena klanica tradicionalno dopunjuju dodatnim laboratorijskim analizama u svrhu osiguranja bezbednosti mesa.

Izazovi u veterinarskom javnom zdravlju i bezbednosti mesa su se promenili tokom 20-og veka, prateći promene sistema proizvodnje mesa. Stočarska proizvodnja je postala uže specijalizovana, podrazumevajući najčešće gajenje samo jedne vrste životinja na farmi. Biosigurnost je poboljšana jer se većina životinja danas uzgaja u zatvorenom prostoru. Uspostavljeni su programi iskorenjivanja i kontrole bolesti, što je dovelo do oslobađanja od bolesti kao što su bruceloza i goveđa tuberkuloza u nekim zemljama. Takođe, u moderno vreme je povećana zabrinutost opšte javnosti zbog hemijskih hazarda u mesu. Sve ovo je

promenilo značaj ranije važnih hazarda koji izazivaju makroskopski vidljive lezije. Time je značaj tradicionalnog načina osiguranja/kontrole bezbednosti mesa postao ograničen. Dakle, postalo je jasno da je inspekcija mesa bila uspešna u prošlosti, ali su danas način na koji se sprovodi i njeni ciljevi zastareli.

Ideja da, u svom tradicionalnom obliku, inspekcija mesa više nije adekvatna za zaštitu javnog zdravlja – iako je i dalje korisna iz perspektive nadzora zdravlja i dobrobiti životinja i služi za uklanjanje krajnje abnormalnih ili kontaminiranih proizvoda iz lanca mesa – sazrela je u međunarodnim naučnim krugovima tokom 1980-ih i 1990-ih godina. Stoga, od strane naučne zajednice su upućivani pozivi da se zvanična inspekcija mesa revidira i ponovo prilagodi svrsi zaštite javnog zdravlja. Mišljenje je bilo da tradicionalna inspekcija mesa sada ima mnogo nedostataka (Poglavlje VII): 1) više nije zasnovana na oceni rizika i služi za kontrolu kvaliteta, a ne u svrhe očuvanja i unapređenja javnog zdravlja, 2) nije redovno validovana, a njen uniformni pristup koji je zakonski regulisan nije fleksibilan, pa tako ne odražava razlike u epidemiološkom statusu između različitih regiona i zemalja (dakle, procedure inspekcije su iste bez obzira na epidemiološku situaciju), 3) *post-mortem* procedure koje podrazumevaju ručno manipulisanje trupovima i organima (tj. palpacije i incizije) povećavaju mogućnost unakrsne kontaminacije mesa, 4) organoleptičke procene o bolestima, abnormalnostima i kontaminaciji su subjektivne, 5) lezije na trupovima/organima koje su rezultat infekcije koja se dogodila mesecima pre klanja često dovode do odbacivanja mesa, iako je rizik za bezbednost mesa zanemarljiv, ako je uopšte i bio prisutan (dakle, nefleksibilno tumačenje tradicionalnog zakonodavstva o inspekciji mesa vodi nepotrebnom bacanju hrane), i 6) tradicionalni sistem se uglavnom zasniva na kontroli finalnog proizvoda, a ne na razmatranju celog lanca mesa. Takođe, ispitivanje svakog trupa na sve relevantne hazarde koji se mogu otkriti samo laboratorijskim analizama nije isplativo, niti garantuje odsustvo hazarda u neuzorkovanim delovima zbog heterogene distribucije hazarda u/na mesu.

Da bi se prethodno navedeni nedostaci nadomestili, postalo je jasno da savremeni sistem bezbednosti mesa treba da bude: 1) zasnovan na oceni rizika (tj. fokusiran na visokorizične hazarde sa ciljem smanjenja sveukupnog rizika po bezbednost mesa odnosno zdravlje ljudi), 2) longitudinalno integrisan (tj. neophodna je primena višestrukih kontrolnih i preventivnih mera duž lanca mesa da bi se postigli zacrtani ciljevi bezbednosti mesa), kao i 3) fleksibilan i dinamičan (tj. prilagodljiv promenama dok još uvek ispunjava funkcionalne zahteve, odnosno osigurava bezbednost hrane, ali i ispunjavanje zakonskih zahteva). Glavna odgovornost za bezbednost mesa sada je na subjektima u poslovanju sa hranom, odnosno proizvođačima mesa, dok nadležni organi imaju savetodavnu i auditornu ulogu u zvaničnim kontrolama.

Ideja o sveobuhvatnom, longitudinalnom i integrisanom pristupu bezbednosti hrane i javnom zdravlju je u, tada razvijenom svetu, razmatrana još tokom 1920-ih i 1930-ih godina. Neke od tih, sada sto godina starih, predloženih ideja su implementirane oko 1960-ih kada su uvedene procedure zasnovane na HACCP-u. Tokom 1980-ih i 1990-ih godina su te ideje nadograđene predlogom longitudinalnog i integrisanog sistema osiguranja bezbednosti mesa (engl. *Longitudinal and Integrated Safety Assurance system*, LISA) koji je nastojao da ceo HACCP koncept integriše sa zdravljem i dobrobiti životinja, kao i šire, sa svim merama u lancu hrane (od životne sredine ili farme do potrošača) i sa informacijama koje teku kroz lanac hrane/mesa.

Kao što je već obrađeno u Poglavlju VII, svi navedeni nedostaci tradicionalnog sistema osiguranja bezbednosti mesa koji se oslanja primarno na veterinarsku inspekciju mesa su dobro prepoznati u razvijenim zemljama širom sveta, a naročito u EU. Stoga su oko 2010. godine, u EU pokrenute značajne aktivnosti u cilju modernizacije sistema inspekcije mesa i celog sistema osiguranja bezbednosti mesa, da bi bili zasnovani na oceni rizika i time doprinosili očuvanju i unapređenju javnog zdravlja. Evropska komisija je zatražila naučno mišljenje od Evropske agencije za bezbednost hrane (EFSA) da se na EU nivou revidira inspekcija mesa, i to uz prioritizaciju hazarda i predlog generičkog okvira modernog sistema osiguranja bezbednosti mesa zasnovanog na oceni rizika (engl. *Risk Based Meat Safety Assurance System*, RB-MSAS).

Glavni pokretači promene, tj. evolucije tradicionalnog sistema osiguranja bezbednosti mesa, su unapređenje javnog zdravlja (prevashodno kroz smanjenje prisustva i/ili nivoa najznačajnijih hazarda za javno zdravlje) i poboljšanje isplativosti u kontroli bezbednosti mesa. Svakako će u skorijoj budućnosti biti neophodno da se potvrdi i da li novi RB-MSAS ispunjava svoj najvažniji cilj - a to je da u najmanju ruku bude jednak tradicionalnom sistemu u pogledu bezbednosti hrane u svim segmentima. Inspekcija mesa i procesna higijena, ali i laboratorijska testiranja koja ih dopunjuju, koje su bile temelji tradicionalnog sistema, biće i deo novog RB-MSAS, ali će svi ovi elementi biti dopunjeni sa dodatnim, konvencionalnim i alternativnim, metodima kontrole.

PRIORITIZACIJA HAZARDA

Prioritizacija (Tabela XII-1) bioloških hazarda od strane EFSA je bila zasnovana na podacima o incidenciji bolesti ljudi izazvanih datim hazardom, težini posledica te bolesti, relativnog doprinosa date vrste životinja/mesa ukupnim slučajevima bolesti izazvane datim hazardom, kao i prevalenciji datog hazarda na ohlađenim trupovima u klanici. Hemijski hazardi su rangirani u skladu sa rezultatima nacionalnih planova za kontrolu rezidua, toksikoloških profila, kao i verovatnoći pojave rezidua/zagađivača u odgovarajućim životinjskim vrstama. Treba imati na umu da se navedeni rezultati rangiranja rizika od hazarda odnose na EU kao celinu i na vremenski okvir iz kog su podaci korišćeni u rangiranju. Stoga je u cilju savremenog sistema, neophodno periodično ponovo rangirati hazarde/odnosne rizike, ali i izvršiti posebna rangiranja za određene regione/države jer se epidemiološka situacija često bitno razlikuje među njima.

Nakon rangiranja hazarda i predloga novog RB-MSAS, Evropska komisija je inicirala neke izmene i dopune propisa u oblasti bezbednosti mesa na osnovu mišljenja EFSA. Kao što je već opisano, deo izmene propisa se odnosio na reviziju inspekcije mesa (Poglavlje VII; Tabele VII-4 i VII-5). Prva izmena propisa stupila je na snagu 2014. godine i bila je o implementaciji samo vizuelne inspekcije (engl. *visual only inspection*, VOI) svinja. VOI je tada postala primenljiva na sve niskorizične svinje na osnovu analiza FCI. Ako analiza FCI ili *ante-* ili *post-mortem* inspekcija ukažu na povišene rizike, tada se zaklane svinje dalje podvrgavaju tradicionalnom pregledu koji uključuje palpacije i incizije relevantnih organa. Dalje, pošto je *Salmonella* spp. ocenjena visokorizičnim hazardom poreklom od svinja, kriterijum procesne higijene (Poglavlje XI) u svinjskom mesu je pooštren 2014. godine,

smanjivši limit sa pet na samo tri pozitivna uzorka dozvoljena od 50 testiranih, da bi procesna higijena klanica mogla da se smatra zadovoljavajućom. Od 2015. godine, došlo je do promena i u pogledu zahteva za testiranje na trihinelozu svinja koje se uzgajaju u strogo kontrolisanim uslovima držanja. Dalje, pošto je *Campylobacter* spp. ocenjen prioriternim hazardom kod živine, uveden je i kriterijum procesne higijene za ovaj hazard na trupovima brojlera 2017. godine. Na kraju, od 2019. godine su na snazi revidirane procedure inspekcije mesa i drugih životinja osim svinja, koje podrazumevaju viši nivo zasnovanosti inspekcije mesa na oceni rizika. U skorijoj budućnosti se očekuju i mnoge druge promene evropske legislative koje će voditi ka punoj implementaciji RB-MSAS.

Tabela XII-1. Prioritetni biološki i hemijski hazardi u Evropi⁵¹

Vrsta životinja		Biološki hazardi	Hemijski hazardi
Goveda		patogene <i>Escherichia coli</i> <i>Salmonella enterica</i>	dioksini polihlorovani bifenili slični dioksinima
Svinje		<i>Salmonella enterica</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Toxoplasma gondii</i> <i>Trichinella</i> spp.	dioksini polihlorovani bifenili slični dioksinima hloramfenikol
Živina		<i>Campylobacter</i> spp. <i>Salmonella enterica</i> bakterije koje nose ESBL-AmpC gen	dioksini polihlorovani bifenili slični dioksinima hloramfenikol nitrofurani nitroimidazoli
Ovce i koze		patogene <i>Escherichia coli</i> <i>Toxoplasma gondii</i>	dioksini polihlorovani bifenili slični dioksinima
Konji		<i>Trichinella</i> spp.	fenilbutazon kadmijum
Farmska divljač	jeleni	<i>Toxoplasma gondii</i>	nema
	divlje svinje	<i>Salmonella enterica</i> <i>Toxoplasma gondii</i> <i>Trichinella</i> spp. (nastavak postojeće kontrole)	nema
	ostala farmska divljač	nema	nema

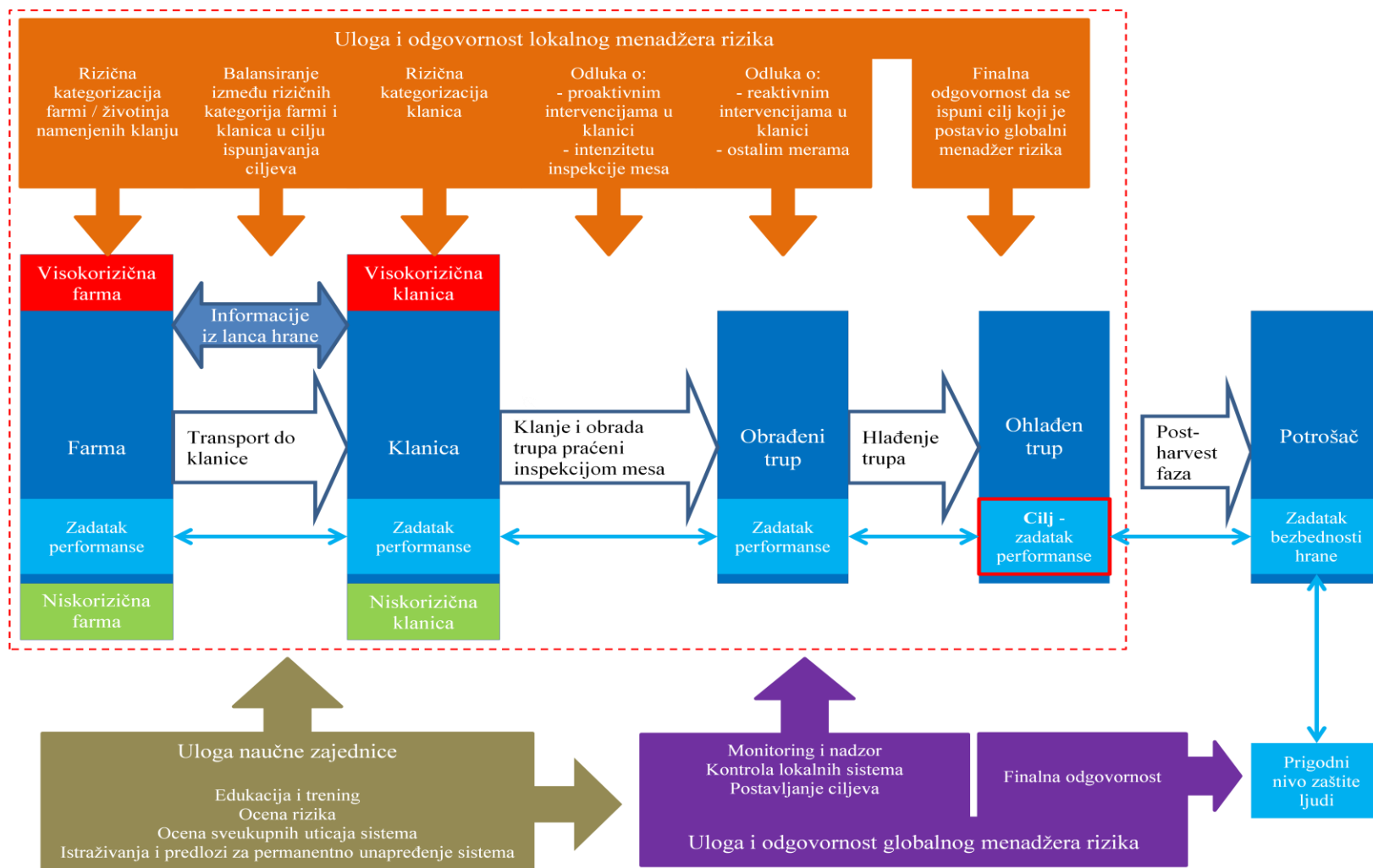
⁵¹ Izvor: EFSA, 2011-2013a

OKVIR SISTEMA OSIGURANJA BEZBEDNOSTI MESA ZASNOVANOG NA OCENI RIZIKA

Kao što je prethodno navedeno, inspekcija mesa i sveukupan sistem osiguranja bezbednosti mesa koji su zasnovani na oceni rizika podrazumevaju njihovo fokusiranje na najrelevantnije hazarde za javno zdravlje koji se prenose na ljude konzumacijom mesa. Međutim, da bi njihovi efekti bili merljivi, neophodno je da se postave određeni ciljevi (tj. zadaci performanse; Poglavlje III) u pogledu tih hazarda u/na ohlađenim trupovima u klanici. Kako bi se ispunili ovi ciljevi, odnosno hazardi kontrolisali, od strane EFSA predložen je sistem osiguranja bezbednosti mesa (tj. RB-MSAS) koji na longitudinalan i integrisan način kombinuje niz preventivnih i kontrolnih mera na nivou farme i na nivou klanice (Šema XII-1).

U ovom novom sistemu upravljanja rizikom, odabir i primena mera za redukciju rizika su zasnovani na nivoima ocenjenih rizika - dakle, najrigoroznije mere se usmeravaju na hazarde najvišeg rizika. Efektivnost i adekvatnost mera upravljanja rizikom, kao i celokupan RB-MSAS, moraju redovno da se revidiraju u cilju konstantnog očuvanja odnosno unapređenja zdravlja ljudi. Na primer, RB-MSAS može vremenom da dovede do smanjenja nekog visokog rizika, ali da se pojavi drugi, ranije neocenjen rizik, ili da neki ranije niži rizik, čak i bez konkretne promene u npr. broju obolelih ili težini posledica, postane viši rizik, u skladu sa promenom ALOP (Poglavlje III). RB-MSAS podrazumeva i integraciju postupaka inspekcije mesa i sistema upravljanja bezbednošću hrane (FSMS; Poglavlje XI) i svih drugih relevantnih aspekata u jednu celinu.

Longitudinalni i integrisani RB-MSAS, pored zasnovanosti na oceni rizika, podrazumeva i zasnovanost na celom lancu hrane. Ovo uključuje i post-harvest fazu sve do potrošača, što je i logično jer se rizik uvek i ocenjuje uzimajući u obzir konzumaciju hrane/mesa i eventualne posledice na potrošača. U konceptu koji je predložila EFSA, MSAS se završava na nivou ohlađenog trupa u klanici, a ostatak lanca mesa se smatra „fiksiranim“, tako da su trup u klanici i potrošač direktno povezani, odnosno svaka promena na nivou klanice se odražava na potrošača. Jasno je da ovo nije apsolutna istina u pogledu bioloških hazarda jer postoje faze smanjenja i rasta mnogih mikroorganizama tokom post-harvest faze i na kraju, naročito termičkog tretmana u domaćinstvu/restoranu (Poglavlje XIV). Međutim, praktično gledano, razmatranje RB-MSAS do nivoa ohlađenog trupa ukazuje na mesta gde su zvanične kontrole praktično najviše moguće, a veterinarske kontrole najzastupljenije. RB-MSAS po definiciji je, stoga, fleksibilan i dinamičan sistem koji obuhvata pre-harvest i harvest faze lanca mesa, kao i sve kontrolne mere na njima, a doprinosi ostvarivanju zadatih ciljeva (tj. zadataka performansi) na nivou ohlađenih trupova, koji kasnije doprinose zadacima bezbednosti hrane i prigodnom nivou zaštite (Poglavlje III).



Šema XII-1. Generički koncept modernog RB-MSAS⁵²

⁵² Izvor: Blagojevic et al., 2021 (prema EFSA 2011-2013a)

Ciljevi RB-MSAS

Preduslov za funkcionisanje RB-MSAS je postavljanje jasnih ciljeva, odnosno merljivih limita, od strane regulatornih organa i potom njihovo ostvarivanje od strane industrije mesa. Osnovni ciljevi moraju biti definisani od strane zvaničnih državnih tela kroz zakonske akte, dok strože kriterijume može da postavlja sama industrija. Zadaci performanse (PO) predstavljaju maksimalnu prevalenciju ili koncentraciju određenih hazarda ili indikatora na ohlađenim trupovima. Ciljevi postignuti na rashlađenim trupovima se povezuju sa ciljevima u ranijim fazama proizvodnje (npr. na trupu neposredno pre hlađenja ili ciljevima na nivou farme) i u kasnijim fazama obrade (gotovi proizvodi), kao i u trenutku konzumiranja mesa (tj. FSO).

Na kraju, zadaci performanse su povezani sa nivoom zaštite koji država smatra odgovarajućim u cilju zaštite javnog zdravlja i ispunjavanja prigodnog nivoa zaštite ljudi (ALOP). ALOP se može direktno izvesti iz rezultata ocene rizika i odnosi se na trenutni status javnog zdravlja u kontekstu bezbednosti hrane, ali se vremenom može menjati. Očekuje se da RB-MSAS kroz sveobuhvatan pristup na kom se zasniva dovede do očuvanja odnosno poboljšanja javnog zdravlja. Koncept ALOP-FSO-PO nudi eksplicitnu i korisnu vezu između ciljeva upravljanja rizikom i naučno zasnovanih mera za ublažavanje rizika duž lanca hrane.

Elementi RB-MSAS

Osnovni elementi sistema osiguranja bezbednosti mesa zasnovanog na oceni rizika su: 1) kategorizacija farmi na osnovu rizika (tj. rizična kategorizacija farmi), 2) kategorizacija klanica na osnovu rizika (tj. rizična kategorizacija klanica), 3) upotreba harmonizovanih epidemioloških indikatora, 4) analiza informacija iz lanca hrane, 5) inspekcija mesa zasnovana na oceni rizika, 6) primena sistema upravljanja bezbednošću hrane kojim se obezbeđuje higijena procesa klanja, i 7) menadžer rizika koji koordiniše ceo sistem. Sistemi monitoringa bioloških i hemijskih hazarda (Poglavlje I), kao i sledljivost životinja i trupova (tj. finalnog proizvoda) su drugi preduslovi za funkcionisanje ovog sistema.

Kategorizacija farmi na osnovu rizika

Različiti farmski sistemi (npr. integrisani ili neintegrisani) uključujući kontrolne mere na njima (npr. vakcinacija, tretmani stočne hrane), uslovljavaju različite nivoe rizika za zdravlje ljudi. Podaci koji služe kategorizaciji farmi na osnovu rizika su u suštini FCI i to u kombinaciji sa podacima o hazardima iz sistema njihovog monitoringa. Životinje nižeg rizika po pravilu su one koje potiču iz integrisanih proizvodnih sistema (tj. farmi sa sistemima kontrole kvaliteta i potpune sledljivosti), koje su bile uključene u dijagnostičke programe i obuhvaćene sistematskim kontrolnim merama u odnosu na najznačajnije hazarde, kao i životinje za koje monitoring ukazuje na odsustvo ili nisku prevalenciju prioriternih hazarda.

S druge strane, životinje višeg rizika su po pravilu one koje potiču iz neintegriranih sistema (npr. otvoreno držanje), nalaze se u regionima koji nisu slobodni od određenog hazarda, itd.

Svrha kategorizacije farmi na osnovu rizika, odnosno životinja za klanje, je da se one sa farmi višeg rizika usmeravaju u određene klanice (uz logističko klanje) ili na tretmane dekontaminacije trupova, ali i da bi se na ovim farmama primenjivale dodatne kontrolne mere u cilju smanjenja rizika od, prvenstveno, prioriternih hazarda.

Kategorizacija klanica na osnovu rizika

Svaka klanica može se smatrati jedinstvenom celinom zbog razlika u vrsti životinja koje kolje, logistike, dizajna, performansi opreme, standardizovanih i dokumentovanih postupaka, motivacije i menadžmenta osoblja i drugih faktora (Poglavlje VIII). Ove varijacije, pojedinačno i u kombinaciji, uslovljavaju razlike između klanica u kapacitetima za smanjenje rizika, pre svega po pitanju mikrobiološkog statusa finalnog trupa. Shodno tome, moguća je kategorizacija klanica na osnovu ocene performansi individualnog higijenskog procesa, odnosno na osnovu njihovih mogućnosti za smanjenje nivoa ili eliminaciju hazarda.

Kategorizacija klanica na osnovu njihovih performansi za smanjanje rizika se koristi zajedno sa kategorizacijom farmi. Ovim kategorizacijama se omogućava menadžerima rizika da uravnoteže (tj. „balansiraju“) nivo rizika kako bi se postigli ciljevi na nivou trupa za određeni hazard, a kako se ne bi ugrozili ciljevi za drugi hazard ili pak ekonomska isplativost poslovanja klanice. Kategorizacija klanica na osnovu rizika važna je za identifikovanje klanica kojima su potrebne strože higijenske prakse, revizije i/ili tehnološka poboljšanja. Primena sistema upravljanja bezbednošću hrane kojim se obezbeđuje higijena procesa klanja ima ključnu ulogu u kategorizaciji klanica na osnovu rizika. U praksi, kriterijumi procesne higijene za trupove služe za ocenu procesne higijene klanica (Poglavlje XI).

Harmonizovani epidemiološki indikatori

Da bi se olakšala kategorizacija farmi i klanica na osnovu rizika, EFSA je predložila tkzv. „harmonizovane epidemiološke indikatore“ (engl. *harmonised epidemiological indicator*, HEI), čiji su primeri prikazani u Tabelama XII-2 i XII-3. HEI predstavljaju prevalenciju ili incidenciju hazarda na određenoj fazi lanca hrane (tj. farmi, transportu ili klanici) ili indirektnu meru za određeni hazard koja je u vezi sa rizikom za zdravlje ljudi usled tog hazarda. Neki HEI su korisni u kategorizaciji farmi ili klanica na osnovu rizika, a neki i za druge svrhe.

Informacije iz lanca hrane

Informacije iz lanca hrane (FCI) su opisane u Poglavlju VII, a imaju za cilj da kategorišu životinje za klanje u rizične grupe. Stoga, jasna je njihova korisnost u kategorizaciji farmi/životinja na osnovu rizika u novom RB-MSAS, i to u kombinaciji sa određenim HEI, pa se pun razvoj i primena FCI očekuje u skorijoj budućnosti.

Tabela XII-2. Primeri predloženih harmonizovanih epidemioloških indikatora na nivou farmi⁵³

Farme goveda	Farme svinja	Farme živine
<ul style="list-style-type: none"> – audit farmskih praksi i uslova, uključujući one koje povećavaju rizik od unošenja <i>Salmonella</i> i patogenih <i>Escherichia coli</i> na farmu (npr. politika nabavke životinja); – status životinja namenjenih klanju u pogledu <i>Salmonella</i> i patogenih <i>E. coli</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> – audit “kontrolisanih farmskih uslova” (sa specifičnostima za neke patogene, npr. prisustvo mačaka i <i>Toxoplasma</i>); – zvanično prepoznat status zemlje/regije u pogledu slobode od <i>Trichinella</i>; – <i>Salmonella</i> status priplodnih i tovnih svinja pre klanja; – status priplodnih svinja koje se gaje u kontrolisanim farmskim uslovima i svih svinja koje se ne gaje u zvanično kontrolisanim farmskim uslovima u pogledu <i>Toxoplasma</i> infekcije; – <i>Trichinella</i> status svinja u otvorenom držanju, svinja u domaćinstvima i svinja koje se ne gaje u zvanično kontrolisanim farmskim uslovima; – <i>Trichinella</i> status divljih životinja. 	<ul style="list-style-type: none"> – audit kontrolisanih farmskih uslova; – <i>Salmonella</i> status priplodnih jata i jata pre klanja; – <i>Campylobacter</i> status jata pre klanja; – status priplodnih jata, jednodnevnih pilića i jata pre klanja u pogledu ESBL-/AmpC-bakterija; – primena prakse delimične depopulacije jata (relevantno za <i>Campylobacter</i>); – primena antimikrobnih sredstava tokom celog života jata (relevantno za ESBL-/AmpC-bakterije).

Inspekcija mesa zasnovana na oceni rizika

Inspekcija mesa zasnovana na oceni rizika je takođe deo RB-MSAS. Kao što je već opisano (Poglavlje VII), ona podrazumeva procedure službene inspekcije mesa prilagođene nivou rizika (npr. samo vizuelni pregled životinja niskog rizika ukoliko je prethodno sprovedena kategorizacija na osnovu rizika; u suprotnom, za životinje visokog rizika primena

⁵³ Izvor: EFSA, 2011-2013b

strožih procedura inspekcije). Inspekcija mesa zasnovana na oceni rizika će u budućnosti biti sve više digitalizovana, pa će se rutinski koristiti kamere i softveri koji će pomagati u detekciji lezija i kontaminacije.

Tabela XII-3. Primeri predloženih harmonizovanih epidemioloških indikatora na nivou klanica⁵⁴

Goveđe klanice	Svinjske klanice	Živinske klanice
<ul style="list-style-type: none"> – status/stepen čistoće kože životinja (može biti korišćeno i za kategorizaciju farmi na osnovu rizika, kao i ocenu praksi transporta); – status kože zaklanih životinja u pogledu <i>Salmonella</i> i patogenih <i>E. coli</i> (može biti korišćeno i za kategorizaciju farmi na osnovu rizika, kao i ocenu praksi transporta); – <i>Salmonella</i> status limfnih čvorova zaklanih životinja (korisno za kategorizaciju farmi na osnovu rizika); – status trupova pre i nakon hlađenja u pogledu <i>Salmonella</i> i patogenih <i>E. coli</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Salmonella</i> status sadržaja ileuma (korisno za kategorizaciju farmi na osnovu rizika); – <i>Yersinia</i> status tonzila ili sadržaja rektuma (korisno za kategorizaciju farmi na osnovu rizika); – audit primene odvajanja glave nakon klanja (relevantno za <i>Yersinia</i>); – status trupova pre i nakon hlađenja u pogledu <i>Salmonella</i> i <i>Yersinia</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> – koncentracija <i>Campylobacter</i> u sadržaju cekuma (korisno za kategorizaciju farmi na osnovu rizika, ali i klanica u kombinaciji sa narednim primerom HEI); – prisustvo <i>Salmonella</i> i koncentracija <i>Campylobacter</i> i ESBL-/AmpC-produkujućih <i>E. coli</i> na ohlađenih trupovima.

Sistemi upravljanja bezbednošću hrane

Sistemi upravljanja bezbednošću hrane (FSMS, Poglavlje XI) u klanicama, odnosno preduslovni programi i HACCP, kao i svi sistemi koji su zasnovani na njima, a imaju za cilj osiguranje procesne higijene klanica, predstavljaju neizostavan deo novog RB-MSAS. Pored njihove uloge u osiguranju procesne higijene klanica, važni su i za samu kategorizaciju tih klanica na osnovu rizika.

⁵⁴ Izvor: EFSA, 2011-2013b

Menadžer rizika

Celim RB-MSAS je planirano da koordiniraju tkzv. „menadžeri rizika“ (tj. budući veterinarski inspektori i/ili drugi veterinari iz industrije mesa) koji će biti odgovorani za prilagođavanje kontrolnih opcija u lancu mesa od farme do klanice, kako bi se na kraju procesa proizvodnje osiguralo postizanje ciljeva zasnovanih na PO, prethodno definisanim za ohlađene trupove od strane višeg nivoa menadžmenta rizikom (npr. Uprave za veterinu). Stoga, zadatak menadžera rizika će biti da analiziraju dostupne podatke (npr. FCI) i balansiraju između životinja/farmi i klanica na osnovu njihovih rizičnih kategorija. To će potom dovesti do različitih mera/odluka - npr. da li će životinje visokog ili niskog rizika biti poslate u visoko- ili nisko-rizične klanice, kao i da li će se koristiti dodatne intervencije prilikom klanja u cilju postizanja postavljenih ciljeva. U takvom sistemu visoko-rizične grupe životinja podležu dodatnim merama higijene tokom procesa klanja. Neke od odluka koje se donose mogu biti: sprovođenje logističkog klanja (životinje nižeg rizika se kolju pre životinja višeg rizika na istim klanicama, ili se kolju na odvojenim klanicama ako je to moguće), podešavanje pre- i post-mortalnog pregleda (tj. rutinski, pojednostavljen pregled niskorizičnih i detaljniji pregled sa dodatnim ispitivanjima životinja višeg rizika), pooštavanje procesa klanja i obrade (rutinski proces za niskorizične i usporen proces sa pojačanom higijenom i/ili dodatnim strategijama za snižavanje rizika za rizičnije životinje), primena reaktivnih mera (tj. intervencija, Poglavlje VIII) na obrađenim trupovima (tj. dekontaminacija finalnih trupova prvenstveno u cilju kontrole bakterijskih enteričnih patogena, odnosno smržavanje mesa u cilju kontrole intramuskularnih parazitskih hazarda), ali i druge mere kako bi se ispunili zadaci performanse u pogledu finalnih trupova, itd.

XIII - KONVERZIJA MIŠIĆA U MESO I KVALITET MESA

KONVERZIJA MIŠIĆA U MESO

Kvalitet mesa, osim neizostavnih komponenti bezbednosti i hranljivosti, uključuje i određene poželjne senzorne karakteristike. Iako je za druge vrste hrane, njihova svežina preduslov kvaliteta, na meso se to ne odnosi. Stoga, meso se obično ne konzumira neposredno posle klanja i obrade trupova životinja, jer tada nema optimalne organoleptičke osobine (ukus, sočnost, nežnost, itd.). Zavisno od vrste životinja, zahteva potrošača i tehnoloških aspekata, meso se najčešće konzumira nakon perioda od jednog dana do tri nedelje čuvanja uz hlađenje. Usled odgovarajućih biohemijskih promena tek tada meso dobija najpoželjnija svojstva.

Za najbolji kvalitet mesa je jednako važno: 1) obezbediti da su životinje pre klanja odmorne i bez stresa (detaljnije opisano u Poglavlju VI) što podrazumeva mišiće u kojima se nalaze dovoljne zalihe glikogena i adenzin-trifosfata (ATP), kao i 2) optimizovati proces konverzije mišića u meso. Mnogobrojni biohemijski procesi se dešavaju u prvih 24h nakon klanja životinja i tada se mišić pretvara u meso. Ovaj period, kada se vrši hlađenje mesa, je izuzetno bitan jer može pozitivno ili negativno da utiče na nežnost mesa i boju mesa (koja je specifična za vrstu životinja), odnosno sveukupni kvalitet mesa. Glavne faze procesa pretvaranja mišića u meso su: 1) zakišeljavanje mišića, 2) *rigor mortis* i 3) zrenje mesa.

Faza zakišeljavanja mišića

Za vreme života životinja, to jest dok su mišići snabdeveni kiseonikom iz krvotoka, i tokom rada mišića, glikogen se razgrađuje preko piruvata na ugljen-dioksid i vodu (uz sintezu ATP, koji se skladišti kao kreatinfosfat), što je reverzibilan proces tokom odmora mišića. Međutim, postmortalno, kada nema kiseonika, glikogen se razlaže preko piruvata u mlečnu kiselinu. Pošto nema cirkulacije krvi da ukloni mlečnu kiselinu, mišići se „zakišeljavaju“ (pH opada sa fizioloških 7,0-7,2 na oko 5,3-5,8) i postepeno ulaze u *rigor mortis*. Opadanje pH se zaustavlja kada je sav glikogen iscrpljen i enzimi prestanu da vrše svoje funkcije zbog niskog pH. Opadanje pH u goveđem mišiću traje 36-48 sati, a u svinjskom samo 4-8 sati. Najniži krajnji pH je u goveđem, a nešto viši i ovčijem i svinjskom mišiću. Zakišeljavanje mišića izaziva denaturaciju nekih proteina, što izaziva promenjen izgled i otpuštanje soka mesa.

Faza *rigor mortis*

Posle klanja, mišići se postepeno ukoče, a vreme nastupanja *rigor mortis* varira između vrsta i individualnih životinja. Relaksacija mišića je moguća isključivo u prisustvu ATP. Ako nema ATP, aktin i miozin ne mogu da klize jedan preko drugog, već postaju fiksirani (a time i sam mišić) što izaziva ukočenost. Faktori koji determinišu količinu glikogena (a time i ATP) pre klanja određuju kada nastupa ukočenost. Kod „akutno

stresiranih“ životinja (svinja i živine najčešće), malo glikogena i malo ATP podrazumeva brzo nastupanje *rigor mortis* (što dovodi do pojave PSE mesa). Kod „hronično stresiranih/iscrpljenih“ životinja nema glikogena, a time nema ni zakišeljavanja, pa se dešava vrlo brzo nastupanje tkzv. „alkalne ukočenosti“ (DFD meso, uglavnom kod goveda). Normalan pad i odstupanja u padu pH mesa su prikazani u Šemi XIII-1, a ranije obrađeni u Poglavlju VI. Ako se mišić u fazi *rigor mortis* termički obrađuje, meso je vrlo tvrdo/žilavo. S druge strane, ako se opušteni mišić termički obrađuje, meso je nežno.

Postoji nekoliko problema sa nastupanjem *rigor mortis*. Pre nastupa ukočenosti mišića, neki stimulansi mogu da utiču na mišićnu kontrakciju, a time i na teksturu mesa. Ako se mišić hladi suviše naglo/brzo, pre *rigor mortis* i pre nego što pH padne na 6,0 - nastupa fenomen „hladnog skraćanja“ (engl. *cold shortening*) mišića, naročito u malim trupovima (Šema XIII-2). Što brže hlađenje je poželjno zbog inhibicije rasta patogenih mikroorganizama i jer se tako smanjuje „kalo“ prilikom hlađenja, ali je nepoželjno sa gledišta kvaliteta mesa. U cilju sprečavanja hladnog skraćanja, važno je da se primeni dobar režim hlađenja gde se balansira opadanje temperature u odnosu na nastup *rigor mortis* i opadanje pH na 6,0. Temperatura mišića ne treba da padne ispod 10°C u prvih 10 sati za goveđe meso ili 7 sati za svinjsko meso, jer pri temperaturi ispod 10°C, kalcijum „curi“ is mitohondrija i ako još uvek ima ATP-a, dolazi do jake kontrakcije mišića pa nastaje hladno skraćanje. Međutim, ako je sav ATP prethodno utrošen, do hladnog skraćanja neće doći.

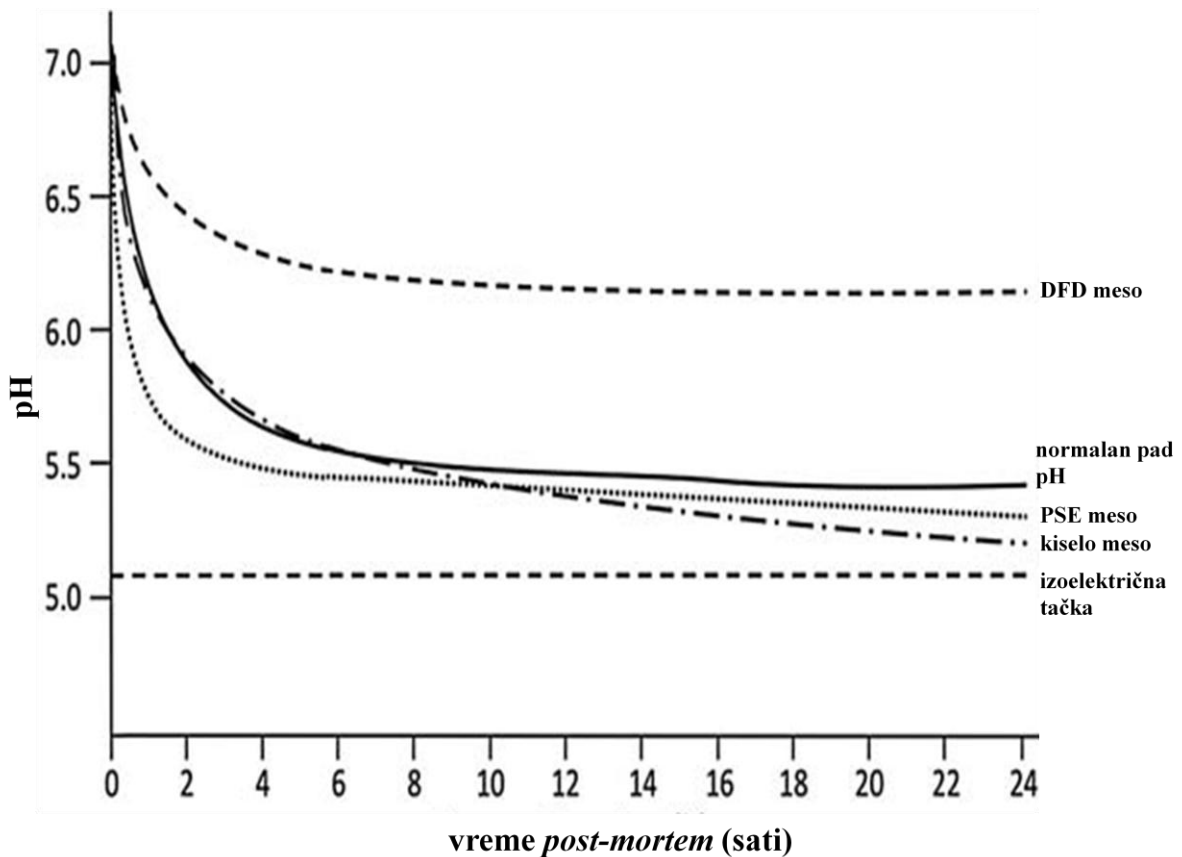
U cilju prevencije hladnog skraćanja mišića primenjuje se elektrostimulacija trupova, to jest propuštanje električne struje kroz mišić da se potroši glikogen i ATP. Ovo dovodi do izazivanja bržeg *rigor mortis*, tako da brzi pad temperature neće dovesti do hladnog skraćanja. Ovaj tretman može biti visokovoltaznog tipa (npr. 700-1000 V, 14 Hz u trajanju od 1,5 minuta), koji je primenjiv 1 sat nakon klanja ili niskovoltaznog tipa (npr. 90 V, 14 Hz u trajanju od 1 minut), koji se primenjuje što pre nakon klanja. Smatra se da elektrostimulacija trupova poboljšava nežnost mesa, čak i u slučajevima kada se hladno skraćanje ne očekuje, to jest u slučaju sporog hlađenja mesa. U cilju poboljšanja nežnosti, odnosno smanjenja tvrdoće mesa, primenjuje se i vešanje trupova na koloseke za kukove (umesto za donji deo noge), pa se na ovaj način mehanički redukuje skraćivanje najvažnijih/najvrednijih grupa mišića.

Faza zrenja mesa

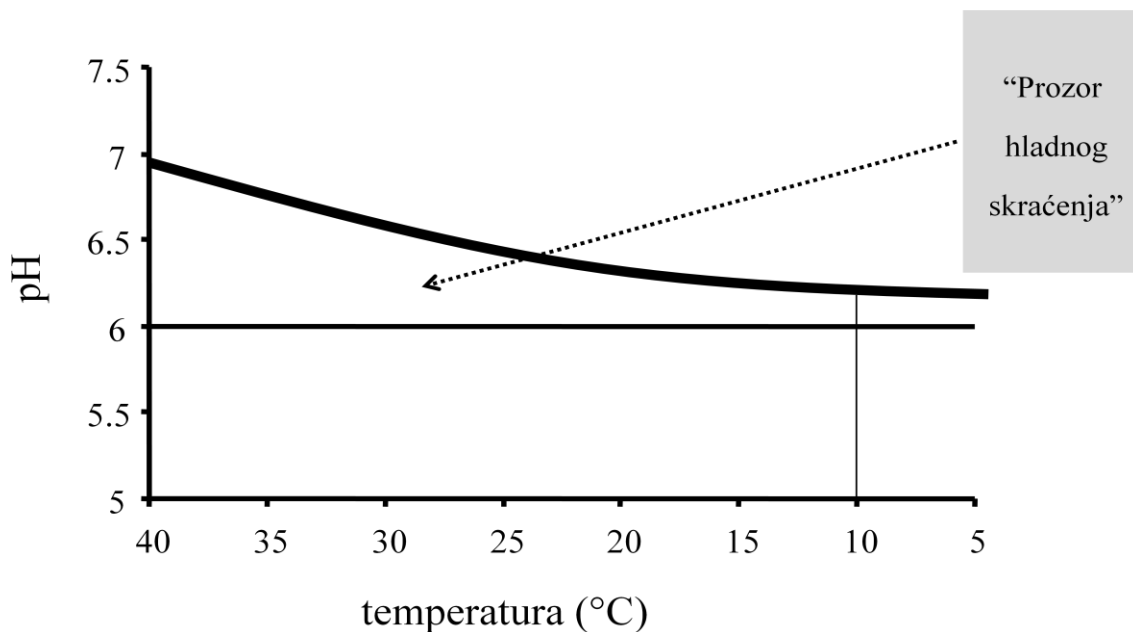
Tokom skladištenja mesa pri temperaturama hlađenja dolazi do popuštanja *rigor mortis* i omekšavanja mesa, odnosno do procesa zrenja mesa koje utiče na poboljšanje kvaliteta mesa. Zrenje (engl. *maturation* ili *ageing*) mesa je proces tenderizacije (tj. omekšavanja, poboljšanja nežnosti) mesa koje počinje nakon *rigor mortis* i traje izvesno vreme, zavisno od tehnoloških uslova i zahteva proizvodnje. Brzina omekšavanja zavisi od vrste mesa i brže je pri višim temperaturama skladištenja. Omekšavanje mesa je posledica aktivnosti proteolitskih endogenih enzima (prevashodno kalpaini, mada ima i drugih). Oni razlažu i slabe strukturne proteine mišićne ćelije (npr. C-protein, M-protein, titin, nebulin, distrofin), čija je osnovna funkcija da drže kontaktilne proteine (aktin i miozin). Međutim, kompleks aktin-miozin se ne razdvaja u miofilamentima tokom tog procesa. Kalpaini su aktivniji pri višem pH i u prisustvu jona kalcijuma. Stoga, infuzija mesa sa kalcijum-

hloridom pomaže omekšavanje/zrenje mesa. Takođe, tokom zrenja mesa se veoma poboljšavaju sočnost, aroma i ukus mesa.

Preporučeno vreme zrenja mesa da se postigne optimalni kvalitet je 1 dan za pileće, 4 do 10 dana za svinjsko, 7 do 14 dana za jagnjeće, a 10 do 21 dan za goveđe meso. Međutim, usled zahtevi tržišta za proizvodima visokog kvaliteta (posebnog ukusa i nivoa nežnosti), sve više se u praksi primenjuju produžena zrenja mesa. Produžena zrenja (engl. *prolonged ageing*) mogu biti suva i vlažna. Suvo zrenje podrazumeva hlađenje neupakovanog mesa na temperaturama uglavnom od oko 0 do 4°C, pri relativnoj vlažnosti vazduha od 75-85%, i strujanju vazduha brzine od 0,5 do 2,5 m/s. Najčešće se na ovaj način tretira goveđe meso, a zrenje traje u proseku 14 do 35 dana, iako postoje i ekstremni zahtevi pa se tako nekada u prometu nađe meso nakon zrenja dužeg od nekoliko meseci. Glavna prednost ovog tipa zrenja je izuzetan kvalitet, dok je mana veliki gubitak težine usled gubitka vode i trimovanja sasušenog površinskog dela - stoga je ovaj proizvod izuzetno skup (tkzv. „premijum proizvod“). Vlažno zrenje podrazumeva hlađenje vakuum upakovanog mesa, najčešće pri temperaturnom opsegu od -1 do 2°C i to do 8 nedelja za goveđe, do 4 nedelje za jagnjeće, a do 2 ili 3 nedelje za svinjsko. Vlažno zrenje se češće primenjuje u industriji mesa jer su manji gubici težine, pa je proces jeftiniji. Međutim, ukus mesa nakon vlažnog zrenja je manje cenjen nego u slučaju suvog zrenja.



Šema XII-1. Normalan pad i odstupanja u padu pH mesa

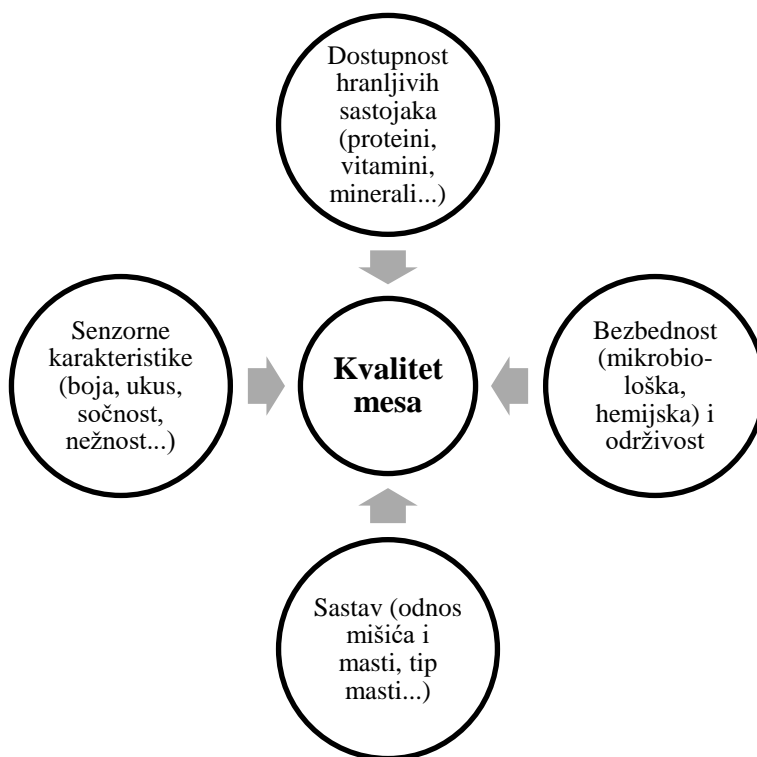


Šema XII-2. Uticaj odnosa pada pH mesa i temperature hlađenja na pojavu hladnog skraćenja mišića

KVALITET MESA

Kvalitet mesa je često različito definisan, a zavisno od konteksta u kom se koristi. Sama percepcija kvaliteta ima i subjektivne i objektivne komponente, pa je tako i značenje ovog pojma različito za proizvođača, prerađivača ili pak potrošača mesa. U nekim segmentima industrije mesa, pojam kvaliteta se poistovećuje se prinosom mesa, a u drugim kontekstima sa ukusom i/ili bezbednošću mesa.

Percepcija kvaliteta mesa od strane potrošača se zasniva na kombinaciji fizičkih i senzornih svojstava mesa koja su nekada promenljiva ili se na različit način doživljavaju među ljudima ili čak i od strane istog čoveka u različito vreme ili okolnostima. Na primer, u momentu kupovine, meso svetlocrvene boje sa malo masti može biti percipirano kao visoko kvalitetno, dok nakon kuvanja su te karakteristike zaboravljene pa onda nežnost, ukus i miris definišu kvalitet. Dodatno, percepcija kvaliteta od strane potrošača je često regionalno i kulturološki određena. Uopšteno gledano, kvalitet mesa može da se definiše kao kombinacija svih karakteristika mesa uključujući tu karakteristike svojstvene vrsti od koje meso potiče i percepciju potrošača, a uvek u kontekstu da je meso bezbedno za ljude i da osigurava visokokvalitetne hranljive sastojke (Šema XIII-3).



Šema XIII-3. Faktori koji određuju kvalitet mesa

Osnovne karakteristike mesa

Pored same količine, odnosno udela mesa u obrađenom trupu, kao i sastava mesa, osnovne karakteristike mesa koje podrazumevaju kvalitet mesa uključuju boju, aromu, teksturu i sposobnost zadržavanja vode.

Boja

Uobičajeno crvena boja mesa potiče od mioglobina, tako da je intenzitet boje proporcionalan količini ovog mišićnog pigmenta i varira u odnosu na starost životinje (starije imaju više mioglobina pa je meso intenzivnije boje), pol (meso mužjaka je crvenije nego meso ženki), vrstu (meso konja je crvenije od mesa goveda, a goveđe je crvenije od mesa svinje), kao i način ishrane. U momentu klanja, mioglobin je zasićen kiseonikom (pa se naziva oksimioglobin i ima ružičasto-crvenu boju), nakon klanja se kiseonik troši i ostaje sam mioglobin (ljubičasto-crvena boja), dok tokom čuvanja mesa, zavisno od uslova - to jest ako je niži pH i viša temperatura skladištenja, može doći do oksidacije gvožđa i pojave metmioglobina (braon-crvena boja). Stoga, boja zavisi od veze i odnosa ove tri forme mišićnog pigmenta.

Aroma

Aroma mesa predstavlja kombinaciju osećaja, usled delovanja više stotina hemijskih jedinjenja iz mesa (npr. mlečna kiselina, amini, masne kiseline, glikogen, soli natrijuma i kalijuma), koja formiraju ukus i miris. Kao i u slučaju boje mesa, na aromu utiču starost, pol, vrsta životinje i način ishrane, ali i stepen/vreme zrelosti mesa. Jedan od bitnih problema sa aromom mesa je vezan za prisustvo muških polnih hormona koji daju neprijatan miris mesu, a naročito masnom tkivu, što može da učini meso nepodesnim za ishranu ljudi. Ova mana mesa je prisutna najčešća u starijih, nekastriranih svinja.

Kapacitet zadržavanja vode

Kapacitet (sposobnost) zadržavanja vode je osobina mesa da veže prirodno prisutnu ili veštački dodatu vodu, a nakon izlaganjima toplotnim tretmanima, smrzavanju ili visokom pritisku. Deo vode koji ostane u mesu nakon tih tretmana je tkzv. „vezana voda“ (hemijski vezana za proteine mesa), dok je ostatak „slobodna voda“ (uglavnom ekstracelularna). Odnos vezane i slobodne vode je varijabilan – pri višem pH, veći je kapacitet zadržavanja vode (tako da je najveći odmah nakon klanja), dok je najniži tokom postmortalne ukočenosti, a onda opet raste tokom zrenja mesa.

Tekstura

Tekstura mesa je određena građom mišićnog tkiva, karakteristikama vezivnog tkiva, kao i količinom i načinom povezanosti intramuskularnog masnog tkiva, a predstavlja fizičke osobine mesa koje se mogu prepoznati vizuelno (vidljive su veze između različitih tkiva) ili pak dodirrom, kao i tokom žvakanja (nežnost mesa). Na teksturu mesa utiču starost, pol, rasa i kondicija životinja. Takođe, na teksturu utiče stepen postmortalnih promena u mesu povezanih sa zrenjem mesa, intenzitetom ukočenosti mesa i kapacitetom zadržavanja vode. Neposredno nakon klanja, meso je meko i elastično, a nakon nekoliko sati gubi elastičnost pa postaje tvrđe. Nakon toga, počinje proces zrenja mesa (vrlo varijabilne dužine zavisno od vrste životinje i namene mesa) kojim meso postaje nežnije. Meso koje ima visok kapacitet zadržavanja vode (kao što je DFD meso) je čvrste i suve teksture, dok je meso sa niskim kapacitetom zadržavanja vode (npr. PSE meso) meko i labavije.

Kvalitet i klasifikacija mesa obrađenih trupova

Trupovi, polutke ili četvrtine trupova se često u toj formi otpremaju iz klanice, a dalje u preradu ili direktno u prodaju kao sveže meso. Trgovina mesom zahteva adekvatnu klasifikaciju mesa trupova na osnovu određenih parametara kvaliteta (npr. mesnatosti trupova, odnosno odnosa mišića i masnog tkiva).

Klasifikacija goveđih trupova odraslih životinja treba da se izvrši što pre nakon klanja (najkasnije sat vremena od klanja), a u EU se vrši na osnovu kategorije starosti i pola, konformacione klase (tj. ocene razvoja mišićne mase, naročito glavnih mišićnih grupa) i klase pokrivenosti mašču (količina masnog tkiva sa spoljašnje/lateralne strane trupa i stepen masne infiltracije interkostalnih mišića) (Tabela XIII-1).

Tabela XIII-1. Klasifikacija goveđih trupova u EU⁵⁵

Kategorija starosti i pola	Konformaciona klasa	Klase pokrivenosti mašču
"Z" - trupovi goveda starosti ≥ 8 do < 12 meseci	"S" - superiorna ("dvostruka mišićavost")	"1" - niska (skoro bez masti)
"A" - trupovi nekastriranih mužjaka starosti > 12 do < 24 meseca	"E" - odlična	"2" - blaga
"B" - trupovi nekastriranih mužjaka starosti > 24 meseca	"U" - vrlo dobra	"3" - prosečna
"C" - trupovi kastriranih mužjaka starosti > 12 meseci	"R" - dobra	"4" - visoka
"D" - trupovi ženki koje se nisu telile	"O" - zadovoljavajuća	"5" - vrlo visoka
"E" - trupovi ostalih ženki starosti > 12 meseci	"P" - loša	

Ocena kvaliteta svinjskih trupova treba da se izvrši u roku od 45 minuta od klanja, a vrši se najčešće instrumentalno pomoću tkzv. „fetometra“, merenjem debljine mišićnog i masnog tkiva na jednom ili nekoliko mesta na trupu, pa nakon toga određivanjem mesnatosti trupa. U EU, klasifikacija prema EUROP trupove svinja deli u pet kategorija: E (mesnatost preko 55%), U (50-55%), R (45-50%), O (40-45%) i P (mesnatost ispod 40%).

Prema EU zahtevima, meso živine se klasifikuje u dve klase (A i B) u zavisnosti od konformacije trupova ili rasečenih delova trupova na osnovu izgleda, konformacije i masnog omotača trupova, to jest uzimajući u obzir bar jedan od sledećih faktora: struktura i razvijenost trupa, prisustvo masti i prisustvo/raširenost povreda ili masnica. Stoga, da bi trup ili deo trupa živine bio svrstan u klasu A, potrebno je da površina trupa bude neoštećena, čista i bez bilo kakve prljavštine, druge strane materije, masnica i krvi. Eventualna sitna oštećenja, kontuzije ili diskoloracije, mogu da se tolerišu ako nisu na grudima ili nogama. Meso mora biti uobičajenog mirisa svojstvenog vrsti, a na trupu ne sme biti fraktura. U protivnom, trup ili delovi se svrstavaju u klasu B.

⁵⁵ Izvor: Regulativa EU 2017/1182

Kvalitet i klasifikacija mesa i proizvoda od mesa

Pod mesom u užem smislu se smatra skeletna muskulatura, a u širem smislu, to su i glatki mišići i svi drugi jestivi delovi zaklanih životinja, zavisno od kulturoloških i navika u ishrani. U našoj zemlji, kao i većini evropskih zemalja, nejestivim delovima životinje se smatraju genitalni organi ženskih i muških životinja osim testisa, hrskavica grkljana i dušnika, oči i očni kapci, spoljašnji ušni kanal, kao i jednjak, voljka, creva, genitalni organi i glava živine. U praksi, u većini sveta, meso predstavlja skeletnu muskulaturu sa pripadajućim masnim i vezivnim tkivom, kostima i hrskavicama, krvnim i limfnim sudovima, limfnim i drugim žlezdama i nervima.

Meso domaćih goveda, svinja, malih preživara i konja se razvrstava na tri kategorije: 1) kategoriju I (skeletna muskulatura koja prirodno sadrži malo vezivnog i masnog tkiva, odnosno meso sa butova, leđa i slabina, ali i svo drugo meso kod koga je udeo vezivnog i masnog tkiva obradom smanjen na nivo koji postoji na butu, leđima i slabinama), 2) kategoriju II (meso sa prirodno većim udelom masnog i vezivnog tkiva od mesa prve kategorije, sa koga su odvojeni grubo vezivno tkivo i veće naslage masnog tkiva), i 3) kategoriju III (meso sa prirodno većim udelom masnog i vezivnog tkiva, mesni obresci, meso glave i meso podlaktice i potkolenice koje se upotrebljava samo za proizvode od mesa koji se obrađuju toplotom, izuzev podlaktice i potkolenice svinja).

Meso živine se razvrstava na dve kategorije: 1) kategoriju I (skeletna muskulatura koja po prirodi sadrži malo masnog i vezivnog tkiva, odnosno to je meso bez kože i kostiju, dobijeno odvajanjem sa grudi, bataka i karabataka, osim bataka ćurke), i 2) kategoriju II (meso ostatka trupa bez mesa grudi, karabataka i bataka, osim bataka ćurke, sa koga su odvojeni grubo vezivno tkivo i veće naslage masnog tkiva; ovo meso se upotrebljava samo za dobijanje proizvoda od mesa koji se obrađuju toplotom ili kod polupripremljenih jela od mesa namenjenih za konzumiranje posle toplotne obrade).

Poluproizvodi od mesa su namenjeni za upotrebu tek nakon toplotne obrade (sa izuzetkom tartar bifteka i karpaća koji se jedu sirovi), a u poluproizvode spadaju usitnjeno meso sa dodacima (ćevapi, pljeskavice, burgeri), oblikovano ili neoblikovano roštilj meso, sveže kobasice, marinirana mesa i zrelo (vlažno ili suvo) meso. U pogledu zahteva kvaliteta poluproizvoda od mesa, u njih se mogu dodavati određeni prehrambeni aditivi, ali ne i vezivno tkivo, iznutrice i na bilo koji način prerađeno meso, kao ni nitriti i nitrati, sumpordioksid, sulfiti i fosfati.

Za dobijanje proizvoda od mesa se kao sirovine koriste meso različitih kategorija kvaliteta (skeletna muskulatura koja uključuje i mehanički separisano meso (MSM), odnosno meso koje sadrži kalcijum u količini najviše do 0,1%, masno tkivo (dobijeno odvajanjem od mesa i iz telesnih šupljina), vezivno tkivo (žile, tetive i kože), jestive iznutrice i krv, kao i razni dodaci kao što su kuhinjska so, soli za salamurenje, aditivi, začini, šećeri, voda, enzimi, starter kulture, arome, itd. Proizvodi od mesa, u zavisnosti od načina proizvodnje i konzervisanja, mogu da se proizvode i stavljaju u promet bez prethodne termičke (toplotne) obrade ili sa termičkom obradom, a njihova podela prema domaćem Praviliku o kvalitetu mesa je prikazana u Tabeli XIII-2.

Tabela XIII-2. Podela proizvoda od mesa pre stavljanja u promet⁵⁶

Grupa proizvoda	Podgrupa proizvoda	Nazivi proizvoda
Proizvodi od mesa sa toplotnom obradom pre stavljanja u promet		
Fermentisane kobasice	suve	domaći kulen, kulen, zimska salama, sremska kobasica, sudžuk, čajna kobasica*
	polusuve	panonska kobasica, čajni namaz*
Suvomesnati proizvodi	-	suva šunka sa i bez kostiju (pršut), pršuta, suvi vrat, buđola, stelja, pastrma*
Slanina	-	salamurena slanina, suva slanina, pančeta*
Proizvodi od mesa bez toplotne obrade pre stavljanja u promet		
Toplotom obrađene sušene kobasice	-	proizvodi pod nazivom koji određuje proizvođač
Dimljeni proizvodi od mesa	-	dimljena šunka, dimljena plećka, dimljeni kare, dimljeno govede meso, dimljeni živinski file, dimljeni batac i/ili karabatak*
Barene kobasice	fino usitnjene	viršla, frankfurter, parizer, bela kobasica*
	grubo usitnjene	srpska kobasica, tirolska kobasica, Mortadela*
	sa komadima mesa	šunkarica*
	mesni hlebovi	mesni hleb
Kuvane kobasice	jetrene kobasice i paštete	jetrena kobasica, jetrena pašteta, mesna pašteta*
	krvavice	krvavica sa jezicima, domaća krvavica*
	sa želeom	jezici sa želeom, meso sa želeom, domaća švargla i švargla
Jela od mesa	polupripremljena	panirano meso
	pripremljena	gulaš*
Konzerve od mesa	u komadima	kuvana šunka, kuvana plećka, kuvani kare, kuvani živinski file, kuvana slanina*
	u sopstvenom soku	govedina/svinjetina u sopstvenom soku*
	od usitjenog mesa	mesni doručak*
	kobasice u konzervi	odgovara vrsti barenih i kuvanih kobasica
	jela od mesa	gulaš*
Slanina	-	barena slanina, dimljena slanina, papricirana slanina, slanina u omotaču, punjena slanina*
Topljena mast i čvarci	topljena mast	svinjska mast, domaća svinjska mast, loj preživara, masti živine
	čvarci	domaći čvarci, duvan čvarci, živinski čvarci
	proizvodi od masti i čvaraka	proizvodi pod nazivima koji određuje proizvođač

*mogući su i drugi nazivi proizvoda (određuje ih proizvođač)

⁵⁶ Izvor: Sl. glasnik RS, 50/19

XIV - MIKROBIOLOGIJA, KONZERVISANJE I KVAR MESA

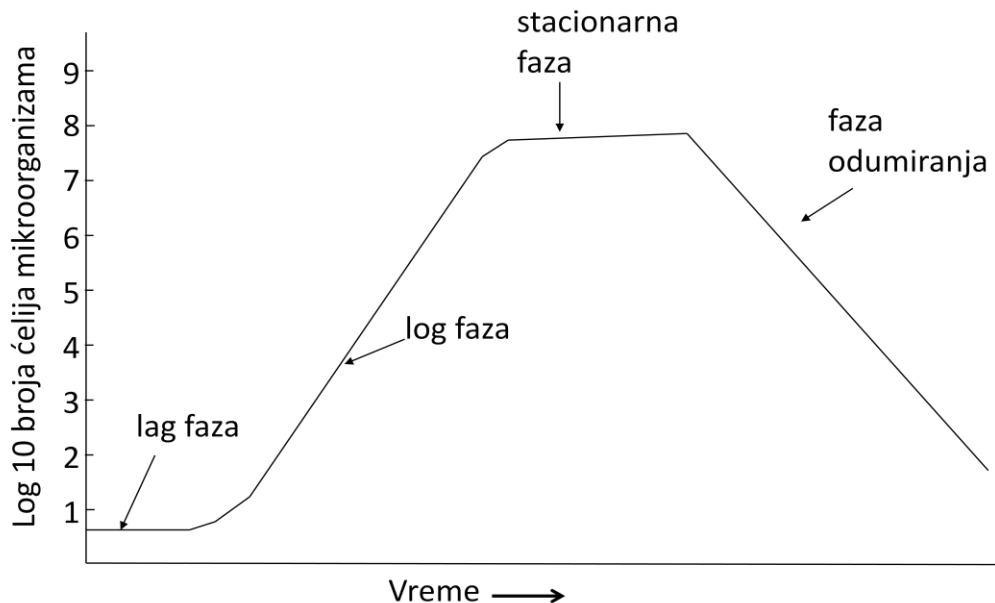
Nakon procesa obrade i hlađenja trupova, počinje post-harvest faza u lancu mesa, koja uključuje dodatno hlađenje (ili hladno skladištenje) ili smrzavanje trupova/mesa, kao i primenu metoda prerade (odnosno drugih metoda konzervisanja mesa pored hlađenja ili smrzavanja), pakovanje, transport, skladištenje, prodaju, a koja traje sve do potrošača, kada se meso priprema za konzumaciju i konzumira. Poznavanje mikrobiologije mesa u post-harvest fazi (naročito uslova za preživljavanje, umnožavanje i uništavanje mikroorganizama), uključujući i metode konzervisanja mesa, je od posebnog značaja za osiguranje bezbednosti, odnosno prevencije nastanka alimentarnih bolesti ljudi koji konzumiraju to meso, kao i održivosti (tj. prevenciju kvara) mesa.

Obrađeni trupovi se rasecaju u manje komade (npr. svaka polutka u dva ili tri, ali i više delova), ili pak i dodatno otkoštavaju, i to pre hlađenja (tkzv. „toplo otkoštavanje“) ili nakon hlađenja ili zamrzavanja, zavisno od tehnoloških uslova, uključujući tu i tržišne okolnosti i potrebe. Takođe, zavisno od tehnoloških uslova i komercijalnih zahteva, zrenje mesa može da se dešava dok je trup u polutkama, rasečen na više delova ili je meso već otkoštano. Svežim mesom se smatra meso koje osim hlađenja, smrzavanja ili pakovanja u vakuumu ili kontrolisanoj atmosferi nije prošlo druge postupke konzervisanja. S druge strane, meso koje je bilo podvrgnuto drugim postupcima konzervisanja se smatra prerađenim mesom. Meso se dalje pakuje i otprema kao sveže meso ili meso koje je bilo predmet produženog zrenja (upakovano ili ne) ili se dalje prerađuje u proizvode od mesa, koji se otpremaju ili skladište pre prodaje (Poglavlje XVI).

OSNOVE MIKROBIOLOGIJE HRANE/MESA

Mikroorganizmi predstavljaju biološke agense koji nisu vidljivi golim okom - to jest bakterije, gljivice (kvasci i plesni), viruse i pojedine parazite (odnosno protozoe). Mikroorganizmi u hrani mogu da preživljavaju, umnožavaju se ili odumiru. Virusi i paraziti ne mogu da se umnožavaju u hrani, tako da mogu samo da prežive ili da odumru. S druge strane, bakterije, kvasci i plesni mogu da se umnožavaju (tj. „rastu“) ukoliko im uslovi dozvole i ovo poglavlje se prevashodno bavi njima, bilo da su po prirodi to patogeni mikroorganizmi ili izazivači kvara hrane/mesa. Mikrobiologija hrane/mesa u kontekstu ovog poglavlja podrazumeva i proučavanje uloge antimikrobnih faktora u hrani, odnosno faktora koji služe da ograniče umnožavanje ili da dovedu do uništavanja mikroorganizama u hrani/mesu. Mikrobiologija hrane/mesa se bavi patogenim mikroorganizmima, izazivačima kvara, kao i korisnim mikroorganizmima, odnosno onim koji deluju kao kompetitori prvim dvema grupama.

Ograničavanje umnožavanja/rasta i uništavanje mikroorganizama može da produži rok upotrebe (tj. održivost) hrane i/ili da snizi rizik od bolesti izazvanih alimentarnim hazardima.



Šema XIV-1. Faze rasta bakterija u hrani

Rast mikroorganizama u hrani

Rast mikroorganizama (prevashodno bakterija jer je njihov značaj daleko veći u odnosu na gljivice, pa će fokus poglavlja i biti na bakterijama) podrazumeva dvostruko uvećavanje veličine ćelije, pa potom deobu na dve nove bakterijske ćelije. Vreme za koje se uvećanje i deoba na dve nove ćelije desi se naziva generacijsko vreme i zavisno je od mnogih faktora opisanih ispod. Rast bakterija i njihovo odumiranje u hrani ima 4 faze: 1) lag faza, 2) log faza, 3) stacionarna faza, i 4) faza odumiranja (Šema XIV-1). Lag faza podrazumeva vreme odmah nakon kontaminacije hrane tokom koga se dešava prilagođavanje populacije mikroorganizama (bakterija) novoj sredini, uz oporavak njihovih ćelija od eventualnih oštećenja nastalih antimikrobnim faktorima pre kontaminacije hrane, kao što su sušenje, smrzavanje ili termički tretman. Tokom ove faze broj bakterija ostaje konstantan. Log faza (faza logaritamskog rasta ili eksponencijalna faza) podrazumeva intenzivan eksponencijalni rast bakterija čija je brzina proporcionalna generacijskom vremenu određene vrste/soja bakterije u određenim ambijentalnim uslovima. Stacionarna faza sledi nakon logaritamske faze, a podrazumeva da je broj ćelija koje se dele isti kao i broj ćelija koje odumiru. Ova faza je posledica iscrpljivanja hranljivih materija koje su potrebne za dalji rast bakterija, kao i prisustva toksičnih metabolita kao posledice njihovog prethodnog rasta. Faza odumiranja je finalna faza koja podrazumeva da populacija bakterija odumire usled potpunog nedostatka hranljivih materija (tkzv. „gladi”), nagomilavanja toksičnih metabolita i nemogućnosti održavanja homeostaze bakterijskih ćelija.

Uništavanje mikroorganizama u hrani

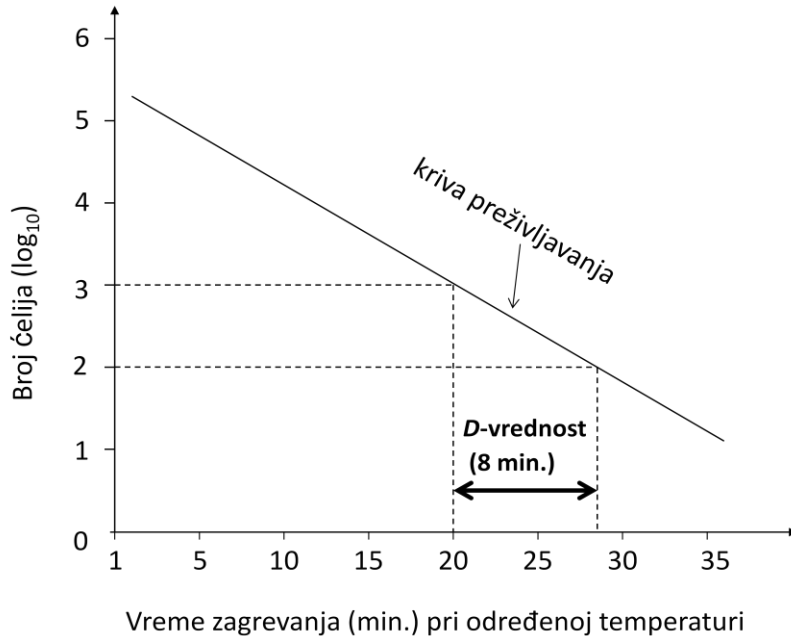
Odumiranje mikroorganizama u hrani podrazumeva ili pomenuto „prirodno” odumiranje ili „veštačko” odumiranje usled određenih antimikrobnih/baktericidnih faktora u hrani. Uništavanje mikroorganizama se odnosi, pored bakterija i gljivica, i na viruse i parazite, tj. mikroorganizme koji ne mogu da rastu u hrani. Veštačko odumiranje mikroorganizama je zavisno od niza faktora, kao što su njihov fiziološki status, tip hrane u kojoj se nalaze (tečna ili čvrsta), mesto gde se nalaze (na površini ili u dubini), intenzitet i trajanje antimikrobnog tretmana, itd. Stepen odumiranja je svakako povezan sa inicijalnom koncentracijom mikroorganizama u/na hrani. Pri tome, ako odumiranje nije momentalno (što je retko), odumiranje mikroorganizama je postepeno i naziva se „logaritamsko”, pa se izražavanje odumiranja, odnosno efikasnost nekog antimikrobnog tretmana meri i izražava logaritamskim vrednostima ili jedinicama.

Međutim, praktično uništavanje mikroorganizama u/na hrani nastaje usled određenih tretmana hrane i to prevashodno visokom temperaturom (tj. toplotom ili termalnim tretmanima), ali se isti princip odnosi i na druge tretmane koji se ne primenjuju ili se vrlo retko primenjuju u Evropi i našoj zemlji (tj. zračenje ili tretman visokim pritiskom). Toplotni tretmani prevashodno podrazumevaju pasterizaciju (usmereno na uništavanje vegetativnih oblika mikroorganizama), kuvanje (koje može biti u vodi, ulju, itd., a u širem smislu tu spadaju i pečenje, grilovanje, itd.), kao i sterilizaciju (tkzv. „konzerviranje”, usmereno na uništavanje spora bakterija), a opisani su detaljno kasnije u ovom poglavlju.

Decimalna redukcija mikroorganizama

Termičko uništavanje mikroorganizama je proces koji je zavisan od odnosa temperature i vremena. Vreme decimalne redukcije (tj. D -vrednost) je vreme, u minutima, koje je potrebno da se nivo inicijalne koncentracije mikroorganizama, pri datim uslovima (tj. pri datoj temperaturi ako je u pitanju termički proces), smanji za jedan logaritamski ciklus (tj. dekadni logaritam, \log_{10}). Drugim rečima, to je vreme potrebno da se pri datim uslovima/temperaturi uništi 90% inicijalne koncentracije mikroorganizama – npr. sa 1.000 ćelija na 100 ćelija, to jest sa $3 \log_{10}$, na $2 \log_{10}$, odnosno njihov broj smanji 10 puta (Šema XIV-2, Jednačina XIV-1).

D -vrednost se uvek izražava za datu temperaturu – npr. D_{121} podrazumeva termički tretman pri 121°C , tkzv. „botulinski termički tretman” koji se često koristi u sterilizaciji. Primera radi, ako su u pitanju spore *Clostridium botulinum*, polazi se od pretpostavke da ih u teoriji može biti čak i do 10^{12} u hrani, a poželjno je da se one eliminišu iz hrane ili da se njihov broj smanji na 10^0 (1 spora), što se naziva 12D redukcija. Ako je za *Clostridium botulinum* na temperaturi od 111°C , $D_{111} = 2,04$ min, za 12D redukciju je potrebno $12 \times 2,04$ min = 24,5 min. Jasno je da su pri višim temperaturama, D -vrednosti manje, kao i da otporniji mikroorganizmi imaju veću D -vrednost (Tabele XIV-1 i XIV-2). Poznavanje D -vrednosti je preduslov za izračunavanje z - i F -vrednosti.



Šema XIV-2. Određivanje D -vrednosti

Jednačina XIV-1. Formula za izračunavanje D -vrednosti

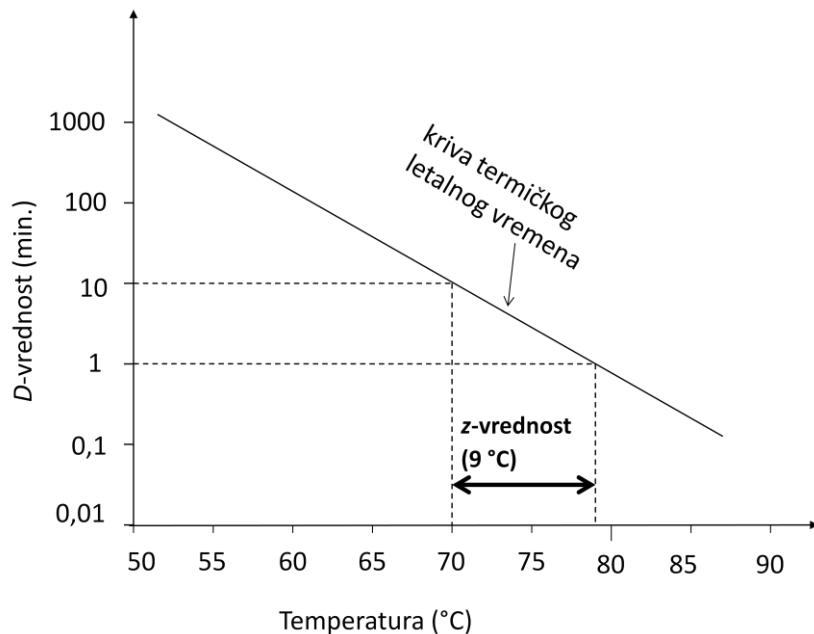
$$D = \frac{\log_{10} (N_0) - \log_{10} (N_t)}{t}$$

N_0 - broj preživelih mikroorganizama na početku (nulto vreme)
 N_t - broj preživelih mikroorganizama u vremenu t

Relativna termorezistentnost mikroorganizama

U cilju izračunavanja ekvivalentnih termalnih procesa, primenjuje se vrednost relativne termorezistentnosti (z -vrednost; konstanta termalne otpornosti), koja predstavlja broj stepeni Celzijusa ($^{\circ}\text{C}$) koji su potrebni da bi se kriva termičkog letalnog vremena smanjila za jedan logaritamski ciklus (Šema XIV-3, Jednačina XIV-2). Drugim rečima, to je povećanje temperature koje je potrebno da se D -vrednost smanji za 90% (odnosno na 10% od početne vrednosti), to jest da se D -vrednost smanji 10 puta. Na primer, ako je z -vrednost 9°C , a mikrobiološka bezbednost mesa se postiže tretmanom na 70°C tokom 10 minuta, isti efekat će se postići i primenom 79°C tokom 1 minuta, kao i primenom 88°C tokom 0,1 minuta.

Što mu je manja z -vrednost, mikroorganizam je osetljiviji na termički tretman, odnosno na promenu temperature. Iako postoje ogromne varijacije među vrstama i sojevima mikroorganizama, kao i hrane u kojoj se nalaze i drugih faktora (Tabele XIV-1 i XIV-2), generalno se smatra da su z -vrednosti vegetativnih formi mikroorganizama oko 5°C , a spora oko 10°C .



Šema XIV-3. Određivanje z-vrednosti

Jednačina XIV-2. Formula za izračunavanje z-vrednosti

$$z = \frac{\log_{10}(D_0) - \log_{10}(D_T)}{\Delta T}$$

D_0 - vreme decimalne redukcije (min.) pri temperaturi T_0 (°C)

D - vreme decimalne redukcije (min.) pri temperaturi T (°C)

ΔT - razlika između T i T_0 ($T - T_0$)

Tabela XIV-1. Primeri D-vrednosti i z-vrednosti važnijih mikroorganizama u mesu

Mikroorganizam	Vrsta mesa	D-vrednosti (min.)							z-vrednost (°C)
		D ₅₅	D _{57,5}	D ₆₀	D _{62,5}	D ₆₅	D _{67,5}	D ₇₀	
<i>Salmonella</i> spp.	goveđe	37	18	6,9	2,6	1	0,3	0,07	5,74
	svinjsko	45	27	5	2,6	1,9	0,36	0,08	5,89
	živinsko	30	12,9	5,9	2,5	1,2	0,36	0,24	6,53
<i>Listeria monocytogenes</i>	goveđe	81	40	23	7,2	2,8	0,93	0,31	6,1
	svinjsko	47	22	5,6	2,9	1,5	0,44	0,09	5,92
	živinsko	83	27	7,8	2,5	1,1	0,4	0,11	5,28
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	goveđe	22	8	2	0,9	0,32	0,12	0,06	5,43
	svinjsko	33	10	3,2	0,8	0,26	0,08	0,05	4,94
	živinsko	19	9	2,1	0,54	0,25	0,05	0,04	5,17

Tabela XIV-2. *D*-vrednosti i *z*-vrednosti važnijih mikroorganizama u hrani

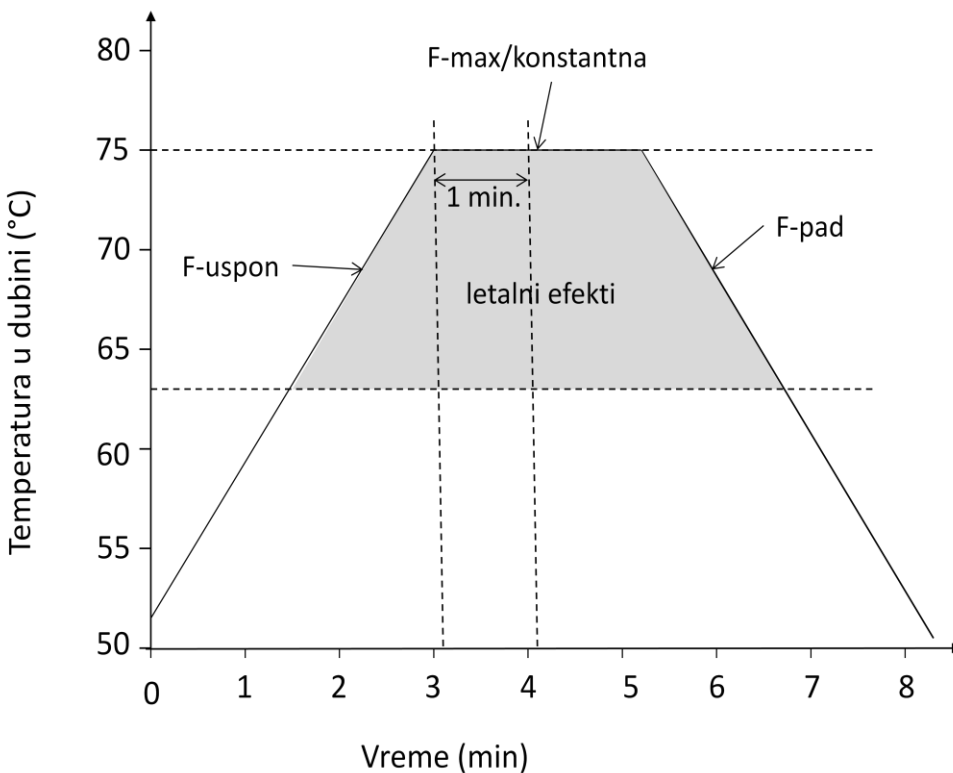
Mikroorganizam	<i>D</i> -vrednost	<i>z</i> -vrednost
Vegetativne forme		
<i>Salmonella</i> spp.	$D_{65} = 0,02 - 0,25$ min. $D_{60} = 3 - 6,5$ min.	~5°C
<i>Salmonella</i> Senftenberg	$D_{65} = 0,8 - 1$ min.	
<i>Escherichia coli</i>	$D_{65} = 0,1$ min.	
<i>Staphylococcus aureus</i>	$D_{65} = 0,2 - 2$ min.	
Kvasci i plesni	$D_{65} = 0,5 - 3$ min.	
<i>Listeria monocytogenes</i>	$D_{60} = 5 - 8,3$ min.	
<i>Campylobacter jejuni</i>	$D_{60} = 0,2 - 0,4$ min. $D_{55} = 1,1$ min.	
Spore		
<i>Thermoanaerobacterium thermosaccharolyticum</i>	$D_{121} = 3 - 4$ min.	~10°C
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	$D_{121} = 4 - 5$ min.	
<i>Bacillus coagulans</i>	$D_{121} = 0,1$ min.	
<i>Clostridium sporogenes</i>	$D_{121} = 0,1 - 1,5$ min.	
<i>Clostridium botulinum</i> tip A i B	$D_{121} = 0,1 - 0,2$ min. $D_{100} = 7 - 28$ min.	
<i>Clostridium botulinum</i> tip E	$D_{80} = 0,1 - 3$ min. $D_{110} = < 0,0167$ min.	

Jedinica letalnosti termičkog procesa

Bilo koja temperatura koja uništava mikroorganizme treba da deluje određeno vreme da bi se svi mikroorganizmi iz hrane uništili. Ta temperatura nije konstantna tokom trajanja termičkog tretmana (tj. prvo raste, pa bude konstantna na vrhuncu tretmana kada se i računa letalni efekat na mikroorganizme, i na kraju opada; Šema XIV-4), niti je uniformna u svim delovima hrane koja se tretira. Stoga je nemoguće da se letalnost temperature meri tokom celog procesa tretmana, već se ona, iz praktičnih razloga, meri samo kada je temperatura fiksna na maksimumu tokom jednog minuta. Deo termičkog letalnog vremena temperature zagrevanja u jednom minutu predstavlja letalni efekat te temperature.

Pored činjenice da se mikroorganizmi brže uništavaju na višim temperaturama termičkih tretmana, jasno je i da postoji čitav niz letalnih kombinacija temperature i vremena za mikroorganizme. Da bi letalni efekti različitih kombinacija temperature i vremena zagrevanja mogli da se izražavaju i poredi, to jest da bi se poredili efekti različitih metoda pasterizacija i sterilizacija, uveden je pojam jedinice letalnosti termičkog procesa (*F*-vrednost; procesna letalnost), koja predstavlja vreme (u minutima) potrebno da se uništi određena populacija mikroorganizama pri određenoj konstantnoj temperaturi (Jednačina XIV-3). *F*-vrednost predstavlja efekat celog termičkog procesa na mikroorganizme, tj. sumu svih individualnih efekata temperature na mikroorganizme.

Za jedinicu letalnosti je odabran letalni efekat referentne temperature termičkog procesa, odnosno zagrevanje u trajanju od 1 minuta pri referentnoj temperaturi koja za sterilizaciju iznosi 121,1°C, za kuvanje 100°C, a za pasterizaciju 65,6°C. Pošto su mikroorganizmi različito osetljivi na temperaturu (tj. imaju različite z -vrednosti), F -vrednost direktno zavisi od z -vrednosti datog mikroorganizma, pa se odnosi samo na uništavanje mikroorganizama sa istom z -vrednosti. Na primer, ukoliko se nastoji da se u određenoj hrani unište svi prisutni mikroorganizmi određene vrste, tokom jednog minuta pri temperaturi od 121,1°C, tada je taj 1 minut F -vrednost za tu određenu vrstu mikroorganizma i označava se kao F_0 . Dalje, na primer, ako je z -vrednost = 10°C, onda 1 minut pri temperaturi od 111°C ima $F_{121} = 0,1$ ili ako je z -vrednost = 5°C, onda je $F_{121} = 0,01$. Stoga je važno precizirati z -vrednost kada se izražava F -vrednost.



Šema XIV-4. Određivanje F -vrednosti

Jednačina XIV-3. Formula za izračunavanje F -vrednosti

$$F = D \times (\log_{10} (N_0) - \log_{10} (N))$$

D - D -vrednost

N_0 - broj mikroorganizama po gramu sirovine

N - broj mikroorganizama koji može da preostane po gramu termički tretiranog proizvoda, povezano sa prihvatljivim nivoom rizika za taj proizvod (nikad nije 0)

Tabela XIV-3. Uobičajene F_0 -vrednosti prilikom proizvodnje konzervirane hrane

Hrana	F_0 -vrednost (min.)
Meso u sosu	8 – 10
Vekna od mlevenog mesa	6
Skua u salamuri	3 – 4
Grašak	4 – 6
Šargarepa	3 – 4

Faktori koji utiču na rast i preživljavanje mikroorganizama u hrani

Faktori koji utiču na ponašanje mikroorganizama u hrani se dele na unutrašnje (intrinzične, odnosno prirodna svojstva hrane), spoljašnje (ekstrinzične, ambijentalne) i faktore zavisne od samih mikroorganizama (tj. implicitne). Na neke od unutrašnjih i spoljašnjih faktora može veštački da se utiče i time da se usporava ili zaustavi rast, kao i da se smanji stepen preživljavanja mikroorganizama ili pak onemogući proizvodnja toksina, pa posledično da se unaprede bezbednost i održivost hrane. Različiti unutrašnji i spoljašnji faktori mogu da deluju sinergistički ili antagonistički, kao i da uopšte nemaju uticaj jedni na druge. Takođe, nekada je teško razdvojiti uticaj pojedinih unutrašnjih i spoljašnjih faktora na mikroorganizme, odnosno da li onemogućavaju preživljavanje ili rast, kao i da li izazivaju oštećenje ćelija mikroorganizma ili ih ubijaju.

Unutrašnji faktori

Unutrašnji faktori predstavljaju svojstva hrane, odnosno medijuma u kojoj se mikroorganizmi nalaze. Najvažniji su kiselost hrane (pH), aktivnost vode (a_w), prisustvo antimikrobnih supstanci, redoks potencijal, kao i struktura same hrane i dostupnost hranljivih materija u njoj.

Kiselost hrane (pH)

Kiselost (ili drugim rečima „baznost“) nekog medijuma (npr. rastvora ili hrane) se definiše kao negativan dekadni logaritam koncentracije vodonikovih jona ($\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$). Vrednost pH se izražava na skali između 0 i 14. Za prečišćenu (destilovanu) vodu pH vrednost od 7 označava da je rastvor neutralan, jer se u vodi nalazi isti broj H^+ jona i OH^- jona, sa jednakim koncentracijama od 1×10^{-7} mol/L. Vrednosti pH ispod 7 podrazumevaju da je hrana kisela, a preko 7 da je bazna. Vrednost pH mišića tek zaklane

životinje je uglavnom između 7,0 i 7,2, dok u daljem postmortalnom periodu ona pada i pH mesa postaje blago kisela sredina (5,3 do 6,0). Druge vrste hrane su takođe najčešće kisele, a retko bazne (Tabela XIV-4).

Tabela XIV-4. pH vrednosti različitih vrsta hrane

Hrana	pH
Goveđe meso	5,3 – 5,8
Goveđe DFD meso	≥6,2
Svinjsko meso	5,4 – 5,7
Svinjsko PSE meso	5,3
Jagnjeće meso	5,5 – 5,8
Šunka	5,9 – 6,1
Živinsko meso	5,9 – 6,4
Belance jajeta	8,0 – 9,5
Žumance jajeta	6,1 – 6,5
Kravlje mleko	6,3 – 6,8
Konzervisana tunjevina	5,9 – 6,2
Sirće	2,4 – 3,4
Sirova riba	6,6 – 7,0
Kuvani losos	5,8 – 6,5
Sok od limuna	2,0 – 2,6
Med	3,7 – 4,2
Fermentisano meso ajkule	10,5 – 11,5

Optimalna kiselost za rast većine mikroorganizama u hrani je oko neutralnog pH - tj. između 6,5 i 7,5. Međutim, mnogi mikroorganizmi mogu da rastu u vrlo širokom opsegu pH (Tabela XIV-5), a naročito kvasci i plesni koji mogu da rastu pri izuzetno niskim pH vrednostima hrane. Takođe, nekim vrstama (tj. acidurčnim bakterijama) više pogoduje kiseli sredina (npr. mlečnokiselinske bakterije, koje mogu da rastu i pri pH=3), a drugim (tj. alkalotolerantnim bakterijama) pogoduje baznija sredina (npr. *Vibrio* spp., koji raste i pri pH=11). Takođe, prethodna izloženost nekih bakterija niskokiseljoj sredini, može da poveća njihovu otpornost na kiselost, pa tada mogu da se umnožavaju i u kiseljoj hrani. Manipulacija pH u konzervisanju hrane podrazumeva snižavanje pH dodavanjem slabih ili jakih organskih kiselina (npr. u turšiju se dodaje sirćetna kiselina) ili proces fermentacije (npr. dodavanje *Lactobacillus bulgaricus* u jogurt). Štetan uticaj nepovoljnog pH na mikroorganizme se ostvaruje poremećajem funkcije ćelijskih enzima i poremećajem transporta hranljivih materija u ćeliju mikroorganizma.

Tabela XIV-5. Vrednosti pH na kojima mikroorganizmi mogu da rastu

Mikroorganizam	pH		
	minimalno	optimalno	maksimalno
<i>Campylobacter</i> spp.	4,9	6,5 – 7,5	8,0
<i>Salmonella</i> spp.	4,0	6,6	8,2
<i>Yersinia enterocolitica</i>	4,4	7,0 – 8,0	9,0
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	4,4	7,0	9,5
<i>Vibrio</i> spp.	4,8	7,4 – 9,6	11,0
<i>Bacillus cereus</i>	4,3	6,0 – 7,0	9,3
<i>Listeria monocytogenes</i>	4,1	6,0 – 8,0	9,0
<i>Clostridium perfringens</i>	5,0	6,0 – 7,0	8,5
<i>Clostridium botulinum</i>	4,6	7,0	8,9
<i>Staphylococcus aureus</i>	4,0	6,0 – 7,0	10,0
<i>Pseudomonas</i> spp.	5,5	7,5	8,5
<i>Lactobacillus</i> spp.	3,0	5,5 – 7,0	8,5
<i>Brochothrix</i> spp.	4,6	6,5	9,0
Kvasci	2,0	4,5 – 6,5	8,5
Plesni	1,5	6,0	9,0

Aktivnost vode

Aktivnost vode (a_w) ili dostupnost vode u hrani, definiše se kao odnos parcijalnog pritiska vodene pare u okolini same hrane, spram pritiska pare u okolini destilovane vode na istoj temperaturi. Aktivnost vode predstavlja količinu vode koja nije čvrsto vezana za hranu pa je dostupna mikroorganizmu. Dakle, aktivnost vode ne podrazumeva sadržaj vode u namirnici. Drugim rečima, to je pokazatelj one količine vode u hrani kojom mikroorganizam zaista može da raspolaze za potrebe svog metabolizma. Aktivnost vode neke hrane zavisi od njenog sastava, kao i od atmosfere u kojoj se hrana nalazi. Relativna vlažnost vazduha je u direktnoj vezi sa parcijalnim pritiskom vodene pare u vazduhu. Ako je napon vodene pare u hrani veći od parcijalnog pritiska vodene pare u vazduhu, jedan deo vodene pare će se izdvojiti iz te hrane, što znači da će se ona više osušiti. U obrnutom slučaju, usled prisustva različitih supstanci u hrani koje vezuju određenu količinu vode, doći će do povećanja vlažnosti hrane – ako je parcijalni pritisak vodene pare u vazduhu veći od napona vodene pare neposredno iznad te hrane. Stoga, ukoliko je konzervisanje hrane isključivo zasnovano na obaranju a_w , relativna vlažnost vazduha mora pažljivo da se kontroliše.

Aktivnost vode utiče na lag and log faze rasta mikroorganizma, odnosno postizanje maksimalnog rasta bakterija i isključivanje njihovih spora. Aktivnost vode većine sirove hrane (Tabela XIV-6), kao što je sveže meso, mleko, sveže voće i povrće, je blizu maksimalne vrednosti (1,0) i optimalna je za rast većine mikroorganizama (iznosi od 0,97 do 0,99). Većina Gram negativnih bakterija zahteva a_w od najmanje 0,97 za rast, dok većina Gram pozitivnih bakterija zahteva a_w od najmanje 0,90 (Tabela XIV-7). Međutim, neki

mikroorganizmi mogu da rastu i pri nižoj a_w . Na primer, *Staphylococcus aureus* može da raste i pri a_w od 0,86, dok kvascima i plesnima svakako više odgovara suvlja hrana, pa rastu u opsegu a_w od 0,61 do 0,90. Mikroorganizmi koji dobro tolerišu nisku a_w se dele na: halotolerantne koji mogu da rastu u prisustvu visokih koncentracija soli (NaCl), osmotolerantne koji mogu da rastu u prisustvu visoke koncentracije jonizovanih materija, npr. šećera, i kserotolerantne koji mogu da rastu u suvoj hrani. Većina bakterija izazivača kvara namirnica zahteva minimalnu a_w od 0,91, većina kvasaca izazivača kvara namirnica zahteva a_w od 0,88, dok većina plesni izazivača kvara namirnica zahteva a_w od najmanje 0,80. S druge strane, halofilne bakterije mogu da rastu i pri a_w od 0,75, kserofilne plesni pri a_w 0,65 do 0,75, dok osmofilni kvasci mogu da rastu čak i pri a_w od 0,60 (Tabela XIV-7).

Konzervisanje hrane bazirano na snižavanju aktivnosti vode se primenjuje od davnina u formi sušenja hrane na suncu ili na suvom vazduhu. Suvim vazduhom se u industriji obara a_w mesa, uključujući proizvode od mesa, ali i samih trupova tokom vazdušnog hlađenja. Na ovaj način se dobijaju mleko u prahu i razni sirevi, a tako se suše voće i povrće, kao i riba. Aktivnost vode se snižava i soljenjem raznih proizvoda, npr. mesnih (Tabele XIV-8 i XIV-9), dodavanjem šećera (npr. džem), kao i smrzavanjem hrane kada pretvaranjem vode u led, voda postaje nedostupna mikroorganizmima (Tabele XIV-10). U novije vreme se za snižavanje a_w hrane primenjuju liofilizacija, emulgovanje hrane, kao i primena raznih hidrofilnih gelova.

Tabela XIV-6. Aktivnost vode nekih namirnica

Namirnica	Aktivnost vode
Destilovana (prečišćena) voda	1,0
Meso (mišićno tkivo)	0,98 – 0,99
Salamureno meso (npr. šunka)	0,93 – 0,96
Mleko	0,99
Feta sir	0,95
Sveže povrće i voće, riba, jaja	0,98 – 0,99
Hleb	0,93 – 0,98
Salame, neki tvrdi sirevi (npr. parmezan)	0,87 – 0,93
Džemovi, sušeno voće, kolači	0,73 – 0,87
Brašno, žitarice, pasulj	0,60 – 0,80
Čokolada, med, pasta, mleko u prahu	<0,60
Šećer, so	0,10 – 0,20

Tabela XIV-7. Minimalne vrednosti aktivnosti vode na kojima mikroorganizmi mogu da rastu

Mikroorganizam	Minimalna aktivnost vode
<i>Campylobacter jejuni</i>	0,98 – 0,99
<i>Shigella</i> spp.	0,96
<i>Salmonella</i> spp.	0,93 – 0,94
<i>Yersinia enterocolitica</i>	0,95
<i>Escherichia coli</i> O157	0,93 – 0,96
<i>Bacillus cereus</i>	0,95
<i>Listeria monocytogenes</i>	0,90 – 0,92
<i>Clostridium perfringens</i>	0,93 – 0,95
<i>Clostridium botulinum</i> (proteolitički, npr. tip A)	0,94 – 0,95
<i>Clostridium botulinum</i> (neproteolitički, npr. tip E)	0,96 – 0,97
<i>Pseudomonas</i> spp.	0,97
Mlečnokiselinske bakterije (<i>Lactobacillus</i> , <i>Leuconostoc</i> , <i>Pediococcus</i>)	0,93 – 0,94
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,83 – 0,91
Plesni i kvasci	0,60 – 0,90

Tabela XIV-8. Različiti rastvori NaCl koji se koriste u konzervisanju hrane i snižavanju aktivnosti vode

%NaCl	Aktivnost vode
0,9	0,995
1,7	0,99
3,5	0,98
7,0	0,96
10	0,94
13	0,92
16	0,90
19	0,88
22	0,86

Tabela XIV-9. Tolerancija mikroorganizama prema natrijum-hloridu

Mikroorganizam	Uticaj NaCl na mikroorganizam
<i>Clostridium botulinum</i>	Rast pri 5% (neproteolitički sojevi) – 10% NaCl (proteolitički sojevi)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Rast pri 10% NaCl, pojedini sojevi i do 20% (izrazito halotolerantni)
<i>S. aureus</i> - proizvodnja toksina	Proizvodnja enterotoksina A pri koncentraciji od 10% NaCl, proizvodnja enterotoksina B je inhibisana pri 10% NaCl
<i>Clostridium perfringens</i>	Nema rasta pri koncentraciji NaCl od 5-6%
<i>Listeria monocytogenes</i>	Rast pri 10% NaCl, preživljava do 1 godinu pri 16% NaCl
<i>Salmonella</i>	Baktericidni efekat 9% NaCl
<i>Campylobacter</i>	Nema rasta pri 3,5% NaCl
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Rast pri 5% NaCl, nema rasta pri 7% NaCl
<i>E. coli</i> O157:H7	Rast pri 6,5% NaCl, nema rasta pri >8,5% NaCl
<i>Brochothrix</i>	Rast pri 10% NaCl

Tabela XIV-10. Uticaj smrzavanja na snižavanje aktivnosti vode na primeru destilovane vode (leda)

Temperatura (°C)	Aktivnost vode
0	1
-5	0,953
-10	0,907
-15	0,864
-20	0,823
-40	0,68

Antimikrobne supstance

Neke antimikrobne supstance su prirodno prisutne u hrani – npr. lizozim i ovotransferin u belancu jajeta, laktoperoksidaza sistem (tj. laktoperoksidaza, tiocijanat i vodonik-peroksid) i laktoferin u goveđem mleku, kao i razne niskomolekulske supstance u nekim začinskim biljkama. Neke se veštački dodaju – npr. nitriti, soli natrijuma, kalijuma i kalcijuma, komponente dima ili neke organske kiseline, ili su rezultat/produkt određenih mikroorganizama tokom njihovog rasta (bakteriocini, antibiotici, organske kiseline ili alkoholi). Ove antimikrobne supstance imaju mikrobiostatski, a nekad i mikrobiocidni efekat.

Najvažnija uloga nitrita je u inhibiciji *Clostridium botulinum* i *Staphylococcus aureus* (opisano kasnije u ovom poglavlju). Razne neorganske materije dobro inhibišu kvasce i plesni, kao i Gram negativne bakterije. Bakteriocini, kao što je nizin, dobro deluju protiv

Gram pozitivnih bakterija (*Clostridium* spp., *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*). Nizin proizvode mikroorganizmi vrste *Lactococcus lactis*, a često se dodaje i veštački u razne sireve ili proizvode od mesa. Bakteriocini biljnog porekla su aliin i alicin (poreklom iz belog luka), piperin (iz bibera), kapsantin i kapsaicin (iz paprike), timol i karvakol (više začinskih biljaka ih proizvodi, poput bosiljka, nane, ruzmarina ili origana), a dodaju se u razne proizvode od hrane i tako doprinose njihovoj konzervaciji.

Redoks potencijal

Redoks potencijal (oksidoredukциони potencijal, Eh) predstavlja mogućnost gubljenja ili dobijanja elektrona od strane hrane, što najviše zavisi od količine/raspoloživosti kiseonika u toj hrani, iposledica je fizičkog stanja same hrane i atmosfere u kojoj se nalazi (tj. pakovanja). Aerobni mikroorganizmi rastu pri Eh +500 mV do +300 mV, fakultativni anaerobi pri +300 mV do -100 mV, dok anaerobni mikroorganizmi rastu na Eh koji je u opsegu od +100 mV do manje od -250 mV. Mikrobiološka aktivnost (tj. rast) menja Eh hrane, ali i atmosferu, kao i pH. Dodatno, enzimi neke hrane (npr. sveže meso, riba ili voće) mogu da umanje njen redoks potencijal. Redoks potencijal nekih namirnica je prikazan u Tabeli XIV-11.

Tabela XIV-11. Redoks potencijal nekih namirnica

Namirnica	Eh (mV)
Sirovo meso (nakon <i>rigor mortis</i>)	-200
Sirovo mleveno meso	+225
Kuvane kobasice	-20 do -150
Pšenica u zrnu	-320 do -360
Mleveni ječam	+225
Limun	+383
Kruška	+436

Dostupnost hranljivih materija i struktura hrane

Za normalno funkcionisanje metabolizma i rast, mikroorganizmima je potreban izvor vode, energije, azota, vitamina i minerala. Hrana je, po svojoj prirodi, uglavnom bogata ovim materijama, a naročito je to sveža hrana animalnog porekla, pa je ona odličan medijum za rast mikroorganizama. Sastav same hrane utiče na otpornost mikroorganizama u njoj (prevashodno termičku otpornost). Tako se smatra (iako ima studija i sa suprotnim nalazima) da hrana/meso sa više masti pogoduje preživljavanju mikroorganizama tokom termičkih tretmana (tj. D-vrednosti za pojedine mikroorganizme su više u masnijem mesu nego mesu bez masti). Teorija iza tvrdnje da je termička otpornost mikroorganizama povećana u masnoj

hrani leži u činjenici da veći udeo masti podrazumeva slabiju provodljivost toplote. Dalje, mikroorganizmima za rast generalno više pogoduje tečna hrana, jer je u čvrstoj hrani pokretljivost mikroorganizama ograničena, pa oni rastu kao kolonije na pojedinačnim mestima. Grupisanje kolonija može da dovede do toga da se kolonije takmiče po pitanju hranljivih sastojaka i kiseonika, kao i da se oko njih formiraju nakupine metaboličkih produkata mikroorganizama, koji im dalje inhibišu rast. U tečnoj hrani mikroorganizmi nisu ovako ograničeni, pa rastu „planktonski”, to jest distribuirani su u celoj zapremini. S druge strane, u tečnoj hrani može biti bolja raspoređenost konzervanasa koji deluju antimikrobno, što može da ima značajniji inhibišući efekat na rast mikroorganizama.

Spoljašnji faktori

Spoljašnji faktori predstavljaju ambijent u kome se hrana nalazi. Najvažniji su temperatura, relativna vlažnost vazduha, kao i sastav atmosfere.

Temperatura

Temperatura predstavlja najvažniji antimikrobni faktor koji se razmatra u kontekstu prevencije rasta mikroorganizama, kao i u kontekstu njihovog uništavanja (opisano kasnije u ovom poglavlju). Kada je reč o prevenciji rasta, primarno se primenjuju niske temperature koje uzrokuju hlađenje ili smrzavanje hrane (takođe, opisano kasnije u ovom poglavlju). Niske temperature uglavnom ne uništavaju mikroorganizme - oni preživljavaju hlađenje bar u izvesnom broju, a bakterije i gljivice čak dobro preživljavaju i smrzavanje, pa ponovo rastu kada se vrate na optimalne temperature. Prema temperaturama rasta, mikroorganizmi se dele na psihofilne, psihotrofne, mezofilne i termofilne, a optimalne i granične temperature rasta grupa mikroorganizama su prikazane u Tabelama XIV-12 i XIV-13, iako postoje varijacije između sojeva, kao i preklapanja među ovim grupama mikroorganizama.

Hlađenjem se smatra držanje hrane na temperaturama između $-1,5$ i 5°C , a služi da zaustavi ili uspori rast mikroorganizama, kao i da spreči produkciju toksina nekih mikroorganizama. Ipak, neki psihotrofni mikroorganizmi mogu da rastu čak i ispod 4°C , odnosno na temperaturama hlađenja/frižidera (npr. neproteolitički sojevi *Clostridium botulinum* koji mogu da se umnožavaju na $3,3^{\circ}\text{C}$, *Listeria monocytogenes* koja može da se umnožava na $-0,4^{\circ}\text{C}$ ili *Yersinia enterocolitica* koja može da se umnožava čak i na $-1,3^{\circ}\text{C}$, kao i mikroorganizmi kvara poput *Pseudomonas* i mlečnokiselinskih bakterija). Stoga, jasno je da hlađenje ne sprečava u potpunosti rast nekih mikroorganizama koji utiču na bezbednost ili izazivaju kvar hrane, ali im svakako značajno usporava rast. Ipak bakterije poput *Salmonella* ne rastu ispod $5,2^{\circ}\text{C}$, proteolitički sojevi *Clostridium botulinum* ispod 10°C , dok se termofilni *Campylobacter* ne umnožava ispod 29°C . Preživljavanje svih bakterija je čak i bolje na temperaturama hlađenja nego na višim (npr. sobnim temperaturama). Dodatno, neki tipovi hlađenja kao što je suvo-vazdušno hlađenje deluju antimikrobno snižavanjem a_w .

Smrzavanje većine hrane počinje u opsegu temperature od $-1,5$ do -3°C , a ono i služi da spreči rast mikroorganizama. Dodatno, smrzavanje deluje antimikrobno snižavanjem a_w , a kristali leda mogu i da fizički oštećuju i unište mikroorganizme. Zamrzavanje je vrlo efikasno u inaktivaciji parazita (*Toxoplasma*, *Trichinella*, cisticerkusi, *Anisakis*). Ipak, neke

plesni (*Thamnidium*, *Cladosporium*) i kvasci mogu da rastu čak i pri temperaturama smrzavanja, odnosno kada se ono vrši pri $\geq 10^{\circ}\text{C}$.

Antimikrobno dejstvo temperature koje sprečava rast mikroorganizama, ali i produkciju toksina, podrazumeva i držanje/čuvanje hrane na visokim temperaturama ($>60^{\circ}\text{C}$). Ono se uglavnom primenjuje u slučaju hrane koja je spremna za konzumiranje i to u kratkom periodu pre konzumacije. Pored prevencije rasta mikroorganizama, hrana se na ovaj način održava toplom (najčešće u raznim toplim vitrinama u maloprodaji), ali se ne dešavaju negativne organoleptičke promene kao u slučaju korišćenja termičkih tretmana koji uništavaju mikroorganizme.

Tabela XIV-12. Grupe mikroorganizama na osnovu temperature na kojoj rastu

Mikroorganizmi	Temperature rasta ($^{\circ}\text{C}$)		
	minimalna	optimalna	maksimalna
Psihrofilni (npr. <i>Thamnidium elegans</i>)	-10 – 0	10 – 15	15 – 20
Psihrotrofni (npr. <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i>)	-5 – 5	20 – 30	30 – 40
Mezofilni (npr. <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i>)	5 – 15	30 – 40	~ 45
Termofilni (npr. <i>Campylobacter</i>)	25 – 45	55 – 75	60 – 85

Tabela XIV-13. Vrednosti temperature na kojima mikroorganizmi mogu da rastu

Mikroorganizam	Temperatura rasta ($^{\circ}\text{C}$)		
	minimalna	optimalna	maksimalna
<i>Clostridium botulinum</i> (proteolitički)	10	35 – 40	50
<i>C. botulinum</i> (neproteolitički)	3,3	28 – 30	45
<i>Staphylococcus aureus</i>	~7	37	48
<i>S. aureus</i> - proizvodnja toksina	10	35 – 40	46
<i>Bacillus cereus</i>	4	28 – 35	45–55
<i>Clostridium perfringens</i>	~12	37 – 45	50
<i>Listeria monocytogenes</i>	-0,7 – 1	30 – 35	42–45
<i>Salmonella</i>	5,2 – 7	37	47
<i>Campylobacter</i>	29	37 – 45	47
<i>Yersinia enterocolitica</i>	0	29	40 – 45
<i>E. coli</i> O157:H7	7	37	42
Mlečnokiselinske bakterije	<0	20 – 35	36 – 39
<i>Brochothrix</i>	-0,8	20	28
<i>Pseudomonas</i>	-0,5	20 – 37	42

Relativna vlažnost vazduha

Relativna vlažnost vazduha (RVV) i aktivnost vode su međusobno povezani, tako da je relativna vlažnost u suštini mera aktivnosti vode u vazduhu (tj. gasne faze) i izražava se u procentima. Hrana može da apsorbuje ili gubi vodu u zavisnosti od RVV u atmosferi – što menja njenu a_w .

Kada se hrana sa niskom aktivnošću vode čuva u atmosferi visoke relativne vlažnosti, voda će preći iz gasne faze u hranu. Ovaj proces povećanja aktivnosti vode može potrajati veoma dugo, ali može doći do kondenzacije na površinama hrane što dovodi do lokalizovanih regiona visoke aktivnosti vode na njoj. Upravo u takvim regionima mogu da se nalaze mikroorganizmi koji prethodno nisu mogli da rastu, ali sada mogu da isključuju i rastu, i dovedu do kvara hrane za koju se na početku skladištenja smatralo da je mikrobiološki stabilna. Stoga, skladištenje određenih vrsta hrane zahteva veoma pažljivu kontrolu relativne vlažnosti vazduha. Konzervisanje mesa se bazira na smanjenju RVV tokom hlađenja trupova da bi se sasušila površina mesa i time inhibirali mikroorganizmi na njoj.

Sastav atmosfere

Sastav atmosfere u kojoj se hrana nalazi je bitan antimikrobni faktor koji se koristi da uspori ili zaustavi rast određenih mikroorganizama (bilo patogena ili izazivača kvara), kao i da pospeši rast drugim (korisnim) mikroorganizmima koji deluju antagonistički na patogene ili mikroorganizme izazivače kvara hrane.

Mikroorganizmi se prema sklonosti i toleranciji atmosfere dele na aerobne koji rastu u prisustvu kiseonika, mikroaerofilne koji idealno rastu u atmosferi sa sniženim nivoom kiseonika, fakultativno anaerobne koji mogu da rastu u oba slučaja - i u prisustvu i odsustvu kiseonika, kao i striktno anaerobne koji isključivo rastu u odsustvu kiseonika (Tabela XIV-14).

U cilju antimikrobnog efekta sastava atmosfere, to jest regulacije nivoa kiseonika, primenjuje se pakovanje hrane u vakuumu ili pakovanje u drugom vidu modifikovane atmosfere. Modifikovana pakovanja (opisana kasnije u ovom poglavlju) služe da zamene prirodnu atmosferu koja sadrži preko 78% azota, oko 21% kiseonika i ispod 1% ugljen-dioksida i drugih gasova. Vakuum pakovanje ne sadrži atmosferu. Modifikovana atmosfera u pakovanjima se najviše oslanja na povećanje koncentracije ugljen-dioksida čime se ograničava rast mikroorganizama. Ovaj efekat CO_2 je bolji pri nižim temperaturama, tj. pri hlađenju.

Tabela XIV-14. Tolerancija mikroorganizama na sastav atmosfere

Mikroorganizam	Tolerancija prema kiseoniku
<i>Clostridium botulinum</i>	Anaeroban
<i>Staphylococcus aureus</i>	Fakultativno anaeroban (proizvodnja toksina inhibisana u anaerobnim uslovima)
<i>Bacillus cereus</i>	Fakultativno anaeroban
<i>Clostridium perfringens</i>	Anaeroban, ređe može da raste i u aerobnim uslovima
<i>Listeria monocytogenes</i>	Fakultativno anaeroban, mikroaerofilan
<i>Salmonella</i>	Fakultativno anaeroban
<i>Campylobacter</i>	Mikroaerofilan
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Fakultativno anaeroban
<i>E. coli</i> O157:H7	Fakultativno anaeroban
Mlečnokiselinske bakterije	Aerotolerantno anaerobni
<i>Brochothrix</i>	Fakultativno anaeroban
<i>Pseudomonas</i>	Aeroban
<i>Micrococcus</i>	Striktno aeroban
<i>Acinetobacter</i>	Aeroban
<i>Moraxella</i>	Obligatno aeroban

Tabela XIV-15. Kompetitivnost najvažnijih patogena

Mikroorganizam	Sposobnost rasta na temperaturi hladenja (<7°C)	Sposobnost rasta pri niskom pH	Sposobnost rasta pri niskoj a _w	Sposobnost preživljavanja temperature pasterizacije (71°C)
<i>Salmonella</i> spp.	–	+	+	–
<i>Staphylococcus aureus</i>	–	+	++	–
<i>Campylobacter</i> spp.	–	–	–	–
<i>Listeria monocytogenes</i>	+++	+	++	–
<i>E. coli</i> O157:H7	–	++	–	–
Proteolitički <i>C. botulinum</i>	–	+	+	+++ (spore)
Neproteolitički <i>C. botulinum</i>	++	+	–	+++ (spore)

(–) loša, (+) dobra, (++) vrlo dobra, (+++) odlična

Faktori zavisni od mikroorganizama

Faktori zavisni od samih mikroorganizama predstavljaju genetske ili stečene faktore koji su svojstveni vrsti, soju ili individualnoj ćeliji mikroorganizma, a uključuju brzinu rasta mikroorganizama, ukupan fiziološki status koji uključuje njihovu prilagodljivost, kao i odnos sa drugim mikroorganizmima u sredini koji se manifestuje kroz sinergizam ili antagonizam. Svi ovi faktori zajedno i mogućnost mikroorganizama da se prilagode na različite unutrašnje i spoljašnje faktore, utiču na njihovu kompetitivnost (Tabela XIV-15). Ovo za krajnji ishod ima njihov uspeh da prežive i razmnožavaju se u hrani, uključujući i da li će preovladati ili biti potisnuti od strane drugih mikroorganizama sa kojima se takmiče za hranljive materije, kiseonik i ostale faktore rasta.

Brzina rasta

Brzina rasta (generacijsko vreme) predstavlja vreme za koje se jedna ćelija mikroorganizma podeli u dve nove ćelije pod određenim uslovima, ali u praksi je to vreme za koje se udvostruči cela populacija mikroorganizama u nekoj sredini, jer postoje velike razlike među individualnim ćelijama. Generacijsko vreme pod određenim uslovima je bitan podatak za određivanje metoda prezervacije hrane u odnosu na dati mikroorganizam.

Iako može biti vrlo varijabilno, generalno bakterije imaju kraće generacijsko vreme (većina oko 20 do 60 minuta) nego kvasci i plesni. Tako, na primer, pod optimalnim uslovima neki mikroorganizmi mogu da se udvostruče za samo 10 minuta, a neki mikroorganizmi zahtevaju čak i više od 24 časa (Tabela XIV-16). Jasno je da će mikroorganizmi sa većom brzinom rasta da preovladaju u hrani (bilo da su patogeni, izazivači kvara ili pak korisni mikroorganizmi). Takođe, generacijsko vreme je znatno duže pri nepovoljnim uslovima za mikroorganizme, npr. tokom hlađenja (Tabela XIV-17), a pod optimalnim ambijentalnim uslovima, mikroorganizmi u hrani imaju duže generacijsko vreme nego u laboratorijskim uslovima (tj. u bujonu).

Tabela XIV-16. Generacijsko vreme nekih mikroorganizama pri optimalnim uslovima

Mikroorganizam	Generacijsko vreme
<i>Clostridium perfringens</i>	10 min.
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	10 – 12 min.
<i>Escherichia coli</i>	17 – 20 min.
<i>Bacillus cereus</i>	18 – 27 min.
<i>Staphylococcus aureus</i>	27 – 30 min.
<i>Salmonella</i>	21 – 34 min.
<i>Streptococcus lactis</i>	26 – 48 min.
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	66 – 87 min.
Kvasci (npr. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	80 – 120 min.
Plesni	>2 sata
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	12 – 16 sati
<i>Treponema</i> spp.	>30 sati

Tabela XIV-17. Generacijsko vreme nekih mikroorganizama pri temperaturama hlađenja

Mikroorganizam	Generacijsko vreme pri temperaturi:		
	0 – 1°C	4 – 5°C	10 – 13°C
Psihrofilni	12 sati	5 – 7 sati	2 – 3 sata
Psihrotrofni	16 – 20 sati	8 – 12 sati	2 – 4 sata
<i>Listeria monocytogenes</i>	oko 100 sati	oko 20 sati	8 – 9 sati
<i>Clostridium botulinum</i> tip E	–	48 sati	7 sati
<i>Clostridium botulinum</i> tip A	–	–	90 sati
<i>Escherichia coli</i>	–	–	3 – 20 sati
<i>Salmonella</i>	–	–	3 – 20 sati

Fiziološki status mikroorganizama

Opšte stanje i osetljivost/rezistentnost mikroorganizama su genetski ili stečeni faktori, a odnose se prevashodno na prilagodljivost sredini i na mogućnost ili brzinu rasta (što je najčešće povezano i sa dužinom lag faze). Prosto, neki mikroorganizmi su po svojoj prirodi osetljiviji ili otporniji, dok se na ove osobine može i veštački uticati. Tako, na primer, držanje bakterija pri visokim temperaturama (na kojima ne mogu da rastu, ali koje ih i ne uništavaju) može da poveća njihovu otpornost na termičke tretmane. Slično, držanje mikroorganizama u kiselijoj sredini čini da oni postaju acidotolerantni i posledično da bolje podnose hranu sa niskim pH. Takođe, tretman sub-letalnim dozama antibiotika čini da mikroorganizmi postaju rezistentni na njih. S druge strane, neki tretmani ili drugi procesi koji izazivaju stres mikroorganizama (npr. smrzavanje pa odmrzavanje) mogu da dovedu do oštećenja (povreda) ćelija koje se tada neće ili će se vrlo sporo umnožavati, sve dok se ne oporave od stresa. Stres može da utiče na bakterije i u drugom smeru, odnosno da im se skрати generacijsko vreme čak i ako je lag faza produžena, da postanu rezistentnije na razne faktore, kao i da budu bolje prilagodljive na uslove sredine hrane.

Odnos između različitih mikroorganizama

Simbioza (ili mutualizam) predstavlja odnos među dva ili više mikroorganizama pri kom jedan mikroorganizam proizvodi metaboličke produkte koji su neophodni drugim mikroorganizmima za njihov adekvatan rast (a sami ne mogu da ih proizvedu), dok, zauzvrat, taj drugi mikroorganizam obezbeđuje hranljive sastojke koji pospešuju rast prvog i tako pomažu jedan drugom. Simbiotski rast se primećuje u nekim fermentisanim proizvodima poput jogurta gde, inicijalno, *Streptococcus thermophilus* hidrolizuje mlečne proteine svojim ekstracelularnim proteinazama i generiše aminokiseline koje su neophodne za rast *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. *Lactobacillus*, zauzvrat, proizvodi supstance koje stimulišu rast *Streptococcus*, a oba ova mikroorganizma su potrebni da se dobiju poželjne osobine jogurta. U simbiozu spada i pojava da kserofilne plesni, koje mogu da rastu

na suvoj hrani, tokom svog rasta podižu a_w na površini te hrane dozvoljavajući tako i drugim, manje kserofilnim, plesnima da rastu. Takođe, neke plesni (npr. na površini sireva čije se zrenje vrši dok su obavijene plesnima) dižu pH i tako omogućavaju nekim manje acidotolerantnim bakterijama, kao što je *Listeria monocytogenes*, da rastu. Sinergizam je forma simbioze pri kojoj je svaki mikroorganizam sposoban da samostalno raste i da proizvodi metabolite na nižem nivou. Međutim, kada su ovi mikroorganizmi zajedno u hrani, brzina rasta je veća, a metaboliti se proizvode na višem nivou.

Antagonizam predstavlja pojavu da dva ili više mikroorganizama utiču negativno na rast drugog/ih, čak i da ubijaju jedan drugi. Ova pojava se uočava često među bakterijama, između bakterija i gljivica (kvasci i plesni) ili među samim gljivicama. Antimikrobne (inhibitorne) komponente koje mikroorganizmi proizvode mogu biti bakteriocini ili razni enzimi. Takođe, moguće je i da pojedini mikroorganizmi oduzimaju neke esencijalne hranljive sastojke, poput gvožđa, drugima i tako na njih deluju antagonistički.

Koncept prepreka

U preradi/konzervaciji mesa, ali i druge hrane, oslanjanje samo na jedan antimikrobni faktor nije praktično izvodljivo jer bi, u cilju osiguranja bezbednosti hrane i sprečavanja kvara, taj faktor morao biti ekstremno, pa bi tako narušio kvalitet (tj. senzorne i nutritivne osobine) hrane. U tom slučaju bi došlo do negativnih ekonomskih efekata kao i drugih neželjenih posledica, poput izazivanja stresnih reakcija patogena, što bi moglo dovesti do povećanja njihove rezistencije i/ili virulencije. Stoga se u prezervaciji hrane u moderno vreme primenjuje koncept prepreka (engl. *hurdle concept*) ili tehnologija prepreka, koji podrazumeva ciljanu primenu kombinacije nekoliko blažih antimikrobnih faktora umesto jednog ekstremnog. Ovim konceptom su ćelije mikroorganizama izložene većem broju subletalnih stresora koji ih prisiljavaju da troše energiju na savladavanje „neprijatnog“ ambijenta, odnosno na održavanje homostatske ravnoteže, umesto na svoje razmnožavanje. Ovo vremenom dovodi do potencijalne iscrpljenosti metabolizma i posledično smrti mikroorganizama.

Prepreke koje se najčešće kombinuju su visoka ili niska temperatura, kiselost, snižavanje a_w , modifikacija atmosfere, kao i dodavanje hemijskih antimikrobnih sredstava i kompetitivnih korisnih mikroorganizama (Tabele XIV-18, XIV-19 i XIV-20). Takođe, koncept prepreka podrazumeva i kombinaciju upotrebe više aditiva umesto samo jednog. Tako, na primer, u konzervaciji mesa, 50 mg/kg nitrita i 200 mg/kg askorbinske kiseline imaju isti efekat kao dodavanje samo 150 mg/kg nitrita, dok spuštanje za jednu jedinicu pH pojačava dejstvo nitrita za 10 puta.

U nekim kombinacijama dve ili više prepreka mikroorganizmima, one čak deluju i sinergistički, to jest ne samo što se dopunjuju, nego im je i ukupan antimikrobni efekat bolji kada deluju zajedno nego u zbiru svakog pojedinačnog. Ovaj princip konzervacije hrane je i najbolje prihvaćen od strane potrošača koji danas sve više insistiraju na blažim tretmanima hrane i tkzv. „manje prerađene hrane“ u cilju očuvanja njenih prirodnih karakteristika.

Tabela XIV-18. Kombinovani uticaj a_w i pH na rast *Clostridium botulinum* tip B

A_w	pH				
	7	6	5	4	3
0,997	+	+	+	+	+
0,99	+	+	+	+	–
0,98	+	+	+	–	–
0,97	+	+	–	–	–
0,96	+	–	–	–	–
0,95	–	–	–	–	–

(+) moguć rast, (–) nije moguć rast

Tabela XIV-19. Kombinovani uticaj temperature i atmosfere na granične a_w vrednosti za proizvodnju enterotoksina A *Staphylococcus aureus*

Atmosfera	Temperatura	
	20°C	30°C
aerobna	0,88	0,84
anaerobna	0,91	0,90

Tabela XIV-20. Uticaj kiselosti na D -vrednost termičkog tretmana u pogledu spora *Clostridium botulinum*

pH	D_{240}
4	0,117 min.
5	0,266 min.
6	0,469 min.
7	0,55 min.

Prediktivna mikrobiologija

Rast, preživljavanje i inaktivacija mikroorganizama u hrani su procesi koji se odigravaju u skladu sa opisanim unutrašnjim i spoljašnjim faktorima, a zavisi su i od samih mikroorganizama. Prisustvo ovih faktora u hrani i ambijentu u kome se hrana nalazi (primarno temperatura, sastav atmosfere, aktivnost vode, pH, prisustvo i koncentracija konzervansa u hrani, kao i kompeticija sa drugim mikroorganizmima) ima uticaj na dinamiku odgovora mikroorganizama. Detaljnim poznavanjem odgovora mikroorganizama na ambijentalne uslove i praćenjem ambijentalnih uslova, omogućava se objektivna ocena postupaka tokom proizvodnje, prerade, distribucije i čuvanja hrane i njihov uticaj na njenu

mikrobiološku bezbednost i kvalitet, često i bez potrebe za daljom/dodatnom mikrobiološkom analizom. Stoga je moguće matematički opisati, sa određenom nesigurnošću i varijabilnošću, ponašanje mikroorganizama u hrani. Na taj način, dobijeni matematički model koji kvantitativno opisuje kombinovani efekat ambijentalnih parametara, može da se koristi da predvidi rast, preživljavanje ili inaktivaciju mikroorganizama i tako predvidi nivo njene bezbednosti i rok upotrebe hrane.

Po definiciji, prediktivna mikrobiologija je alat koji se koristi u mikrobiologiji - bezbednosti i tehnologiji - hrane, uključujući i u kvantitativnoj mikrobiološkoj oceni rizika (Poglavlje III), da predvidi rast ili opadanje nivoa mikroorganizama tokom proizvodnje, prerade i distribucije hrane, kao i da predvidi finalnu koncentraciju mikroorganizama u momentu konzumacije hrane. Prediktivna mikrobiologija se primenjuje za predviđanje uticaja karakteristika hrane i skladištenja/čuvanja hrane, predviđanje uticaja ambijentalnih uslova na odgovor mikroorganizama (vezano za bezbednost i rok upotrebe hrane), predviđanje uticaja promene parametara tokom proizvodnje/čuvanje hrane, ali i za ustanovljavanje kritičnih limita na CCP u HACCP planovima (Poglavlje XI) ili ocene ekvivalencije različitih procesa kroz postizanje zadataka bezbednosti hrane (Poglavlje III).

Postoje tri tipa modela u prediktivnoj mikrobiologiji: 1) primarni modeli koji opisuju razvoj mikroorganizama (rast, inaktivacija, preživljavanje) u funkciji vremena i koriste se za procenu kinetičkih parametara, 2) sekundarni modeli koji opisuju kinetičke parametre u funkciji uticaja faktora kao što su pH, temperatura, a_w , ili koncentracija konzervativa, i 3) tercijarni modeli koji integrišu primarne i sekundarne modele u softverske alate. Tako, sam razvoj modela prediktivne mikrobiologije koji može da se koristi u nauci ili industriji hrane ima više koraka: 1) dizajniranje eksperimenta i sakupljanje podataka, 2) procena kinetičkih parametara (tj. primarni modeli), 3) matematički opis uticaja ambijentalnih faktora na kinetičke parametre (tj. sekundarni modeli), 4) validacija modela, i na kraju 5) integracija u softverski alat (tj. tercijarni modeli).

Softveri za prediktivnu mikrobiologiju su vrlo važni u oceni rizika od alimentarnih patogena (tj. u oceni izloženosti), ali i u razvoju HACCP planova, dizajniranju novih prehrambenih proizvoda, definisanju roka upotrebe hrane, ispunjavanju mikrobioloških kriterijuma, itd. Njihova najveća prednost je što u vrlo kratkom vremenskom okviru mogu da pomognu u donošenju odluka u upravljanju rizikom. Dostupno je, besplatno ili komercijalno, više različitih softvera, a među njima su najpoznatiji Baseline, ComBase, FSSP (*Food Spoilage and Safety Predictor*), PMP (*Pathogen Modelling Programme*), itd.

METODI KONZERVISANJA MESA

Meso je namirnica koja se lako kvari i podržava rast patogenih mikroorganizama. Stoga, u cilju održivosti i bezbednosti mesa, primenjuju se različiti postupci prerade/konzervisanja (konzervacije) koji služe da u potpunosti ili bar delimično isključe nepovoljne uticaje onih faktora koji menjaju osobine, izazivaju kvar mesa ili ga čine nebezbednim za konzumaciju. Različiti fizički, hemijski i biološki metodi služe konzervisanju mesa. Među fizičkim metodima konzervacije, najčešće se primenjuju hlađenje, zamrzavanje, pakovanje u vakuumu, termički tretmani i sušenje, dok se ređe koriste visok

hidrostatički pritisak, a u nekim zemljama se primenjuje i jonizujuće zračenje. Od hemijskih metoda se primenjuju soljenje, salamurenje, dimljenje, pakovanje u modifikovanoj atmosferi (npr. visok nivo CO₂), razne jestive kiseline, konzervansi, itd.). Među biološkim metodima se izdvaja fermentacija koja se pospešuje primenom starter kultura. Metodi prerade služe da se izvrši potpuno (sterilizacija, zračenje) ili delimično uništavanje mikroorganizama (pasterizacija, salamurenje, dimljenje), inhibicija njihovog rasta (soljenje, hlađenje, zamrzavanje) ili pak da se uspore hemijski procesi koji vode neupotrebljivosti mesa. Svaki navedeni postupak se oslanja na jedan ili više mehanizama, odnosno antimikrobnih faktora, kojima deluje na mikroorganizme (Tabela XIV-21).

Tabela XIV-21. Antimikrobni faktori najčešćih postupaka konzervisanja hrane

Postupak	Antimikrobni faktor
Hlađenje	Niska temperatura koja usporava ili zaustavlja rast
Smrzavanje	Vrlo niska temperatura i snižavanje a_w što zaustavlja rast
Pakovanje u vakuumu i MAP pakovanju bez O ₂	Eh (niska tenzija kiseonika), da se inhibišu striktni aerobi i uspori rast fakultativnih anaeroba
MAP-CO ₂ pakovanje	Specifična inhibicija nekih mikroorganizama sa CO ₂
Soljenje i salamurenje	Snižavanje a_w , direktna inhibicija nekim komponentama (nitriti)
Sušenje ili liofilizacija	Snižavanje a_w što usporava/zaustavlja rast
Dimljenje	Inhibitorni efekat ili uništavanje komponentama dima (fenoli, aldehidi, kiseline)
Fermentacija (starter kulture)	Snižavanje pH, a ponekad i direktan uticaj bakteriocinima ili drugim produktima (npr. etanolom)
Primena jestivih kiselina	Obaranje pH i dodatna direktna inhibicija nekim kiselinama
Visoke temperature	Uništavanje mikroorganizama
Jonizujuće zračenje	Uništavanje mikroorganizama
Visok hidrostatski pritisak	Uništavanje mikroorganizama

Hlađenje mesa

Hlađenje predstavlja jedan od najstarijih načina prezervacije mesa odnosno bilo koje druge hrane, dok se hlađenje mesa komercijalno primenjuje još od kraja 19-og veka. Primarna svrha hlađenja trupova, koje se dešava paralelno sa procesom konverzije mišića u meso, kao i hlađenja mesa u kasnijim fazama, je inhibicija mikroorganizama kvara i potencijalno prisutnih patogenih mikroorganizama (tj. usporavanje i zaustavljanje njihovog rasta i/ili metaboličkih aktivnosti). Time se osiguravaju bezbednost i održivost mesa tokom vremena predviđenog za upotrebu mesa za dalje postupke prerade, kao i na kraju za konzumaciju mesa ili proizvoda od mesa od strane potrošača.

Temperatura na kojoj nastupa inhibicija mikroorganizama koji mogu da se umnožavaju (bakterije i gljivice) zavisi od vrste mikroorganizama i svih drugih faktora rasta kao što su pH, a_w , sadržaj soli i nitrita, itd. Takođe, snižavanje temperature usporava i brzinu enzimatskih reakcija u mesu. Okvirno gledano, snižavanje temperature za svakih 10°C, usporava enzimatske reakcije, odnosno sve povezane postmortalne promene u mesu (Poglavlje XIII) za 1,5 do 2,5 puta.

Uslovi hlađenja trupova su bitni, ne samo za bezbednost/održivost, nego i za efikasnost samog procesa i kvalitet mesa. Oni se razlikuju u odnosu na vrstu životinja, kao i veličinu trupa, količinu potkožnog masnog tkiva, ali i brzinu/aktivnost metabolizma mišića koji se hlade. Veći trupovi se sporije hlade jer imaju manju površinu u odnosu na masu, nego manji trupovi kod kojih ovaj odnos pogoduje bržem hlađenju. Termalna provodljivost masti je manja u odnosu na mišiće ili kosti, pa tako i tanak sloj masti usporava hlađenje. Sastav mišića utiče na aktivnost metabolizma, pa su tako glikolitički procesi brži u „belim“ mišićima koji stoga imaju veći kapacitet za brz pad pH, kao i brži razvoj ukočenosti nego „crveni“ mišići. O efikasnosti samog procesa hlađenja je takođe važno voditi računa jer se bržim hlađenjem smanjuje evaporacija vode i time kalo, kao i denaturacija proteina koja se dešava pri višim temperaturama. Dodatno, zbog uticaja na kvalitet mesa, potrebno je voditi računa i o pravovremenom padu pH, jer kako pH opada, tako su i proteini podložniji denaturaciji, što dovodi do pojave bleđeg mesa koje ima manju sposobnost zadržavanja vode. Dalje, zbog osiguranja nežnosti mesa, mora se voditi računa o hladnom skraćanju opisanom u Poglavlju XIII, kao i o prinosu (tj. potrebno je što više da se redukuje tkzv. „kalo“ trupa/mesa). Stoga je jasno da je izuzeto važno optimizovanje procesa hlađenja sa bezbednošću i kvalitetom mesa.

Tokom hlađenja, inicijalna temperatura obrađenog trupa (od oko 37 do 38°C), kao i toplota koja se generiše usled metaboličkih procesa (npr. ponekad temperatura trupa svinja sa inicijalnih 38°C naraste i preko 42°C u prvih 30 do 60 minuta nakon klanja), treba da se smanji tokom procesa hlađenja tako da na površini trupa bude do 4 do 7°C, pa čak i do 1 do 2°C, ako meso treba da se skladišti duže. Time se ispunjavaju i regulatorni zahtevi za maksimalnu temperaturu u dubini ohlađenih trupova koji za trupove životinja crvenog mesa iznose do 7°C, za trupove belog mesa (živina) do 4°C, a za sve iznutrice do 3°C.

Prostorije za hlađenje (tj. hladnjače) se nadovezuju na liniju klanja, a u njihovom produžetku su prostorije za rasecanje ili otpremanje mesa. Hladnjače treba da su adekvatno osvetljene i opremljene kolosecima sa kojih vise obrađeni trupovi, kao i kukama, sudovima i ramovima za glave i unutrašnje organe. Kapacitet hladnjače mora da odgovara kapacitetu klanja, odnosno kapacitet klanja nikada ne sme da premaši kapacitet hladnjače. Radi adekvatnog protoka vazduha i prevencije unakrsne kontaminacije, ali i prolaska ljudi, trupovi su udaljeni najmanje 1 m od zidova, a razmak među njima je 0,9 m za goveđe ili 0,8 m za svinjske trupove. Temperatura vazduha u hladnjačama je uglavnom u opsegu između -1 i +5°C uz brzinu strujanja vazduha od 0,7 do 1,5 m/s (nekada čak i do 4 m/s, zavisno od tehnologije hlađenja) u slučaju suvog hlađenja. Goveđi trupovi se uglavnom hlade 24 do 36 sati, trupovi ovaca i svinja oko 18 do 24 sata, a živine oko 1 do 2 sata, odnosno dok se ne postignu regulatorno zahtevana temperatura, kao i adekvatan pad pH mesa.

Dva osnovna načina hlađenja mesa su suvo/vazdušno (primenjivo na trupove crvenog mesa i trupove živine) i vlažno (isključivo trupovi živine). Suvo hlađenje trupova može biti sporo, brzo ili ultrabrzo. Sporo hlađenje trupova je trofazno - prvo se primenjuje ceđenje/sušenje nekoliko sati ispred hladnjače pri ambijentalnoj temperaturi, pa predhlađenje

na 10°C, pri relativnoj vlažnosti od 75% gde temperatura trupa opada do 15°C, a zatim sledi faza uobičajenog hlađenja na 4 do 7°C, pri relativnoj vlažnosti vazduha od 85 do 90%. Mana ovog načina hlađenja koji se primenjuje ređe i to u malim/zanatskim klanicama je visok kalo koji može biti i 3%, kao i mogućnost rasta mikroorganizama na trupu na ambijentalnoj temperaturi. Pri brzom hlađenju trupova, koje se i najčešće koristi, temperatura hladnjače je između -1 i +1°C, relativna vlažnost vazduha preko 90%, a protok vazduha od 1 do 3 m/s, dok hlađenje traje 24 do 36 h za goveda, odnosno 18 do 24 h za svinje i jagnjad. Kalo je oko 1,5 do 2% pri brzom hlađenju. Ultra brzo („šok“ ili „blast“) hlađenje je dvofazno: u prvoj fazi koja traje 1 do 3 sata, trupovi borave u tunelima pri temperaturi od -4 do čak -20°C, protoku vazduha brzine 2 do 4 m/s i relativnoj vlažnosti vazduha od 90-100%, dok je u drugoj fazi temperatura hladnjače od -1 do 2°C, slabija je cirkulacija vazduha i iznosi 0,1-0,3 m/s, a svinjsko meso se u ovoj fazi hladi 12 do 18 h, a goveđe 18 do 22 h. Kalo je najmanji pri ultra-brzom suvom hlađenju i iznosi manje od 1%.

Pri suvom hlađenju trupova živine, oni su obešeni na kuke i hlade se 1 do 3 sata, zavisno od primenjene temperature. Pri vlažnom (imerzionom) hlađenju, trupovi živine se stavljaju u protočne bazene ili pod tuševe, najčešće 0,5 do 1, ali nekada i do 2 sata. Ovaj tip hlađenja karakterišu velika potrošnja vode (2 do 4 litra po trupu u bazenima ili čak 6 do 12 litara po trupu pod tuševima), ali i veća mogućnost kontaminacije u bazenima. Stoga je bitno da čista protočna voda dolazi u susret trupovima ili organima – u tkzv. „spinjčilerima. Ono što posebno karakteriše vlažno hlađenje trupova živine je sveukupno izuzetno dobro preživljavanje *Campylobacter*, što nije slučaj kod suvog načina hlađenja. Nakon vlažnog hlađenja, trupovi se cede nekoliko minuta i potom pakuju ili idu dalje na rasecanje i/ili preradu. Kod živine se često primenjuje i kombinacija vlažnog i suvog hlađenja, kao i sprej hlađenje.

Ohlađeno meso trupova ili meso nakon rasecanja se i nakon boravka u hladnjači u klanici drži u hladnom lancu, a na njegovu održivost utiču nivoi mikrobiološke kontaminacije, kao i sami načini i temperature hlađenja. Optimalna temperatura za čuvanje (skladištenje) svežeg mesa je između -1 i +2°C, jer se iznad 2°C mikroorganizmi brže umnožavaju, ali i voda brže isparava iz mesa, što za posledicu ima veći kalo, promene boje mesa ali i sveukupno njegovu kraću održivost. Generalno, pri hladnom lancu od oko 2°C, održivost goveđeg mesa je 3 do 4 nedelje, jagnječeg 1 do 2 nedelje, slično i svinjskog (tj. 10 do 14 dana), dok je održivost iznutrica svega do 3 dana.

Zamrzavanje mesa

Zamrzavanje (ili smrzavanje) mesa je metod konzervacije mesa koji ima bolji efekat na održivost mesa nego hlađenje, zbog nižih primenjenih temperatura. Rast nekih psihrofilnih bakterija je u potpunosti inhibisan tek pri temperaturi od -7°C, a nekih plesni i kvasaca tek na -12°C. Stoga se za dužu održivost mesa i ostale hrane, preporučuje zamrzavanje na najmanje -12°C, odnosno duboko zamrzavanje na -18°C. Osim inhibicije rasta, zamrzavanje vrši i delimično uništavanje mikroorganizama – stvaranjem kristala leda u ćelijama i time njihovim ireverzibilnim oštećenjem. Ekstracelularna voda se pre smrzne nego sadržaj ćelija, pa tako, sporo smrzavanje vodi do pojave da se mikroorganizmi suše, mada veći deo mikrobiote može da preživi proces zamrzavanja.

U klanicama, zamrzavanje mesa se najčešće vrši u tunelima za zamrzavanje, pri ambijentalnim temperaturama u opsegu od -20 do -40°C, uz relativnu vlažnost vazduha od 95 do 100% i cirkulaciju vazduha od 2 do 4 m/s. Meso se tokom procesa zamrzavanja, kao i kasnije tokom samog perioda u kojem je zamrznuto, drži na određenim podlogama (tj. „paletama“). Bitno je voditi računa o adekvatnoj termoizolaciji zidova, podova i vrata (uključujući sistem koji osigurava da mogu da se otvaraju i pri izuzetno niskim temperaturama), kao i o bezbednosti radnika uključujući tu brigu o sistemima zatvaranja, zaključavanja, itd. Brzina zamrzavanja zavisi od temperature, brzine cirkulacije i relativne vlažnosti vazduha, a svakako i od veličine komada mesa i sastava mesa - naročito stepena prekrivenosti masnim tkivom koje je dobar izolator. Stoga, zamrzavanje vazduhom može biti vrlo sporo (<0,2 cm/h), sporo (0,2-1 cm/h), brzo (1-5 cm/h) i vrlo brzo (>5 cm/h).

Pored jasnog unapređenja bezbednosti mesa, postoje i određeni problemi u pogledu kvaliteta mesa usled zamrzavanja. Meso počinje da se smrzava kada temperatura padne ispod -1°C (krioskopska tačka mišića je između -1,5 i -1,8°C, dok je masnog tkiva nešto niža i iznosi -2,2°C). Tačnije, samo se voda zamrzava u mesu, i to postepeno, a temperatura pri kojoj se zamrzavanje dešava zavisi, pored strukture mesa, i od prisutne soli ili drugih sastojaka. Pri -5°C je zamrznuto oko 75% vode, dok je tek pri -60°C sva voda u mesu zamrznuta. Tokom zamrzavanja, inhibišu se i postmortalne promene, pa ako mišićna ukočenost nije nastala pre zamrzavanja, desiće se tek nakon odmrzavanja (tkzv. „*rigor* odmrzavanja“). Zapremina mesa se povećava prilikom zamrzavanja zbog formiranja leda koji ima manju gustinu, a time veću zapreminu od vode, a dešava se i denaturacija proteina koja utiče na slabije vezivanje vode, pa nakon odmrzavanja dolazi do odlivanja vode. Kalo odmrzavanja je 1 do 1,5%, a zavisi i od brzine odmrzavanja. Ako se meso sporo odmrzava u frižideru (pri temperaturi između 4 i 7°C), kalo je manji nego kod bržeg odmrzavanja na sobnoj temperaturi. Stoga, najbolja praksa za kvalitet i bezbednost mesa predstavlja brzo zamrzavanje, a sporo odmrzavanje. Dodatnu brigu oko kvaliteta predstavlja i pojava tkzv. „opekotina od zamrzavanja“ koje nastaju ako se meso zamrzava neupakovano, pa led na površini isparava i dešava se oksidacija mesa na površini, što izaziva promenu boje mesa.

Pakovanje mesa

Većina mesa i proizvoda od mesa do potrošača dolazi upakovano. Pakovanje mesa služi kao fizička barijera, odnosno zaštita od sekundarne kontaminacije upakovanog mesa, ali istovremeno i kao zaštita od kontaminacije okoline od samog mesa, kao i od oštećenja proizvoda/mesa. Takođe, pakovanje smanjuje gubitak vode iz mesa (tj. evaporaciju) što je važno i za očuvanje kvaliteta, a služi i da dopuni/pomogne neke od drugih metoda prezervacije, naročito tokom dužeg čuvanja/skladištenja mesa i proizvoda od mesa. Takođe, važnost pakovanja se ogleda i u marketinškim aspektima, kao i mogućnostima porcioniranja i označavanja mesa. Na kraju, pakovanje služi i da inhibiše neke mikroorganizme kvara mesa (opisano kasnije u ovom poglavlju).

Pakovanje može biti neprezervativno, a služi samo za navedene osnovne svrhe. Ono se postiže prostim ručnim ili automatskim omotavanjem mesa papirom ili plastičnim materijalom (npr. folijom). Druga forma pakovanja je prezervativno pakovanje, kada se dodatno u pakovanju menjaju ambijentalni uslovi i time ograničava rast mikroorganizama.

Prezervativna pakovanja su vakuum pakovanje i pakovanje u modifikovanoj atmosferi (engl. *modified atmosphere packaging*, MAP). Vakuum pakovanje podrazumeva potpuno uklanjanje vazduha iz pakovanja, koje mora biti adekvatno zapečaćeno, kao i da sam materijal za pakovanje nije propustljiv za gasove. Ovaj tip pakovanja služi prevashodno kontroli aerobnih patogenih mikroorganizama i mikroorganizama kvara (*Pseudomonas* spp.) kojima je potreban kiseonik za rast. S druge strane, pošto su klostridije strogo anaerobni mikroorganizmi, vakuum je idealan za njihov rast. Međutim, u praksi kvar u vakuum pakovanju nastaje usled *Brochotrix thermosphacta* ili mlečnokiselinskih bakterija (opisano kasnije u ovom poglavlju). Boja mesa upakovanog u vakuumu je tamnija (nekada i braon) što ga čini manje senzorno prihvatljivim.

Tabela XIV-22. Uobičajene smeše gasova u MAP za meso, proizvode od mesa, ribu i jaja

Hrana	% CO ₂	% O ₂	% N ₂
Sveže meso	30	30	40
	60-75	10-25	15-30
	15 - 40	60 - 85	-
Živinsko meso	25-30	-	70-75
	100	-	-
Sirove kobasice	100	-	-
Barene kobasice	100	-	-
	30-40	-	60-70
Salamurena mesa	20-50	-	50-80
Narezana pečena govedina	75	10	15
Razni proizvodi od mesa	-	-	100
Bela riba	40	30	30
Masna riba	40	-	60
Jaja	20	-	80

MAP predstavlja svako menjanje normalnog sastava vazduha, koji ima oko 78% azota (N₂), 21% kiseonika (O₂), 0,03% ugljen-dioksida (CO₂), uz ostatak drugih gasova. Time i vakuum pakovanje, nakon uklanjanja svih ovih gasova, predstavlja jedan vid MAP. Drugi tipovi MAP tehnologija podrazumevaju korišćenje materijala koji ne propuštaju gasove (npr. aluminijumska folija), iz kojih se prvo uklanja sav gas vakuumiranjem, pa se pakovanje sa mesom puni željenim gasom, i zatim se pakovanje zatvara. Povećavanje koncentracije ugljen-dioksida je korisno sa aspekta selektivnih bakteriostatskih osobina ovog gasa, koji sprečava ili usporava rast inače brzorastućih aerobnih bakterija poput *Pseudomonas* spp., čak i pri niskim koncentracijama. U praksi se ipak primenjuje najmanje 20% CO₂, ali i u ovakvom pakovanju mogu da rastu mlečnokiselinske bakterije. Značajno povećanje koncentracije kiseonika u MAP je dobro sa gledišta održavanja poželjne crvene boje mesa, ali su negativni efekti brža lipidna i proteinska oksidacija, degradacija vitamina, kao i brži rast aerobnih mikroorganizama. Modifikovanje koncentracije azota služi u svrhu istiskivanja kiseonika i održavanja ravnoteže samo sa CO₂ jer prevelika koncentracija CO₂

može da izazove oštećenje pakovanja pošto meso apsorbuje CO₂, pa se stvara vakuum koji može da dovede do implozije (tj. zbijanja) pakovanja. Često se u MAP dodaju i drugi gasovi kao što je ugljen-monoksid (održava crvenu boju umesto kiseonika) ili se umesto azota dodaje argon. Različiti odnosi gasova se primenjuju za meso, proizvode od mesa, ali i ribu, jaja, itd. (Tabela XIV-22). Međutim, pakovanje sirovog mesa u 100% CO₂ uzrokuje problem vezan za kvalitet mesa jer menja boju mesa u smeđu, što čini meso neprihvatljivim za potrošače. Iz tog razloga se, često, meso vadi iz ovog tipa MAP i izlaže kiseoniku, da bi se vratila njegova normalna crvena boja. Stoga se pakovanje u zasićenoj atmosferi ugljen-dioksida koristi prvenstveno za dugotrajno skladištenje sirovog mesa, kao što je u slučaju dugotrajnog transporta do udaljenih tržišta, gde se naknadno meso uklanja iz ovog pakovanja i pakuje u ambalažu koja sadrži kiseonik, za dalju prodaju na malo. S druge strane, suvomesnatim proizvodima se obično dodaju nitriti, što omogućava održavanje stabilne crvene boje čak i pri zasićenoj atmosferi sa CO₂.

U poslednje vreme u nekim razvijenim zemljama, sve su češće prisutna takozvana „inteligentna pakovanja“, koja služe kao indikatori svežine i bezbednosti hrane/mesa. Ova pakovanja su, na primer, promenom boje određenih indikatora koji se nalazi na pakovanju, u stanju da ukažu na predugo vreme i/ili neadekvatnu temperaturu čuvanja, kao i na eventualno propuštanje gasova (tj. kiseonika). U cilju ukazivanja na nedostatak svežine ili na kvar mesa, moguća je detekcija određenih metabolita mikroorganizama (npr. diacetil, amonijak, vodonik-sulfid), enzima ili izvesnih hranljivih supstanci koji ukazuju na kvar. Takođe, na ovaj način je moguće ukazivanje na prisustvo samih patogenih mikroorganizama ili toksina, što vodi odbacivanju upakovanog mesa jer se ono tada smatra nebezbednim za konzumaciju. Pored inteligentnih pakovanja, danas se razvijaju i takozvana „aktivna“ pakovanja, koja podrazumevaju dodavanje određenih hemijskih agenasa koji imaju antimikrobni efekat (npr. bakteriocini) u pakovanje - najčešće ubrizgavanjem u prostor između mesa i samog pakovanja.

Soljenje i salamurenje mesa

Soljenje predstavlja tretiranje mesa samo sa kuhinjskom soli (>95% NaCl), suvom ili rastvorenom u vodi. Osim poboljšanja ukusa i teksture mesa, so služi da veže vodu i smanji aktivnost vode, što ne pogoduje većini mikroorganizama. Optimalne količine soli su različite i kreću se od 1,6 do 1,8% za kuvane kobasice, od 1,8 do 2,2% za barene kobasice i konzerve, od 2,2 do 2,5% za polukonzerve, od 2,5 do 3,3% za sirove kobasice, a preko 3%, pa čak i do 7% za suvomesnate proizvode.

Salamurenje je tretiranje mesa sa mešavinom kuhinjske soli, nitrata/nitrita i drugih dodataka kao što su polifosfati, šećeri, itd., koji se dodaju u različitim koncentracijama i imaju različite uloge. Salamura može biti suva ili rastvorena u vodi, a najveći deo suve salamure čini kuhinjska so, dok su ostali sastojci svega 0,5 do 3%. Kalijum-nitrat (KNO₃) i natrijum-nitrat (NaNO₃) se dodaju u meso samo kao izvor nitrita, pošto su slabi inhibitori mikroorganizama, a u količini do 0,05% (NaNO₃) ili do 0,06% (KNO₃). Nitrati su vrlo gorki, pa bi u većoj količini promenili i ukus mesa, odnosno proizvoda. Nekada se i nitriti dodaju direktno u meso – npr. natrijum-nitrit (NaNO₂) u koncentraciji od 0,01 do 0,015% (odnosno 100-150 mg/kg mesa). Već pomenuta, primarna uloga nitrita je inhibicija patogenih bakterija

(prevashodno *Clostridium botulinum* i *Staphylococcus aureus*; s druge strane, slabo inhibiraju bakterije poput *Salmonella*, *Yersinia* ili mlečnokiselinske bakterije), kao i truležnih bakterija, ali nitriti takođe usporavaju oksidaciju masnih kiselina, doprinose stabilizaciji crvene boje i poboljšavaju aromu. U industriji mesa je potrebna kontrolisana i pažljiva primena nitrata i nitrita, jer su oni prekursori nekih kancerogenih jedinjenja (nitrozoamina). Od drugih aditiva u salamuri, primenjuju se reduktivna sredstva, soli organskih kiselina, polifosfati, kao i šećeri. Askorbinska kiselina (najčešće u dozi 500 mg/kg, tj. 0,05%) i izoaskorbinska kiselina su reduktivna sredstva koja služe snižavanju redoks potencijala, što su pogodni uslovi za stvaranje nitrozil-mioglobina i redukciji metmioglobina u mioglobin, kao i redukciji nitrita u azot-monoksid, a dodaju se na kraju mešanja nadeva za proizvode od mesa. U soli organskih kiselina spadaju citrati, laktati, acetati, tartarati (svi se dodaju u koncentraciji do 0,3%), a služe poboljšavanju sposobnosti vezivanja vode, odnosno snižavaju aktivnosti vode. Polifosfati su lančasti molekuli od dva, tri ili nekoliko desetina atoma fosfora povezanih kiseonikom (npr. P_2O_3) koji takođe služe povećavanju sposobnosti vezivanja vode, ali i emulgovanja masti (to jest mešanju masti sa vodom), kao i poboljšanju teksture. U salamuru se dodaju u koncentraciji od 2 do 4%. Od šećera se u salamuru dodaju dekstroza i saharoza (1 do 4%), a od drugih ugljenih hidrata skrob. Oni služe za poboljšavanje ukusa (npr. ublažavaju slanoću ili ublažavaju gorčinu poreklom od nitrata), ali i kao supstrat za fermentaciju pomoću korisnih mikroorganizama (tj. starter kultura).

Soljenje i salamurenje mogu da se primene kao suvi ili vlažni metod (za toplotno obrađene proizvode) ili se primenjuje kombinacija ova dva metoda. Suvim postupkom se uglavnom tretiraju suvomesnati proizvodi na čiju se površinu nanose so ili salamura, pa se takvo meso drži na temperaturama hlađenja (0 do 7°C) tokom 2 do 4 nedelje, zavisno od veličine komada i sastava mesa. Vremenom so ili salamura prodiru u meso, dok se deo nevezane (slobodne) vode oslobađa iz mesa (za neke proizvode se oslobađanje vode dodatno stimuliše presovanjem mesa). Vlažnim postupkom se meso potapa u rastvor soli ili salamure u vodi ili se, u cilju ubrzavanja procesa i uniformne raspodele rastvora, ovi rastvori ubrizgavaju u meso koje se drži na temperaturama hlađenja određeni vremenski period dovoljan za prodor rastvora u meso. Kombinovani metod podrazumeva da se meso prvo tretira suvim, a zatim vlažnim postupkom.

Termička obrada mesa

Termička (ili toplotna) obrada mesa predstavlja zagrevanje mesa sa ciljem postizanja bezbednosti i željenog kvaliteta mesa, odnosno uništavanja mikroorganizama (patogenih i onih koji izazivaju kvar), inaktivacije tkivnih enzima (npr. lipolitičkih koji doprinose užeglosti masti), postizanja željenih senzornih svojstava, kao i bolje svarljivosti mesa. Ispunjenje ciljeva, naročito mikrobiološke bezbednosti hrane/mesa, zavisi od više faktora koji su varijabilni i međusobno povezani (ranije opisani „koncept prepreka“). Ovi faktori uključuju same osobine mikroorganizama (vrsta, serotip, inicijalni broj u svežem mesu), osobine mesa odnosno proizvoda od mesa (odnos mišića i masti, pH, a_w , aditivi kao što su nitriti), a svakako i temperaturu i vreme tokom kog je meso predmet zagrevanja. Tako, na primer, adekvatan nivo bezbednosti hrane koja je slabo kisela (tj. pH je viši od 4,5) se postiče sterilizacijom, srednje kisele (pH 4 do 4,5) kuvanjem, a jako kisele hrane (pH <4,5) tokom

istog vremena na temperaturama pasterizacije. Za termičku obradu mesa, prevashodno u industriji, primenjuju se sterilizacija, kuvanje i pasterizacija.

Sterilizacija mesa se vrši u specijalizovanim aparatima (uglavnom autoklavima pod pritiskom vodene pare) na temperaturama $>100^{\circ}\text{C}$ (npr. za konzerve od mesa temperature su od 105 do 130°C), a meso se uglavnom nalazi u metalnim, nekorozivnim pakovanjima (koja kolokvijalno i nazivamo „konzervama“). Ovaj postupak uništava sve vegetativne oblike mikroorganizama, a spore uništava ili onemogućava njihovo proključavanje. Stoga, sterilisani proizvodi kao što su tzv. „botulinum-tretirane konzerve“, koje se tretiraju na 121°C tokom 20 minuta u dubini, imaju rok upotrebe godinama na temperaturama van frižidera.

Kuvanje se vrši u ključaloj vodi (temperature oko 100°C), pri čemu je temperatura u dubini mesa 80 do 90°C , a tako se dobijaju razne kuvane kobasice, paštete, itd. Temperature kuvanja su efikasne u eliminaciji svih vegetativnih oblika mikroorganizama, ali ne i spora, pa kuvani proizvodi zahtevaju čuvanje na temperaturi frižidera.

Pasterizacija podrazumeva tretman mesa u vodi ili na pari, na temperaturama ispod 100°C . Tako se dobijaju barene kobasice, kao što su fino-usitnjene na temperaturi 70 do 72°C ili grubo-usitnjene i sa komadima mesa na temperaturi 75 do 80°C , kao i razni toplo-dimljeni proizvodi. Pasterizovane šunke se uglavnom tretiraju nižim temperaturama (tj. na 62 do 68°C) da bi se održao kvalitet proizvoda. Pasterizacije uništavaju sve vegetativne oblike psihrofilnih i mezofilnih mikroorganizama, dok vegetativni oblici nekih termofilnih bakterija, kao i sve spore preživljaju; stoga, jasno je da se ovako tretirani proizvodi moraju čuvati na temperaturama hlađenja.

U domaćinstvima, restoranima i ostalim mestima pripreme mesa se primenjuju i drugi postupci tolotne obrade, kao što su barenje (u vodi ili vodenoj pari temperature 70 - 80°C), pirjanje (mala količina vode u masti u zatvorenoj posudi na 85 - 98°C), pečenje (mala količina vode u masti, a vazduh zagrejan na 150 - 175°C), prženje (u masti/ulju na 150 - 180°C , u otvorenom ili zatvorenom sudu) i roštiljanje (bez vode u masti pri 175 - 200°C , na zagrejanju površini roštilja). Poseban vid termičkog tretmana je tretiranje mikrotalasima, pri čemu se vrši prenos energije mikrotalasa na dimere vode i na jake soli, a posledično se dešava kidanje vodoničnih veza, rotiranje i trenje molekula vode, što vodi porastu temperature u proizvodu. Međutim, proizvedene temperature nisu dovoljno visoke u cilju redukcije broja mikroorganizama do prihvatljivih nivoa.

Tokom termičke obrade mesa, dolazi do ireverzibilnih promena osobina mesa, odnosno boje, teksture i sposobnosti vezivanja vode. Boja mesa je povezana sa odnosom i količinom pigmenata mesa - mioglobina i oksimioglobina (dvovalentno gvožđe) koji su svetlije crvene boje i metmioglobina (trovalentno gvožđe) koje je tamnije, braon-sive boje. Sveže meso sadrži više mioglobina i oksimioglobina, pa zagrevanjem sirovog (nesalamurenog) mesa dolazi do oksidacije, odnosno prelaza gvožđa iz dvo- u tro-valentni oblik (metmioglobin), dok salamurenog meso zadržava crvenu boju postojanog nitrozil mioglobina i nakon zagrevanja. Zagrevanjem dolazi do promene teksture mesa, tako što ona postaje čvrsta usled smanjenje prečnika i dužine mišićnih vlakana. Takođe, dolazi i do smanjenja sposobnosti vezivanja vode usled otpuštanja ekstracelularne i intracelularne vode i gubitka mase termički tretiranog mesa (ako mesu već nisu bila dodata sredstva koja zadržavaju vodu), kao i denaturacije proteina usled zagrevanja.

Termičkom obradom mesa dolazi do promene ukusa i mirisa mesa, svojstvenih vrsti mesa, kao posledica hemijskih reakcija velikog broja (preko 800) jedinjenja i formiranja novih jedinjenja, a posebno usled promena na mastima i proteinima. Jedinjenja koja posebno

doprinosu senzornim osobinama mesa su proizvodi biohemijske (Majlardove) reakcije između redukovanih šećera i aminokomponenti, a to su aldehidi, ketoni, alkoholi, estri, amini, karboksilne kiseline, laktoni, furani, tiofeni, piroli, piridini, pirazini, tiazoli, itd. Toplotni tretmani smanjuju nutritivnu/biološku vrednost mesa, proporcionalno primenjenoj temperaturi (tj. viša temperatura uzrokuje veće smanjenje nutritivne vrednosti). Primera radi, sterilizacijom se aminokiseline metionin i cistin smanje za 15-20%, a vitamini kao što su riboflavin (B₂) za 80%, niacin (B₃) za 75%, dok se pantotenska kiselina (B₅) smanji za 50%.

Promena i postizanje određenih organoleptičkih osobina su takođe zavisni od odnosa primenjenih temperatura i vremena. Osnovni efekat promena je vezan za koagulaciju proteina koja se u najvećem delu dešava već pri 70 do 80°C, a ove strukturne promene proteina su primarno razlog tvrdoće toplotno obrađenog mesa. Previsoke temperature ili predugo zagrevanje mesa su svakako poželjni sa aspekta bezbednosti, ali narušavaju kvalitet, pa je optimizacija bezbednosti i kvaliteta ključna u proizvodnji i termičkoj obradi mesa. Tako su kriterijumi bezbednosti i vremena-temperature obrade nekih proizvoda određeni prema efektu u inhibiciji najotpornijih i najopasnijih patogena u njima, pa je logično da će i drugi mikroorganizmi ovim putem biti eliminisani, tako da nema potrebe za dužim ili agresivnijim tretmanom. Za pasterizovana mesa (koja se nakon toga i hlade), *Listeria monocytogenes* se smatra najopasnijim i najotpornijim mikroorganizmom, pa se za pasterizaciju primenjuje 70°C tokom 2 minuta ili ekvivalentan tretman (povezan sa *D*- i *z*-vrednostima) koji uništava ove bakterije. U vakuum upakovanim proizvodima, to je *Clostridium botulinum*, koji zahteva agresivniji tretman, pa se primenjuje tretman od 10 minuta na 90°C, ili ekvivalentno.

Sušenje mesa

Sušenje mesa je jedan od najstarijih metoda prezervacije mesa, a zasniva se na uklanjanju vode iz mesa evaporacijom, sublimacijom ili osmotskim procesom. Uklanjanje vode se dešava kroz unutrašnju (iz unutrašnjih slojeva mesa/proizvoda ka površini) i spoljašnju difuziju vlage (isparavanje sa površine), koje se odigravaju istovremeno. Sušenje može da se vrši samo pomoću vazduha (konvektivno sušenje), pomoću vakuuma ili smrzavanja. Cilj sušenja je da se postigne bezbednost i održivost mesa snižavanjem aktivnosti vode, što deluje inhibitorno na patogene i mikroorganizme kvara, ali do mere da osušeno meso bude poželjnih ili prihvatljivih senzornih karakteristika. Generalno, patogene bakterije ne rastu ispod a_w od 0,88 (svakako, zavisno i od drugih faktora u konceptu prepreka), ali plesni mogu da rastu i pri nižim a_w vrednostima i da pokvare meso čak i ako je dobro osušeno.

Tokom procesa sušenja, prvo se uklanja slabo vezana voda, to jest samo voda koja se nalazi između miofibrila, a kasnije se uklanja i voda iz mišićnih ćelija. Deo vode koji je čvrsto vezan za proteine mesa može da se ukloni samo pod posebnim uslovima, npr. pod vakuumom, dok deo vode koja je veoma čvrsto vezana (tj. hidratizovana voda) ne može da se ukloni čak ni pod vakuumom. Do sušenja mesa može doći samo ako je parcijalni pritisak vodene pare na površini proizvoda veći od relativne vlažnosti vazduha na određenoj temperaturi.

Sušenje mesa se najčešće vrši prostim držanjem proizvoda na vazduhu. U početku, dok je aktivnost vode mesa/proizvoda relativno visoka (a_w kao takva ne inhibiše mikroorganizme), sušenje se izvodi na nižim temperaturama, npr. 10 do 15°C. Kako sušenje napreduje i aktivnost vode mesa opada, temperatura vazduha se može povećati jer će i na višim temperaturama, niska a_w biti dovoljan inhibitor mikroorganizama. Na višim temperaturama, relativna vlažnost vazduha je niža, što ubrzava sušenje. Ipak, proces sušenja treba da bude postepen, jer bi se, ukoliko je prebrzo, na površini proizvoda mogao formirati tvrd, veoma suv sloj koaguliranih proteina koji bi sprečio dalje sušenje dubljih slojeva. Uglavnom, da bi se postiglo uravnoteženo sušenje mesa, relativna vlažnost vazduha treba da bude 2-3 jedinice niža nego trenutna a_w vrednost proizvoda.

Druga metoda sušenja, koja se primenjuje samo industrijski, jeste liofilizacija. Ovim procesom se meso prvo zamrzava, a zatim izlaže veoma niskom pritisku od oko 5 do 6 mbar u vakuumu, pri temperaturama koje se kreću od -20 do -40°C. Na ovaj način se čak i čvrsto vezana voda (koja čini oko 90% ukupne količine) uklanja iz mesa, što rezultira veoma suvim proizvodom koji zadržava istu zapreminu, ali ima samo oko 70% prvobitne težine. Nemasno meso se često bira za liofilizaciju, kako bi se izbegla brza užeglost kome je meso sklono, a kasnije se proizvod koristi ili za dalju preradu u razna industrijski pripremljena jela (npr. supe) ili za druge proizvode koji se dugo skladište.

Na osnovu konačnih vrednosti aktivnosti vode, sve namirnice, pa i proizvodi od mesa, se mogu podeliti u grupu proizvoda visoke, srednje i niske vlažnosti. Proizvodi visoke vlažnosti mogu imati a_w vrednosti preko 0,9, a tu spadaju sveže meso, ali i kuvana kobasica ili kuvana šunka. Ako proizvodi visoke vlažnosti imaju sa $a_w \geq 0,95$ i $\text{pH} \geq 5,2$ moraju se hladiti na $\leq 5^\circ\text{C}$, ako su a_w 0,91 - 0,95 i $\text{pH} \leq 5,2$, moraju biti u frižideru na $\leq 10^\circ\text{C}$, a ako su im a_w u opsegu od 0,9 do 0,95 i $\text{pH} \leq 5$, oni se mogu čuvati bez hlađenja. Proizvodi srednje vlažnosti imaju a_w vrednost od 0,6 do 0,9 (npr. sušena šunka, koja se može čuvati bez hlađenja). Proizvodi niske vlažnosti imaju a_w vrednost nižu od 0,6 (lioofilizovano meso) i oni su dugo održivi bez hlađenja.

Dimljenje mesa

Dimljenje se primenjuje za određene proizvode od mesa da im se poboljša kvalitet, odnosno željene senzorne osobine (prevashodno ukus i miris, kao i boja i tekstura), ali i mikrobiološka bezbednost i održivost, jer dim inhibiše patogene bakterije i mikroorganizme kvara (bakterije i plesni) brojnim jedinjenjima koja su sastavni deo dima. Ipak, ova inhibicija nije sama po sebi dovoljna, pa služi samo kao dopuna drugim antimikrobnim faktorima. Difuzija dima je najefikasnija kroz masno tkivo, zatim kožu, pa tek onda kroz mišić. Difuzija je i neravnomerna, odnosno spolja je veća nego u unutrašnjosti komada mesa ili proizvoda, mada se dužim dimljenjem koncentracije sastojaka dima izjednačavaju u dimljenom proizvodu.

Dim je aerosol, a nastaje kao rezultat aerobne ili anaerobne pirolize drveta, odnosno polisaharida iz drveta kao što su celuloza, hemiceluloza i lignin. Ovaj proces počinje na oko 170°C, na temperaturama do 270°C je endoterman, a iznad toga je intenzivno egzoterman. Anaerobno, piroliza rezultira dimom koji sadrži veliki broj hemijskih jedinjenja kao što su organske kiseline, aldehidi, alkoholi, furani, fenoli i krezoli, koja su korisna zbog svojih

antimikrobnih efekata. Međutim, na višim temperaturama (>300 - 400°C), formiraju se nepoželjni toksični policiklični aromatični hidrougljovodonici (engl. *polycyclic aromatic hydrocarbons*, PAH), i to u rastućim koncentracijama kako temperatura raste. Među PAH se izdvaja 3,4-benzopiren koji je i kancerogen. U aerobnim uslovima, drvo intenzivno gori, a dim uglavnom sadrži vodenu paru i ugljen-dioksid. Stoga, za potrebe dimljenja hrane, dim se proizvodi uglavnom endotermno, od „vlažne“ strugotine drveta i ograničavanjem dovoda vazduha.

Dimljenje mesa se može zasnivati na tradicionalnim ili modernim tehnologijama. Tradicionalne tehnologije se primenjuju u domaćinstvima i zanatskoj preradi mesa, a podrazumevaju da drvo sagoreva u otvorenim kontejnerima postavljenim unutar ili izvan prostorija za dimljenje (tj. pušnicama) u koje se kače proizvodi od mesa. Pritom je uslove dimljenja i sam dim veoma teško kontrolisati. Moderne tehnologije podrazumevaju da se dim proizvodi u industrijskim generatorima, pri čemu se drvo postavlja na zagrejane metalne ploče ili se pritiska na ploču koja se brzo okreće što izaziva trenje i porast temperature. Pritom se uslovi dimljenja, a naročito temperatura dima (oko 200°C) i sastav dima mogu kontrolisati.

Dim koji se generiše u industrijskim uslovima može da se tretira na različite načine da bi se postigle željene karakteristike, npr. da se ohladi i rastvori u vodi ili drugim tečnostima, da bi se proizveo tkzv. „tečni dim“, kao i da se posebno filtrira da bi se uklonile neželjene čestice ili jedinjenja pre primene dima na proizvod od mesa. Za određene proizvode kao što su fermentisane kobasice i razni suvomesnati proizvodi, najčešće se primenjuje hladno dimljenje na vazduhu, dok se za kuvane kobasice primenjuje toplo dimljenje. Drugi metodi uključuju i rastvaranje tečnog dima u salamuri, kao i potapanje ili prskanje proizvoda tečnim dimom.

Fermentacija mesa

Fermentacija je proces koji podrazumeva fazu intenzivnog rasta i metabolizma mlečnokiselinskih bakterija, koja je praćena proizvodnjom mlečne kiseline, a posledično brzim padom pH vrednosti, što ima konzervišući efekat na hranu. Prirodna fermentacija nastaje kada se autohtone bakterije mlečne kiseline u sirovinama razmnožavaju i anaerobno metabolišu šećere, proizvodeći kiselinu. Fermentacija se odvija normalno na temperaturama u opsegu 15 do 40°C tokom 2-5 dana, tokom kojih Gram-pozitivni fakultativni anaerobi i mikroaerofili (*Micrococcus* spp., *Staphylococcus equorum* i *Staphylococcus saprophyticus*, a prevashodno bakterije mlečne kiseline - *Lactobacillus sakei*, *L. curvatus* i *L. plantarum*) brzo rastu smanjujući pH, sve do vrednosti između 4,6 i 5 na samom kraju procesa fermentacije. Time se broj mikroorganizama koji u početku dominiraju u ohlađenom mesu smanjuje (Gram-negativni aerobi, npr. *Pseudomonas*), a i patogeni ako su prisutni, bivaju potisnuti mlečnokiselinskim bakterijama. Gram-negativni mikroorganizmi koji su otporni na nizak pH (tj. *E. coli* O157, *Salmonella*) mogu da prežive fermentaciju, dok Gram-pozitivni patogeni mogu da rastu ako je opadanje pH sporo ili nedovoljno. Fermentacija mesa se koristi samo u proizvodnji sirovih (tj. nekuvanih) mesnih proizvoda, prvenstveno fermentisanih kobasica, koje se suše i opciono dime, pa se tako postižu željeni efekti na bezbednost proizvoda

konceptom prepreka (koje čine prevashodno nizak pH, niska aktivnost vode i antagonističko delovanje mlečnokiselinske mikrobiote) koji inhibiše patogene.

Stoga, da bi se ubrzao proces fermentacije i da bi se što je pre moguće inhibisale ili eliminisale neželjene bakterije, uključujući i patogene, primenjuje se veštačko dodavanje odabranih mlečnokiselinskih bakterija - to jest tkzv. „starter kultura“. Pored toga što doprinose sprečavanju rasta patogena obaranjem pH, neke starter kulture takođe proizvode antimikrobne metabolite kao što su bakteriocini. Bakteriocini su proteini niske molekularne težine sa antibakterijskim delovanjem sličnim antibioticima, iako to po prirodi nisu. Oni su efikasni prvenstveno protiv Gram-pozitivnih bakterija (npr. *Listeria monocytogenes* i *Staphylococcus aureus*). Neki prečišćeni bakteriocini su komercijalno dostupni (npr. nizin) i koriste se često u mlekarstvu, ali i za neke pekarske proizvode, a u skorije vreme i za prezervaciju mesa. Starter kulture imaju dovoljan antimikrobni potencijal samo kada proizvod sadrži mali broj autohtonih bakterija. U drugim slučajevima, odnosno kada je veća kontaminacija hrane, starter kulture i bakteriocini mogu samo da budu dodatni antimikrobni faktor (pored niskog pH, niske a_w , itd.) u okviru koncepta prepreka. U svakom slučaju, starter kulture moraju ispunjavati određene uslove kako bi bile primenjive u fermentaciji mesa. Ovi mikroorganizmi treba da su efikasni protiv uobičajene mikrobiote sirovog mesa, da stvaraju dovoljno mlečne kiseline, da tolerišu najmanje 6% NaCl i 100 mg/kg NaNO_2 u proizvodu, da rastu pri temperaturama 15 do 40°C, da ne stvaraju gasove ili druge neželjene metabolite, da ne proizvode biogene amine (odnosno mikotoksine ako su to plesni/kvasci koji se dodaju na površinu proizvoda), kao i da ne proizvode velike količine peroksida koji bi oksidisali masti i doveli do užeglog ukusa i mirisa. Pored toga, poželjno je i da su starter kulture katalaza-pozitivne (da se osigura da se razlažu stvoreni peroksidi), da redukuju nitrate, poboljšavaju aromu, da ne proizvode sluz, da su antagonistične prema patogenim i nepoželjnim mikroorganizmima, a da su sinergistične sa drugim antimikrobnim komponentama u sirovinama, kao i da proizvode monoamino-oksidadu ili diamino-oksidadu, tj. enzime koji razlažu toksične biogene amine.

Ostali metodi prezervacije mesa

Postoji više drugih mogućih metoda prezervacije (kao i dekontaminacije trupova; Poglavlje VII) mesa, poput primene pulsirajućih električnih polja, oscilujućih magnetnih polja, svetlosti visokog intenziteta, ultrazvuka, tretmana elektrolizovanom vodom ili gasnom plazmom, ali se oni još uvek ne primenjuju u komercijalnim uslovima. Od metoda koji se primenjuju komercijalno, ali retko i samo u određenim regionima sveta, izdvajaju se tretmani zračenjem (iradijacija), i to jonizujućim i UV-zračenjem, kao i tretmani visokim pritiskom.

Jonizujuće zračenje

Jonizujuće zračenje (dodatno opisano u Poglavlju VIII) se primenjuje u prezervaciji hrane/mesa u nekim neevropskim zemljama, a podrazumeva izlaganje hrane gama zracima koje najčešće emituju radioaktivni izotopi kobalta (Co-60) ili cezijuma (Cs-137). Iako jonizujućii zraci uspešno uništavaju mikroorganizme, ovaj metod prezervacije se retko koristi

kako zbog slabe ekonomičnosti, odnosno visoke cene tretmana, tako i mogućih nepovoljnih uticaja na kvalitet mesa, koji se ogleda u oksidaciji mioglobina i masnih kiselina i promeni boje, ali i zbog vrlo tradicionalnog stava prema zračenju hrane u nekim delovima sveta (prevashodno Evropi).

Doza zračenja se izražava u grejima (Gy), a predstavlja izraženu količinu apsorbovane energije u hrani. Zračenje najbolje uništava Gram negativne bakterije, zatim Gram pozitivne bakterije, pa onda plesni, spore i kvasce, a najslabiji je efekat na viruse. Doza zračenja koja smanjuje broj mikroorganizama za 1 log je *D*-vrednost (opisana ranije u ovom poglavlju), a primeri *D*-vrednosti jonizujućeg zračenja u pogledu najvažnijih mikroorganizama su date u Tabeli XIV-23. Tako, na primer, u USA je za živinsko meso dozvoljeno tretirati dozom od 1,5 - 3,0 kGy, koja uništava oko 99,9% (tj. 3 logaritma) do 99,999% (tj. 5 logaritama) *Salmonella*. U pogledu *Escherichia coli* O157:H7, koja je osetljivija na zračenje, doza od 1,5 kGy je dovoljna da uništi 6 logaritama ove bakterije ako su prisutne u sirovini u tom broju.

Tabela XIV-23. *D*-vrednosti jonizujućeg zračenja u pogledu najvažnijih mikroorganizama

Mikroorganizam	<i>D</i> -vrednost (kGy)
<i>Salmonella</i>	0,40 - 0,80
<i>Campylobacter</i>	0,08 - 0,20
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	0,23 - 0,35
<i>Listeria monocytogenes</i>	0,42 - 0,55
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,25 - 0,70
<i>Lactobacillus</i> spp.	0,30 - 0,90
<i>Clostridium perfringens</i>	0,59 - 0,83
Spore <i>Clostridium botulinum</i>	1,50 - 3,50
Spore plesni (npr. <i>Aspergillus</i> i <i>Penicilium</i>)	0,50 - 0,70
<i>Trichinella spiralis</i>	0,30
<i>Toxoplasma gondii</i>	0,25
Virusi	>5

Ultravioletno zračenje

Ultravioletno (UV) zračenje se takođe primenjuje u industriji hrane, ali prevashodno za dezinfekciju vazduha u prostorijama (npr. u cilju kontrole plesni u vazduhu u komorama za suvo zrenje mesa), ali i radnih površina, premda ono nije efikasno ako su površine zamašćene. Takođe, primenjuje se za tretman voda koje se koriste za prečišćavanje školjki. Negativna strana UV-zračenja je uticaj na ubrzavanje užeglosti masti i tako kvar hrane koja sadrži nezasićene masne kiseline, kao i to što predstavlja profesionalni hazard za radnike u industriji hrane (mogu nastati opekotine kože ili problemi sa vidom). Najosetljiviji mikroorganizmi su Gram negativne bakterije, zatim Gram pozitivne bakterije i kvasci, zatim bakterijske spore, pa spore plesni, dok su virusi najotporniji na UV zračenje.

Tretman visokim pritiskom

Tretman visokim pritiskom (engl. *high pressure processing*, HPP), koji se često naziva tretman visokim hidrostatičkim pritiskom (engl. *high-hydrostatic-pressure processing*, HHP) ili tretman ultra-visokim pritiskom (engl. *ultra-high-pressure processing*, UHP), predstavlja netermičku tehnologiju konzervacije hrane/mesa sa manjim uticajem ili bez ikakvih negativnih uticaja na nutritivne i senzorne karakteristike hrane. U mesnoj industriji, HPP se koristi za produženje roka trajanja i poboljšanje bezbednosti uglavnom visoko-vrednih prerađenih i gotovih (tj. spremnih za konzumaciju) mesnih proizvoda, često narezanih i upakovanih. Pritisaci od najmanje 400 MPa uspešno inaktiviraju većinu najvažnijih mikroorganizama. Danas se najčešće primenjuje tretman od 600 MPa tokom 5 minuta. Ova tehnologija je ekološki prihvatljiva pa stoga i dobro prihvaćena među potrošačima. Pored dobrih efekata u redukciji nekih mikroorganizama koje su proporcionalne visini pritiska (Tabela XIV-24), trenutno je glavna mana visoka cena tehnologije, mada se u budućnosti očekuje da će ona biti sve više pristupačna i time primenjiva.

Tabela XIV-24. *D*-vrednosti HPP za *Escherichia coli*

Pritisak (MPa)	<i>D</i> -vrednost (min.)
300	6,1
400	3,94
500	2,07
600	1,35
700	1,04

PRIMENA ANTIMIKROBNIH FAKTORA U PROIZVODIMA OD MESA

Kao što je pomenuto u Poglavlju XIII (tj. prikazano u Tabeli XIII-2), proizvodi od mesa, u zavisnosti od načina proizvodnje/konzervisanja, mogu da se podele na one: 1) koji nisu termički (tj. toplotno) tretirani ili 2) koji jesu predmet termičke obrade. Termički netretirani proizvodi (tj. sirovi proizvodi) su, stoga, salamureni i sušeni proizvodi, a uključuju fermentisane kobasice i suvomesnate proizvode. Nekada se proizvodi iz ove grupe nazivaju prosto „sirovim“ ili „sušenim“ proizvodima. S druge strane, termički tretirani proizvodi od mesa uključuju salamurene proizvode koji mogu biti pasterizovani ili sterilisani, kao i nesalamurene proizvode od mesa koji mogu biti sterilisane konzerve ili roštilj/pečenje. Svaki od navedenih grupa proizvoda uključuje određene antimikrobne faktore koji služe da unište i/ili inhibišu mikroorganizme kvara ili patogene u tim proizvodima.

Termički netretirani (sirovi) proizvodi od mesa

Fermentisane kobasice

Fermentisane kobasice se nekada nazivaju i sirove ili sušene. Ovaj tip proizvoda je rasprostranjen širom sveta; u našoj zemlji, primeri sirovih/sušenih fermentisanih kobasica su kulen, sudžuk, razne salame i čajne kobasice. One se proizvode tako što se sirovo meso u komadima (tj. mesni obresci) i masno tkivo usitne, dodaju im se so i nitriti, razni začini, zakišeljivači i/ili starter kulture, pa se onda ceo nadev puni u omotače i fermentiše tokom 2 do 5 dana pri temperaturi koja je u opsegu od 15 do 40°C. Ovi proizvodi su opciono predmet i hladnog dimljenja, pa se potom stavljaju na zrenje i sušenje tokom 1 do 14 nedelja (zavisno od tehnoloških karakteristika, onda se kategoriju kao „suve“ ili „polusuve“).

Antimikrobni faktori u fermentisanim kobasicama su brojni i uključuju nizak pH (kod suvih kobasica 5,3 do 6, a kod polusuvih sa dodatim zakišeljivačima 4,8 - 5,2), 3 - 5% soli, nitrite (oko 150 ppm), starter kulture (koje služe da inhibišu patogene i mikroorganizme kvara kompetitivnim rastom ili produkcijom bakteriocina), nisku a_w vrednost (0,8 do 0,9 kod suvih, a 0,9 do 0,95 kod polusuvih), a opciono i dim sa svojim antimikrobnim komponentama na površini omotača. Zbog navedenih antimikrobnih faktora, gotovi proizvodi mogu da se čuvaju pri temperaturama do 15°C.

Mikrobiološka kontaminacija ovog tipa proizvoda potiče najčešće iz samih sirovina (tj. svežeg mesa) ili sa opreme tokom pripreme nadeva. Najčešći hazardi su patogene bakterije (*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*), toksini (enterotoksin *S. aureus*, aflatoksini na površini), paraziti (*Trichinella*), kao i biogeni amini (tiramin). Uobičajene primenjene koncentracije soli inhibišu većinu bakterija, ali halotolerantni patogeni kao što su *Listeria monocytogenes* ili *Staphylococcus aureus* mogu da rastu ako je pad pH spor ili nedovoljan tokom fermentacije. Enterobakterije kao što su *E. coli* O157 i *Salmonella* ne rastu, ali preživljavaju u fermentisanim kobasicama. Dalje, *Trichinella* preživljava fermentaciju i sušenje, ali cisticercusi uglavnom ne. Tiramin je posledica rasta tkzv. „divlje“ mikrobiote ili dodavanja neadekvatnih starter kultura.

Suvomesnati proizvodi

U suvomesnate proizvode spadaju šunka (npr. Parma šunka), pršuta i slanina, a naziv i karakteristike ovih proizvoda variraju po geografskim regionima i proizvode se industrijski i zanatski u domaćinstvima. Za sušenje se bira sirovo meso visokog kvaliteta, sa kostima ili bez kostiju. Salamurenje ovih proizvoda je obično dug proces koji traje i po nekoliko nedelja, a koristi se suva salamura u kojoj se meso drži pri temperaturama hlađenja. Zatim se meso stavlja na zrenje i sušenje, koje može da traje mesecima (4 - 6 meseci), a čak i preko godinu dana, prvo na temperaturama 10 - 15°C, a potom 18 - 20°C, uz relativnu vlažnost vazduha od 70 - 80%. Na kraju procesa sušenja mesa, ukupan gubitak mase (kao posledica isparavanja vode) je oko 30 do 45%. Takođe, često se ovi proizvodi i dime, a gotovi se čuvaju kao trajni proizvod, na temperaturama do 15°C.

Antimikrobni faktori u suvomesnatim proizvodima uključuju nisku a_w vrednost (0,7 - 0,9, pa nema potrebe za čuvanjem u frižideru), 5 - 11% soli, opciono i nitrite, kao i dim na površini. Mikrobiološka kontaminacija proizvoda je najčešće na površini (jer je meso zdrave životinje uglavnom sterilno u dubini), a mogući hazard u dubini mesa je *Clostridium botulinum*, usled prisustva ove bakterije/spore u sirovinama, pa naknadnog isključivanja i proizvodnje toksina usled nepravilnog soljenja/salamurenja i čuvanjem pri višim temperaturama.

Termički tretirani proizvodi od mesa

Pasterizovani salamureni proizvodi

U grupu pasterizovanih-salamurenih proizvoda od mesa, spadaju pasterizovani (tj. „slabo kuvani“) proizvodi koji sadrže kosti (tj. zglobove) kao što su šunka, plećka, itd. Za njihovo dobijanje se koristi sirovo meso u komadima, koje se salamuri pa se potom vrši pasterizacija, a opciono i toplo dimljenje ovih proizvoda. Pasterizacije su obično vrše pri nižim temperaturama (tj. 62 do 68°C) i to tokom 30 minuta, da se ne bi odvajao želatin i time se očuvale poželjne karakteristike ovih proizvoda od mesa. Ovo su tkzv. „polutrajni proizvodi“ koji moraju da se čuvaju na temperaturama frižidera (tj. do 4°C) i to najviše do nekoliko nedelja.

U ovu grupu proizvoda od mesa spadaju i proizvodi poput viršli, frankfutura, tirolske kobasice, itd. Sirovine za njihovo dobijanje su meso, masno tkivo, mehanički separisano meso, led, začini i aditivi (so, nitriti, polifosfati), a vrši se prvo usitnjavanje i homogenizacija (emulzifikacija) nadeva u tkzv. „kuteru“, pa punjenje u omotače i ceđenje, a potom pasterizacija pri varijabilnim temperaturama (najčešće u opsegu od 70 do 80°C). Opciono se vrši i toplo dimljenje ovih proizvoda (tj. za neke viršle), a uvek na kraju njihovo hlađenje vodom. Ovo su takođe polutrajni proizvodi, koji moraju da se čuvaju pri najviše 4°C, a najduže do 6 nedelja.

Antimikrobni faktori u termički tretiranim salamurenim proizvodima su sama pasterizacija, kao i so (2 do 4%) i nitriti (150 ppm), a opciono i dim na površini. Najčešći hazard povezan sa pasterizovanim-salamurenim proizvodima je *Listeria monocytogenes*, koja može nekada da preživi niže temperature pasterizacije (uključujući i mogućnost grešaka pri ovom termičkom procesu), a za koju uobičajen sadržaj soli i nitrita u ovim proizvodima nije dovoljan da spreči rast. Međutim, najčešća je rekontaminacija proizvoda ovim bakterijama tokom narezivanja proizvoda, usled njene rasprostranjenosti u životnoj sredini a naročito u objektima industrije mesa, i posledične sposobnosti rasta na temperaturama frižidera. Takođe, *Staphylococcus aureus*, koji je halotolerantan, je mogući hazard za ovaj tip proizvoda od mesa.

Sterilisani salamureni proizvodi

U grupu sterilisanih-salamurenih proizvoda od mesa, spadaju sterilisane konzerve sa salamurenim komadima mesa (tj. tkzv. „mesni doručak“ od govedine; engl. *corned beef*,

mesni narezak, itd.), koje sačinjavaju sirovo meso u komadima, masno tkivo, iznutrice i kožice. U dobijanju ovih proizvoda, prvo se vrši salamurenje sirovina (solima i nitritima), pa punjenje sirovina u konzerve i primena tkzv. „komercijalne sterilizacije“ (pri temperaturama $\geq 105^{\circ}\text{C}$ i pri visokom pritisku). U ovu grupu proizvoda spadaju i razne paštete u koje se još dodaje i mehanički separisano meso, a nadev se prvo kuva, pa homogenizuje, a potom se puni u konzerve, pre nego što se izvrši komercijalna sterilizacija. Ovakvi proizvodi se smatraju tkzv. „trajnim konzervama“, pa mogu da se čuvaju čak i 3 do 4 godine, pri temperaturama do 25°C .

Antimikrobni faktori u sterilisanim konzervama su sama sterilizacija uz visok pritisak, kao i so (2 do 4%) i nitriti (150 ppm). Glavni hazard u ovom tipu proizvoda je *Clostridium botulinum*, a problem nastaje ukoliko dođe do greške u procesu sterilizacije i preživljavanju potencijalno prisutnih spora, kao i usled prodora bakterija zbog neadekvatnog (tj. nehermetičnog) zatvaranja konzervi. Ipak, rizik od *Clostridium botulinum* u ovom tipu proizvoda je prilično nizak, jer se u sadržaju nalazi dovoljno nitrita koji inhibiraju rast *C. botulinum*.

Sterilisani nesalamureni proizvodi

Sterilisane konzerve sa nesalamurenim mesom predstavljaju razna jela od mesa i ribu u tkzv. „konzervama“, nekada uz dodatke raznih vrsta voća i povrća. Prilikom dobijanja ovih proizvoda, sirovina (meso, riba) se samo soli, pa se vrši sterilizacija pod pritiskom i to pri temperaturama $\geq 100^{\circ}\text{C}$, uključujući i pri temperaturi $\geq 120^{\circ}\text{C}$ tokom 20 minuta (botulinum tretirane konzerve). Takođe, ovi proizvodi se čuvaju kao trajni proizvod, čak i godinama pri temperaturama do 25°C .

Antimikrobni faktori u trajnim/sterilisanim-nesalamurenim konzervama su sama sterilizacija i so (1 do 2%). Glavni mogući hazard je *Clostridium botulinum*, a pošto nema nitrita, problem nastaje ako dođe do greške u procesu sterilizacije pa potencijalno prisutne spore mogu da isključavaju. Drugi problem nastaje usled naknadne kontaminacije, zbog fizičkih oštećenja ili nepravilnog zatvaranja konzervi, koji može dovesti do isključavanja spora i rasta ovih bakterija u dubini proizvoda, gde vlada anaerobna atmosfera, a naročito u proizvodima čiji pH nije izuzetno nizak.

Pečenje i roštilj meso

Ovi tipovi proizvoda uključuju sirovo meso koje je samo usoljeno, pa se termički tretira. Kod pečenja, primenjena temperatura na površini proizvoda je 150 do 180°C , ali u dubini je često $\leq 100^{\circ}\text{C}$. Kod roštilja (ili tkzv. „grilovanog mesa“), samo je na površini primenjena viša temperatura, dok je u dubini ona često samo oko 40 do 60°C . Pečenje i roštilj meso se čuvaju pri temperaturi koja mora biti ili $>63^{\circ}\text{C}$ ili $<4^{\circ}\text{C}$.

Antimikrobni faktori u ovim proizvodima uključuju visoku temperaturu - kod pečenja i na površini i u dubini, a kod roštilj mesa često samo na površini. Mikrobiološka kontaminacija potiče najčešće iz same sirovine (tj. svežeg mesa), sa opreme i/ili od ljudi tokom pripreme mesa. Najčešći hazardi su *E. coli* O157, *Listeria monocytogenes* i

Salmonella. Potrebna temperatura za inaktivisanje većine aerobnih mezofilnih bakterija (uključujući navedene patogene) je 70 do 72°C, u trajanju od 2 minuta.

Sa gledišta bezbednosti mesa, najčešći problem su roštilj mesa koja se prave od mlevenog mesa (tj. pljeskavice i burgeri), jer su u mlevenom mesu patogeni sa površine distribuirani i u centar mesa. S druge strane, kod šnicli i odrezaka koji se tretiraju ovakvim temperaturama je niži rizik jer se mikrobiološka kontaminacija nalazi samo na površini, pa su problem samo intramuskularni paraziti (npr. *Trichinella*, *Taenia saginata/solium* cisticerkusi i *Toxoplasma gondii*).

Kod pečenja je najčešći hazard *Clostridium perfringens*, čiji su vegetativni oblici inaktivisani, ali spore mogu da prežive i isključuju tokom skladištenja mesa. Zato, ukoliko se peku veliki komadi mesa, koji se potom čuvaju danima na neadekvatnim temperaturama, *C. perfringens*, kao jedna od najbrže rastućih bakterija, može da dostigne kritične nivoe. Takođe, hazard kod pečenja i roštilj mesa je i termostabilni enterotoksin *Staphylococcus aureus*, koji neće biti inaktivisan primenjenim temperaturama. Unakrsna kontaminacija bakterijama nakon termičkog tretmana sa sirove hrane, opreme ili od ljudi je čest problem za ove proizvode. Dodatno su u pečenju zbog visokih temperatura najčešće uništeni prateći mikroorganizmi kvara, pa se patogene bakterije nesmetano umnožavaju i, s obzirom da one ne menjaju senzorne osobine proizvoda, ne postoje indikacije o njihovom prisustvu koje bi upozorile potrošača.

KVAR MESA

Kvar mesa je stanje koje nastaje onda kada dođe do uočljivih promena mirisa, ukusa, teksture i/ili nutritivnih osobina mesa. Ove promene mogu da budu rezultat hemijskih, fizičkih, enzimatskih i/ili mikrobioloških procesa. Oksidacija (tj. proces gubljenja elektrona, izdvajanja vodonika ili protoka neuparenih elektrona) može da se dešava u svim glavnim hemijskim činiocima mesa – tj. građivnim proteinima, mastima ili pigmentima. Oksidacija proteina mesa dovodi do gubitka funkcionalnih svojstava, kao što su kapacitet emulgovanja, rastvorljivost, viskozitet, kapacitet zadržavanja vode i hranljiva vrednost. Oksidacija pigmenta mesa se prepoznaje po razvoju smeđe boje koja zamenjuje normalno prihvatljivu - svetlo crvenu boju mesa. Peroksidacija lipida postaje očigledna razvojem užeglog mirisa ili ukusa i „pregrejanog“ ukusa u prethodno kuvanom mesu. Promene funkcionalnih svojstava mogu dovesti do gubitka teksture u daljem obrađenom mesu ili, u nekim slučajevima, do povećanja žilavosti (odnosno tvrdoće) i smanjenje sočnosti mesa. Zbog svih ovih neželjenih promena povezanih sa oksidacijom, sprečavanje/odlaganje kvara mesa je usmereno ka usporavanju brzine oksidativnih reakcija, pa se u tu svrhu primenjuju razni katalizatori, antioksidanti i enzimi, kao i različiti načini pakovanja, kontrole temperature, izlaganja svetlosti, itd.

U sklopu higijene mesa, kvar mesa se razmatra prevashodno sa aspekta mikrobiološkog aspekta. Mišići zdravih životinja za klanje su sterilni, ali koža, perje, vuna, urinarni i naročito digestivni trakt, to nisu. Stoga, mikroorganizmi iz ovih sredina kontaminiraju meso tokom procesa obrade trupova. Takođe, mikroorganizmi iz sredine klanice ili kasnijih faza u lancu mesa (rasecanje, prerada), kao i iz samih ljudi, kontaminiraju

obrađene trupove i meso. Velika većina mikroorganizama nisu patogeni, pa ne ugrožavaju bezbednost mesa, ali mogu da narušavaju kvalitet tako što izazivaju kvar mesa kada su u prekomernim koncentracijama prisutni u/n mesu. Priroda ovih mikroorganizama i grupa organizama se razlikuje zavisno od vrste mesa, kao i od faze u kojoj je meso (tj. sveže, prerađeno, termički obrađeno, itd.).

Sveže meso je idealan medijum za rast mikroorganizama jer im obezbeđuje hranljive sastojke (aminokiseline, ugljene hidrate, vitamine, itd.), ali ima i optimalan pH (5,4 - 6,8) i visoku a_w (oko 0,99), koji su pogodni za većinu mikroorganizama. Takođe, za kvar su jednako važni i ambijentalni uslovi u kojima se meso nalazi, kao što su temperatura, relativna vlažnost vazduha, pakovanje, itd. (opisani ranije u ovom poglavlju). Održivost mesa zavisi od aktivnosti mikroorganizama, aktivnosti enzima mesa i oksidativnih promena. Glavne manifestacije kvara mesa uslovljenog mikroorganizmima su promena boje, teksture, ukusa i mirisa, kao i produkcija gasa i biogenih amina.

Mikrobiološki kvar mesa može biti izazvan raznim mikroorganizmima, ali su bakterije poput *Pseudomonas* spp., mlečnokiselinske bakterije (npr. *Lactobacillus* spp.) i *Brochothrix thermosphacta*, zavisno od vrste i pakovanja mesa, najčešći izazivači (Tabela XIV-25). Razlog leži u činjenici da su u sredini/hrani koja pogoduje i bakterijama i gljivicama (kvasci i plesni), bakterije mnogo bolji kompetitori pa bolje rastu. S druge strane, plesni poput *Thamnidium*, *Cladosporium* i *Penicillium*, kao i kvasci poput *Debaromyces*, izazivaju kvar mesa samo kada su bakterije inhibisane, na primer, u vrlo kiseloj ili vrlo suvoj hrani (primeri uslova koji pogoduju različitim grupama mikroorganizama kvara su navedeni u Tabeli XIV-26), kao i u smrznutom mesu ili u proizvodima od mesa. Bakterijski kvar karakterišu sluzavost, promena boje, neprijatan miris, kao i abnormalna konzistencija, a dešava se na površini i/ili u dubini komada mesa. Kvar izazvan gljivicama karakterišu lepljivost, tkzv. „dlačice” (tj. micelijum), obojene tačke (tj. pigmenti gljivica), plesniv miris (koji se odnosi na mišićni deo mesa) i/ili užegao (masno tkivo), a najčešće se dešava u „ekstremnim uslovima“, na primer, na smrznutom mesu, suvom ili jako kiselom mesu, odnosno onda kada su bakterije inhibisane.

Tabela XIV-25. Uslovi u kojima mogu da rastu mikroorganizmi kvara

Mikroorganizam	Uslovi u kojima mogu da rastu			
	minimalna a_w	minimalan pH	maksimalna koncentracija soli	maksimalna koncentracija sorbata
Gram negativne bakterije	0,95	4,4	10 %	100 ppm
Gram pozitivne bakterije	0,90	3,8	15 %	700 ppm
Kvasci	0,80	2,0	20 %	400 ppm
Plesni	0,75	1,7	<20 %	1.000 ppm

Tabela XIV-26. Osnovne manifestacije kvara mesa i bakterijski uzročnici kvara⁵⁷

Meso/proizvod	Manifestacija kvara (mana mesa)	Bakterijski uzročnik
Sveže meso	Sluzavost	<i>Pseudomonas</i> spp., <i>Enterococcus</i> spp., <i>Lactobacillus</i> spp., <i>Weissella</i> spp., <i>Brochothrix</i> spp.
Aerobno pakovano sveže meso	Zelena boja usled vodonik peroksida	<i>Weissella</i> spp., <i>Leuconostoc</i> spp., <i>Enterococcus</i> spp., <i>Lactobacillus</i> spp.
Vakuum pakovano sveže meso	Zelena boja usled vodonik sulfida	<i>Shewanella</i> spp., <i>Clostridium</i> spp.
	Miris na sulfide	<i>Clostridium</i> spp., <i>Hafnia</i> spp.
	Sirast (mlečni) miris	<i>Brochothrix thermosphacta</i>
Meso u komadu	Kvar u dubini mesa	<i>Clostridium</i> spp., <i>Enterococcus</i> spp.
Šunka, vakuum pakovano meso/proizvodi	Kiselost	<i>Enterococcus</i> spp., <i>Lactobacillus</i> spp., <i>Micrococcus</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., <i>Clostridium</i> spp.
Sirova šunka	Truljenje	Enterobacteriaceae, <i>Proteus</i> spp.
Salamurena mesa	Produkcija vodonik sulfida	<i>Vibrio</i> spp., Enterobacteriaceae
Slanina	Miris na kupus	<i>Providencia</i> spp.

Sprečavanje kvara, odnosno produženje roka upotrebe mesa se postiže na različite načine. Kvar mesa je gotovo uvek povezan sa velikim brojem mikroorganizama, pa je osnovni princip sprečavanja kvara, odnosno produženja održivosti mesa, nastojanje da ono bude što je moguće manje kontaminirano, još u harvest fazi (na klanici). Sledeći princip je prevencija rasta mikroorganizama, čak i kada ih ima vrlo malo u sirovini. Čuvanje pri temperaturama hlađenja mu produžava rok za nekoliko dana, a različiti tipovi pakovanja (opisani ranije i kasnije u ovom poglavlju) i nedeljama ili čak mesecima. Dalje produženje roka upotrebe podrazumeva intenzivnije mere poput konzervisanja raznim sredstvima (opisanim ranije u ovom poglavlju), uključujući tu i smrzavanje.

Kvar aerobno skladištenog mesa

Sirovo meso se često na temperaturama hlađenja čuva aerobno upakovano, ali ponekad i bez pakovanja. Aerobno pakovanje služi da spreči sekundarnu kontaminaciju, a dostupnost kiseonika u O₂ propustljivim pakovanjima pozitivno utiče na očuvanje poželjne, svetlo-crvene boje mesa. Međutim, aerobna pakovanja nikako ne produžavaju održivost mesa, naročito zbog dostupnosti kiseonika na površini mesa.

⁵⁷ Prilagođeno iz EFSA, 2023

Znaci aerobnog kvara se primećuju kada broj mikroorganizama dostigne $10^7/g$ (promena mirisa) i $10^8/g$ (pojava sluzi), ali ni to nije uvek slučaj jer zavisi od prirode prisutnih mikroorganizama kvara. Metaboličke karakteristike mikroorganizama su važnije za kvar od njihovog broja. Na temperaturama ispod $5^{\circ}C$, dominantne bakterije su iz roda *Pseudomonas*, a naročito u goveđem mesu koje ima nešto niži pH. Pri temperaturama iznad $5^{\circ}C$, *Brochotrix thermosphacta* postaje dominantnija bakterija u mesu sa višim pH, kao što su svinjsko i jagnjeće, dok je u goveđem *Pseudomonas* dominantna, čak i onda kada se meso drži van hladnog lanca (tj. na temperaturama sve do $20^{\circ}C$). *Moraxella* spp. i neke vrste bakterija koje spadaju u enterobakterije, kao što su *Hafnia alvei*, *Serratia liquefaciens* i *Pantoea agglomerans*, izazivaju kvar mesa koje se čuva u aerobnim uslovima, naročito ako se za hlađenje primenjuju temperature $\geq 5^{\circ}C$, a kvar koji izazivaju se prevashodno manifestuje neprijatnim mirisima i zelenom bojom mesa. Pri potpunom nepoštovanju hladnog lanca, odnosno na sobnoj i višim temperaturama, kvar mesa najčešće izazivaju mezofilne enterobakterije. S druge strane, mlečnokiselinske bakterije, iako su tolerantne na kiseonik, retko kada izazivaju kvar aerobno skladištenog mesa.

Hemijski, odnosno biohemijski, aspekti kvara podrazumevaju razlaganje osnovnih komponenti mesa na druga jedinjenja, a u zavisnosti od udela sastavnih jedinjenja dominiraju i određene organoleptičke promene mesa. Hemijski procesi su uslovljeni uglavnom enzimima koji potiču od mikroorganizama, a u manjoj meri i od enzima koji su sastavni deo mesa. Proteini se u normalnim uslovima zrenja mesa razlažu na polipeptide, pa dalje na peptide, a oni na slobodne aminokiseline. Do ove faze razlaganja proteina, ne postoje neželjene organoleptičke promene. Međutim, kada se, pod uticajem mikroorganizama, nastavi proces razlaganja aminokiselina na jedinjenja kao što su amonijak, vodonik sulfid (H_2S) i amini, nastaje kvar mesa (tkzv. „truležni tip kvara“). Takođe, pigment mioglobin je protein i razlaže se na oksidisane pigmente koji su sive, braon ili zelene boje što jasno vodi promeni boje mesa. Ugljeni hidrati koji se nalaze u mesu, prirodno ili veštački dodati u proizvode od mesa, se razlažu na kiseline i dovode do kiselog tipa kvara. Masti se razlažu na masne kiseline, pa njihovom oksidacijom nastaju aldehidi i ketoni, što vodi užeglosti mesa. U pogledu senzornih aspekata, neželjene promene su izazvane prisustvom složene smese mikrobni metabolita. U prvoj fazi kvara se javlja sladunjav („voćni“) miris koji potiče od etil-estara. U narednim fazama se javlja truležan miris koji potiče od sumpornih jedinjenja i amonijaka, ali i amini, dok se u krajnjoj fazi kvara javljaju zelena boja (koja čak može i da fluorescira) i sloj sluzi na mesu.

Mleveno meso po prirodi ima viši broj mikroorganizama u odnosu na meso u komadu, i to zbog njihovog širenja sa površine u masu tokom mlevenja i zbog oštećenja membrana ćelija miofibrila, pa mikroorganizmi bolje rastu zbog finije strukture i velike površine mesa i većeg sadržaja vode. Stoga, kvar mlevenog mesa nastaje brže nego u slučaju komada mesa, a prvi znak kvara je pojava sluzi (naročito u proizvodima od mlevenog mesa u koje se dodaju ugljeni hidrati). Kvar mlevenog mesa je uobičajeno izazvan sa *Pseudomonas* spp. i enterobakterijama. Međutim, ukoliko je *Pseudomonas* inhibisan, kvar mlevenog mesa primarno nastaje usled *Brochotrix thermosphacta*.

Meso živine se najčešće pakuje aerobno jer mu je boja osetljivija na promene od crvenih mesa. Bakterije na trupovima živine se najviše nalaze u folikulima perja i na rasečenim površinama mesa, a ima ih inicijalno više nego na trupovima crvenog mesa, pa zato i kvar nastaje dosta brže. Takođe, trupovi živine hlađeni na vazduhu i oni hlađeni u vodi, postaju vlažni nakon pakovanja, pa i to doprinosi brzini kvara živinskog mesa. Kvar aerobno

skladištenog živinskog mesa je najčešće izazvan sa *Pseudomonas* spp., *Moraxella* spp. i *Acinetobacter* spp., ali nekada i sa kvascima i plesnima.

U dubini velikih komada mesa (koje sadrži kosti, odnosno zglobove, kao što su plećka ili šunka) koji se čuvaju u aerobnim uslovima, vladaju anaerobni uslovi pa u tim delovima nastaje tkzv. „kvar u dubini mesa“, odnosno „kvar do kosti“ (engl. *bone taint*). Ovaj tip kvara mesa se najčešće javlja leti i u mesu višeg pH, a najčešće se zahvaćeno tkivo ovim tipom kvara nalazi oko glave butne kosti. Ovaj tip kvara je jasno bakterijske prirode, a iako razlozi nisu potpuno razjašnjeni, smatra se da tokom faze neposredno pre klanja, kada je životinja u agoniji izazvanoj iscrpljenošću, strahom, naglim naprežanjem ili nekim drugim stresnim stanjem, nastaje interna kontaminacija mesa anaerobnim sporogenim bakterijama poput psihrotrofnih klostridija, i drugim grupama bakterija koje potiču iz digestivnog trakta. Nastanku ovakvog kvara mesa zatim doprinosi i loša distribucija salamaure u komadu mesa, a karakterišu ga truljenje i kiselost. U prevenciji kvara u dubini mesa, primenjuje se brzo hlađenje mesa, tako da se u dubini mišića postigne temperatura ispod 4,5°C u roku od 48 h od klanja.

Kvar anaerobno skladištenog mesa

Sirovo meso upakovano u vakuumu, odnosno materijalima koji ne propuštaju kiseonik, nije predmet kvara sa aerobnim ili striktno aerobnim mikroorganizmima, kao što su *Pseudomonas* ili *Shewanella*, jer je njihov rast tada ograničen ili potpuno sprečen. S druge strane, anaerobni uslovi podržavaju rast mikroaerofilnih i fakultativno anaerobnih mikroorganizama, kao što su mlečnokiselinske bakterije (*Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp. i *Carnobacterium* spp.), a naročito pri nižem pH mesa. Pošto je mlečna kiselina glavni krajnji proizvod metabolizma mlečnokiselinskih bakterija, one u mesu stvaraju „sirast“ ili „mlečni“ miris i ukus koji su početku blagi (tj. prihvatljivi, naročito u poređenju sa mirisom i ukusom koji stvaraju truležne bakterije koje izazivaju kvar aerobno čuvanog mesa), pa je i održivost mesa u vakuum-pakovanju duža, nego u aerobno skladištenom mesu. Ipak, ovi mirisi se intenziviraju tokom vremena skladištenja, čineći tako i vakuum-upakovano meso organoleptički neprihvatljivim.

Ukoliko je pH mesa viši (tj. goveđe meso u nekim slučajevima), moguć je rast *Brochothrix thermosphacta*, naročito na masnom tkivu, pa se u tom slučaju oseća oštar neprijatan miris mesa. Takođe, vakuum-upakovano meso koje je adekvatno hlađeno, nakon dužeg skladištenja može biti predmet tkzv. „kvara nadutog pakovanja“ (engl. *blown pack spoilage*, BPS), koji se manifestuje proizvodnjom gasa u pakovanju (uglavnom ugljen-dioksida, uz manje količine vodonik-sulfida), što rezultira deformacijom ili čak i kidanjem pakovanja, uz izuzetno neprijatan miris i metalni sjaj mesa. BPS izazivaju klostridije i to *Clostridium estertheticum* (koja je psihrofilan) i *Clostridium gasigenes* (psihrotolerantan mikroorganizam). Takođe, i druge klostridije poput *Clostridium algidicarnis*, *Clostridium frigidicarnis*, *Clostridium bowmanii*, *Clostridium frigidicarnis* i *Clostridium ruminantium* izazivaju kvar vakuum-upakovanog mesa, ali bez produkcije gasa.

Kvar mesa upakovanog u modifikovanoj atmosferi

Pakovanje u modifikovanoj atmosferi (MAP) predstavlja pakovanje u smeši kiseonika, ugljen dioksida i inertnih gasova (npr. azota), pa sastav mikrobiote kvara zavisi od sastava atmosfere. Ukoliko je udeo kiseonika viši, a CO₂ nizak, truležni *Pseudomonas* je aktivan i kvar je sličan aerobnom kvaru, samo se sporije razvija. S druge strane, ako je udeo kiseonika niži, a CO₂ visok, kvar je izazvan sa mlečnokiselinskim bakterijama – slično kvaru u vakuumu, ali se sporije razvija.

Stoprocentno (tkzv. „zasićeno“) CO₂ pakovanje služi da inhibiše aerobe koji izazivaju kvar sirovog mesa, poput bakterija iz roda *Pseudomonas* i *Shewanella*. Ugljen-dioksid oštećenjem permeabilnosti membrana bakterijskih ćelija i inhibicijom bakterijskih enzima, produžava lag fazu i tako usporava brzinu rasta mikroorganizama. Pored toga, deo CO₂ se rastvara u vodi na površini mesa i proizvodi ugljenu kiselinu, koja snižava pH površine mesa, pa tako deluje antimikrobno produžavajući održivost (tj. rok trajanja), mesa. Stoga, meso upakovano u 100% ugljen-dioksidu može da se čuva u hladnom stanju neuporedivo duže (nekoliko meseci) od aerobno upakovanog mesa (1 do 2 nedelje), a znatno duže od mesa u vakuumu (nekoliko nedelja). Kvar mesa upakovanog u 100% CO₂ je sličan kao u slučaju vakuum pakovanja, odnosno izazvan je mlečnokiselinskim bakterijama (*Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp., *Carnobacterium* spp.) koje proizvode mlečnu kiselinu, pa se javlja prihvatljiviji (sirast) miris. U ovom tipu pakovanja je stvaranje neprijatnih isparljivih jedinjenja od strane *Brochothrix* usporeno. Takođe, ugljen dioksid ima antioksidantni efekat i tako sprečava oksidativnu užeglost masnog tkiva.

Kada je reč o živinskom mesu, ako se koristi MAP, onda je to najčešće CO₂ zasićeno pakovanje, a kvar je najčešće izazivan sa *Lactobacillus* spp. i *Carnobacterium* spp., mada i nekim psihrotrofnim enterobakterijama.

Kvar smrznutog mesa

Bakterije ne mogu da se razmnožavaju ni metabolišu na smrznutom mesu, odnosno na temperaturama ispod -3°C. S druge strane, plesni poput *Thamnidium*, *Cladosporium* i *Penicillium*, kao i kvasci poput *Debaromyces* mogu da rastu na temperaturama oko -5°C, pa čak i do -12°C, dok ispod ove temperature ni ovi mikroorganizmi ne mogu da budu aktivni. Takođe, plesni i kvasci mogu da rastu i pri niskoj aktivnosti vode, što ih tako čini, uz nemogućnost umnožavanja bakterija, glavnim mikroorganizmima kvara smrznutog mesa i to aerobno upakovanog, jer ih inhibišu i male koncentracije ugljen-dioksida. Ipak, mikrobiološki kvar mesa se dešava retko. S druge strane, enzimi su i dalje aktivni u smrznutom mesu, pa se koncentruju u njegovoj tečnoj fazi. Ovi enzimi izazivaju oksidaciju masti, a naročito nezasićenih masnih kiselina, uz stvaranje aldehida i ketona. Stoga, glavni tip kvara smrznutog mesa je fizičko-hemijski, a ogleda se prevashodno u užeglosti masnog tkiva, pa se naziva ta pojava naziva užeglost mesa.

Održivost zamrznutog mesa (Tabela XIV-27) je obrnuto srazmerna sadržaju nezasićenih masnih kiselina, a pored vrste/sastava mesa, varira u zavisnosti i od temperature

zamrzavanja, higijenskih i drugih primenjenih praksi pre zamrzavanja (tj. inicijalne kontaminacije mikroorganizmima kvara).

Tabela XIV-27. Održivost određenih vrsta mesa na niskim temperaturama

Tip mesa	Održivost na -1°C	Održivost na -18°C
Goveđe	3-5 nedelja	10-12 meseci
Teleće	1-3 nedelje	9-12 meseci
Jagnjeće	10-15 dana	8-9 meseci
Svinjsko	1-2 nedelje	5-6 meseci
Živinsko	6-9 dana	3-5 meseci

Kvar i mane proizvoda od mesa

Proizvodi od mesa imaju dužu održivost nego sveže meso, ali i oni mogu biti predmet kvara usled grešaka u procesu prerade ili neadekvatnog čuvanja koje uključuje naknadnu kontaminaciju i/ili predugo čuvanje ovih proizvoda.

Salamureni proizvodi u dubini mogu imati tkzv. „vatrenu crvenu boju“ usled nedostatka nitrita, „želatinozne džepove“ usled ubrizgavanja salamure u vezivno tkivo koje se tada denaturiše, ali mogu biti i užegli i menjati boju u braon (usled niske relativne vlažnosti vazduha, visoke temperature i/ili oksidacije) ili u zelenkastu (usled previše nitrata ili bakterijske kontaminacije). Mikrobiološki kvar salamurenih proizvoda je prevashodno vezan za plesnivost (npr. usled rasta *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Penicillium*, i/ili *Cladosporium*) na površinama. Kada je reč o bakterijskom kvaru, *Micrococci* su otporni na so pa mogu da rastu, dok su *Lactobacilli* manje otporni na so, ali su otporni na dim. Pored njih, *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas* i *Proteus*, mogu da fermentišu šećere, pa da izazovu kiselost različitih proizvoda od mesa.

Sterilisani (konzervirani) proizvodi su ređe predmet kvara, a ako se desi, kvar je posledica grešaka u procesu proizvodnje. Mikrobiološki kvar je povezan sa sporama mikroorganizama koje preživljavaju komercijalnu sterilizaciju ili čak organizama koji ne stvaraju spore ali kontaminiraju konzervu nakon njenog oštećenja. Nekada kvar može da se manifestuje promenom oblika i prsnućem konzervi (tkzv. „bombaža“), usled nakupljanja određenih gasova u konzervi kao posledice određenih hemijskih ili biohemijskih procesa (tj. fermentacije ili raspadanja bakterija).

XV - HIGIJENA I BEZBEDNOST OSTALE HRANE ŽIVOTINJSKOG POREKLA

HIGIJENA RIBE I DRUGIH AKVATIČNIH ŽIVOTINJA

Pod terminom „riba” se smatraju slobodnoplivajući, morski i slatkovodni, organizmi sa perajima iz klasa *Pisces* i *Elasmobranchii*. U druge akvatične životinje, koje se nekada kolokvijalno nazivaju „plodovima mora” (iako neki mogu biti i slatkovodne vrste), spadaju životinje iz podreda rakova (*Crustacea*; tj. krabe, škampe, jastozi i ostale životinje sa hitinskim egzoskeletom), životinje iz reda mekušaca (*Mollusca*; u koje spadaju različite vrste školjki poput dagnji i ostriga, kao i glavonožaca poput, hobotnice, sipe i lignje).

Jestivi mišići akvatičnih životinja sadrže dosta proteina i vode, a malo vezivnog tkiva. Za razliku od toplokrvnih životinja, ribe ne akumuliraju glikogen i stoga njihovo meso, sa nekim izuzecima, sadrži vrlo malo ugljenih hidrata. Riba i plodovi mora se karakterišu nižim nivoom masti koje su nezasićene i sadrže dosta fosfolipida. Ipak, ribe (u užem smislu, sa perajima) se dele na nemasne (tkzv. „bele ribe”; npr. bakalar, oslić, deverika) koje akumuliraju lipide samo u jetri, kao i na masne vrste (tkzv. „plave ribe”, npr. tuna, skuša, haringa, sardina) koje mogu da akumuliraju i lipide u mišićima.

Prosečan sastav nekih vrsta ribe je prikazan u Tabeli XV-1, iako može uveliko da varira u zavisnosti od sezone i ciklusa mresta. Meso ribe, ali i ostalih akvatičnih životinja, je idealan medijum za rast bakterija, usled visoke aktivnosti vode. Takođe, nizak nivo ugljenih hidrata podrazumeva nisku koncentraciju mlečne kiseline i slab pad pH nakon *rigor mortis* faze, pa tako pH ostaje na nivou 6 do 7 u bakalaru ili oko 5,4 u tuni. Pored toga, riba sadrži i visok nivo slobodnih, ne-proteinskih, azotnih jedinjenja koja podržavaju bakterijski rast.

Tabela XV-1. Hemijski sastav nekih vrsta ribe i drugih akvatičnih životinja

Vrsta riba i drugih akvatičnih životinja	Voda (%)	Proteini (%)	Masti (%)	Ugljeni hidrati (%)
Bakalar	80	18	0,7	<0,5
Tuna	70	23	1	<0,5
Haringa	72	18	9	<0,5
Losos	68-78	20	3,5-11	<0,5
Pastrmka	72	20	3-6	<0,5
Kraba	80	18	0,6-1,1	<0,5
Škampe	76	20	1	<0,5
Ostrige	82-85	7-10	2,5	4-5

Kvar ribe i plodova mora

Hemijski sastav ribe i plodova mora ih čini pogodnim za brzi mikrobiološki rast i posledično kvar (riba spada među najkvarljiviju hranu), odnosno kraću održivost u odnosu na mesa sisara i ptica. Stoga su i preporučene temperature skladištenja ribe niže, a vreme kraće (Tabela XIV-28 i Tabela XV-2). Riba se često drži na ledu koji je temperature oko 0 °C i brzo se topi, a faze kvara i njihovi hemijski aspekti su prikazani u Tabeli XV-3. Kvar ribe je moguće da se oceni i organoleptički (Tabela XV-4), pošto je povezan sa intenzivnim neprijatnim mirisima usled stvaranja amonijaka i trimetilamina, iako je to nekada vrlo subjektivan osećaj. Stoga se kvantitativno određivanje jedinjenja, kao što su trimetilamin i isparljivih kiselina i baza, koristi za preciznu hemijsku detekciju kvara.

Inicijalni nivo kontaminacije ribe direktno zavisi od vode iz koje riba potiče, pa je u skladu s tim, kvar uglavnom teško predvidiv. Mikroorganizmi koji izazivaju kvar ribe uključuju vrste iz rodova *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Shewanella*, *Flavobacterium*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, kao i *Aeromonas* od kojih neke vrste mogu biti i patogene.

Tabela XV-2. Održivost ribe i školjki⁵⁸

Tip namirnice	Na ledu		Smrznuta na -18°C i upakovana	
	Visok kvalitet	Jestiva	Visok kvalitet	Jestiva
Bele ribe	3 dana	2 nedelje	4 meseca	6 meseci
Plave ribe	5 dana	3 nedelje	3 meseca	4 meseca
Školjke	2 dana	6 dana	3 meseca	4 meseca

Tabela XV-3. Faze kvara ribe prilikom skladištenja na ledu (oko 0°C)⁵⁹

Faza	Uobičajeno vreme	Hemijska i mikrobiološka manifestacija kvara
I	0-5 dana	<i>rigor mortis</i> , ATP-u-inozin, smene bakterijskih vrsta
II	5-10 dana	inozin-u-hipoksantin, NH ₃ povećan, trimetilaminoksid-u-trimetilamin (TMAO-u-TMA), bakterijski rast
III	10-14 dana	hipoksantin-u-ksantin i mokraćnu kiselinu, povećanje TMA, povećanje ukupnih isparljivih baza (TVB) i ukupnih isparljivih kiselina (TVA), brz bakterijski rast
IV	>14 dana	proteoliza = brzo povećavanje TVB i TVA, H ₂ S, fizičko propadanje tkiva

⁵⁸ i ⁵⁹ Buncic, 2006

Tabela XV-4. Organoleptička ocena svežine ribe

Faza	Predmet ocene				Klasifikacija prema EU legislativi ⁶⁰
	Oči	Škrge	Koža	Miris	
Posle ulova (vrlo sveža)	ispupčene, kristalno bistra rožnjača	svetlo-crvene ili ružičaste, prozirna sluznica	jasne boje, sjajna, prozirna sluz	oštar, na more, na jod, ili metalni	ekstra klasa (E)
Srednja faza (manje sveža ali nije pokvarena - između faze 3 i 4 kvara)	ravne ili malo udubljene, rožnjača je manje bistra	malo smanjenje crvene boje i njene svetline	malo bleđe boje, sluz je malo mlečna	“riblji”, pokošena trava, na školjke, buđav, na beli luk, mlečnu kiselinu	deli se na klase A (svežija) i B (manje sveža)
Pokvarena	upale, mutna rožnjača sa promenom boje	izbledele, vrlo gusta sluz	gubitak boje, žuta, sluz sa pahuljicama i lepljiva	neprijatan, ustajao, na kiseo kupus, na mokre šibice, na amonijak, na trimetilamin	odbacuje se

Bezbednost mesa ribe i plodova mora

Zbog činjenice da su ribe i ostale vodene životinje evolutivno dalje od ljudi u odnosu na životinje sisare, oni imaju i manje zajedničkih mikroorganizama i parazita. Prirodna mikrobiota ribe ima manji značaj nego kod toplokrvnih životinja, jer nije adaptirana na uslove temperature oko 37°C, koji su pogodni većini zoonotskih mikroorganizama. U pogledu mikrobioloških hazarda (tj. bakterija) u ribi, oni su locirani na koži, škragama i u crevima, dok su meso i organi ribe odmah nakon ulova slobodni od njih. Već je pomenuto da broj bakterija na ribi reflektuje broj bakterija u vodi (viši je kod toplih, zagađenih voda). Najvažnji hazardi za ljude koji nastaju konzumacijom ribe su ovde samo navedeni, a obrađeni su detaljnije u Poglavlju II.

Patogeni mikroorganizmi povezani sa konzumacijom ribe uključuju prevashodno bakterije koje se nalaze u vodi, a to su *Vibrio* spp. (*V. cholerae*, *V. parahaemolyticus* i *V. vulnificus*), *Aeromonas* spp., kao i *Plesiomonas shigelloides*. Druge patogene bakterije poput *Shigella*, *Clostridium perfringes*, *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* ili *Campylobacter*, kao i virusi (kalicivirusi, astrovirusi, rotavirus, hepatitis virusi), se ponekad nađu u ribi ili mogu da budu izvor infekcije ljudi putem konzumacije ribe, ali su

⁶⁰ Izvor: Regulative EU 2406/96

gotovo uvek posledica naknadne kontaminacije ribe iz okoline, sa druge hrane ili od strane ljudi.

Među čestim izazivačima alimentarnih bolesti ljudi poreklom od ribe su intramuskularni zoonotski paraziti (*Anisakis simplex*, *Diphyllobothrium latum*), kao i histamin i toksini algi. Takođe, razni prirodni toksini koji mogu da se nađu u ribama mogu izazvati bolesti ljudi. Riba iz slatkih, naročito zatvorenih voda je povezana sa većim rizikom od hemijskih hazarda usled otpadnih voda (naročito poljoprivrednih i industrijskih hemikalija). Hemijski hazardi, naročiti teški metali (arsen, živa, kadmijum, olovo), polihlorovani bifenili i dioksini se često nalaze u visokim koncentracijama u školjkašima, koji ih akumuliraju kao posledica svog specifičnog načina hranjenja, tj. filtriranja vode.

Bitan problem u bezbednosti ribe je i bakterijska kontaminacija prilikom prerade ribe, što predstavlja dugotrajan proces koji uključuje transport, evisceraciju, skidanje krljušti ili kože, filetiranje, soljenje, salamurenje i pakovanje, pa je kontaminacija neizbežna. Glavni hazardi kod prerađene ribe su mikroorganizmi koji su ubikvitarni i mogu da rastu pri hlađenju ribe – tj. *Listeria monocytogenes* (koja je i halotolerantna), kao i *Clostridium botulinum* kod vakuum pakovane i sirove konzumirane ribe.

Kontrolne mere u cilju osiguranja bezbednosti mesa riba i drugih akvatičnih životinja su, u principu slične onima za crveno meso u harvest i post-harvest fazi za morsku, a u celom lancu hrane za gajenu/slatkovodnu ribu. U osnovi, to su primena preduslovnih programa (Poglavlje X) i HACCP (Poglavlje XI). Naročito za kontrolu parazita i njihovu inaktivaciju u mesu, HACCP može da uključuje smrzavanje ribe (npr. pri -20°C i nižim temperaturama za sedam dana ili pri -35°C za oko 20 sati). Takođe, primenjuje se i prosvetljavanje mesa u cilju otkrivanja nekih parazita, pa može da se vrši uklanjanje potrbušine i fizičko odstranjivanje parazita. Redovno se primenjuju i neki postupci soljenja i salamurenja mesa ribe (Poglavlje XIV). Osnovna kontrolna mera za osiguranje bezbednosti mesa ribe i tokom prerade je primena GHP i HACCP. U domaćoj i evropskoj legislativi, kriterijumi procesne higijene koji se koriste za mikrobiološku verifikaciju HACCP, dati su samo za toplotno obrađene rakove i mekušce (Tabela XV-5).

Tabela XV-5. Kriterijumi procesne higijene za proizvode ribarstva⁶¹

Kategorija hrane	Mikro-organizmi	Plan uzorkovanja		Granične vrednosti		Faza u kojoj se kriterijum primenjuje	Mera u slučaju nezadovoljavajućih rezultata
		n	c	m	M		
Proizvodi od toplotno obrađenih rakova i mekušaca sa ili bez oklopa ili ljuske	<i>E. coli</i>	5	2	1 MPN/g	10 MPN/g	Kraj proizvodnog procesa	Poboljšanja higijene proizvodnje
	Koagulaza-pozitivne stafilokoke	5	2	100 cfu/g	1.000 cfu/g		

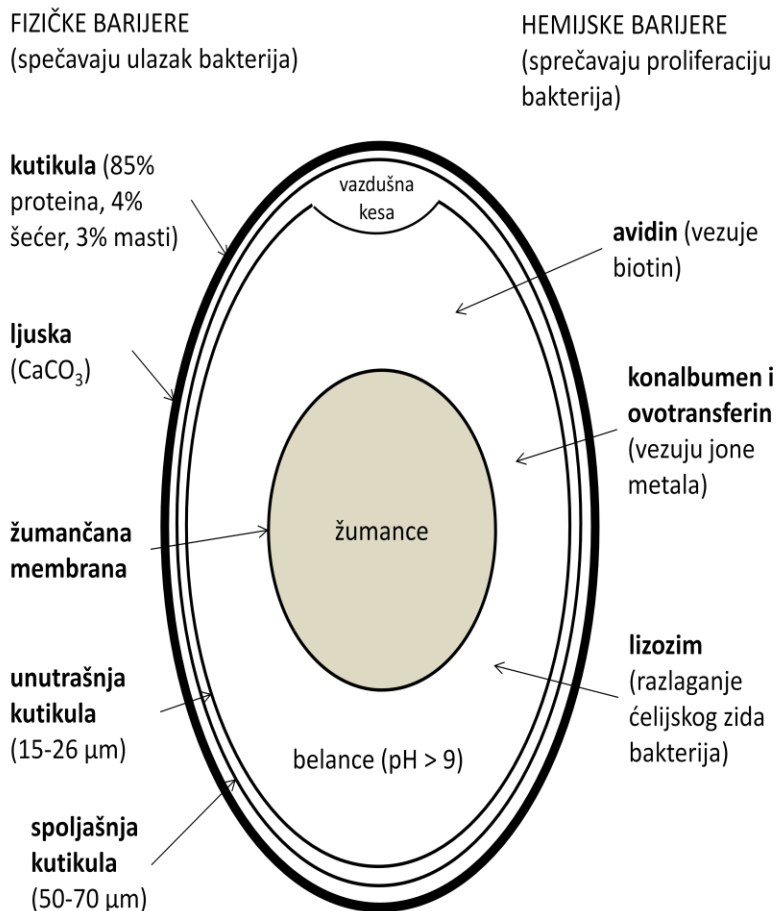
MPN - najverovatniji broj (engl. *most probable number*)

⁶¹ Izvor: Regulatorna EU 2073/2005 i Sl. glasnik 72/10

HIGIJENA JAJA

Većina jaja koja se konzumiraju potiču od domaćih kokošaka (*Gallus gallus*), ali su principi higijene jaja isti i za ostale vrste živine/ptica (patke, guske, ćurke, nojevi). Lanac proizvodnje jaja počinje uzgojem i eksploatacijom dedovskih i roditeljskih jata (kokoški i ostale živine). Dalje se njihova jaja šalju u inkubatorske stanice iz kojih se dobijaju kokoške nosilje koje se prvo odgajaju do 16-20. nedelje života, a potom šalju na farme nosilja gde ostaju u proizvodnji jaja najčešće do 72-80. nedelje života. Tokom tog perioda, kokoška nosilja snese uglavnom oko 260 jaja. U sklopu farmi nosilja su često i centri za pakovanje jaja, koja se dalje distribuiraju do prerade ili na tržište, pa stižu do potrošača.

Primarna biološka funkcija jaja je vezana za reprodukciju ptica, odnosno ishranu i zaštitu embriona. Jaja imaju najkompleksniju strukturu među hranom animalnog porekla (Šema XV-1), vrlo su bogata hranljivim materijama, a naročito su dobar izvor proteina i masti (Tabela XV-6).



Šema XV-1. Fizičke i hemijske barijere jajeta⁶²

⁶² Prilagođeno iz Heredia et al., 2009

Tabela XV-6. Sastav jajeta

Proizvod	Voda (%)	Proteini (%)	Masti (%)
Celo jaje	73,6	12,8	11,8
Belance	87,9	10,6	u tragovima
Žumance	48,0	16,6	32,6

Tabela XV-7. Manifestacije kvara jaja

Uzročnik	Tip kvara	Promene na jajetu
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	ružičasti kvar	brašnasto žumance, fluorescentno-zeleno belance
<i>Pseudomonas putida</i>	fluorescentno-zeleni kvar	fluorescentno-zeleno belance
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	fluorescentno-plavi kvar	fluorescentno-plavo belance
<i>Aeromonas liquefaciens</i>	crni kvar	u celosti pocrnelo jaje, sivo-vodenasto belance, želatinozno žumance
<i>Proteus vulgaris</i>	crni kvar	tamnosmeđe belance, tamnosmeđe i brašnasto žumance
<i>Serratia marcescens</i>	crveni kvar	crvenkast sadržaj jajeta, izrazit miris na amonijak
<i>Alcaligenes, Acetobacter, Acinetobacter, Escherichia, Moraxella</i>	bezbojan kvar	bez promene boje, dezintegrirano žumance koje može biti u formi krasti
<i>Penicillium, Alternaria, Mucor</i> i druge plesni	plesnivi kvar	plesni po površinama i u dubini (razbijenih) jaja

Kvar jaja

Zbog visoke a_w i dostupnosti hranljivih sastojaka, kao i često dugog držanja na sobnim temperaturama, jaje bi u teoriji trebalo da se lako kvare. Međutim, antimikrobni mehanizmi u svežem jajetu sprečavaju rast mikroorganizama (Šema XV-1). Ovi mehanizmi uključuju prvo fizičke barijere jajeta i to ljusku sačinjenu od kalcijum-karbonata sa organskim matriksom koja je pokrivena proteinskom kutikulom. Na ljusci se nalazi oko 12.000 pora koje služe za izmenu gasova. Kontaminacija sadržaja jajeta, odnosno prodor mikroorganizama nastaje ako je kutikula fizički oštećena ili vlažna (kroz pore). Drugi nivo zaštite su dve unutrašnje membrane koje otežavaju mikrobnu penetraciju. Pored toga, usled oslobađanja ugljen-dioksida iz unutrašnjosti jajeta, pH u albumenu raste sa 7,2 u tek izleženom jajetu, do preko 9 (čak i 9,6) tokom prvih 24 časa nakon izleganja jajeta, a alkalna

sredina mnogim mikroorganizmima nije pogodna za rast. Dalje, u belancu se nalaze lizozim, konalbumen, transferin, avidin, ali i cistatin, ovoalbumin, ovoglobulini, itd., a svi oni deluju antibakterijski na određeni način, ograničavajući rast, ali i preživljavanje bakterija. Na kraju, viskozno belance usporava kretanje bakterija kroz njega.

Kvar jajeta, ipak, može da se desi, a najčešće ga izazivaju bakterije iz rodova *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Escherichia* i *Proteus*, a ređe iz drugih rodova, iako se mnogobrojne vrste bakterija nalaze na površini jajeta, kao i razne plesni. Manifestacije kvara jaja su povezane sa uzročnikom, tako da se uočavaju različiti tipovi i manifestacije kvara jaja (Tabela XV-7).

Bezbednost jaja i proizvoda od jaja

U pogledu bezbednosti jaja za konzumaciju od strane ljudi, u jajima je dokazano prisustvo, ili su jaja bila izvor infekcija za ljude, sa *Salmonella* spp., *Bacillus cereus*, stafilokoknim toksinima, virusima, *Campylobacter*, kao i *Listeria monocytogenes*. Ipak, za bezbednost jaja je najvažnija *Salmonella*, koja može da ih kontaminira interno i eksterno, a među serovarima je to najčešće *S. Enteritidis*.

Interna kontaminacija jaja salmonelama je moguća sa samo nekoliko serovara, ali je to najčešće *Salmonella* Enteritidis, a ponekad i *S. Typhimurium*. Interna kontaminacija nastaje tako što ptica biva inficirana oralno (ređe) ili aerogeno (češće). To dovodi do stalnog naseljavanja ovih hazarda u tkivima, pa onda oni putem jajovoda ulaze u jaje tokom njegovog formiranja i potom mogu da se nađu u belancu ili u žumancu. Dok se nalaze u belancu, salmonele ne mogu da se razmnožavaju, a često bivaju uništene lizozimom; međutim, kritično je njihovo kretanje ka žumancetu, gde mogu lako da se umnožavaju. Pokretne salmonele se potom fimbrijama prikače za membranu žumanca. Prekid membrane žumanca se ubrzava na visokim temperaturama (tj. $>20^{\circ}\text{C}$), pa nastaje brzo razmnožavanje salmonela posle invazije žumanca. Kontaminacija postaje vidljiva samo kod broja $>10^7$ /jajetu, tako da potrošač uglavnom ne može da detektuje jaja koja su kontaminirana ovim patogenom. Do danas nije potpuno razjašnjen sam proces interne kontaminacije jaja niti različitosti između serovara ovih bakterija u tom pogledu, a nema ni dokazane povezanosti između kontaminacije kloake i interne kontaminacije jajeta. Smatra se da kontaminacija jaja može da bude povezana sa stresom ptica, koji utiče na menjanje hemijskih osobina jajovoda i tako olakšava infekciju.

Eksterna kontaminacija jajeta sa *Salmonella* nastaje putem fecesa iz kloake ptice nosilje i to tokom izleganja jajeta, kao i unakrsnom kontaminacijom od drugih ptica nosilja, u slučaju najčešće prljavih gnezda. Salmonele se nalaze na ljusci jajeta, pa mogu da kontaminiraju sadržaj jajeta ulaskom kroz pore koje služe razmeni gasova ili prilikom razbijanja jajeta, a svakako da ovakva jaja služe i kao izvor kontaminacije drugih jaja, hrane, opreme, ruku, itd. Eksterna kontaminacija je ipak ređa od interne kontaminacije.

Pranje jaja nije dozvoljen postupak u našoj zemlji, niti u EU, za klasu A (tkzv. „stona jaja”; tj. sveža jaja koja se prodaju u ljusci), a izuzetak su jaja koja će se neposredno konzumirati ili se odmah prerađivati. U nekim zemljama (npr. SAD, Kanada, Australija) je ovo dozvoljen postupak. Pri tome, temperatura jaja mora biti niža od temperature vode za pranje (uglavnom se hlade na oko $10-14^{\circ}\text{C}$ pre pranja). Idealno je da voda bude toplija od

jaja bar 11°C. Ako je voda za pranje hladnija od jajeta, kontaminacija sa površine, uključujući bakterije, će biti usisana kroz pore u sadržaj jajeta. Vlažno jaje se brže kvari, pa bi, ako se i pere, moralo odmah da se suši. Prednost pranja jaja je uklanjanje kontaminacije koja može da sadrži i patogene mikroorganizme (tj. salmonele), dok je mana moguće oštećenje fizičke barijere (kutikule) jajeta, koja štiti od prodora mikroorganizama.

Jaja su glavni izvor salmoneloze ljudi, a naročito sirova jaja i slabo kuvana ili nedovoljno pečena jaja, kao i proizvodi koji sadrže sirova jaja (npr. neki kolači ili prelive za jela). Osnovne kontrolne mere, stoga, uključuju izbegavanje konzumacije sirovih jaja (naročito od strane osetljivih grupa ljudi), pravilan termički tretman jaja, kao i izbegavanje unakrsne kontaminacije, uz adekvatno pranje ruku nakon svakog kontakta sa ljuskom jajeta. Jaja treba da se drže na temperaturi ispod 7°C, kao i da se konzumiraju u roku od najviše 3 nedelje od izleganja.

U cilju unapređenja bezbednosti i produžavanja održivosti jaja, postoji više postupaka njihovog konzervisanja, tj. prerade. U proizvodnji tečnih jaja, jaja se opciono peru, pa se vrši razbijanje ljuske, odvajanje belanca i žumanca od ljuske, opciono i belanca od žumanca, pa homogenizacija sadržaja. Tokom ovog postupka može da nastane kontaminacija jaja sa same ljuske ili iz pogona za preradu, ali i od samih rukovaoca. Potom se vrši pasterizacija tečnih jaja (najčešće tretmanima koji podrazumevaju neku od kombinacija temperature u okviru 60-69°C tokom 90 do 210 sekundi, mada može i na 55,6°C tokom 10 minuta, s tim što se za belance primenjuju niže temperature i kraće vreme, nego za žumance ili celo jaje, jer se lakše denaturišu, a salmonele u njemu lakše uništavaju), pa hlađenje i soljenje, a opciono i zamrzavanje. Za dobijanje jaja u prahu, prvo se glukoza ukloni da se spreči promena boje, pa se primenjuje neka od tehnologije sušenja (sprej, na vrućoj ploči, ili liofilizacija). Primenjuje se i vruće skladištenje posle sušenja, da se inaktiviraju zaostale bakterije. U ovom proizvodu nema bakterijskog rasta (iako neke preživljavaju dosta dugo) zbog niske aktivnosti vode, a sve do rekonstitucije jaja u prahu.

Jaja ili proizvodi od jaja se koriste kao sastojak mnogih proizvoda, termički netretiranih ili tretiranih. Sudbina patogena (prevažno salmonela koje potiču iz jaja) u svakom proizvodu je specifična, odnosno povezana sa antimikrobnim faktorima tokom dalje prerade u druge proizvode koji sadrže jaja. Pogoni koji prerađuju jaja moraju poštovati GHP i primenjivati HACCP, za čiju mikrobiološku verifikaciju se primenjuju kriterijumi procesne higijene (Tabela XV-8).

Tabela XV-8. Kriterijumi procesne higijene za proizvode od jaja⁶³

Kategorija hrane	Mikro-organizmi	Plan uzorkovanja		Granične vrednosti		Faza u kojoj se kriterijum primenjuje	Mera u slučaju nezadovoljavajućih rezultata
		n	c	m	M		
Proizvodi od jaja	<i>Enterobacteriaceae</i>	5	2	10 cfu/g ili ml	100 cfu/g ili ml	Kraj proizvodnog procesa	Provera efikasnosti toplotne obrade i sprečavanje ponovne kontaminacije

⁶³ Izvor: Regulativa EU 2073/2005 i Sl. glasnik 72/10

HIGIJENA MEDA

Med je supstanca koju proizvode medonosne pčele (*Apis mellifera*) od nektara i drugih delova biljaka, a koja sazreva u ćelijama saća. Sastav meda zavisi od tipa biljaka/nektara, a prosečni sastav meda čini oko 17% vode, oko 80% šećera (od toga 37% fruktoze, 30% glukoze i 13% saharoze i maltoze), dok ostatak čine razne organske kiseline, minerali, proteini, kao i enzimi.

Proces dobijanja meda iz košnica uključuje držanje okvira na temperaturama od 32 do 35°C tokom jednog dana, da se poboljša mogućnost ekstrakcije meda. Potom sledi otvaranje ćelija saća (ručno ili mehanički), a ostaci voska koji nastaju tokom ove operacije se odvajaju skidanjem, taloženjem ili topljenjem. Potom se vrši ekstrakcija meda centrifugiranjem, pa odvajanje meda u kontejnere uz zagrevanje na temperaturi od 46°C, da se spreči hlađenje i poboljša taloženje. Zatim se vrši ceđenje kroz tkaninu ili sito, pa likvefakcija na toplom vazduhu (60 do 70°C). Skladištenje na veliko se vrši u suvom ambijentu (relativna vlažnost vazduha od 60% je podesna da bi sadržaj vode u medu bio od 17 do 18%), a potom se vrši pakovanje u tegle za dalju distribuciju.

Aktivnost vode meda je oko 0,60 (u opsegu 0,50 do 0,65), a pH je u proseku 3,9 (u opsegu 3,4 do 6,1). Zbog vrlo niske a_w , kao i prilične kiselosti, rast mikroorganizama u medu je inhibisan, pa je uobičajeno održivost meda neograničena.

Inicijalna mikrobiota meda je na niskom nivou - broj mikroorganizama je do 10^2 cfu/g, a izuzetno do 10^4 /g. Primarni izvori kontaminacije su polen i creva pčela (nektar je sterilan), a sekundarni su ljudi, pribor/uređaji, prašina, razni insekti. Dominantne bakterije su iz roda *Bacillus* spp., među njima i sporogeni *Bacillus larvae* (izaziva „bolest legla“), kao i spore *Clostridium botulinum* koje u medu ne mogu da isključuju zbog antimikrobnih faktora. Vegetativne bakterije, poput *Lactobacillus* spp., mogu biti prisutne u inicijalnim fazama dobijanja meda; međutim, one nestaju kada sadržaj vode padne ispod 18%.

Plesni i kvasci mogu biti prisutni u većem broju nego bakterije jer su otporniji na kiselu i suhu sredinu. Među plesnima (koje potiču iz creva pčela i košnice), najčešće su prisutni *Aspergillus* i *Penicillium*, ali i *Actinomyces*. Kvasci mogu da izazovu fermentaciju i neprihvatljive promene u medu. Među njima, dominantni su iz roda *Saccharomyces*, a mogu da se jave i osmofilni kvasci iz roda *Zygosaccharomyces* (*Z. rouxii*, *Z. bisporus*, *Z. baili*), koji potiču iz cveća, tla ili pribora i koji mogu i da rastu u medu (do 10^6 /g) ako je a_w viša od 0,65. Ređi su kvasci iz roda *Rhodotorula*, *Debaromyces*, *Nematospora* ili *Schwanniomyces*.

Bezbednost meda

U medu mogu da se nađu razni hemijski agensi. Antibiotici i antiparazitici mogu dospeti u med primenom u lečenju i preventivi bolesti pčela, ali i preko biljnog nektara i polena. Hemijski hazardi u medu su i razni kontaminanti kao posledica industrijskog zagađenja, kao i razni pesticidi koji se koriste u poljoprivredi (insekticidi, fungicidi, herbicidi) i razni teški metali (naročito olovo i kadmijum). Pored toga, određeni toksini

biljaka mogu da se nađu u medu. Na primer, grajanotoksin može biti prisutan u medu proizvedenom od nektara biljke *Rhododendron ponticum*.

Od bioloških agensa, jedini relevantan hazard je *Clostridium botulinum*, iako i spore *Bacillus cereus* i *Clostridium perfringens*, ali i neke patogene vrste enterobakterija, mogu da se nađu u medu. *Clostridium botulinum* spore u medu su značajne za malu decu (tj. bebe) koja još nemaju razvijenu mikrobiotu creva, kao za i osobe kod kojih postoji problem sa crevnom mikrobiotom. Ingestijom spora *C. botulinum*, može doći do njihovog isključavanja u crevima i nastanka toksoinfekcije (infantilni botulizam ili sindrom „mlitavih beba”). Stoga, med ne treba da se daje deci mlađoj od 12 meseci.

Kontrolne mere za bezbednost meda uključuju: 1) zagrevanje meda na temperaturama ispod 100°C koje je ograničeno zbog moguće promene boje i/ili stvaranja neželjenih komponenti, kao što je hidrosimetilfurfuraldehid, gde spore preživljavaju, i 2) sterilizaciju meda na temperaturama >100°C (ali u tom slučaju med mora prethodno da se razredi). Bezbednosti i održivosti meda doprinose njegova druga svojstva, kao što su $a_w \leq 0,65$ i pH oko 3,9, ali i prisustvo nekih antimikrobnih supstanci. Takođe, svakako da je i dobra higijenska praksa neophodna u rukovanju sa medom da bi se sprečila naknadna kontaminacija.

XVI - HIGIJENA HRANE U PROMETU I KOD POTROŠAČA

Nakon harvest faze, meso i druga hrana animalnog porekla može u post-harvest fazi da prođe kroz brojne korake (npr. pakovanje, skladištenje, transport, vele- i maloprodaja, kao i priprema u restoranima i sličnim uslužnim objektima), pre nego što stigne do potrošača, sa mogućnošću da se hrana kontaminira u bilo kojoj od ovih faza. Proizvođači hrane, trgovci i ugostitelji, imaju odgovornost da snabdevaju potrošača bezbednom hranom koja je i dobrog kvaliteta. Međutim, postoji i odgovornost samih potrošača da obezbede da se hranom i dalje rukuje i da se ona priprema na bezbedan način. Osnovni principi bezbednosti hrane na nivou prometa i potrošača su slični, ne samo za meso i različite mesne proizvode, već i za drugu hranu animalnog, ali i drugog porekla. Glavne kontrolne mere za smanjenje rizika od bolesti koji se prenose hranom, ali i za prevenciju kvara hrane, uključuju: adekvatno hlađenje, pravilnu termičku obradu, sprečavanje unakrsne kontaminacije sa sirove hrane na hranu spremnu za jelo, kao i adekvatno rukovanje spremljenom hranom pre serviranja ili konzumiranja. Poseban akcenat u ovoj fazi je na edukaciji prodavaca i ugostitelja, kao i samih potrošača.

PROMET

Prodavnice

Razne vrste prodavnica, supermarketa i sličnih objekata u kojima se vrši promet hrane, karakteriše da se na jednom mestu nalazi veliki broj različitih namirnica poreklom od velikog broja snabdevača, kao i da se preko ovih objekata snabdeva veliki broj ljudi, pa je time velika i njihova odgovornost za javno zdravlje. Stoga je ključno poreklo namirnica u prodavnicama, tj. važno je da potiču od bezbednih/proverenih snabdevača. U ovu grupu objekata spadaju i specijalizovane prodavnice kao što su mesare i ribarnice. Održivost namirnica u prometu je određena faktorima iz sredine (tj. svetlo, kiseonik, temperatura, vlaga, strani mirisi, štetočine), pakovanjem (tj. interakcija namirnice i materijala za pakovanje, difuzija sastojaka iz pakovanja) i osobinama same namirnice (odnosno njenim fizičkim, hemijskim i mikrobiološkim promenama).

Svi objekti koji prodaju hranu treba da poštuju osnovne principe preduslovnih programa (Poglavlje X) koji se tiču prostorija (uključujući odvojenost čistih od prljavih zona, odgovarajući sanitarni čvor, itd.), opreme, svih potrebnih službi, čišćenja, skladištenja, kontrole štetočina, kontrole dobavljača, kontrole dostava (uključujući provere roka upotrebe hrane, provere pakovanja na oštećenja i provere temperature hrane), kao i svih pratećih zapisa. Posebna pažnja se pridaje zaposlenima koji rukuju namirnicama, a koji treba budu obučeni iz higijenskog rukovanja hranom, da ne rade ako su bolesni ili imaju poremećaje digestivnog trakta (i još 48 sati nakon toga), da nose radnu i zaštitnu odeću i obuću, kao i da poštuju sve druge principe održavanja lične higijene (opisane u Poglavlju X). Takođe, pošto namirnice privlače štetočine, posebno se vodi računa da se u prodavnice sprečava njihov ulazak, pa treba da se koriste razne mreže za leteće insekte, zapušavanje rupa i pukotina,

plastične zavese na vratima i sličnim otvorima. Takođe, potrebno je i da se koriste zatvoreni (tj. bezbedni od štetočina) kontejneri za skladištenje namirnica, ali i usluge kompanija specijalizovanih za dezinfekciju, dezinfekciju i deratizaciju.

Namirnice u prometu moraju biti deklarisanе. Postoje dve glavne deklaracije: 1) „najbolji kvalitet do” (engl. *best before*) što predstavlja datum do koga namirnica treba da zadrži najbolje specifične osobine ako je pravilno skladištena – ali je upotrebljiva za ishranu i nakon tog datuma, i 2) „rok upotrebljivosti” (engl. *use by*) koji se mora koristiti kod lako kvarljivih namirnica koje mogu da predstavljaju visok rizik za zdravlje potrošača odmah posle deklarisanog datuma, a postoji i zakonska/krivična odgovornost ako se prodaje (ili menja deklaracija) namirnica posle roka upotrebe.

U prodavnicama u kojima se nalaze sirove i termički obrađene namirnice, unakrsna kontaminacija sa sirovih namirnica na namirnice spremne za konzumiranje, jedan je od najvećih faktora rizika. Stoga je važno da se ne koriste isti pribor i daske za sečenje hrane, da se izlaganje obrađenih i neobrađenih namirnica vrši u odvojenim rashladnim jedinicama, kao i da se primenjuje adekvatno pranje ruku između rukovanja tim grupama namirnica. U pogledu namirnica spremnih za konzumiranje (RTE; kuvana/pečena mesa, proizvodi od mesa i mleka, salate, gotova jela), uobičajen rok upotrebe je jedan dan. U cilju prevencije unakrsne kontaminacije, potrebno je da se koriste rukavice (jednokratne), odvojene pincete/štipaljke za svaku namirnicu, papir na tacni prilikom vaganja. Takođe, cela količina namirnice treba da se utroši ili skloni, a ne da se na nju dodaju nove količine, dok nije dozvoljeno ni rukovati namirnicama i novcem istovremeno.

U pogledu izlaganja namirnica potrošačima, samo upakovane namirnice animalnog porekla mogu biti direktno dostupne potrošačima. Namirnice koje se za prodaju izlažu na niskim temperaturama, ne treba da blokiraju izlase za hladni vazduh, a izložbene jedinice (rashladne vitrine ili zamrzivači) ne treba da su prepunjene, uz obavezu da se one drže dalje od izvora toplote, sunca i/ili jakog svetla. Sirove namirnice se drže na $<7^{\circ}\text{C}$, a smrznute namirnice na $<-18^{\circ}\text{C}$. Neophodan je redovan monitoring temperature u rashladnim jedinicama. Rotacija namirnica se mora planski obavljati, a deklarisanani datumi redovno proveravani – namirnice sa dužom održivosti se smeštaju u zadnjem delu izložbene jedinice. Sive namirnice mogu da se drže na sobnoj temperaturi, a termički obrađena hrana pored rashladnih, može biti u toplim vitrinama gde je temperatura $\geq 63^{\circ}\text{C}$. Kvarljivim namirnicama se rukuje po principu „sve unutra - sve napolje” (engl. *all-in, all-out*), a svim drugima po principu „prvo unutra - prvo napolje” (engl. *first-in, first-out*), uz uklanjanje namirnica nakon deklarisanog datuma.

U pogledu propisa koji se odnose na hranu u prometu, oni su vezani za mikrobiološke kriterijume (Poglavlje III), tj. kriterijume bezbednosti hrane (engl. *food safety criteria*). Ovi kriterijumi se odnose na hranu u prometu tokom roka upotrebe, a neispunjavanje zadatih kriterijuma vodi povlačenju hrane iz prometa. Sva hrana spremna za konzumiranje (RTE) se testira na *Listeria monocytogenes*, sirovo meso (sisara, živine, rakova i reptila) i jaja na *Salmonella* (Tabela XVI-1), a riblji proizvodi na histamin. Proizvodi od mleka se testiraju na *Salmonella* i stafilokokne enterotoksine, a voće i povrće, uključujući i nepasterizovane sokove od njih na *Salmonella*, dok se klice testiraju na *Salmonella* i patogene *E. coli*. Dohrane za malu decu se testiraju na *Salmonella* i *Cronobacter* spp.

Tabela XVI-1. Kriterijumi bezbednosti hrane za meso, ribu i jaja⁶⁴

Kategorija hrane	Mikroorganizmi ili metaboliti	Plan uzorkovanja		Granične vrednosti	
		n	c	m	M
Hrana spremna za konzumiranje koja podržava rast <i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100 cfu/g	Odsustvo u 25 g*
Hrana spremna za konzumiranje koja ne podržava rast <i>Listeria monocytogenes</i> [#]	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100 cfu/g	
Hrana spremna za konzumiranje za malu decu i za posebne medicinske namene	<i>Listeria monocytogenes</i>	10	0	Odsustvo u 25 g	
Usitnjeno meso i poluproizvodi od mesa namenjeni za jelo sirovi	<i>Salmonella</i>	5	0	Odsustvo u 25 g	
Usitnjeno meso i poluproizvodi od mesa živine namenjeni za jelo posle kuvanja	<i>Salmonella</i>	5	0	Odsustvo u 25 g	
Sveže meso živine	<i>S. Typhimurium</i> <i>S. Enteritidis</i>	5	0	Odsustvo u 25 g	
Usitnjeno meso i poluproizvodi od mesa, osim mesa živine, namenjeni za jelo posle kuvanja	<i>Salmonella</i>	5	0	Odsustvo u 10 g	
Mehanički separisano meso	<i>Salmonella</i>	5	0	Odsustvo u 10 g	
Proizvodi od mesa namenjeni za jelo sirovi, osim proizvoda kod kojih proizvodni proces ili sastav proizvoda eliminiše rizik od salmonele	<i>Salmonella</i>	5	0	Odsustvo u 25 g	
Proizvodi od mesa živine, namenjeni za jelo posle kuvanja	<i>Salmonella</i>	5	0	Odsustvo u 25 g	
Želatin i kolagen	<i>Salmonella</i>	5	0	Odsustvo u 25 g	
Kuvani rakovi, školjke i ostali mekušci	<i>Salmonella</i>	5	0	Odsustvo u 25 g	
Žive školjke i ostali mekušci, puževi	<i>Salmonella</i>	5	0	Odsustvo u 25 g	
Žive školjke i ostali mekušci, živi bodljokošci, plaštaši i puževi	<i>Escherichia coli</i>	5	1	230 MPN/100 g	700 MPN/100 g
Proizvodi riba od ribljih vrsta povezanih sa velikom količinom histidina (npr. tuna i skuša)	Histamin	9	2	100 mg/kg	200 mg/kg
Proizvodi ribarstva koji su obrađeni dozrevanjem u salamuri, proizvedeni od ribljih vrsta povezanih sa velikom količinom histidina	Histamin	9	2	200 mg/kg	400 mg/kg
Riblji sos proizveden fermentacijom proizvoda ribarstva	Histamin	1	0	400 mg/kg	
Meso reptila	<i>Salmonella</i>	5	0	Odsustvo u 25 g	
Proizvodi od jaja, osim proizvoda čiji sastav ili proces proizvodnje eliminiše <i>Salmonella</i>	<i>Salmonella</i>	5	0	Odsustvo u 25 g	
Gotova hrana koja sadrži sirova jaja, osim proizvoda čiji sastav ili proces proizvodnje eliminiše <i>Salmonella</i>	<i>Salmonella</i>	5	0	Odsustvo u 25 g ili ml	

n = broj jedinica koje čine uzorak; c = broj jedinica uzorka koje daju vrednosti između m i M; MPN - najverovatniji broj; *pre nego što hrana prestane da bude pod neposrednom kontrolom subjekta koji je proizveo; [#]sa pH ≤4,4 ili a_w ≤0,92, sa pH ≤5,0 i a_w ≤0,94, kao i sa rokom upotrebe kraćim od 5 dana

⁶⁴ Izvor: Regulativa EU 2073/2005 i Sl. glasnik 72/10

Restorani i slični ugostiteljski objekti

Principi higijene hrane u restoranima su slični kao i u prometu hranom. Hrana se konzumira direktno u tim objektima, a bilo kakav problem može da utiče na veliki broj ljudi. Glavni faktori koji doprinose alimentarnim epidemijama predstavljaju nedovoljna termička obrada (tj. greške u visini temperature ili njenom trajanju), nepravilno rukovanje i skladištenje nakon termičke obrade (npr. odloženo serviranje), sporo hlađenje velikih količina/komada, unakrsna kontaminacija sa sirove na termički tretiranu hranu, kao i loša lična higijena i/ili inficirani rukovaoci hranom. Stoga je u restoranima, pored primene preduslovnih programa obavezan sistem bezbednosti hrane (HACCP) sa primerima CCP navedenim u Tabeli XVI-2.

Tokom pripreme hrane u restoranima, treba voditi računa da su sirovine pouzdanog porekla, sveže, unutar roka upotrebe, kao i da se njima pravilno rukuje. Odmrzavanje sirovina treba da se vrši u frižideru ili mikrotalasnoj pećnici, a ne na sobnoj temperaturi, a termička obrada treba da se izvrši unutar 24 časa od vađenja iz zamrzivača. Bezbedan režim podrazumeva primenu temperature od 70 do 72°C tokom 2 minuta (ili ekvivalentan režim) u dubini hrane, a pravilno rukovanje nakon termičke obrade podrazumeva ili brzo hlađenje ili čuvanje na temperaturi >63°C. Kvarljive namirnice treba da se čuvaju na temperaturi u opsegu od -1 do +5°C, a smrznute na ispod -12°C (uz redovnu proveru uređaja). Tokom hlađenja nakon kuvanja, u dubini hrane treba postići temperaturu <10°C unutar 2,5 sata, a najbolje je podeliti kuvanu hranu u manje porcije. Kod podgrevanja, potrebno je da se postigne temperatura od bar 70°C i hrana posluži unutar 30 minuta, a podgrevanje može da se vrši samo jednom.

U pogledu unakrsne kontaminacije, principi prevencije su isti kao kod rukovanja namirnicama u prometu. Naročito opasni vektori su ruke, noževi, daske za sečenje, kuhinjske krpe, kao i kapanje/curenje tečnosti sa sirovih namirnica na one spremne za konzumiranje u frižiderima (stoga, namirnice spremne za konzumiranje treba da se drže na gornjim policama).

Tabela XVI-2. Moguće CCP u HACCP planovima u restoranima

Moguće CCP	Kritični limiti na CCP
Hlađenje hrane	hrana treba da se stavi na hlađenje u roku od 90 minuta, i da se postigne temperatura ispod 10°C u roku od 150 minuta
Čuvanje u frižideru	-1 do 5°C
Čuvanje u zamrzivaču	≤-12°C
Odmrzavanje hrane	pri 2 do 5°C, najviše 24 časa pre termičke obrade
Termička obrada	70 do 75°C u dubini tokom najmanje 2 minuta
Držanje termički obrađene hrane	≥63°C
Podgrevanje hrane	≥70°C u dubini, uz serviranje u roku od 30 minuta

POTROŠAČI

Nakon kupovine hrane, u fazi transporta do domaćinstva, tokom skladištenja i pripreme hrane, odgovornost za njenu bezbednost leži na samim potrošačima, a to je i jedini deo u lancu hranu koji nije regulisan na bilo koji način legislativom o bezbednosti hrane (Poglavlje XVII). Veliki broj epidemija alimentarnih oboljenja (ograničenih uglavnom samo na članove domaćinstva) se pripisuje upravo nepravilnim postupanjima sa hranom u domaćinstvima, a prevashodno usled neadekvatnog čuvanja hrane pre i nakon pripreme, neadekvatne termičke obrade, kao i unakrsne kontaminacije. Edukacija potrošača o rizičnim faktorima i merama prevencije putem medija je od velikog značaja.

Zimi, sva hrana treba da je u frižideru u roku od 2 sata, a leti u roku od 1 sata. Hrana animalnog porekla pri unošenju u domaćinstvo, ako se odmah ne priprema, treba da se drži u frižideru ili zamrzivaču, pa odmrzava pre pripremanja (na način kao u restoranima). Mnoga istraživanja su pokazala da temperature frižidera u domaćinstvima često odstupaju od poželjnih do 5°C (pa idu i preko 10°C), što omogućava rast nekih patogena i dostizanje kritičnih koncentracija, ukoliko se hrana ovako duže čuva. Važno je da se podešavanja temperature, kao i sama temperatura u frižiderima povremeno proverava. Takođe, prilikom kupovine hrane animalog porekla, ona bi trebalo da se kupuje na kraju nabavke, a isto važi za svu smrznutu hranu. Mariniranje hrane ili bilo koji drugi postupak koji duže traje, treba da se obavlja držanjem te hrane u frižideru.

Neadekvatan termički tretman je vrlo česta praksa. Preporučuje se da komadi hrane budu što manji/tanji ukoliko se primenjuju termičke obrade pri nižim temperaturama (npr. roštilj). Značajan problem nastaje i pri podgrevanju hrane kada se koriste mikrotalasne pećnice, a koje obično ne postižu temperaturu u dubini hrane veću od 45°C, pa ukoliko je bilo rasta mikroorganizama u periodu čuvanja spremljene hrane, neće doći do njihovog ponovnog uništavanja.

Unakrsna kontaminacija sa sirove na obrađenu hranu se smatra glavnim rizičnim faktorom za nastanak alimentarnih bolesti na nivou domaćinstva. Tome doprinosi činjenica da se često višekratno i dugotrajno koriste kuhinjske krpe koje postaju vlažne, a drže se pri sobnoj temperaturi, pa i najmanja kontaminacija mikroorganizmima može kasnije da bude izvor njihovog velikog broja usled njihovog rasta. Idealno bi bilo da se uvek koriste odvojeni pribori za sirovu hranu i hranu koja je obrađena ili već spremna za konzumaciju. Nepravilno pranje radnih površina, dasaka i pribora za sečenje koji se koriste za sirovu, pa obrađenu hranu, je čest uzrok pojedinačnih slučajeva alimentarnih bolesti ili epidemija u domaćinstvu. Pravilno pranje ruku pre rukovanja bilo kakvom hranom, kao i nakon rukovanja sirovom hranom animalnog porekla (tj. u toploj vodi, sapunom, najmanje 20 sekundi) je ključna mera prevencije unakrsne kontaminacije. Temeljno pranje voća i povrća, naročito onog koje se jede sa korom, je vrlo važno. Pogrešna praksa je pranje hrane animalnog porekla, kao što je meso (a naročito meso živine) u kuhinji, koje može dovesti do prskanja po obrađenoj hrani ili po posuđu i posledične kontaminacije bakterijama. Hrana animalnog porekla treba da se drži, uključujući u frižiderima, odvojeno od druge hrane, a najbolje upakovana. Dokazano je i da

se često na površinama frižidera nalaze neki od najvažnijih alimentarnih patogena koji su posledica ranije kontaminacije i neredovnog čišćenja frižidera (*S. aureus*, *Salmonella*, *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*). Stoga je važno da se frižideri pravilno održavaju, a da se hrana animalnog porekla drži na nižim policama.

Takođe, važno je ograničiti pristup kuhinji kućnim ljubimcima. Mačke i psi izlučuju neke od najvažnijih alimentarnih patogena (*Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., *E. coli* O157), ali su izvori i drugih zoonotskih agenasa. Stoga je važno da se ne dozvoli pristup životinjama u delove domaćinstva gde se priprema hrana, da se ljubimci ne hrane iz posuđa koji se koristi za ljude, odnosno da se za pripremu hrane za ljubimce koristi poseban pribor, kao i pranje ruku nakon svakog kontakta sa ljubimcima.

Na kraju, u domaćinstvima postoje i određene prakse konzervisanja hrane koje mogu da utiču na nastanak alimentarnih bolesti. Primer je priprema turšija i sličnih konzervisanih proizvoda koji u neindustrijskim uslovima ne mogu da budu pravilno sterilisani, što može da dovede do preživljavanja nekih mikroorganizama kao što su spore *Clostridium botulinum*, pa posledično isključivanja tih spora, rasta ovog mikroorganizma ukoliko mu uslovi pogoduju, a onda i nastanka botulizma.

XVII - LEGISLATIVA IZ HIGIJENE HRANE U EVROPSKOJ UNIJI I SRBIJI

LEGISLATIVA IZ HIGIJENE HRANE U EVROPSKOJ UNIJI

Proces donošenja legislative u EU

Mnogobrojni propisi iz oblasti higijene i bezbednosti hrane, između ostalog i animalnog porekla, uključujući i meso, bili su na snazi u Evropskoj uniji još od njenog uspostavljanja i postepenog širenja tokom druge polovine prethodnog veka. Međutim, nakon više kriza vezanih za hranu i bezbednost hrane u EU tokom 1990-ih (tj. prevashodno krize sa dioksinima u hrani i krize vezane za bolest ludih krava), a i kao rezultat osnivanja Svetske trgovinske organizacije u tom periodu, u EU je počela rasprava o zasnivanju legislative na naučnoj oceni rizika. Ovo je dovelo do donošenja Opšteg zakona o hrani u EU⁶⁵ (engl. *EU General Food Law Regulation*) 2002., godine, koji je predvideo osnivanje Evropske agencije za bezbednost hrane (EFSA).

Od tada, proces donošenja/menjanja/unapređenja legislative u oblasti hrane u EU se sastoji od tri glavna koraka: 1) Evropska komisija identifikuje problem i traži naučno mišljenje od strane EFSA, 2) eksperti EFSA pripremaju mišljenje o datom problemu i daju preporuke za rešavanje problema, i 3) Evropska komisija uzima u obzir predlog EFSA i donosi propise koji treba da kontrolišu problem, odnosno dugoročno da ga smanje na prihvatljivu meru ili eliminišu.

Evropska legislativa u oblasti životinja i hrane animalog porekla, bazirana je na primeni više zakona odnosno regulativa (engl. *regulations*; koje su obavezujući akti i moraju se primenjivati svuda u EU), direktiva (engl. *directives*; koje često postavljaju cilj koji se mora ispuniti za određeno vreme, a primenjive su na zemlje članice EU, ali i tkzv. „treće zemlje“), odluka (engl. *decisions*; u njima je precizirano na koga se odnose, odnosno za koga su obavezne), kao i preporuka (engl. *recomendations*; koje nisu obavezne za bilo koga, odnosno ne postoji bila kakva legalna posledica ako se ne ispune, a praktično predstavljaju ono čemu se teži u EU) i mišljenja i vodiča (nisu obavezujući, ali služe da unaprede opšte stanje u nekoj oblasti, kao što je bezbednost hrane).

Najvažniji elementi legislative o hrani u EU

Opšti EU zakon o hrani definiše principe bezbednosti hrane, odgovornosti, sledljivosti, predostrožnosti, kao i, već pomenuto, osnivanje i ulogu EFSA. Praktično gledano, cilj ovog zakona je da osigura da sva hrana koja se nalazi na tržištu EU bude bezbedna, a to se postiže primenom analize rizika, tj. zasnovanosti upravljanja rizikom na oceni rizika (Poglavlje III), kao i razmatranja celog lanca hrane (Poglavlje I) u određivanju i primeni kontrolnih mera.

⁶⁵ Regulativa EU 178/2002

Na osnovu Opšteg EU zakona o hrani, proistekao je niz regulativa, direktiva, odluka, kao i preporuka i mišljenja. Prvi značajan korak je bio donošenje paketa propisa 2004. godine (tkzv. „Higijenski paket“) koji je stupio na snagu od 2006. godine. Ovaj paket propisa je uključivao regulative o higijeni hrane⁶⁶, higijenskim pravilima za hranu animalnog porekla⁶⁷, zvaničnim kontrolama (npr. inspekciji mesa)⁶⁸, kao i o zvaničnim kontrolama čiji je cilj da se proverí primena zakona o hrani, stočnoj hrani, zdravlju i dobrobiti životinja⁶⁹. Suština ovog paketa je bila da se sakupe na jednom mestu i unaprede svi prethodni EU propisi iz oblasti higijene hrane, kao i da se, na najprostiji mogući način, harmonizuju postojeći EU propisi u ovoj oblasti, ali i pojednostave zahtevi i kontrole u, inače vrlo kompleksnom, sistemu osiguranja bezbednosti hrane. Propisi iz ovog paketa uspostavili su veću odgovornost subjekta koji posluje hranom u proizvodnji bezbedne hrane, i to u odnosu na nadležne organe koji verifikuju ispravnu implementaciju datih propisa. Važan aspekt je bilo i propisivanje da sva proizvodnja treba da bude zasnovana na GHP i HACCP principima, ali su obuhvaćeni i drugi elementi u lancu hrane - npr. opšta načela transporta životinja u klanicu, zahtevi za klanice i objekte za rasecanje mesa po pitanju izgradnje, uređenja i opreme, potom načela higijene tokom klanja životinja i obrade trupova, rasecanja i otkoštavanja mesa, itd. Dalje, posebno je regulisana inspekcija mesa, uključujući i analizu informacija iz lanca hrane. Na kraju, obuhvaćene su i službene kontrole koje se sprovode radi verifikacije sprovođenja Opšteg zakona o hrani i hrani za životinje, kao i propisa o zdravlju i dobrobiti životinja. Higijenski paket je, kasnijih godina, nadograđen sa više propisa koji su specifično regulisali određene segmente bezbednosti hrane (npr. o mikrobiološkim kriterijumima⁷⁰, testiranju na *Trichinella*⁷¹, itd.).

U međuvremenu su u EU, propisi počeli da se delimično menjaju, sa ciljem daljeg unapređenja bezbednosti hrane. U pogledu higijene i bezbednosti mesa, nakon rada EFSA na procesu revizije inspekcije mesa i definisanja novog sistema osiguranja bezbednosti mesa zasnovanog na oceni rizika, u periodu oko 2010. godine (Poglavlje XII), Evropska komisija je počela sa izmenama odnosne legislative. To je dovelo do izmena određenih delova Higijenskog paketa i propisa čime je nadograđen ovaj paket. Ove promene su, u početku, uključivale stroži kriterijum procesne higijene za *Salmonella* na trupovima svinja⁷², samovizuelnu inspekciju niskorizičnih svinja⁷³, izuzetke o *Trichinella* testiranju svinja kada potiču sa farmi sa visokim nivoom biosigurnosih mera ili kada će meso biti zamrznuto (pod određenim režimom vreme/temperatura)⁷⁴, kao i uvođenje kriterijuma procesne higijene za *Campylobacter* na trupovima brojlera⁷⁵.

U cilju dalje harmonizacije u okviru EU i bolje primenjenosti ocene rizika u celokupnoj analizi rizika u bezbednosti hrane, došlo je i do sledeće značajne izmene Higijenskog paketa (odnosno, danas, 2023. godine, samo je deo Higijenskog paketa i dalje na

⁶⁶ Regulativa EU 852/2004

⁶⁷ Regulativa EU 853/2004

⁶⁸ Regulativa EU 854/2004

⁶⁹ Regulativa EU 882/2004

⁷⁰ Regulativa EU 2073/2005

⁷¹ Regulativa EU 2075/2005

⁷² Regulativa EU 217/2014

⁷³ Regulativa EU 219/2014

⁷⁴ Regulativa EU 2015/1375

⁷⁵ Regulativa EU 2017/1495

snazi), prevashodno donošenjem regulative o zvaničnim kontrolama i drugim zvaničnim aktivnostima koje se izvode u cilju primene zakona o bezbednosti hrane i stočne hrane, zaštite zdravlja i dobrobiti životinja i zaštite biljaka⁷⁶. Na osnovu te regulative, od kraja 2019. godine su stupili na snagu novi propisi kojima su bolje definisani posebni minimalni uslovi za veterinarske inspektore i njihove pomoćnike⁷⁷, a izmenjena su i specifična pravila zvaničnih kontrola hrane animalnog porekla (npr. inspekcija mesa svih vrsta je revidirana da bude zasnovana na oceni rizika)⁷⁸, itd.

U skorijoj budućnosti se očekuju i druge promene legislative čija će svrha biti dalje unapređenje bezbednosti hrane, ali i efikasnije mere službenih kontrola (uključujući od strane veterinarskih inspektora).

LEGISLATIVA IZ HIGIJENE HRANE U SRBIJI

Današnja legislativa u oblasti higijene i bezbednosti hrane u našoj zemlji, najvećim je delom prevod evropske legislative (što je, između ostalog, deo harmonizacije propisa u procesu pristupanja Srbije Evropskoj uniji). Osnova legislative je Zakon o bezbednosti hrane⁷⁹, koji opisuje načela bezbednosti hrane, nadležnosti, međunarodne obaveze u oblasti bezbednosti hrane, opšte uslove bezbednosti hrane, odgovornosti subjekata koji posluju hranom, kao i planove službenih kontrola i inspekcijски nadzor. Takođe, u celoj oblasti higijene i bezbednosti hrane, primenjivi su i delovi iz Zakona o dobrobiti životinja⁸⁰, kao i ranije donešenog Zakona o veterinarstvu⁸¹. Na osnovu ova tri zakona, donet je niz pravilnika (Tabela XVII-1) koji regulišu higijenu hrane, ali i druge oblasti direktno povezane sa higijenom hrane animalog porekla.

⁷⁶ Regulative EU 2017/625

⁷⁷ Regulative EU 2019/624

⁷⁸ Regulative EU 2019/627

⁷⁹ RS, 2009a

⁸⁰ RS, 2009b

⁸¹ RS, 2005

Tabela XVII-1. Pregled najvažnijih pravilnika u oblasti higijene hrane u Srbiji

Pravilnik	Mesto objave
Pravilnik o obliku i sadržini žiga, odnosno potvrde o bezbednosti divljači za ishranu ljudi, kao i o načinu i postupku obeležavanja hrane životinjskog porekla	Službeni glasnik RS, broj 44/07
Pravilnik o utvrđivanju programa sistematskog praćenja rezidua farmakoloških, hormonskih i drugih štetnih materija kod životinja, proizvoda životinjskog porekla, hrane životinjskog porekla i hrane za životinje	Sl. glasnik RS, 91/09
Pravilnik o uslovima i sredstvima za lišavanje životinja života, načinu postupanja sa životinjama neposredno pre klanja, načinu omamljivanja i iskrvarenja životinja, uslovima i načinu klanja životinja bez prethodnog omamljivanja, kao i programu obuke o dobrobiti životinja tokom klanja	Sl. glasnik RS, 14/10
Pravilnik o veterinarsko-sanitarnim uslovima, odnosno opštim i posebnim uslovima za higijenu hrane koje moraju da ispunjavaju objekti za promet odstreljene divljači, kao i načinu vršenja službene kontrole odstreljene divljači	Sl. glasnik RS, 68/10
Pravilnik o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa	Sl. glasnik RS, 72/10
Pravilnik o uslovima higijene hrane	Sl. glasnik RS, 73/10
Pravilnik o načinu i postupku sprovođenja službene kontrole hrane životinjskog porekla i načinu vršenja službene kontrole životinja pre i posle njihovog klanja	Sl. glasnik RS, 99/10
Pravilnik o veterinarsko-sanitarnim uslovima, odnosno opštim i posebnim uslovima za higijenu hrane životinjskog porekla, kao i o uslovima higijene hrane životinjskog porekla	Sl. glasnik RS, 25/11
Pravilnik o načinu razvrstavanja i postupanja sa sporednim proizvodima životinjskog porekla, veterinarsko-sanitarnim uslovima za izgradnju objekata za sakupljanje, preradu i uništavanje sporednih proizvoda životinjskog porekla, načinu sprovođenja službene kontrole i samokontrole, kao i uslovima za stočna groblja i jame grobnice	Sl. glasnik RS, 31/11
Pravilnik o veterinarsko-sanitarnim uslovima objekata za promet životinja	Sl. glasnik RS, 105/13
Pravilnik o deklarisanju, označavanju i reklamiranju hrane	Sl. glasnik RS, 19/17
Pravilnik o načinu praćenja zoonoza i uzročnika zoonoza	Sl. glasnik RS, 76/17
Pravilnik o utvrđivanju mera za rano otkrivanje, dijagnostiku, sprečavanje širenja, suzbijanja i iskorenjivanje infekcija živine određenim serotipovima salmonela	Sl. glasnik RS, 36/18
Pravilnik o kvalitetu jaja	Sl. glasnik RS, 7/19
Pravilnik o registraciji, odobravanju objekata za sakupljanje, preradu i uništavanje sporednih proizvoda životinjskog porekla	Sl. glasnik RS, 12/19
Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa	Sl. glasnik RS, 50/19
Pravilnik o izmenama Pravilnika o utvrđivanju mera ranog otkrivanja i dijagnostike zarazne bolesti transmisivnih spongioformnih encefalopatija, načinu njihovog sprovođenja, kao i merama za sprečavanje širenja, suzbijanje i iskorenjivanje ove zarazne bolesti	Sl. glasnik RS, 54/19
Pravilnik načinu vršenja službene kontrole životinja pre i posle njihovog klanja na prisustvo trihinele u mesu	Sl. glasnik RS, 48/22

LITERATURA

1. Adams M. R., Moss M. O. (2008) *Food Microbiology* (3rd Ed.) RSC Publishing, UK.
2. Antic D., Blagojevic B., Ducic M., Nastasijevic I., Mitrovic R., Buncic S. (2010) Distribution of microflora on cattle hides and its transmission to meat via direct contact. *Food Control* 21, 1025–1029.
3. Antic D., Houf K., Michalopoulou E., Blagojevic B. (2021) Beef abattoir interventions in a risk-based meat safety assurance system. *Meat Science* 182, 108622.
4. Antunovic B., Blagojevic B., Johler S., Guldemann C., Vieira-Pinto M., Vågsholm I., Meemken D., Alvseike O., Georgiev M., Alban L. (2021) Challenges and opportunities in the implementation of new meat inspection systems in Europe. *Trends in Food Science and Technology* 116, 460-467.
5. Batt C. A., Tortorello M-L. (2014) *Encyclopedia of food microbiology* (2nd Ed.). Academic Press – Elsevier, the Netherlands.
6. Bhunia A. K. (2008) *Foodborne Microbial Pathogens - Mechanisms and Pathogenesis*, Springer, USA.
7. Blagojević B., Dučić M., Radovanović D., Tešić M., Pejin I., Mirilović M., Tajdić N., Avery S. (2009). U Tom I: *Priroda i opšti principi preduslovnih programa i HACCP planova*. Bunčić S. (Ed.) *Vodič za razvoj i primenu preduslovnih programa i HACCP principa u proizvodnji hrane*. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Srbije, Uprava za veterinu, Beograd, Srbija, pp. 1-155.
8. Blagojevic B., Antic D., Ducic M., Buncic S. (2011) Ratio between carcass- and skin-microflora as an abattoir process hygiene indicator. *Food Control* 22, 186-190.
9. Blagojevic B., Antic D., Ducic M., Buncic S. (2012) Visual cleanliness scores of cattle at slaughter and microbial loads on the hides and the carcasses. *Veterinary Record* 170, 563.
10. Blagojevic B., Antic D. (2014) Assessment of potential contribution of official meat inspection and abattoir process hygiene to biological safety assurance of final beef and pork carcasses. *Food Control* 36, 174-182.
11. Blagojevic B., Dadios N., Reinmann K., Guitian J, Stärk K.D.C. (2015) Green offal inspection of cattle, small ruminants and pigs in the United Kingdom: Impact assessment of changes in the inspection protocol on likelihood of detection of selected hazards. *Research in Veterinary Science* 100, 31-38.
12. Blagojevic B., Robertson L.J., Vieira-Pinto M., Johansen M.V., Laranjo-González M., Gabriël S. (2017) Bovine cysticercosis in the European Union: impact and current regulations, and an approach towards risk-based control. *Food Control* 78, 64-71.
13. Blagojevic B., Nesbakken T., Alvseike O., Vågsholm I., Antic D., Johler S., Houf K., Meemken D., Nastasijevic I., Vieira-Pinto M., Antunovic B., Georgiev M., Alban L. (2021) Drivers, opportunities, and challenges of the European risk-based meat safety assurance system. *Food Control* 124, 107870.
14. Bonardi S., Blagojevic B., Belluco S., Roasto M., Gomes-Neves E., Vågsholm I. (2021) Food chain information in the European pork industry: where are we? *Trends in Food Science and Technology* 118 (part B), 833-839.
15. Buncic S. (2006) *Integrated Food Safety and Veterinary Public Health*. CABI International Publishing, UK.

16. Buncic S., Collins J. D., Smulders F. J.M. Colin P. (2009) Biological food safety in relation to animal welfare. In Smulders F.J.M., Alglers B. (Ed.) Welfare of production animals: assessment and management of risks. Wageningen Academic Publishers, the Netherlands.
17. Buncic S., Nychas G.J., Lee M.R.F., Koutsoumanis K., Hébraud M., Desvaux M., Chorianopoulos N., Bolton D., Blagojevic B., Antic D. (2014) Microbial pathogen control in the beef chain: recent research advances. *Meat Science* 97, 288–297.
18. Buncic S., Antic D., Blagojevic B. (2017) Microbial Ecology of Poultry and Poultry Products (Chapter 24). In: de Souza Sant'Ana A. (Ed.) *Quantitative Microbiology in Food Processing: Modeling the Microbial Ecology*. John Wiley & Sons, Ltd., USA.
19. Buncic S., Alban L., Blagojevic B. (2019) From traditional meat inspection to development of meat safety assurance programs in pig abattoirs - the European situation. *Food Control* 106, 106705.
20. CAC (2003). Recommended international code of practice – general principles of food hygiene (CAC/RCP 1-1969, Rev. 4–2003). Codex Alimentarius Commission.
21. CAC (2005). Code of hygienic practice for meat (CAC/RCP 58-2005). Codex Alimentarius Commission.
22. CDC (2022) Centers for Disease Control and Prevention (<https://www.cdc.gov/>).
23. Cegar S., Kuruca Lj., Vidovic B., Antic D., Hauge S. J., Alvseike O., Blagojevic B. (2022) Risk categorisation of poultry abattoirs on the basis of the current process hygiene criteria and indicator microorganisms. *Food Control* 132, 108530.
24. Dikeman M., Devine C. (2014) *Encyclopedia of meat sciences* (2nd Ed.). Academic Press – Elsevier.
25. EC (2003) Risk assessment of food borne bacterial pathogens: Quantitative methodology relevant for human exposure assessment. Adopted by the Scientific Steering Committee at its Plenary Meeting 16-17 January 2003. European Commission.
26. EC (2016) Commission notice on the implementation of food safety management systems covering prerequisite programs (PRPs) and procedures based on the HACCP principles, including the facilitation/flexibility of the implementation in certain food businesses (2016/C 278/01). European Commission.
27. EFSA (2011-2013a) Naučna mišljenja o reviziji inpekcije mesa. European Food Safety Authority (<https://www.efsa.europa.eu>).
28. EFSA (2011-2013b) Tehničke specifikacije o harmonizovanim epidemiološkim indikatorima. European Food Safety Authority (<https://www.efsa.europa.eu>).
29. EFSA/ECDC (2012-2022) Izveštaji o monitoringu zoonoza u Evropi. European Food Safety Authority & European Centre for Disease Prevention and Control (<https://www.efsa.europa.eu>).
30. EFSA (2020) Scientific Opinion on the evaluation of public and animal health risks in case of a delayed post-mortem inspection in ungulates. *EFSA Journal* 2020; 18(12):6307, 125 pp.
31. EFSA (2023) Scientific Opinion on microbiological safety of aged meat. *EFSA Journal* 2023;21(1):7745, 101 pp.
32. EU (2022) Legislativa u oblasti bezbednosti hrane u Evropskoj uniji - Regulativa EU 2406/96, Regulativa EU 178/2002, Regulativa EU 1/2005, Regulativa EU 1099/2009, Regulativa EU 852/2004, Regulativa EU 853/2004, Regulativa EU 854/2004,

- Regulativa EU 882/2004, Regulativa EU 2073/2005, Regulativa EU 2075/2005, Regulativa EU 217/2014, Regulativa EU 219/2014, Regulativa EU 2015/1375, Regulativa EU 2017/1495, Regulativa EU 2017/625, Regulativa EU 2017/1182, Regulativa EU 2019/624, Regulativa EU 2019/627, Direktiva 2003/99/EC, Direktiva 96/23/EC, Direktiva 98/83/EC, Odluka 2001/471/EC. European Union.
(<https://eur-lex.europa.eu/content/summaries/summary-30-expanded-content.html>).
33. FAO (2004). Good practices for the meat industry. FAO animal production and health manual, 2:1-308. Food and Agriculture Organization.
 34. FAO/WHO (2006) Food safety risk analysis - A guide for national food safety authorities. FAO food and nutrition paper 87. Food and Agriculture Organization & World Health Organisation.
 35. FDA (2012) Bad Bug Book - Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins (2nd Ed.). Food and Drug Administration, USA.
 36. Ferri M., Blagojevic B., Maurer P., Hengl B., Guldemann C., Mojsova S., Sakaridis I., Antunovic B., Gomes-Neves E., Zdolec N., Vieira-Pinto M., Johler S. (2023) Risk based meat safety assurance system - An introduction to key concepts for future training of Official Veterinarian. Food Control 146, 109552.
 37. FSA (2019) Meat Industry Guide. Food Standards Agency, UK.
 38. Gorris L.G.M. (2005) Food safety objective: An integral part of food chain management. Food Control 16(9), 801-809.
 39. Gracey J.F., Collins D.S., Huey R.J. (1999) Meat hygiene. 10th Ed. W. B. Saunders, UK.
 40. Grandin T. (2013) Recommended Animal Handling Guidelines & Audit Guide: A Systematic Approach to Animal Welfare. American Meat Institute, Washington, DC, USA
 41. Heredia N., Wesley I., Garcia S. (2009) Microbiologically Safe foods. John Wiley & Sons, Inc, USA.
 42. HSA (2013) Captive-Bolt Stunning of Livestock. Human Slaughter Association, UK, pp. 1-34 (www.hsa.org.uk).
 43. HSA (2016) Electrical Stunning of Red Meat Animals. Human Slaughter Association, UK, pp. 1-27 (www.hsa.org.uk).
 44. Institut za javno zdravlje Srbije (2017-2023) Izveštaji o zaraznim bolestima u Republici Srbiji za period 2015-2021 godine (<https://www.batut.org.rs/>).
 45. Kuruca Lj., Belluco S., Vieira-Pinto M., Antic D., Blagojevic B. (2023) Current control options and a way towards risk-based control of *Toxoplasma gondii* in the meat chain. Food Control 146, 109556.
 46. Lawley R., Curtis L., Davis J. (2008) The Food Safety Hazard Guidebook. RSC Publishing, UK.
 47. Lund B., Baird-Parker T.C., Gould F. W. (2000) The Microbiological Safety and Quality of Food. Aspen Publishers, Inc., USA.
 48. Morris J. G., Potter M. E. (2013) Foodborne Infections and Intoxications (4th Ed.). Academic Press – Elsevier, the Netherlands.
 49. MS (2007) Food safety according to Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system. Malaysian Standard MS 1480: 2007, Department of Standard, Malaysia.

50. NACMCF (1998). Hazard Analysis and Critical Control Point principles and guidelines for its application. *J. Food Prot.* 1998;61(9):1246–1259.
51. Ninios T., Lunden J., Korkeala H., Fredriksson-Ahomaa M. (2014) Meat inspection and control in slaughterhouse (2014). Willey Blackwell, UK.
52. Norrung B., Andersen J. K., Bunnick S. (2009) Main Concerns of Pathogenic Microorganisms in Meat. In Toldra F. (Ed.) *Safety of Meat and Processed Meat*. Springer, USA.
53. OECD/FAO (2022) *Agricultural Outlook 2022-2031*. Organisation for Economic Co-operation and Development & Food and Agriculture Organization (https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook_19991142).
54. Roasto M., Bonardi S., Mäesaar M., Alban L., Gomes-Neves N., Vieira-Pinto M., Vågsholm I., Elias T., Lindegaard L. L., Blagojevic B. (2023) *Salmonella enterica* prevalence, serotype diversity, antimicrobial resistance and control in the European pork production chain. *Trends in Food Science and Technology* 131, 210-219.
55. RS (2005) *Zakon o veterinarstvu*. Službeni glasnik RS, br. 91/05.
56. Republika Srbija (2009a) *Zakon o bezbednosti hrane* Sl. glasnik RS, 41/09.
57. RS (2009b) *Zakon o dobrobiti životinja*. Sl. glasnik RS, 41/09.
58. Uprava za veterinu (2022) *Pravilnici u oblasti bezbednosti hrane - navedeni na strani 392*. Republika Srbija (<https://www.vet.minpolj.gov.rs/dokumenta/pravilnici/>).
59. Wilson W.G. (2005) *Wilson's Practical Meat Inspection* (7th Ed). Blackwell Publishing Ltd., UK.
60. Warriss P. D. (2000) *Meat Science – An Introductory Text*. CABI Publishing, UK.
61. WOAH (2022) *World Organisation for Animal Health* (<https://www.woah.org>).