

Kontaminacija mesa mikroorganizmima prilikom proizvodnog procesa i patogeni koji najčešće uzrokuju bolesti kod ljudi

Rogina, Laura

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:074744>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-04**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski studij Prehrambena tehnologija

Laura Rogina
7226/PT

**KONTAMINACIJA MESA MIKROORGANIZMIMA PRILIKOM PROIZVODNOG
PROCESA I PATOGENI KOJI NAJČEŠĆE UZROKUJU BOLESTI KOD LJUDI**

Završni rad

Predmet: Kemija i tehnologija mesa i ribe

Mentor: Prof. dr. sc. Helga Medić

Zagreb, 2021.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski sveučilišni studij Prehrambena tehnologija

Zavod za prehrambenu – tehnološko inženjerstvo
Laboratorij za tehnologiju mesa i ribe

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

Kontaminacija mesa mikroorganizmima prilikom proizvodnog procesa i patogeni koji najčešće uzrokuju bolesti kod ljudi

Laura Rogina, 0058209111

Sažetak:

Mikroorganizmi predstavljaju velik problem u svim granama prehrambene industrije budući da vrlo lako dolazi do kontaminacije sirovine, a taj problem posebno je izražen u mesnoj industriji zbog građe i kemijskog sastava mesa koji posebno pogoduje njihovom rastu i razmnožavanju. U ovom radu navode se najčešći uzroci mikrobnog kontaminacije i parametri koji su bitni za rast samih mikroorganizama, a isto tako i postupci kojima nastojimo spriječiti da dođe do kvarenja hrane i ekonomskih gubitaka koji su posljedica kvarenja. Također velik problem su i patogeni mikroorganizmi poput Salmonelle, Escherichie, Listerie, Camylobactera i Yersinie koji su prepoznati kao najčešći uzročnici bolesti koje su povezane sa konzumacijom mesa i mesnih proizvoda. Veliku ulogu u prevenciji bolesti i samog mikrobnog kvarenja ima upotreba HACCP sustava čija nam primjena omogućava prepoznavanje rizika kroz 7 principa kojim se ovaj sustav vodi.

Ključne riječi: kontaminacija mesa, mikrobnog kvarenje, patogeni mikroorganizmi

Rad sadrži: 21 stranicu, 1 tablicu, 1 sliku, 34 literaturna navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: prof. dr. sc. Helga Medić

Datum obrane: rujna, 2021.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

University of Zagreb

Faculty of Food Technology and Biotechnology

University undergraduate study Food Technology

Department of Food Engineering

Laboratory for Meat and Fish Technology

Scientific area: Biotechnical Sciences

Scientific field: Food Technology

**Meat contamination with microorganisms during production process and
pathogens connected with food diseases**

Laura Rogina, 0058209111

Abstract:

Microorganisms represent a huge problem in every field of food industry since raw material is easily contaminated, this problem is specially conspicuous in meat industry because of structure and chemical compounds of meat which is good medium for their production and growth. In this thesis are given the most common reasons and parameters which are essential for microbial growth and also methods which are used to prevent food spoilage and economical waste as a result of spoilage. Pathogens such as Salmonella, Escherichia, Listeria, Campylobacter and Yersinia are recognised as most common cause of food poisoning connected with meat and meat products. HACCP system has very important role in prevention of microbial growth and food poisoning. It is based on 7 principles and allows us to recognise main hazards in production and processing of meat.

Keywords: meat contamination, microbial spoilage, pathogen microorganism,

Thesis contains: 21 pages, 1 picture, 1 table, 34 references

Original in: Croatian

Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: PhD. Helga Medić, Full professor

Defence date: September, 2021.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. GRAĐA I KEMIJSKI SASTAV MESA	2
2.2. MIKROBIOLOŠKI PROBLEMI KOD MESA	3
2.3. PARAMETRI KOJI UTJEČU NA RAST MIKROORGANIZAMA	5
2.4. IZVORI MIKROBIOLOŠKE KONTAMINACIJE	7
2.5. PATOGENE BAKTERIJE U MESU	8
2.5.1 SALMONELLA.....	8
2.5.2. ESCHERICHIA	10
2.5.3 LISTERIA	10
2.5.4 CAMPYLOBACTER	11
2.5.5 YERSINIA.....	12
2.6 SPRJEČAVANJE KVARENJA MESA I MESNIH PROIZVODA	13
3. ZAKLJUČAK	19
4. LITERATURA	20

1.UVOD

Meso domaćih i divljih životinja je visoko cjenjena hrana širom svijeta i ima važnu ulogu zbog nutritivnog sastava - važan je izvor visoko kvalitetnih proteina, vitamina i minerala. U prehrani ljudi upravo se meso smatra najbogatijim izvorom bjelančevina, a po strukturi su upravo bjelančevine koje potječu iz mesa najbližnje bjelančevinama koje nalazimo u ljudskom organizmu. U svom sastavu imaju sve esencijalne aminokiseline, one koje ljudsko tijelo ne može samostalno sintetizirati te ih je potrebno unijeti putem hrane.

Vrlo je kvarljiva namirnica i potrebno je pravilno rukovati njome kako bi se osigurao što duži rok trajanja. Prema *Oxford English Dictionary*, kvarenje je općenito definirano kao izostanak pouzdane, svrhovite i djelotvorne kakvoće. Kada je namirnica pokvarena, njezine su osobine promijenjene tako da tijekom dužeg vremenskog razdoblja nije upotrebljiva (Duraković i sur. 2002).

Ako nisu primijenjene određene tehnike pakiranja i skladištenja, svježe meso na sobnoj temperaturi (15-30°C) imat će rok trajanja od jednog dana ili kraći, a ako se čuva u hladnjaku na temperaturi 0-10°C pokvarit će se u roku od par dana ili tjedana zbog mikrobiološkog rasta. Kvarenje mesa u tim slučajevima znači da je detektirana količina bakterija najmanje $10^7/\text{cm}^2$ ili $10^8/\text{g}$. Osjetljivost mesa na kontaminaciju i rast patogenih mikroorganizama pokazuje nam činjenica da je meso namirnica koja se češće veže uz bolesti koje se prenose hranom – do 40% bolesti koje se prenose hranom povezuju se sa konzumacijom mesnih proizvoda od sisavaca i piletine.

Svježe meso i perad idealni su izvori nutrijenata za širenje i rast patogenih bakterija i bakterija koje uzrokuju kvarenje hrane. Mikroorganizmi su prisutni u okolini u kojoj životinja boravi i unutar same životinje, a često su i one životinje čije nam se zdravstveno stanje čini dobro, nositelji patogena.

Kako bi se spriječila mogućnost rasta bakterija uzročnika kvarenja i pojave bolesti uzrokovana patogenim mikroorganizmima najbitnija stavka je poštivanje svih normi tijekom proizvodnog procesa te dobra higijenska praksa, uz pravilnu primjenu HACCP sustava.

Cilj ovog rada je upoznati se s problemima koji se svakodnevno javljaju u industriji mesa, mikrobnim kontaminacijama, posljedicama koje izazivaju patogeni mikroorganizmi i metodama koje koristimo da bi rizik sveli na najmanju moguću razinu.

2. TEORIJSKI DIO

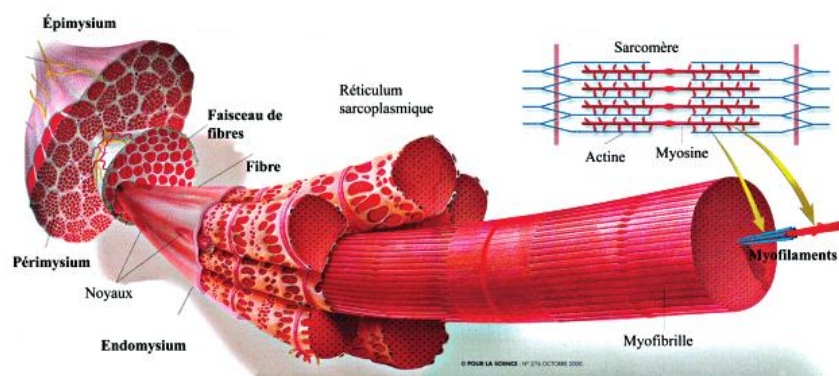
2.1. GRAĐA I KEMIJSKI SASTAV MESA

Prema europskom zakonodavstvu pojam meso odnosi se na jestive dijelove trupa kopitara – goveda, svinje, ovce i koze kao i peradi te divljih životinja. Meso je vrlo važan dio uravnotežene prehrane – bogato je visoko vrijednim proteinima, mastima poput omega-3-masnim kiselinama, mineralima poput cinka, željeza, selenija, kalija, magnezija te vitaminima A i B skupine i folnom kiselinom (Gracey i sur., 1999). Po kemijskom sastavu tri najvažnije komponente mesa su voda, proteini i masti. Vrlo je bitan udio ove tri komponente jer upravo to određuje tržišnu vrijednost mesa i njegovu kvalitetu.

Jestivo životinjsko meso sastoji se od mišićnog tkiva, a uključuje i organe poput srca, jetre i bubrega. Upravo je mišićno tkivo, koje se čini većinu trupa i predstavlja od 35 do 60% tjelesne mase životinje, najvažnije za ljudsku prehranu.

Na građu i kemijski sastav mišićja djeluje više faktora, a najbitniji su vrsta životinje i pasmina, starost, spol, prehrana, način držanja, zdravstveno i fiziološko stanje životinje. Skeletne mišiće sačinjavaju mišićna vlakna, čiji je udio 90%, dok ostalih se preostalih 10% odnosi na vezivno i masno tkivo.

Mišićno tkivo sastoji se od mišićnih vlakana cilindrična oblika, koja su dugačka od svega nekoliko milimetara do 15 centimetara, a promjer može biti od 10 do 200 mikrometara. Mišićno vlakno sastoji se od 3 dijela – ovojnice, sarkoplazme i jezgre. U sarkoplazmi se nalaze miofibrili, tanke niti koje vrše funkciju skraćivanja vlakana kod pokretanja mišića. Mišićna vlakna povezana su ovojnicom u primarne snopiće, a zatim se ti snopići dalje povezuju u sekundarne, tercijarne itd., sve dok ne dobijemo konačnu strukturu mišića. Količina mišićnog tkiva ovisi o vrsti životinje čije meso analiziramo, u prosjeku postotak se kreće od 49 do 62%.



Slika 1. Struktura mišića Izvor: Listrat A. i sur. (2016)

Masno tkivo sastavljeno je od masnih stanica koje su međusobno odijeljene rahlim vezivnim tkivom. Količina masnog tkiva, boja, okus i miris ovise o prehrani, spolu, uzrastu i uhranjenosti životinje, a kvaliteta masnog tkiva ponajprije ovisi o prehrani životinja. Masno tkivo sastoji se od 70 do 95% masti, zatim od 0,5 do 7,2% bjelančevina i od 2 do 21% vode, a uz sve to prisutni su vitamini i minerali. Uhranjene životinje sadrže više masti, a manje bjelančevina i vode u masnom tkivu.

2.2. MIKROBIOLOŠKI PROBLEMI KOD MESA

Prema Oxford English Dictionary, kvarenje je općenito definirano kao izostanak pouzdane, svrhovite i djelotvorne kakvoće. Kada je namirnica pokvarena, njezine osobine su promijenjene tako da tijekom dužeg vremenskog razdoblja nije upotrebljiva. (Duraković i sur., 2002). Te promjene mogu biti uzrokovane oštećenjima, isušivanjem, promjenom boje, starošću ili užeglošću mesa, ali najčešće se pojavljuju kao rezultat djelovanja mikroorganizama. Kvarenje mesa kao rezultat rasta bakterija odvija u dva stadija. Prvi stadij u naseljavanju i rastu uključuje slabo pričvršćivanje mikrobnih stanica na površinu, odnosno reverzibilna sorpcija koja je uzrokovana van der Waalsovima silama ili nekim drugim fizičko-kemijskim faktorom. Drugi stadij je ireverzibilno pričvršćivanje što uključuje tvorbu glikokaliksa, izvanstaničnog polisaharidnog sloja koji ima bitnu funkciju kod bakterijskih stanica.

Mikroorganizme možemo podijeliti na korisne, štetne i patogene (Kegalj i sur., 2012.). Brojnost i tip mikroorganizama prisutnih na površini mesa mogu značajno utjecati na sigurnost, kvalitetu i rok trajanja proizvoda. Općenita karakteristika mikrobnog rasta je da ne možemo točno golim okom odrediti kada je taj proces započeo. Neki od faktora koji nam ukazuju na kvarenje mesa jesu promjena boje, promjena sastava, neobičan miris, sluzavost itd. Faktori koji utječu na pričvršćivanje bakterija su tip površine, faza rasta, temperatura, pokretljivost, prisustvo ostalih vrsta bakterija. Smatra se da najviše bakterija na mesu potječe s kože, u početku površina tkiva ispod kože ne sadrži nikakve bakterije, ali nakon izlaganja okolini vrlo lako može doći do kontaminacije tkiva bakterijom iz okoliša jer nakon uklanjanja kože u procesu obrade bakterije se prenose iz aerosola i prašine ili prilikom dodira s rukama radnika. Mikrobi dospijevaju na površinu trupla prilikom vađenja utrobe, a kontaminacija se u tom slučaju pojavljuje ako je probijen probavni sustav ili ako je fekalni materijal iz rektuma došao u dodir s truplom. Osim bakterija s kože i iz utrobe, moguća su onečišćenja bakterijama koje se nalaze u okolini gdje se vrši prerada – s podova, zidova,

dodirnih površina, noževa i ruku radnika. U slučaju da se ne zadovolje mikrobiološki standardi u mesnoj industriji prilikom prerade mesa doći će do gubitka kvalitete, kraćeg roka trajanja, ekonomskih gubitaka, a također može se uzrokovati trovanje hranom kod ljudi što u najgorem slučaju može izazvati smrt.

Primarna mikroflora mesa rezultat je načina klanja i obrade trupa, mikroorganizmi se s vanjskih površina životinje i njezinog probavnog sustava prenose na trup zbog neadekvatne higijene radnika, opreme i proizvodnog pogona. U cilju sprječavanja treba se uspostaviti dobra higijenska praksa i uspostaviti HACCP sustav u proizvodnom pogonu.

Kvarenje hrane događa se uslijed biokemijske aktivnosti mikroorganizama koji rastu u hrani. Zbog organoleptičkih promjena teksture, mirisa, vanjskog izgleda i okusa potrošač može lako posumnjati da je došlo do rasta neželjenih mikroorganizama. Upravo ove promjene štite milijune ljudi od bolesti koje uzrokuju patogene bakterije (Frazier, 1964.). Unatoč tome, organoleptičke promjene koje se događaju uslijed mikrobiološkog kvarenja hrane uočljive su tek kad njihov broj dosegne otprilike 10^7 CFU/g. Ove promjene događaju se kao posljedica razgradnje različitih komponenti od strane mikroorganizama – razgrađuju se šećeri, kompleksni ugljikohidrati, proteini i masti. TVC (Total viable count) broj je koji predstavlja koncentraciju mikroorganizama na nekom uzorku i ovisno o vrijednosti tog broja pojavljuju se određene vizualne promjene. U tablici 1. bolje je pojašnjeno poveznicu između vizualne procjene kvalitete i TVC/g mesa, odnosno brojnosti mikroorganizama.

Tablica 1. Vizualne promjene ovisno o iznosu TVC Izvor: Church i Wood (1992)

TVC/g	Vizualna procjena
10^4	Nema vizualnih znakova kvarenja, vrlo dobra kvaliteta proizvoda
10^6	Vrlo često ovo predstavlja granicu ispravnog i neispravnog proizvoda, ali nema vidljivih znakova kvarenja
10^8	Neugodan miris i okus
10^9	Mikrobna masa vidljiva je golim okom

Mikroorganizmi koji se najčešće pojavljuju na sirovom mesu i uzrokuju infekcije i intoksikacije su *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157:H7, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *C. botulinum*, *Bacillus cereus* i mnoge druge.

2.3. PARAMETRI KOJI UTJEČU NA RAST MIKROORGANIZAMA

Sljedeći vanjski parametri smatraju se najvažnijim za rast, razmnožavanje i preživljavanje mikroorganizama u namirnicama, a odnose se na osobine okoliša u kojem se namirnica nalazi. To su temperatura skladištenja, relativna vlažnost okoliša, prisutnost i koncentracija plinova u okolišu, osmotski tlak i prisutnost drugih mikroorganizama (Adams i Moss, 2008).

Temperatura se smatra jednim od najvažnijih parametara koji utječu na rast mikrobnih stanica, a mikroorganizmi rastu u širokom rasponu temperature, ovisno o rodu i vrsti kojoj pripadaju. Mikroorganizmi, ovisno o vrsti, rastu pri različitim temperaturama i zato je važno da odaberemo prikladnu temperaturu za skladištenje određene vrste namirnice. Stanice rastu u određenom rasponu temperature, a taj raspon određen je minimalnom temperaturom ispod koje su stanice metabolički neaktivne i maksimalnom temperaturom iznad koje stanice također ne mogu rasti. Unutar tog temperaturnog raspona nalazi se optimalna temperatura, koja je različita za svaki mikroorganizam i kod koje se on najbolje razmnožava. Generalno razlikujemo psihofile, koji najbolje rastu pri temperaturama nižim od 20°C; mezofile, koji najbolje rastu prije temperaturama od 20 do 40°C i termofile koji najbolje rastu kod temperatura viših od 40°C. Vrlo je važno znati raspon temperature kod kojih mikroorganizmi specifični za pojedinu namirnicu rastu, zbog odabira prikladne temperature za skladištenje namirnica.

Relativna vlažnost okoliša u kojem su skladištene namirnice drugi je bitan faktor za rast, razmnožavanje i preživljavanje mikroorganizama i usko je povezana sa a_w vrijednostima namirnice. Aktivitet vode je fizikalno-kemijsko svojstvo hrane koje se definira kao količina dostupne slobodne vode koja je dostupna mikroorganizmima za rast, što je a_w vrijednost niža to znači da ima manje dostupne slobodne vode za potrebe rasta mikroorganizama. Bakterije mogu rasti do a_w vrijednosti od 0,75, a plijesnima i kvascima je granična a_w vrijednost za rast 0,62. Budući da svježe meso ima a_w vrijednost oko 0,999, otvara se mogućnost rasta različitim vrstama mikroorganizama. Meso je namirnica sa izrazito visokom a_w vrijednošću i upravo se iz tog razloga trebaju skladištiti u uvjetima sa niskom RH vrijednošću. Tada namirnice gube slobodnu vodu i uspostavlja se ravnoteža relativne vlažnosti.

Prisutnost i aktivnost drugih mikroorganizama sljedeći je faktor koji utječe na mikrofloru u određenoj namirnici ili proizvodu. Mikroflora koja je prisutna ovisi o karakteristikama te namirnice i o termičkoj obradi kroz koju je ona prošla. Mješovite kulture

česta su pojava i često dolazi do kompeticije između patogenih i drugih bakterija, što rezultira inhibicijom ili pojačanim rastom jednog od mikroorganizama. Neki od mikroorganizama proizvode tvari poput antibiotika, bakteriocina, organskih kiselina i dr. koji mogu inhibirati rast ili imati letalni učinak na druge prisutne mikroorganizme.

Koncentracija plinova u okolišu bitan je faktor budući da se mikrobi svrstavaju u pet skupina, ovisno o njihovim reakcijama s raspoloživim plinovima. U metabolizmu mikroorganizama kisik najčešće služi kao akceptor elektrona, a CO₂ im predstavlja izvor hranjivih tvari. S obzirom na njihove potrebe za O₂ i CO₂ razlikujemo aerobne (zahtijevaju kisik za rast) , mikroaerofile (zahtijevaju kisik u manjim koncentracijama nego u zraku), striktno anaerobne, aerotolerantne anaerobne i fakultativne anaerobne mikroorganizme.

Osmotski tlak pojavljuje se kada voda ulazi u stanične membrane i on je jedan od faktora koji utječu na rast mikrobni stanica, a cilj osmotskog tlaka je da se koncentracije izjednače na obje strane membrane. Mikroorganizmima pogoduje okolina unutar područja osmotskog tlaka, a mnogi mikrobi rastu samo pri povišenom osmotskom tlaku. Ipak endospore *Clostridium botulinum* preživljavaju u osmotski nepovoljnoj okolini, a čak 3 vrste bakterija iz roda *Pseudomonas* mogu rasti u destiliranoj vodi koja se ne smatra pogodnom za rast mikroorganizama s obzirom na osmotske uvjete.

Za rast mikroorganizama u namirnicama također su važni unutrašnji parametri – pH vrijednost, a_w vrijednost, oksidacijsko – redukcijski potencijal, nutrijenti, antimikrobne zapreke i biološke strukture.

pH vrijednost predstavlja negativnu logaritamsku vrijednost koncentracije H⁺ iona. Prema supstratima, koje određena mikrobna kultura koristi za rast dijelimo mikroorganizme na neutrofilne (rastu u neutralnom pH području), acidofilne(rastu u kiselom pH području) i alkalofilne(rastu u lužnatom pH području). Svaki mikroorganizam određen je rasponom Ph vrijednosti unutar čijeg okvira je moguć njegov rast.

Aktivitet vode ili a_w vrijednost predstavlja vodu koju mikroorganizam ima na raspolaganju u reakcijama metabolizma. Velika većina vrijednosti ne raste ispod a_w vrijednosti od 0,91 pa ćemo smanjivanjem a_w vrijednosti utjecati i na smanjenje mikrobnog rasta. Granična vrijednost za sve mikroorganizme je a_w vrijednost od 0,6 i ispod te vrijednosti nema mikrobnog kvarenja (Duraković i sur., 2002).

Oksidacijsko – redukcijski potencijal također utječe na rast mikroorganizama, a mikroorganizmi pokazuju različite stupnjeve osjetljivosti na O/R supstrata. Njegov iznos se mijenja ovisno o oksidaciji ili redukciji spojeva koji se nalaze u namirnici. Kada neki spoj gubi

elektrone za supstrat se kaže da je oksidiran, a kada supstrat prima elektrone onda je reduciran. Elektromotornom silom mjerimo jačinu oksidacijsko-redukcijskog potencijala, maksimalna Eh vrijednost iznosi +816 mV, dok minimalna Eh vrijednost iznosi -421 mV. Na Eh vrijednost određene namirnice utječe njezina početna Eh vrijednost, mogućnost otpora na promjene Eh vrijednosti i dostupnost kisika iz atmosfere. Kada su Eh vrijednosti pozitivne rastu aerobni mikroorganizmi, a kod negativnih Eh vrijednosti anaerobni mikroorganizmi.

2.4. IZVORI MIKROBIOLOŠKE KONTAMINACIJE

Stanje životinja kod dolaska u klaonicu vrlo je važno za daljnje procese u obradi, a razlog tome je što taj faktor može značajno utjecati na kontaminaciju trupla nakon klanja životinje. Stoka pri dolasku u klaonicu mora biti čista i suha, a to je moguće postići prikladnim uvjetima na farmi i prilikom transporta do klaonice. Procijenjeno je da je 3g zemlje dovoljno za kontaminaciju cijele polovice goveda sa 105 mikroorganizama/6,45 cm². Zbog lošeg postupanja prema životinjama prilikom transporta, načina prijevoza i vremenu potrebnom za transport dokazano je da je porastao broj slučajeva prijenosa *Salmonelle* spp. sa zaraženih na zdrave životinje. Neke životinje nemaju vidljivih znakova zaraze, ali nosioci su velikog broja mikroorganizama koje mogu prenijeti na druge životinje i na taj način vrlo lako dolazi do kontaminacije mesa tijekom proizvodnog procesa. Iz tog razloga je bitno da vrijeme transporta bude čim kraće, a kod klanja i obrade trupova mora se posebno paziti na sve postavljene standarde. Pažljivo postupanje na farmi i prilikom transporta pomaže smanjiti ozljede, broj modrica i apscesa, a upravo apscesi sadrže velik broj mikroorganizama čime se mogu kontaminirati i druga trupla koja se nalaze u proizvodnom pogonu.

Također zbog visoke razine stresa kojoj je stoka izložena prije nego je došla do klaonice, dobivamo TST meso čija pH vrijednost je oko 7. TST meso kao tvrdo, suho i tamno, a najčešće se pojavljuje kod govedine. Uzrok tome jer se iscrpljuju zalihe glikogena u mišićima, što za posljedicu ima stvaranje manje količine mliječne kiseline nego što je uobičajeno i uzročno tome višu pH vrijednost. To pogoduje rastu bakterija i skraćuje se rok trajanja takvom mesu, za razliku od mesa dobivenog od životinja koje nisu bile izložene stresu.

Svi dijelovi trupa zaklane životinje trebaju biti tretirani na isti način, bez obzira na vrijednost koju postižu kasnije na tržištu. Ako nam je prioritet stavljen na dijelove trupa koji imaju višu tržišnu vrijednost, oni s niskom vrijednošću (npr. glava, koža, masni dijelovi..) bit će izloženi bakterijama zbog lošijeg postupanja i time će u opasnost dovesti i ostali dijelovi koje pravilno tretiramo.

Neadekvatno čišćenje i nepravilno postupanje sa priborom koji koristimo prilikom klanja životinje i obrade trupova dovesti će do potencijalne kontaminacije mikroorganizama i do nakupljanja prljavštine. Također može doći do kontaminacija mesa stranim tijelima poput plastike, metala, hrđe i slično.

Zaposlenici i drugo osoblje koji ima pristup klaonici i pogonu za obradu mesa potencijalni su izvori kontaminacije mesa mikroorganizmima i drugim stranim tijelima. Vrlo je važna higijena radnika, obavezno i pravilno pranje ruku i nošenje prikladne zaštitne odjeće.

Štetočine poput muha, žohara, domaćih životinja i ptica također mogu uzrokovati kontaminaciju mesa. Bitno je da budu eliminirani bez ugrožavanja ili kontaminiranja površina mesa. Mjere koje je potrebno poduzeti kako bi spriječili njihov ulazak u klaonicu ili proizvodni pogon su zatvaranje vanjskih vrata kada god je to moguće i postavljanje zaštitne mrežice za insekte na prozore koji su otvoreni. Bitna je prevencija i kontrola kako bi se učinkovito riješili štetočina (Hui Y.H, 2012).

Kontroliranje temperature tijekom skladištenja i transporta mora biti kontinuirano jer povišenjem temperature se mikroorganizmima najčešće omogućuje brži rast, što ubrzava kvarenje i povećava rizik od mogućeg trovanja hranom kod potrošača.

2.5. PATOGENE BAKTERIJE U MESU

Zoonoze su zarazne bolesti koje se prenose sa životinja na ljude i pritom predstavljaju veliku prijetnju za zdravlje (Chlebicz i Slizewska, 2018.). Najčešće patogene bakterije koje se povezuju s ovim bolestima su *Campylobacter*, *Salmonella*, *Yersinia enterocolitica* i *Listeria monocytogenes*, a 2010. je prema podacima WHO (2020) bilo zabilježeno 350 000 slučajeva zaraze koji se povezuju upravo s patogenima.

2.5.1 SALMONELLA

Bakterije iz roda *Salmonella* pripadaju Enterobakterijama, gram negativne su i nesporogene su. Od otprilike 2300 opisanih serotipova salmonela, većina njih ima mogućnost pokretanja. *Salomonella* spp. raste u temperaturnom rasponu od 5 do 45°C, a optimalnom temperaturom za njezin rast smatra se oko 37°C. pH vrijednosti kod kojih može rasti kreće se od 4 do 9 pH jedinica, dok minimalna pH vrijednost za rast ovisi o soju mikroorganizma. Osim toga, što smo bliži optimalnoj temperaturi za rast, organizam će se lakše prilagoditi na širi raspon pH vrijednosti. Zatim važna nam je i a_w vrijednost, salmonele se razmnožavaju u okolini čija se a_w vrijednost kreće od 0,945 do 0,999.

Salmonella spp. obitava u probavnom sustavu ljudi i životinja, a inficirani organizmi fecesom i urinom kontaminiraju okoliš ovom grupom bakterija. U okolišnim uvjetima može obitavati i do nekoliko mjeseci ako nije izložena ekstremno visokoj temperaturi ili suncu. Budući da je manje od 1% serotipova salmonela vezano uz specifičnu vrstu organizma gdje mogu preživjeti, to za posljedicu ima široku rasprostranjenost ovih bakterija. Serotipovi koji se isključivo pojavljuju kod jedne vrste živog organizma su npr. *S. typhi* kod ljudi, *S. dublin* kod goveda, *S. pollorum* u piletini.

Vrlo ju često povezujemo s mesom i mesnim proizvodima te je ona prirodno prisutna mikroflora svježeg mesa, a njezina brojnost ovisi o više faktora – vrsti životinje, uvjetima držanja prije klanja i uvjetima u proizvodnom procesu. Studije su pokazale da je 30% pilećeg mesa, 15% svinjskog mesa i oko 3% govedine, koje se plasira na tržište, kontaminirano Salmonellom što ne mora nužno značiti da će to uzrokovati infekciju jer je najčešće riječ tek o nekoliko stotina stanica (Doyle i Cliver,1990).

Bolesti uzrokovane salmonelom nazivamo salmoneloze, a 4 su glavna čimbenika koja pogoduju njihovom širenju – neprikladna temperatura skladištenja, neadekvatna termička obrada, korištenje kontaminiranog sirovog mesa i unakrsna kontaminacija kao posljedica loše higijenske prakse za vrijeme proizvodnje i pripreme hrane. Prema broju zabilježenih slučajeva koji su prijavljeni, salmonelozu smatramo jednom od najčešćih bolesti koja se prenosi kontaminiranom hranom. Inkubacija traje od 8 do 72 sata, ali prvi simptomi najčešće se pojave u razdoblju od 12 do 48 sati. Najčešći simptomi su bol u želucu, povraćanje, proljev, glavobolja, opća slabost, a moguća je i temperatura oko 38-39°C. Trajanje infekcije najčešće je od 2 do 5 dana, a ovisi i o imunološkom sustavu domaćina kojeg napada ovaj mikroorganizam. Smrtnost je zanemarivo niska, 0,1 do 0,2%, a terapija antibioticima najčešće se ne primjenjuje zbog visoke rezistencije salmonela na iste. Studije su pokazale da se *Salmonella* spp., nakon nestanka simptoma, kod 50% osoba u probavnom sustavu zadržava još 2 do 4 tjedna, a kod 10-20% zaraženih u fecesu ostaje i do 8 tjedana. Kod malog broja slučajeva salmonela ostaje prisutna u fecesu do 3, a u nekim slučajevima i do 6 mjeseci poslije nestanka simptoma (Doyle i Cliver,1990).

Kako bi spriječili širenje *Salmonella* spp. najvažnija stvar je da izbjegnemo kontaminaciju vezanu uz sirovo meso, koje nije prošlo termičku obradu. Važno je da radnici vode računa o higijeni i pravilnom rukovanju sa sirovim mesom, što možemo poboljšati njihovom edukacijom i nadzorom njihova rada. Osim toga bitno je da su uređaji i oprema pravilno očišćeni te je potrebno pratiti je li propisan način čišćenja učinkovit. Unakrsnu kontaminaciju sprječavamo tako da pažljivo koristimo opremu, odnosno ne koristimo isti pribor za sirovo i

za termički obrađeno meso. Brzim hlađenjem do temperature ispod 7°C te nakon toga skladištenje kod temperatura nižim od 4°C može se spriječiti rast salmonela prilikom skladištenja hrane. Isti učinak imaju temperature iznad 60°C koje inhibiraju njen rast.

2.5.2. ESCHERICHIA

E. coli dio je normalne crijevne mikroflore kod čovjeka i većine toplokrvnih životinja, a najčešće je prisutna u fecesu. Do zaraze dolazi konzumacijom kontaminirane hrane ili vode, direktnim kontaktom sa zaraženom životinjom ili kontaktom sa zaraženom osobom. Istraživanja su pokazala da je od 1 do 3% svježe govedine, svinjetine, piletine i janjetine, koja se prodaje u trgovačkim centrima, kontaminirano s bakterijom *E. coli* O157:H7.

Postoje 4 vrste *E. coli* koji se smatraju odgovornima za bolesti koje se povezuju s hranom – enteropatogena *E. coli*, enteroinvazivna *E. coli*, enterotoksična *E. coli* i enterohemoragična *E. coli*. Prve 3 vrste – enteropatogen, enteroinvazivan i enterotoksičan tip *E. coli* najčešće uzrokuju ozbiljnija oboljenja u zemljama u razvoju, gdje su higijenski standardi niski. Četvrti tip je *E. coli* O157:H7 o kojoj najčešće govorimo kada pričamo o bolestima uzrokovanim hranom. Kod ovog tipa *E. coli* tri su glavna simptoma – hemoragičan kolitis, hemolitično uremičan sindrom i trombocitička trombocitopenična purpura (TTP). Hemoragičan kolitis vrsta je gastroenteritisa kod kojeg se pojavljuje krv u stolici. Kod drugog simptoma, hemolitično uremičnog sindroma dolazi do zatajenja bubrega iz razloga što krvni ugrušci začepi tubule u bubregu, a to dovodi do nakupljanja otpadnih tvari u krvi. To može rezultirati smrću kod djece, a isto tako i kod starijih osoba. Trombocitička trombocitopenična purpura uzrokuje oštećenje mozga, smrtnost je visoka, ali ovaj simptom se rijetko razvija kod zaraze sa *E. coli* O157:H7. *E. coli* O157:H7 prvi puta je izolirana u SAD-u 1975. godine, a kasnije je većina trovanja hranom povezana upravo sa serotipom O157:H7. Unatoč tome, serotipovi O26, O111, O103 i O121 također su povezivani sa krvavom stolicom, hemoragičnim kolitisom i hemolitičkim uremičkim sindromom.

2.5.3 LISTERIA

Listeria monocytogenes jedna je od sedam vrsta iz roda *Listeria*, a jedina se povezuje sa bolestima koje uzrokuje kod čovjeka i kod životinja. Ona je gram pozitivna, nesporogena, fakultativno anaerobna ili aerobna bakterija. Katalaza je pozitivna, Voges- Proskauer pozitivna i može proizvesti β -hemolizu na krvnom agaru. Raste u širokom temperaturom rasponu, optimalna temperatura za rast *L. monocytogenes* je od 30 do 37°C, a budući da spada u skupinu psihrotrofnih bakterija dobro raste i kod niskih temperatura *Listeria* može rasti u temperaturnom rasponu od 1 do 45°C, što znači da je njezin rast moguć i prilikom

skladištena mesa u hladnjaku. pH vrijednosti kod kojih obično raste kreću se od 5,2 do 9,6 pH jedinica (Johnson i sur., 1990.).

L. monocytogenes široko je rasprostranjena u okolišu, a ljudi u doticaj sa njom dolaze na različite načine. Izolirana je iz zemlje, prašine, stočne hrane, vode te ljudskog i životinjskog fecesa. Istraživanja su pokazala da je zavidan postotak životinja koje žive u stadima bilo zaraženo bez da su pokazivali simptome (Osebold i Inouye, 1954). Prisutnost *L. monocytogenes* u mesu i mesnim proizvodima ovisi o brojnim faktorima – geografski čimbenici, način uzgoja, uvjetima tijekom proizvodnog procesa, načinu i temperaturi skladištenja. Vrlo je važna dobra higijenska praksa, nadzor proizvodnog procesa i prikladna termička obrada kako bi spriječili širenje ovog patogena.

Listerioza je bolest uzrokovana bakterijom *L. monocytogenes*, a većina zaraženih ne pokazuje znakove bolesti. Simptomi se manifestiraju kod imunokompromitiranih osoba, trudnica i njihovih fetusa te starijih osoba, a najčešće su to malaksalost, proljev i blaga temperatura. Prisutnost *Listerie* na svježem mesu najčešće predstavlja opasnost u slučajevima kada meso koje konzumiramo nije dovoljno kuhano ili ako je došlo do unakrsne kontaminacije. Prema podacima 90% slučajeva koji se povezuju s ovom bakterijom bilo uzrokovano konzumacijom „ready to eat“ mesnih proizvoda. (EFSA, 2018).

2.5.4 CAMPYLOBACTER

Campylobacter jejuni je gram negativna bakterija iz roda *Campylobacter* koja se pokreće se pomoću flagela, mikroaerofilna je, nesporotvorna te katalaza i oksidaza pozitivna. Budući da je mikroaerofilna, za rast zahtjeva da koncentracija O₂ bude oko 5%, a koncentracija CO₂ oko 10%. Može rasti u temperaturnom rasponu od 30 do 46°C, dok je optimalna temperatura za njezin rast je od 40 do 42°C što ju svrstava u skupinu termofilnih mikroorganizama. pH vrijednosti prije kojima raste kreću se od 4,9 do 9,5, iako najbolje raste u rasponu od 6 do 8 pH jedinica.

Campylobacter jejuni nađena je u ustima, crijevima i u reproduktivnim organima kod ljudi i životinja, a često ju nalazimo na proizvodima životinjskog porijekla jer dolazi do kontaminacije u tijeku proizvodnog procesa. Ova bakterija nema velike izgleda za preživljavanje izvan domaćina jer kada dospije u okoliš više se ne umnožava budući da joj za rast pogoduju temperature od 30°C i više. U nepovoljnim uvjetima ima sposobnost stvaranja biofilma kojim osigurava hranjive tvari i zaštitu te omogućava preživljavanje.

Vrlo male količine bakterije *Campylobacter jejuni* izazivaju gastrointestinalne smetnje, infektivna doza koja je potrebna je tek 500 mikroorganizama po gramu mesa, a upravo je ona najčešći uzrok bakterijskog gastroenteritisa kod ljudi.

Istraživanja u osam bolnica diljem SAD-a pokazala su da se upravo *Campylobacter jejuni* izolira iz fecesa češće nego *Salmonella* i *Shigella* zajedno, a isto tako utvrđeno je da *Campylobacter spp.* uzrokuje više od 500 miliona infekcija diljem svijeta godišnje (Kashoma i sur., 2016). Period inkubacije traje od 1 do 7 dana, a simptomi su vrlo slični ostalim gastroenteritisima uzrokovanim patogenima, uključuju proljev, bol u trbuhu, temperaturu, mučninu i povraćanje. Većina bolesnika oporavi se u roku od tjedan dana, a tek u 1% bolesnika campylobakterioza uzrokuje ozbiljnije posljedice.

Najčešći prijenosnik *C. jejuni* je perad budući da su istraživanja potvrdila da je ova bakterija prisutna u 30 do 100% uzetih uzoraka njihova fecesa (McClure P.J.,2000). Najviše ju povezujemo sa sirovom hranom životinjskog porijekla, 5% sirovog crvenog mesa i 30% piletine u trgovačkim lancima kontaminirano je ovom bakterijom (Levak, 2015).

2.5.5 YERSINIA

Opisano je ukupno 17 vrsta iz roda *Yersinia* koji pripada obitelji Enterobacteriaceae. Od toga su samo 3 vrste patogene – *Y.pestis*, *Y. pseudotuberculosis* i *Y. enterocolitica*. *Yersinia enterocolitica* jedina uzrokuje gastrointestinalne probleme kod ljudi, to je gram negativna bakterija, fakultativni anaerob, oksidaza je pozitivna i katalaza negativna. Pokretljivost joj ovisi o temperaturi, kod 37°C nepokretna je, dok se pri temperaturama nižim od 30°C pokreće pomoću flagela. Temperature kod kojih raste *Y. enterocolitica* kreću se u rasponu od 1 do 44°C, dok je optimalna temperatura za rast je od 25 do 32°C. pH vrijednosti u kojima može rasti kreću se od 4,4 do 9 pH jedinica, a optimalan pH je u rasponu od 7 do 8.

Različiti serotipovi karakteristični su za različite dijelove svijeta, u Europi su najrasprostranjeniji serotipovi O3 i O9 koji se najviše povezuje sa svinjama. Kod svinja ju najčešće nalazimo u usnoj šupljini i crijevima. Osim kod svinja *Yersinia enterocolitica* nađena je kod goveda, peradi, koza, ovaca i divljih životinja. Budući da je ova bakterija psihrotrofna može preživjeti na niskim temperaturama i meso koje skladištimo u hladnjaku također može prouzrokovati infekciju (Lechowich,1988). U Australiji je zabilježen rast *Y. enterocolitice* izolirane iz svježeg mesa, a brojke su pokazale da je učestalija čak od Salmonelle (Murrell i sur.,1986).

Bolest uzrokovana bakterijom *Y. enterocolitica* naziva se jersenioza. Period inkubacije najčešće traje od 3 do 7 dana, simptomi koji se javljaju ovise o općem stanju pacijenta, a oni

najčešći su bol u trbušnoj šupljini, proljev, povraćanje, temperatura, glavobolja te ju je nemoguće razlikovati od drugih infekcija uzrokovanih patogenim mikroorganizmima bez odgovarajućih seroloških testova (Zottola i Smith, 1990). Da bi došlo do bolesti potreban je veći broj mikroorganizama nego je inače slučaj kod infekcija uzrokovanih patogenima, 10^8 – 10^9 /g mesa. Infekcije uzrokovane *Y. enterocoliticom* praćene su u razvijenim zemljama, ali u nerazvijenim afričkim zemljama i Bliskom istoku najčešće prođu nezapaženo tako da točan broj slučajeva infekcije ovom bakterijom nije poznat.

2.6 SPRJEČAVANJE KVARENJA MESA I MESNIH PROIZVODA

Kako bi spriječili rast mikroorganizama koji uzrokuju kvarenje mesa i mesnih proizvoda potrebno je mijenjati unutarnje osobine proizvoda ili vanjske osobine prostorija gdje se vrši obrada i skladištenje mesa i mesnih prerađevina. Opće je poznato da je trajnost proizvoda smanjena, a znakovi kvarenja se prije pojavljuju ako je prisutan velik broj mikroorganizama. Daintry je postupke kojima se procjenjuje i sprječava mikrobno kvarenje podijelio na 3 strategije – sprječavanje početne kontaminacije, inaktivacija mikroorganizama koji se nalaze u proizvodu i primjena uvjeta skladištenja radi sprječavanja ili smanjivanja rasta mikroorganizama (Duraković i sur.,2002).

Kontaminacija patogenima pokušava se spriječiti različitim fizikalnim i kemijskim metodama, a njihova kombinacija u konačnici nam daje najbolju učinkovitost. U fizikalne metode ubrajamo pranje trupova, uklanjanje dlake ili perja i termičke procese poput pasterizacije i sterilizacije mesnih proizvoda. Kod kemijskih metoda koristimo organske kiseline ili otopine. Osim toga kontaminaciju pokušavamo spriječiti novijim, suvremenim metodama poput ionskog zračenja, primjenom visokog hidrostatskog tlaka, skladištenjem u modificiranoj atmosferi, pakiranjem u vakumu itd.

Pranje s vodom

Ova metoda upotrebljavala se kako bi se uklonila fizička i mikrobna kontaminacija s trupova, a isto tako i prije klanja životinje su bile podvrgnute pranju (Fernandes R.,2009). Ellerbroek i sur. su (1993.) dokazali da prskanje vodom ne smanjuje mikrobnu kontaminaciju, a zadržavanje vode duži vremenski period pogoduje bržem umnožavanju bakterija. Također pojavile su se sumnje da pranje vodom pod visokim tlakovima izaziva redistribuciju mikroorganizama i njihovo prodiranje u unutrašnjost (Bell, 1997). Postotak uzoraka zaraženih Salmonelom s postotka od 30 do 65% prije pranja, poslije pranja popeo se na brojku od 40 do 72% kontaminiranih uzoraka.

Ova metoda smatra se neučinkovitom u slučaju da voda koja se koristi za pranje trupova nije prethodno zagrijana (Gill i sur.,1996). Povišenjem temperature vode postiglo se izraženije smanjivanje mikrobne kontaminacije jer je pod utjecajem temperature došlo do inaktivacije određenog udjela mikrobnih stanica. USDA (2021) preporučuje da temperatura bude veća od 74°C i da pranje traje najmanje 10 sekundi.

Ovaj postupak je kasnije unaprijeđen tako da se u vodu za pranje dodaju različiti antimikrobni kemijski spojevi poput klora, fosforne kiseline, različitih organskih kiselina, ozona, nizina, laktoferina i drugih.

Klor se koristi u različitim oblicima i koncentracijama te pokazuje različite stupnjeve djelovanja, ovisno o ova dva faktora. Upravo je klor bio jedan od prvih kemijskih tretmana koji se koristio da se smanji mikrobna kontaminacija kod trupova, a njegova primjena je počela na goveđem mesu (Kotula i Sharar, 1974).

Fosforna kiselina razara stanične membrane i povećava topljivost DNA u vodi te se iz tog razloga koristi kao antimikrobno sredstvo kod trupova goveda i pilića. 1994. provedeno je istraživanje gdje su otopinu fosforne kiseline zagrijali do 55°C, a broj *L. monocytogenes*, *S. Thypimurium* i *E. coli* O157:H7 smanjio se između 0,8 i 1,2 log₁₀ /cm² mišićnom tkivu, a na adipoznom tkivu došlo je do smanjenja od 1,2 do 2,5 log₁₀ /cm². Promjena koncentracije fosforne kiseline, u ovom slučaju s 8% na 12%, nije dala vidljivih rezultata.

Pasterizacija

Pasterizacija je postupak termičke obrade gdje se namirnica koju želimo tretirati izlaže temperaturama manjim od 100°C, a koristi se za inaktivaciju sporogenih termofilnih mikroorganizama poput *E. coli* O157, *Salmonella* spp. i *Listeria* spp. Mesni proizvodi kod kojih se pasterizacija najčešće primjenjuje su kobasice, paštete i oni proizvodi koji su namijenjeni za konzumaciju bez dodatne termičke obrade nakon kupnje.

Ovisno o temperaturi pri kojoj provodimo pasterizaciju, sukladno tome trebamo smanjivati ili povećavati vrijeme za uspješan učinak ovog termičkog procesa. Preporučena temperatura je 70°C, a vrijeme trajanja 2 minute. Temperatura i vrijeme trajanja pasterizacije su u obrnuto – proporcionalnom odnosu budući da se vrijeme povećava kako se temperatura smanjuje, a isto tako i obrnuto.

Pakiranje u modificiranoj atmosferi

S ciljem produljenja trajnosti proizvoda zaustavljanjem mikrobnog rasta i zaštite od vanjskih mikrobnih utjecaja razvio se novi sustav pakiranja u modificiranoj atmosferi. Osim

produljenja trajnosti, omogućeno je i očuvanje vizualnog izgleda pomoću odgovarajućeg omjera kisika, ugljikovog dioksida i dušika (Stanbridge i Davies, 1998).

Vizualan izgled vrlo je bitan kod prezentacije proizvoda kupcu jer je boja mesa odlučujući faktor kod izbora proizvoda koji će kupiti, a trajnost proizvoda može biti udvostručena primjenom pakiranja u modificiranoj atmosferi. Budući da je rok trajanja produljen, otvoren je pristup novim tržištima do kojih transport zahtjeva duži vremenski period. Osim toga, želi se smanjiti udio aditiva što je također vrlo bitna stavka kod potrošača. Ovim načinom je i smanjen je udio mesa koji se baca, odnosno postaje otpad zbog vrlo kratkog roka trajanja.

Modificirana atmosfera trebala bi zamjeniti sastav zraka koji se sastoji od 78% dušika, 21% kisika, 0,03% ugljičnog dioksida i plemenitih plinova u tragovima. Može se koristiti aktivna ili pasivna +modificirana atmosfera – aktivna uključuje eliminaciju plinova iz pakiranja i njihovu zamjenu proizvedenom smjesom plinova, a kod pasivne koristimo određeni zaštitni film kako bi zaštitili namirnice. Prilikom pakiranja u modificiranoj atmosferi, upravo kisik omogućuje održavanje svježih crvene boje mesa jer održava oksimioglobin koji je odgovoran za boju koja je privlačna potrošačima.

Zračenje

Nakon brojnih izbijanja bolesti koje se prenose hranom povezanih sa patogenim mikroorganizmima, zračenje je postala važna metoda za postizanje sigurnosti mesa i mesnih proizvoda. Centar za kontrolu i prevenciju bolesti utvrdio je da ukoliko tretiramo 50% svinjetine, govedine, piletine i mesnih prerađevina značajno bi se smanjio broj slučajeva trovanja hranom uzrokovanih patogenim mikroorganizmima te smrtnih ishoda povezanim s ovim mikroorganizmima (Tauxe,2001). Ovo je najučinkovitija metoda za inaktivaciju stanica mikroorganizama kod mesa i mesnih proizvoda, a budući da se ovaj postupak provodi pri sobnim temperaturama, ne mijenja se nutritivan sastav niti fizikalne i kemijske osobine same namirnice. Primjenjuje se kada se proizvod već nalazi u prikladnoj ambalaži što dodatno smanjuje mogućnost kontaminacije tijekom tretmana (Borsa, 2006). Ova metoda odobrena je kao valjana za upotrebu u više od 55 država širom svijeta i postaje vrlo bitna u prehrambenoj industriji (IAEA, 2009).

Ionizirajuće zračenje

U ionizirajuća zračenja ubrajamo sva elektromagnetska zračenja koja imaju dovoljnu energiju da ioniziraju molekulu s kojom dođu u dodir. Gama, beta, kozmičke i X- zrake mogu uzrokovati uništenje mikroorganizma kada dođu u dodir s njihovom DNA ili proizvodnjom slobodnih radikala koji denaturiraju i inaktiviraju molekule. Ova metoda korištena je u

mesnoj industriji iz razloga što produžuje rok trajanja proizvoda i smanjuje broj patogenih mikroorganizama poput Salmonelle, Listerie i Campylobactera.

Ultraljubičasto zračenje

Ultraljubičasto ili UV zračenje neionizirajući je tip elektromagnetskog zračenja u rasponu valnih duljina od 200 do 400 nm. Možemo napraviti podjelu na UVA,UVB i UVC zračenje, ovisno o valnim duljinama spektra. UVC zračenje, valnih duljina od 200 do 280 nm služi nam kako bismo uništili stanice nepoželjnih mikroorganizama (Lambert,2004). UV zračenje uzrokuje ireverzibilnu inaktivaciju stanica zbog pojave nekodirajućih sekvenci u DNA prilikom izlaganja stanica ovoj vrsti zračenja.

Prednosti ove metode su jednostavna upotreba u mesnoj industriji, mali troškovi te ne izaziva radioaktivnost hrane. S druge strane ima i negativnih učinaka, može doći do oksidacije masti i proteina što može uzrokovati promjenu boje mesa, a lipidna oksidacija također narušava i kvalitetu proizvoda (Koutchma, 2009). Efekt UV-C zračenja u velikoj mjeri ovisit će o vrsti hrane, dozi zračenja i mikroorganizmima koji su prisutni.

2.7. PRIMJENA HACCP SUSTAVA

HACCP sustav ili Hazard Analysis Critical Control Point uspostavljen je kako bi se rizik za sigurnost hrane sveo na minimalnu razinu, a cilj je kontrola proizvodnog procesa. Njime ne možemo u potpunosti eliminirati rizike, ali ih možemo svesti na prihvatljivu razinu (Pennington T.H.,2000). Koncept HACCP-a počeo se razvijati 1960. -ih godina kada je bilo potrebno proizvesti što je bilo moguće sigurniju hranu za svemirske misije, a 1970.-ih godina sustav je unaprijeđen i počeo se koristiti u prehrambenoj industriji. Za uspješnu primjenu HACCP-a važni su i preduvjetni programi – dobre higijenske prakse, dobre proizvođačke prakse, standardni operativni postupci i standardne sanitacijske operativne prakse. Primarna zadaća HACCP sustava je pomoći proizvođačima prepoznati glavne rizike s kojima se susreću u kod proizvodnje mesa i mesnih prerađevina te osigurati da gotov proizvod bude siguran za potrošača (Tompkin, 1990).

HACCP sustav sastoji se od 7 principa :

1. analiza opasnosti - procjena svih postupaka vezanih uz proizvodnju, raspodjelu i uporabu sirovina kako bi prepoznali moguće opasnosti, moguće izvore kontaminacije, odredili vjerojatnosti preživljavanja mikroorganizama i mogućnost procijene rizika prepoznate opasnosti

2. određivanje kritičnih kontrolnih točaka – tijekom proizvodnog procesa te točke trebamo imati pod dodatnim nadzorom kako bi se smanjio rizik od potencijalne opasnosti
3. uspostavljanje granica kritičnih kontrolnih točaka – granice se postavljaju za svaku kontrolnu točku pojedinačno kako bi potencijalan rizik imali pod kontrolom
4. uspostavljanje sistema za praćenje kritičnih kontrolnih točaka – sustavno promatranje i mjerenje određenih čimbenika te odlučivanje na koji ćemo način to provoditi
5. ustvrditi korektivne akcije – kada neka od kritičnih kontrolnih točaka nije pod kontrolom potrebno je provesti u slučaju određene postupke
6. ustvrditi postupke verifikacije – omogućuje nam da potvrdimo ispravno funkcioniranje sustava, odnosno da su svi prethodni principi ispoštovani
7. uspostavljanje dokumentacije koja se odnosi na prethodne korake

Prije uspostave HACCP sustava potrebno je potrebno je slijediti sljedećih 12 točaka.

Točka 1 – odabir radne grupe za izradu HACCP plana

Za izradu HACCP plana potrebni su nam stručnjaci različitih profila kako bi analiza opasnosti bila temeljitija. To uključuje tehnologe, mikrobiologe, stručnjaka za kontrolu kvalitete, veterinare, agronome i djelatnike s proizvodnih linija. Bitno je da budu pravilno educirani kako bi mogli što kvalitetnije slijediti načela HACCP sustava.

Točka 2 – opis proizvoda

Opis proizvoda mora sadržavati sastav, strukturu, postupke koje je proizvod prošao, sustav pakiranja, uvjete skladištenja i distribucije, rok trajanja i upute za upotrebu.

Točka 3 – identificirati predviđenu upotrebu

Kod ove točke uzima se u obzir očekivana upotreba kod krajnjeg korisnika, a također treba voditi računa o alergenima koji su prisutni u proizvodu.

Točka 4 – izrada dijagrama tijeka

Potrebno je dobro ispitati proizvod i postupke u procesu proizvodnje određenog proizvoda te navesti sve korake, detaljno opisane, sa dovoljno tehničkih podataka.

Točka 5 – potvrđivanje dijagrama tijeka na licu mjesta

Važno je dokazati da je svaki korak u dijagramu tijeka točan, što se utvrđuje u proizvodnom pogonu provedbom operacija koje su navedene u planu.

Točka 6 – utvrditi potencijalne opasnosti

Potencijalne opasnosti koje se mogu pojaviti u proizvodnom procesu mogu biti biološke kemijske ili fizičke. Biološke opasnosti su mikroorganizmi koji su ujedno predstavljaju najveći rizik za sigurnost hrane i posljedično tome za zdravlje potrošača. Pod kemijske opasnosti ubrajamo pesticide, antibiotike, sredstva za pranje i dezinfekciju, mikotoksine i slično. Oni mogu biti prirodno prisutni u hrani ili uneseni tijekom proizvodnog procesa. Fizičke opasnosti su različiti insekti, dijelovi metala ili mehaničke nečistoće koje dospiju u proizvodni pogon. Zadatak HACCP-a je utvrditi sve opasnosti koje se mogu pojaviti kod pojedinog koraka.

Točka 7 – analiza opasnosti i utvrđivanje kritičnih kontrolnih točaka

Analiza opasnosti vrlo je bitna stavka jer o tome ovisi cijeli sustav nadzora proizvodnog procesa, a kritične kontrolne točke bitne su nam stavke u procesu jer gubitkom nadzora nad nekim od čimbenika koji predstavlja opasnost može znatno utjecati na konačni proizvod. Možemo ih odrediti pomoću stabla odlučivanja, gdje nam odgovori na pitanja pomažu odrediti što je KTT. Također numerička metoda vjerojatnosti pojave opasnosti i razine rizika za zdravlje potrošača, gdje umnoškom ta dva čimbenika utvrđujemo trebamo li pristupiti stablu odlučivanja

Točka 8 – uspostava kritičnih granica

Točka 9 – uspostava nadzora nad svakom KTT

Točka 10 – uspostava korektivnih akcija

Nakon što su uspostavljene KTT i postavljene granice svake pojedine kritične kontrolne točke, određuju se mjere koje trebamo provoditi u slučaju da parametri za pojedinu KTT budu izvan dozvoljenih granica.

Točka 11 – uspostavljanje postupaka verifikacije

Ovo je važno periodički provoditi kako bi se postojeći HACCP sustav držao pod kontrolom i po potrebi unaprijedio. Codex alimentarius smatra da verifikacija podrazumijeva primjenu metoda i postupaka te nadzor jesu li one u skladu sa HACCP sustavom.

Točka 12 – uspostava dokumentacije

3. ZAKLJUČAK

Meso je namirnica koja zbog svoje građe i kemijskog sastava privlači različite tipove mikroorganizama i njihovom pojavom vrlo lako dolazi do mikrobnog kvarenja. Budući da poznajemo više skupina mikroorganizama uzročnika kvarenja (bakterije, kvasci, plijesni), znamo da rastu pri različitim vanjskim i unutrašnjim parametrima. Zbog njihove raznolikosti moguć je rast u različitim vrstama mesa i mesnih proizvoda, koji su bili različito skladišteni i tretirani. Iako su mikroorganizmi sastavni dio živih organizama, kod životinja i ljudi nalaze se prirodno prisutni, želimo izbjeći njihovo širenje izvan domaćina gdje inače obitavaju.

Kontaminacija mesa i mesnih proizvoda sprječava se tako da poštujemo sve propisane mjere što se tiče higijene tijekom svih dijelova proizvodnog procesa, a dobra proizvodna praksa počinje već na farmi gdje se uzgajaju životinje za klanje i odakle dolazi najveći broj mikroorganizama. Bitno je da radnici budu savjesni i odgovorni što se tiče higijene i da pažljivo brinu o opremi koja se koristi tijekom proizvodnog procesa. Važno je i pravilno skladištenje mesa kako bi se produžila trajnost i očuvala nutritivna svojstva i organoleptičke osobine koje su bitne za zadovoljstvo potrošača. U suvremenoj mesnoj industriji koriste se različite metode kojima se to želi postići, a jako je važan i HACCP sustav kojim se analiziraju rizici prisutni u hrani i kontrolira proizvodni proces. Kritične kontrolne točke služe nam da vidimo gdje trebamo posebno obratiti pozornost kako bi se kontaminacija svela na minimum.

Unatoč tome i dalje se kod ljudi često javljaju gastrointestinalni problemi koje najčešće povezujemo s patogenim bakterijama *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni* i *Listeria monocytogenes*. Najčešće ove bolesti nisu previše opasne za ljude, ali moramo biti svjesni mogućih posljedica, posebno se to odnosi na trudnice, djecu, imunokompromitirane i starije osobe.

Budući da mesna industrija koninuirano razvija vrlo je važno unaprjeđivati postupke kojima sprječavamo kontaminaciju mesa te isto tako educirati zaposlenike u području higijene te mogućim posljedicama i gubicima koje to nosi.

4. LITERATURA

Adams M.R., Moss O.M. (2008) Food Microbiology, 3. izd., The Royal Society of Chemistry, 20-48.

Borsa J. (2006) Introduction: Food irradiation is moving on. Food Irradiation Research and Technology, 2. izd., Fan X., Sommers H.C., Blackwell Publishing, 1-7.

Bell R. G. (1997) Distribution and sources of microbial contamination on beef carcasses. *Journal of Applied Microbiology* **82**:292-300.

Chlebicz A. i Slizewska K. (2018) Campylobacteriosis, Salmonellosis, Yersiniosis, and Listeriosis as Zoonotic Foodborne Diseases: A Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **15** : 863.

Church P.N., Wood J.M. (1993) The manual of manufacturing meat quality, Van Nostrand Reinhold, 19,97-100.

Doyle M. P, Cliver D. O. (1990) Salmonella. Foodborne Diseases, Cliver D.O., Academic Press, San Diego, 188-189.

Duraković S. i suradnici (2002) Moderna mikrobiologija namirnica, knjiga prva, Kugler, 9, 21-22, 40-41.

EFSA Journal (2018) < <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5134> > Pristupljeno 29.8.2021.

Fernandes R. (2009) Microbiology handbook: Meat products, Leatherhead Food Research, 11-12.

Frazier W.C. (1958.) Food microbiology, McGraw-Hill Book Company.

Gracey J., Collins S.D., Huey R. (1999) Meat hygiene, 10. izd., Harcourt Brace and Company Ltd., 19, 115-116, 126-128, 329-333.

Hui Y.H. (2012.) Sanitation Performance Standards. Handbook of meat and meat processing, Hui Y.H., 2. izd., 715-741.

Ellerbroek L. I., Wegener J.F., Arndt G. (1993) Does spray washing of lamb carcasses alter bacterial surface contamination? *Journal of Food Protection* **56**: 432-436.

Gill. C.O., Badoni M., Jones T. (1996) Hygienic effects of trimming and washing operations in a beef packing plant. *Meat Science* **46**: 77-87.

IAEA (2009) International Atomic Energy Agency

<<https://www.bing.com/search?q=food+irradiation+combating+bacteria&cvid=a58038b53fe24521add7635955657696&aqs=edge..69i57.14154j0j4&FORM=ANAB01&PC=LCTS> >

Pristupljeno 10. rujna 2021.

Johnson J.L., Doyle M.P., Cassens R.G (1990) *Listeria monocytogenes* and Other *Listeria* spp. in Meat and Meat Products. *Journal of Food Protection* **53**: 81-91.

Kashoma I., Kassem I.I., Rajashekara G., Julius J., Kessy B.M., Gebreyes W., Kazwala R.R. (2016) Prevalence and Antimicrobial Resistance of *Campylobacter* Isolated From Dressed Beef Carcasses and Raw Milk in Tanzania. *Microb Drug Resist* **22**: 40-52.

Kegalj A., Krvavica M., Ljubičić I. (2012) Raznolikost mikroflora u mesu i mesnim proizvodima. *Meso* **3**:240-244.

Koutchma T. (2009) Advances in Ultraviolet Light Technology for Non-thermal Processing of Liquid Foods. *Food and Bioprocess Technology* **2**:138-155.

Kotula A.W, Sharar A.K. (1993) Presence of *Yersinia enterocolitica* serotype O:5, 27 in slaughter pigs. *Journal of Food Protection*, **56**: 215-218.

Lambert P.A., (2004) Radiation sterilisation in Fraise. Hugo & Ayliff Principles and Practice Desinfection, Preservation & Sterilization, Lambert P.A., Maillard, Russel J.Y., 4.izd, Blackwell, 384-400.

Lepper J.A., Goodrich-Schneider R. M., Schneider K. R., Danyluk M. D., Sreedharan A. (2017) HACCP: An Overview < <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FS/FS12200.pdf> > Pristupljeno 1.9.2021.

Levak S. (2015) *Campylobacter* spp. u mesu peradi. *Meso* **12**: 558-562.

Listrat A., Leuret B., Louveau I., Astruc T., Bonnet M., Lefaucheur L., Picard B. i Bugeon J. (2016.) How Muscle Structure and Composition Influence Meat and Flesh Quality. *The Scientific World Journal* 2016:1-14.

McClure P.J. (2000.) Microbiological hazard identification in the meat industry. HACCP in the meat industry, Brown M., Woodhead Publishing Ltd., 157-168.

Murrell K.D., Fayer R.D, Dubey (1986) Parasitic organisms. *Advances in Meat Research* **2**: 311-377.

Osebold W.J., Inouye T. (1954) Pathogenesis of *Listeria Monocytogenes* Infections in Natural Hosts. *Journal of Infectious Diseases* **95**: 67-78.

Pennington T.H. (2000) Introduction. HACCP in the meat industry, Brown M., Woodhead Publishing Ltd., 4-6.

Tauxe R. V. (2001) Food Safety and Irradiation: Protecting the Public from Foodborne Infections. *Emerging Infectious Diseases* **7**:516-521.

Stanbridge L.H., Davies A.R. (1998) The Microbiology of Chilled- Stored Meat. The Microbiology of Meat and Poultry, Bord R.G, Devies A.R., Blackie Academic and Professional, 174-219.

Tompkin R.B. (1990) The use of HACCP in the production of meat and poultry products. *Journal of Food Protection* **53**: 795.

U.S Food & Drug Administration < <https://www.fda.gov/food/hazard-analysis-critical-control-point-haccp/haccp-principles-application-guidelines#guide>> Pristupljeno 6.9.2021

WHO (2020.) World Health Organisation < <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety> > Pristupljeno 4.9.2021.

Zottola, E.A. i Smith, L.B (1990.) Pathogenic Bacteria in Meat and Meat Products. Meat and Health: Advances in Meat Research, Pearson A.M., Dutson T.R., Elsevier Science Publishers Ltd., 171-173.