



UNIVERZITET U NOVOM SADU
TEHNOLOŠKI FAKULTET
Katedra za tehnologije konzervisane hrane
Tehnologija proizvodnje i prerade mesa



Mr VLADIMIR M. TOMOVIĆ, dipl. inž.

DOKTORSKA DISERTACIJA

UTICAJ BRZINE HLAĐENJA POLUTKI,
VREMENA OTKOŠTAVANJA *POST MORTEM*
I POSTUPKA SALAMURENJA NA KVALITET
I BEZBEDNOST KUVANE ŠUNKE

Mentor
Dr Ljiljana Petrović, red. prof.

Novi Sad, 2009.

Najiskrenije se zahvaljujem mentoru prof. dr Ljiljani Petrović koja mi je svojim angažovanjem, savetima, podrškom i primedbama pomogla u definisanju i izradi doktorske disertacije.

Svoju zahvalnost izražavam i kolektivu industrije mesa "Neoplanta" iz Novog Sada koji mi je omogućio pripremu potrebnih uzoraka za ispitivanja u ovom radu. Takođe, zahvaljujem se i Institutu za higijenu i tehnologiju mesa iz Beograda i Institutu za prehrambene tehnologije u Novom Sadu na pruženoj pomoći u jednom delu eksperimentalnih ispitivanja.

UNIVERZITET U NOVOM SADU
TEHNOLOŠKI FAKULTET

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije:

TD **Monografska publikacija**

Tip zapisa:

TZ **Tekstualni štampani materijal**

Vrsta rada:

VR **Doktorska disertacija**

Ime i prezime autora:

AU **Mr Vladimir M. Tomović**

Mentor:

MN **Dr Ljiljana Petrović, redovni profesor**

Naslov rada:

NR **Uticaj brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja na kvalitet i bezbednost kuvane šunke**

Jezik publikacije:

JP **Srpski (latinica)**

Jezik izvoda:

JI **Srpski/engleski**

Zemlja publikovanja:

ZP **Srbija**

Uže geografsko područje:

UGP **Vojvodina**

Godina:

GO **2009.**

Izdavač:

IZ **Autorski reprint**

Mesto i adresa:

MA **Bulevar Cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija**

Fizički opis rada:

FO **Broj poglavlja: 8**
Strana: 298
Literaturnih citata: 456
Tabela: 27
Slika/grafika: 11
Priloga:

Naučna oblast:

NO **Prehrambeno inženjerstvo**

Naučna disciplina:

ND **Tehnologija proizvodnje i prerade mesa**

Predmetna odrednica / Ključne reči:

PO **Svinjsko meso, brzo hlađenje, vreme otkoštavanja, kuvana šunka, kvalitet**

UDK **637.5.03:637.528:637.04/.05**

Čuva se:

ČU **U biblioteci Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu**
Bulevar Cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija

Važna napomena:

VN **Nema**

Izvod:

IZ

Cilj ovog rada je bio de se utvrdi uticaj brzog vazdušnog hlađenja polutki (na -31°C do cca 4 sata, a zatim na 2 do 4°C do 8, odnosno do 24 sata *post mortem*), vremena otkoštavanja *post mortem* (8 i 24 sata *post mortem*), nakon brzog hlađenja, i postupka salamurenja (bez ili sa vakuumom) proizvedenog svinjskog mesa (*M. semimembranosus*) na kvalitet i bezbednost kuvane šunke (konzervi od mesa u komadima), odnosno postavljen je zadatak razvoja novog proizvodnog procesa kuvane šunke koji će počivati na značajnoj racionalizaciji tehnološkog postupka, a čime bi se ostvarila i određena ekonomska dobit, uz postizanje vrhunskog kvaliteta proizvoda.

Da bi ovako postavljeni zadatak dao očekivane rezultate najpre je ispitan uticaj brzog hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, nakon brzog hlađenja, na tehnološki, nutritivni i senzorni kvalitet i bezbednost svinjskog mesa (*M. semimembranosus*), namenjenog proizvodnji ovog proizvoda. Analizom dobijenih rezultata zaključeno je da se brzim hlađenjem može obezbediti otkoštavanje

polutki 8 sati *post mortem*, sa internom temperaturom manjom od 7°C, uz značajno smanjenje troškova rada, kala hlađenja i udela mesa (*M. semimembranosus*) blede boje, odnosno zaključeno je da su brzo hlađeni mišići već do 8 sati *post mortem* prevedeni u stanje podesno za salamurenje, čime je dobijena sirovina potrebnih svojstava za izradu kuvane šunke.

Od ovako proizvedenog mesa (*M. semimembranosus*), nezavisno od postupka salamurenja (sa ili bez vakuuma), može se proizvesti kuvana šunka vrhunskog kvaliteta, što potvrđuju rezultati ispitivanja kvaliteta kuvanih šunki proizvedenih od ove sirovine, pri čemu treba istaći da su utvrđene izvesne razlike kod pojedinih faktora kvaliteta kuvanih šunki prvenstveno rezultat faktora proizvodnje (na primer, operacije salamurenja), odnosno još uvek nestandardnog postupka proizvodnje ovih proizvoda (na primer, neujednačeno ubrizgavanje salamure). Dodatnim izmenama u tehnologiji salamurenja proizvedena je kvalitetna konzerva od mesa u komadima od ostataka mesa buta, uključujući i izdvojeno meso slabijeg kvaliteta (*M. semimembranosus*), i na taj način je samo još dodatno potvrđeno da je moguće značajno racionalizovati proizvodnju kuvane šunke uz valorizaciju celokupne muskulature buta.

Datum prihvatanja teme od strane Nastavno-naučnog veća:

DP **22 / 12 / 2005**

Datum odbrane:

DO

Članovi komisije:

(Ime i prezime / titula / zvanje / fakultet)

KO

Predsednik: _____

Mentor: _____

Član: _____

Član: _____

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF TECHNOLOGY

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

DT **Monographic publication**

Type of record:

TR **Textual printed material**

Contents code:

CC **Ph. D. thesis**

Author:

AU **M. Sc. Vladimir M. Tomović**

Mentor:

MN **Ph. D. Ljiljana Petrović, full professor**

Title:

TI **Effect of chilling rate of carcasses, time of deboning *post mortem* and way of curing on quality and safety of cooked ham**

Language of text:

LT **Serbian (Roman) (scr)**

Language of abstract:

LA **Serbian (Roman) (scr)/English**

Country of publication:

CP **Serbia**

Locality of publication:

LP **Voivodina**

Publication year:

PY **2009.**

Publisher:

PU **Author reprint**

Publication place:

PP **Bulevar Cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Serbia**

Physical description:

PD **Chapters: 8**
Pages: 298
References: 456
Tables: 27
Figures/Graphs: 11
Appendices:

Scientific field:

SF **Food engineering**

Scientific discipline:

SD **Meat production and processing technology**

Subject / Key words:

SKW **Pork, rapid chilling, time of deboning, cook ham, quality**

UC **637.5.03:637.528:637.04/.05**

Holding data:

HD **Library of Faculty of Technology, Novi Sad,
Bulevar Cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Serbia**

Note:

N **Ph. D. thesis = Doktorska disertacija
Faculty of Technology = Tehnološki fakultet**

Abstract:

AB

The aim of the work was to determine the effect of rapid chilling of carcasses (at -31°C up to cca. 4 hours, and at 2 to 4°C til 8 i.e. 24 hours *post mortem*), time of deboning *post mortem* (8 and 24 hours *post mortem*), after rapid chilling, and way of curing (with and without vacuum) of processed pork (*M. semimembranosus*) on quality and safety of cooked ham i.e. a task was set to develop a new process of cooked ham production based on significant rationalization of the technological procedure, enabling a certain economic profit, and achieving first class product quality.

The effect of rapid chilling of carcasses and time of deboning *post mortem*, after rapid chilling, on technological, nutritive and sensory quality and safety of pork (*M. semimembranosus*) intended for the production of cooked ham was investigated. The analysis of obtained results showed that deboning of carcasses is possible up to 8 hours *post mortem* due to rapid chilling, achieving internal temperatures lower than 7°C, with significantly lower working costs, weight loss and share of pale meat (*M.*

semimembranosus), i.e. the conclusion is that rapid chilled muscles 8 hours *post mortem* were in state convenient for curing, obtaining the raw material of required characteristics for cooked ham production.

First class quality cooked ham can be produced from pork (*M. semimembranosus*) obtained in this way, irrespective of curing process (with or without vacuum), as supported by the results of quality investigation of the obtained final product. Some differences found between certain quality factors of cooked ham are the result of processing factors (curing processes, for example), i.e. of still non-standard production way of this product (for example, uneven injecting of brine). Certain changes of curing technology enabled the production of quality cooked ham from rest ham meat and the separated lower quality meat (*M. semimembranosus*). These results additionally confirm the possibility of significant rationalization of cooked ham production i.e. possible valorization of the whole amount of ham meat.

Accepted by the Scientific Board on:

AS **22 / 12 / 2005**

Defended:

DE

Thesis defend board:

(Name and surname / title / degree / faculty)

DB

President: _____

Mentor: _____

Member: _____

Member: _____

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Pregled literature	3
2.1. Struktura, hemijska građa i sastav mišića	3
2.1.1. Mišićni proteini	5
2.2. Postmortalni biohemijski procesi – konverzija mišića u meso	11
2.2.1. Postmortalna razgradnja adenozin trifosfata	12
2.2.2. Glikoliza	14
2.2.3. <i>Rigor mortis</i> i zrenje mesa	15
2.3. Pojam, definicija i ocena kvaliteta mesa	20
2.3.1. Tehnološki kvalitet svinjskog mesa	22
2.3.1.1. Faktori tehnološkog kvaliteta svinjskog mesa	23
Temperatura	23
Vrednost pH	23
Sposobnost vezivanja vode	26
Boja	30
Mekoća	34
2.3.2. Nutritivni kvalitet svinjskog mesa	35
2.3.2.1. Faktori nutritivnog kvaliteta svinjskog mesa	36
Proteini	36
Intramuskularna mast	37
Mineralne materije – sadržaj makro- i mikroelemenata u svinjskom mesu i njihov značaj u ishrani ljudi	38
2.3.3. Senzorni kvalitet svinjskog mesa	44
2.3.3.1. Faktori senzornog kvaliteta svinjskog mesa	44
Čvrstina i vlažnost	44
Boja	45

Mramoriranost -----	47
Mekoća i sočnost -----	49
2.3.4. Higijensko-toksikološki kvalitet svinjskog mesa -----	50
2.3.4.1. Mikroflora mesa – faktor higijensko-toksikološkog kvaliteta svinjskog mesa -	51
Kontaminacija svinjskog mesa mikroorganizmima -----	53
Uticaj proizvodnje svinja na mikrofloru mesa -----	53
Uticaj tehnološkog procesa proizvodnje svinjskog mesa na mikrofloru	
mesa -----	55
Mikroflora proizvedenog svinjskog mesa -----	62
2.3.4.2. Rezidue – faktor higijensko-toksikološkog kvaliteta svinjskog mesa -----	66
2.4. Hlađenje svinjskog mesa -----	70
2.4.1. Ubrzano hlađenje svinjskog mesa -----	73
2.4.1.1. Skraćivanje mišića na hladnoći – "cold shortening" -----	76
2.4.2. Uticaj brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja <i>post mortem</i> na kalo hlađenja i	
kvalitet svinjskog mesa -----	78
2.5. Rasecanje i otkoštavanje svinjskog mesa -----	89
2.6. Proizvodnja i karakteristike kvaliteta kuvane šunke -----	90
2.6.1. Pojam i opšte karakteristike kvaliteta kuvane šunke -----	90
2.6.2. Osnovne tehnološke operacije u proizvodnji kuvane šunke -----	93
Klasiranje i priprema svežeg mesa -----	93
Značaj izdvajanja i uticaj mesa izmenjenog kvaliteta na kvalitet kuvane šunke -----	94
2.6.3. Salamurenje mesa -----	96
2.6.3.1. Ingredijencije (aditivi i dodaci) za salamurenje i njihovo doziranje -----	97
Kuhinjska so kao osnovna ingredijencija salamure -----	97
Fosfati kao osnovne ingredijencije salamure -----	99
Nitriti i nitrati kao osnovne ingredijencije salamure -----	101
Ingredijencije za usmeravanje procesa salamurenja -----	104
Primeri različitih sastava salamura -----	108
2.6.3.2. Salamurenje ubrizgavanjem -----	109
2.6.3.3. Mehanička obrada -----	110
Tenderizacija -----	110
Masiranje i tamblovanje -----	111
2.6.4. Punjenje i zatvaranje -----	113
2.6.5. Termička obrada -----	114
2.6.6. Hlađenje i skladištenje -----	116

2.7. Higijensko-toksikološki kvalitet kuvane šunke -----	118
2.8. Uticaj brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja <i>post mortem</i> i postupka salamurenja na kvalitet kuvane šunke -----	120
3. Zadatak rada -----	125
4. Materijal i metode rada -----	129
4.1. Materijal rada -----	129
4.2. Metode rada -----	134
4.2.1. Određivanje kvaliteta polutki -----	134
Određivanje prinosa mesa -----	134
Određivanje dužine polutki -----	134
4.2.2. Određivanje tehnološkog kvaliteta -----	134
Određivanje temperature -----	134
Određivanje vrednosti pH -----	134
Određivanje kala hlađenja -----	135
Određivanje rastvorljivosti proteina -----	135
SDS-PAG elektroforeza i analiza sastava dobijenih ekstrakata -----	135
Određivanje sposobnosti vezivanja vode -----	136
Određivanje teksture -----	137
Određivanje boje -----	137
Određivanje strukture -----	139
Određivanje sadržaja hlorida – metoda po Volhardu -----	139
Određivanje sadržaja ukupnog fosfora -----	139
Određivanje sadržaja nitrita -----	139
4.2.3. Određivanje higijensko-toksikološkog kvaliteta -----	140
4.2.3.1. Određivanje mikrobiološkog kvaliteta -----	140
Uzimanje briseva sa površine polutki i priprema uzoraka -----	140
Uzimanje i priprema uzoraka salamure -----	140
Uzimanje i priprema uzoraka mesa i salamurenog mesa -----	141
Uzimanje i priprema uzoraka konzervi -----	141
Određivanje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija -----	142
Određivanje ukupnog broja <i>Enterobacteriaceae</i> -----	142
Određivanje prisustva <i>Salmonella</i> spp, <i>Proteus vulgaris</i> i <i>Escherichia coli</i> --	142
4.2.3.2. Određivanje prisustva rezidua i kontaminenata -----	142
Priprema uzoraka i određivanje prisustva supstanci koje imaju anaboličko delovanje -----	142

Priprema uzoraka i određivanje nedozvoljenih supstanci, veterinarskih lekova i kontaminanata okoline -----	144
4.2.4. Određivanje nutritivnog kvaliteta -----	147
Određivanje sadržaja vode -----	147
Određivanje sadržaja ukupnog pepela -----	147
Određivanje sadržaja slobodne masti -----	148
Određivanje sadržaja holesterola -----	148
Određivanje sadržaja azota – proteina -----	148
Određivanje sadržaja hidrosiprolina – vezivnog tkiva -----	148
Određivanje "PFF" vrednosti -----	149
Određivanje sadržaja mikro- i makroelemenata -----	149
4.2.5. Određivanje senzornog kvaliteta -----	149
4.2.6. Statistička obrada podataka -----	152
5. Prikaz rezultata -----	153
5.1. Rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja <i>post mortem</i> na kvalitet svinjskog mesa (<i>M. semimembranosus</i>) -----	153
5.2. Rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja <i>post mortem</i> i postupka salamurenja na kvalitet i bezbednost kuvane šunke -----	183
6. Diskusija -----	234
7. Zaključak -----	266
8. Citirana literatura -----	270

1. UVOD

Jedan od najznačajnijih, i od strane potrošača najpopularnijih, proizvoda svetske industrije mesa je konzerva proizvedena od svinjskog mesa koja se, uglavnom, proizvodi od muskulature buta, leđa i plečke. U ovoj grupi termički obrađenih salamurenih proizvoda od svinjskog mesa po tržišnoj vrednosti i obimu proizvodnje na prvom mestu se nalazi kuvana šunka (konzerva od mesa u komadima), koja se proizvodi od muskulature buta (meso I kategorije) ili, veoma često, zbog standardizacije kvaliteta, samo od pojedinih mišićnih partija ili samo od najreprezentativnijih mišića (*M. semimembranosus*). Od 1984. godine, u međunarodnoj trgovini, kuvana šunka se proizvodi i stavlja u promet prema Američkom standardu kojim se ovaj proizvod klasira u četiri klase kvaliteta: "COOK HAM", "COOK HAM with natural juice", "COOK HAM water added" i "COOK HAM and water products", koje su definisane na bazi hemijskog sastava proizvoda. U našoj zemlji kvalitet kuvane šunke, kao proizvoda od mesa u komadima, definisan je preko sadržaja mišićnih proteina, koji ne sme biti manji od 16%, dok srodni proizvodi moraju imati minimum 10% ukupnih proteina. I pored činjenice da se radi o proizvodu visoke biološke vrednosti, na veliku popularnost i prihvatljivost kuvane šunke od strane potrošača značajno su uticali, odnosno utiču, senzorni faktori kvaliteta ovog proizvoda, među kojima su najznačajniji izgled (boja), zatim tekstura i miris i ukus. Velikoj prihvatljivosti ovog proizvoda od strane potrošača, svakako da, doprinosi i činjenica da se u izradi ovog proizvoda koristi veoma mali broj aditiva i dodataka (kuhinjska so, fosfat, nitrit) i to u tehnološki i funkcionalno opravdanim količinama.

Savremeni koncept proizvodnje kuvane šunke, koji kao krajnji cilj ima proizvodnju visoko kvalitetnog proizvoda, odnosno proizvodnju ovog tradicionalnog proizvoda visokosofisticiranom tehnologijom, zasniva se na nekoliko bitnih karakteristika, a to su: prilagodljivost proizvodnje, zatim produktivnost, pouzdanost, racionalizacija, automatizacija, profitabilnost, standardizacija, modernizacija, kontrola kvaliteta, sledljivost, higijena rada, bezbednost proizvoda. Pored toga, usavršavanje proizvodnje kuvane šunke, poslednjih godina, sve više ima tendenciju kontinuiranog nadovezivanja na fazu klanja i obrade svinja, čime bi se, značajnim skraćivanjem vremena proizvodnje mesa, značajno skratilo ukupno vreme proizvodnje kuvane šunke. Međutim, u današnjoj proizvodnoj praksi realizaciju ove ideje onemogućavaju sledeća dva ograničenja. Prvo, to je operacija hlađenja koja produžava fazu proizvodnje mesa, odnosno odlaže početak prerade mesa. Naime, hlađenje mesa je neophodan postupak u proizvodnji mesa jer je higijenski ispravno meso moguće obezbediti samo ako se brzo nakon klanja hladi i na taj način kontaminacija i dalje razmnožavanje mikroorganizama svedu na minimum. Započinjanje prerade, odnosno salamurenja mesa rano *post mortem*, u početnoj fazi biohemijskih procesa u mesu daje po pravilu veoma loš i neujednačen kvalitet proizvoda, što je drugo ograničenje koje je do sada značajno produžavalo kontinuirano nadovezivanje procesa proizvodnje kuvane šunke na fazu proizvodnje mesa.

Dobro je poznata činjenica da je za proizvode standardizovanog kvaliteta neophodno obezbediti sirovinu ujednačenog kvaliteta. Za proizvodnju kuvane šunke to znači obezbeđenje dovoljne količine dobro razvijenih mišića buta odgovarajućeg (normalnog) kvaliteta. Ti uslovi su bili i ostali osnovni problem sa kojim se suočavaju tehnolozi pri izradi kuvane šunke, te i dalje predstavljaju jednu od značajnih prepreka u potpunoj realizaciji savremenog koncepta proizvodnje kuvane šunke. Problem neujednačenog kvaliteta sirovine je posebno izražen kod svinjskog mesa, jer je raspon variranja kvaliteta veoma širok. Posebno je neprihvatljivo ekstremno izmenjeno bledo, meko i vodnjikavo (BMV) meso.

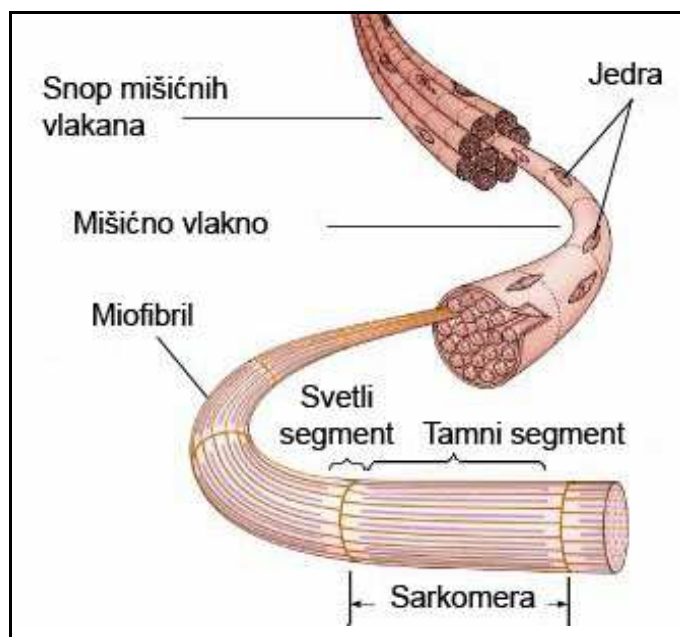
Najvažniji faktori koji utiču na kvalitet mesa su vrednost pH i brzina pada *post mortem*, zajedno sa temperaturom i njenim padom. Odnos između brzine pada temperature i vrednosti pH direktno utiče na ostale faktore kvaliteta mesa (sposobnost vezivanja vode, boju, mekoću). Brzim snižavanjem temperature, što je moguće pre nakon klanja, usporavaju se biohemijski procesi, odnosno usporava se pad vrednosti pH i na taj način se minimizira mogućnost da u mišićima dođe do kombinacije visoke temperature i niske vrednosti pH rano *post mortem*, odnosno da dođe do denaturacije proteina koja je najintenzivnija u prvim satima *post mortem*, čime se prevenira ili smanjuje pojavljivanje BMV mesa. Ubrzanim vazдушnim hlađenjem smanjuje se brzina isparavanje vode sa površine polutki, odnosno smanjuje se kalo hlađenja, a, takođe, može doći i do smanjenja nivoa kontaminacije polutki i mesa mikroorganizmima i produženja održivosti mesa u maloprodaji.

Zbog svega napred navedenog, odlučeno je da se u ovoj doktorskoj disertaciji ispita uticaj brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na kvalitet i bezbednost proizvedenog mesa. Na osnovu dobijenih rezultata utvrdilo bi se da li primenom navedenih faktora i pod kojim uslovima dolazi do povećanja udela mesa normalnog kvaliteta, koje je pri tome higijenski bezbedno za dalju preradu, koja bi se obavila znatno ranije *post mortem*, ali po završetku većine biohemijskih procesa i nakon dostizanja neophodne vrednosti temperature mesa, i to prilagođavanjem i korekcijom postupaka salamurenja. Na kraju utvrdio bi se krajnji kvalitet i bezbednost proizvedene kuvane šunke, odnosno utvrdilo bi se da li je skraćanjem vremena proizvodnje mesa i korekcijom tehnologije salamurenja, moguće proizvesti kuvanu šunku odgovarajućeg traženog (vrhunskog) kvaliteta.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Struktura, hemijska građa i sastav mišića

Mišićno tkivo se deli na poprečno-prugasto ili skeletno, glatko i srčano. Poprečno-prugasto tkivo čini skeletnu muskulaturu, srčano je samo u srcu, dok se glatko mišićno tkivo nalazi u zidovima probavnih organa, krvnih sudova, mokraćovoda i drugih kanala. Sa stanovišta tehnologije mesa najvažnije je poprečno-prugasto mišićno tkivo (Slika 2.1.1), koje predstavlja meso u najužem smislu, a koje se sastoji od velikog broja jako izduženih cilindričnih vlakana grupisanih u snopove (Rede i Petrović, 1997; Honikel, 1999a).



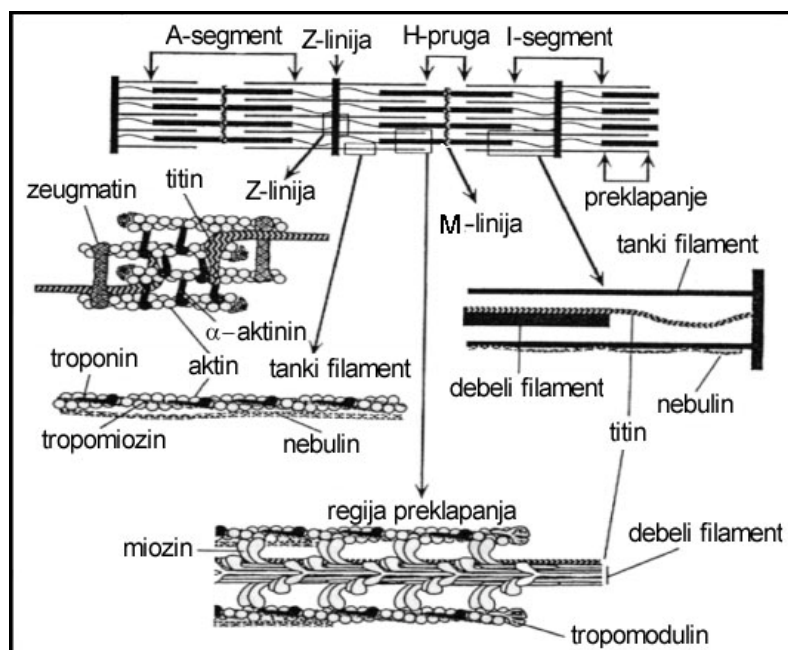
Slika 2.1.1. Šematski prikaz građe skeletnog mišića
http://fajerpc.magnet.fsu.edu/Education/2010/Lectures/37_Muscle_System.htm

Snopovi vlakana su okruženi vezivnotkivnom mrežom (uglavnom kolagen), koja se naziva perimizijum. Primarni snopići se vezivnim tkivom povezuju u sekundarne, a određen broj ovih snopića se

povezuje debljim slojem vezivnog tkiva (epimizijum) u mišić (Forrest i sar., 1975; Rede i Petrović, 1997; Honikel, 1999a).

Mišićna vlakna su duge vretenaste ćelije sa više jedara, dužine najčešće od 1 do 5 cm, a mogu biti duga i do 30 cm. Promer im je od 10 do 100 μm , ređe i do 150 μm . Mišićna vlakna se sastoje od opne [ćelijske membrane (sarkoleme)], citoplazme (sarkoplazme), jedara, organela i inkluzija. Sarkolema je fina ovojnica koja obavija čitavo vlakno i na taj način odvaja intercelularnu tečnost od ekstracelularne, a sastoji se od dva sloja, ukupne debljine od oko 10 nm. Transportovanje vode kroz ovu ćelijsku membranu je prilično sporo. Na spoljni sloj sarkoleme se vezuje međućelijsko vezivno tkivo (endomizijum). Sarkomera je izgrađena od bimolekularnog sloja fosfolipida čiji je nepolarni deo, sastavljen od lanaca masnih kiselina, okrenut ka unutra, upravno na ravan membrane. Polarni deo fosfolipida je sa spoljne strane i pokriven je slojem proteina i ugljenih hidrata. Proteini nisu definisani, a mogu biti strukturni ili enzimi. Unutar sarkoleme je sarkoplazma, odnosno citoplazma mišićnog vlakna. Zavisno od tipa mišićnih vlakana i količina sarkoplazme jako varira. U mišićnom vlaknu sa više sarkoplazme ima i više mitohondrija, kapljica masti i granula glikogena kao i mioglobina, pa su ona crvene boje. Takvih mišićnih vlakana ima više u mišićima koji napornije rade. U mišićnim vlaknima sa manje sarkoplazme ima više miofibrila, osnovnih organela mišićnog vlakna, pa su ona svetlije boje, a više ih ima u mišićima koji imaju statičku funkciju. Jedra su smeštena periferno uz sarkolemu, u dužim vlaknima ih može biti nekoliko stotina. Duguljastog su oblika i položena su u smeru duže osovine vlakna, a dužina im je 8 – 10 μm . Glavne komponente jedara su hematin, koji sadrži mnogo DNK i jedarce, bogato sa RNK. Unutar sarkoplazme, oko svakog miofibrila se nalazi splet spljoštenih mehurića i cevčica nazvan sarkoplazmatski retikulum koji je presudan za kontrolu mišićne kontrakcije. Mišići koji se brže kontrahiraju imaju naročito obiman sarkoplazmatski retikulum, što ukazuje na njegovu važnost u tom procesu. Mitohondrije su organele smeštene u blizini jedara i oko miofibrila u visini Z-membrane. Obavijene su dvostrukom membranom, dok se u sredini nalazi matriks. Funkcija mitohondrija je da kroz Krebsov ciklus i respiratorni lanac proizvedu energiju i da je putem fosforilacije pretvore u fosforna jedinjenja bogata energijom (ATP). U sarkoplazmi mišićnih vlakana nalaze se još i lizozomi, koji sadrže hidrolitičke enzime (katepsine), peroksizomi (sadrže enzime acil oksidazu i katalazu), kao i ribozomi u kojima se sintetišu proteini. Unutar mišićnih vlakana mogu se videti granule glikogena i kapljice masti, odnosno inkluzije smeštene između miofibrila (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998; Honikel, 1999a).

Funkcionalne organele mišićnih vlakana su miofibrili, položeni pojedinačno ili u snopovima, paralelno sa osovinom vlakna (dužom osom). U jednom vlaknu može ih biti i do 2000, a promer im je 1 – 2 μm (Guyton, 1990), prostiru se celom dužinom mišićnog vlakna. Miofibrili su izgrađeni od miofilamenata raspoređenih u dva susedna segmenta (Slika 2.1.1). U tamnom, anizotropnom ili A-segmentu se nalaze debeli (miozinski) miofilamenti, dok se duž svetlog, izotropnog ili I-segmenta pružaju tanki (aktinski) miofilamenti koji ulaze u tamni A-segment između debelih miofilamenata. Tamni i svetli segmenti se međusobno smenjuju, a u svim miofibrilima su na istoj visini, pa se mišićno vlakno pod mikroskopom vidi kao poprečno-prugasto. Na sredini I-segmenta se nalazi tamna pruga, Z-linija, u kojoj su pričvršćeni tanki miofilamenti (Slika 2.1.2). U sredini A-segmenta je nešto svetlija zona, H-pruga, podeljena po sredini tamnom M-linijom. U tom delu A-segmenta nema tankih miofilamenata. Deo miofibrila između dve Z-membrane naziva se sarkomera. Ona obuhvata dve polovine I-segmenta i jedan A-segment između njih. Dužina sarkomere u stanju mirovanja iznosi 2 do 3 μm (Rede i Petrović, 1997; Honikel, 1999a).



Slika 2.1.2. Šematski prikaz građe sarkomere i Z-linije (Lawrie, 1998)

Svaki miofibril sadrži oko 1500 debelih i dvostruko više tankih miofilamenata (odnos 1 : 2). Odnos debelih i tankih miofilamenata u A-segmentu je stalan, tako da je oko svakog debelog pravilno raspoređeno 6 tankih, a oko svakog tankog nalaze se po 3 debela miofilamenta. To su velike polimerizovane molekule odgovorne za mišićnu kontrakciju. Kontrahovanje se odvija kada se tanki miofilamenti uvuku među debele, pa se na taj način može skratiti dužina sarkomere za oko 0.7 μm (Guyton, 1990; Lawrie, 1998; Honikel, 1999a).

2.1.1. Mišićni proteini

Najznačajnije gradivne komponente mišićnog tkiva su proteini (~ 19%), rastvorljive neproteinske supstance (~ 3.5%) i lipidi (~ 2.5%), dok ostatak čini voda (~ 75%). (Lawrie, 1998). Hemijski sastav tipičnog skeletnog mišića odraslog sisara nakon *rigor mortis*-a, ali pre degradativnih promena *post mortem* prikazan je u tabeli 2.1.1.

Unutar mišićne ćelije, dve glavne grupe proteina su važne za promene koje se događaju u toku proizvodnje i prerade mesa. Prva grupa su, miofibrilarni proteini rastvorljivi u slabo koncentrovanim rastvorima soli, zatim miofibrilarni proteini rastvorljivi u koncentrovanim rastvorima soli i nerastvorljivi miofibrilarni i citoskeletni (ili miofibrilarno-citoskeletni) proteini. Miofibrilarni proteini su organizovani u miofibrilima i njihovim podstrukturama, miofilamentima (debeli i tanki) i čine najvažnije sastavne delove mesa u pogledu različitih aspekata kvaliteta mesa. Miofibrilarni proteini čine ~ 60% ukupnih mišićnih proteina. Druga grupa su sarkoplazmatski proteini rastvorljivi u vodi (albumini) ili veoma razblaženim rastvorima soli (globulini). Za ove proteine je karakteristično da kristališu, ali i da su vrlo osetljivi na denaturaciju. Tu spadaju

mioglobin i enzimi energetskog metabolizma, koji sačinjavaju oko trećinu ukupnih mišićnih proteina (~ 30%). Oko 10% mišićnih proteina su proteini strome koji su dominantno zastupljeni u strukturnim vezivnotkivnim proteinima, kolagenu i elastinu (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998; Honikel, 1999a).

Tabela 2.1.1. Hemijski sastav tipičnog skeletnog mišića odraslog sisara nakon *rigor mortis*-a (Lawrie, 1998)

Sastojak		%
1. Voda		75.0
2. Proteini		19.0
(a) Miofibrilarni		11.5
miozin ¹ (H- i L-meromiozini i nekoliko lakih sastojaka asociiranih sa njima)	5.5	
aktin ¹	2.5	
konektin (titin)	0.9	
protein N ₂ linije (nebulin)	0.3	
tropomiozini	0.6	
troponini, C, I i T	0.6	
α, β, γ, aktinini	0.5	
miomezin (protein M-pruge) i C-protein	0.2	
desmin, filamin, F- i I-proteini, itd.	0.4	
(b) Sarkoplazmatski		5.5
gliceraldehid fosfat dehidrogenaza	1.2	
aldolaza	0.6	
kreatin kinaza	0.5	
drugi glikolitički enzimi	2.2	
mioglobin	0.2	
hemoglobin i drugi nespecifični ekstracelularni proteini	0.6	
(c) Vezivnotkivni i organele		2.0
kolagen	1.00	
elastin	0.05	
mitohondrije (uključujući citochrome i nerastvorljive enzime), itd.	0.95	
3. Lipidi		2.5
neutralni lipidi, fosfolipidi, masne kiseline, supstance rastvorljive u mastima		2.5
4. Ugljeni hidrati		1.2
mlečna kiselina	0.90	
glukoza-6-fosfat	0.15	
glikogen	0.10	
glukoza, drugi proizvodi glikolitičke razgradnje u tragovima	0.05	
5. Različite rastvorljive neproteinske supstance		2.3
(a) Azotne		1.65
kreatinin	0.55	
inozin monofosfat	0.30	
di- i trifosfopiridin nukleotidi	0.10	
amino kiseline	0.35	
karnozin, anserin	0.35	
(b) Neorganske		0.65
ukupni rastvorljivi fosfor	0.20	
kalijum	0.35	
natrijum	0.05	
magnezijum	0.02	
kalcijum, zink, metali u tragovima	0.03	
6. Vitamini		
različiti u mastima i u vodi rastvorljivi vitamini, u tragovima		

¹Aktin i miozin se vezuju u aktomiozin nakon *rigor mortis*-a

Miozin je najznačajniji i najzastupljeniji (50 – 55%) strukturni miofibrilarni (kontraktilni) protein mišića (Tabela 2.1.1) i spada u fibrilarne proteine. Oko 200 molekula miozina zajedno sa C-proteinom i M-proteinom gradi debele (miozinske) miofilamente. Molekulska masa molekula miozina je oko 500.000 daltona (Tabela 2.1.2). Molekul miozina se odlikuje velikom asimetrijom i odnosom između dužine i dijametra od 100 : 1.

Svaki molekul miozina se sastoji od dve identične jedinice. Svaka jedinica se sastoji od repa (laka – "light" – meromiozin), vrata (teški – "heavy" – meromiozin S-2) i glave (teški – "heavy" meromiozin S-1). Odnosno, dejstvom proteolitičkog enzima tripsina molekul miozina se cepa na dva dela: rep i glavu sa vratom. Rep se još naziva laki ("light") meromiozin (LMM), a vrat i glava teški ("heavy") meromiozin (HMM). Daljom proteolitičkom fragmentacijom HMM se cepa na glavu molekula, ili supfragment HMM S-1 i vrat molekula ili supfragment HMM S-2. Dakle, svaki molekul miozina sastavljen je od dva teška (S-1) polipeptidna lanca i četiri laka (rep i S-2) polipeptidna lanca. Prilikom formiranja debelog miofilamenta molekule miozina su položene uzdužno jedna pored druge i to tako da se u sredini filameta spajaju repovi molekula koji se dalje slažu u suprotnim pravcima i tako formiraju filament. Elektronskom mikroskopijom je utvrđeno da se po površini debelih miofilameta nalaze mali, pravilno raspoređeni izdanci koji su upravljani prema tankim miofilamentima, to su u stvari glave molekula miozina (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998). U predelu repa molekul miozina ima dosta kiselih (asparaginska i glutaminska kiselina) i baznih (histidin, arginin i lizin) aminokiselinskih jedinica, tako da na postranim lancima ima i dosta pozitivno i negativno naelektrisanih grupa. Zbog toga je rep molekula deo koji uslovljava veliku (75 – 90%) sposobnost vezivanja vode u mišiću. Suprotno tome, ta sposobnost vrata molekula je mala, a glave još manja (Rede i Petrović, 1997). Od velikog fiziološkog značaja je i činjenica da miozin nije samo strukturni protein, nego deo molekula koji se označava kao glava ili supfragment HMM S-1 ima i svojstvo enzima. Naime, radi se o aktivnosti adenzin trifosfataze (ATP-aza), odnosno o regulaciji razgradnje adenzin trifosfata (ATP) na adenzin difosfat (ADP) i anorganski fosfor (P), pri čemu se oslobađa energija potrebna za kontrakciju mišića (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998).

Elektronskom mikroskopijom definisane su fine strukture u sredini miozinskog filameta, gde se molekuli miozina slažu rep na rep. To je M-pruga, koja povezuje repove molekula miozina u središnjem delu debelog miofilameta i na taj način održava raspored miozinskih molekula u debelom filamentu. Po Knappeis-Carlsen-ovom (1962) modelu, M-pruga se sastoji iz dve strukturne komponente: M-filameta, koji su položeni paralelno sa molekulima miozina i M-mostova, koji su raspoređeni pod pravim uglom na miozin i povezuju M-filamente sa miozinom u predelu M-pruge (M_{α} i M_{β}). M-pruga je izgrađena od M-proteina za koje se smatra da kontrolišu polarizaciju miozinskih molekula u sredini sarkomere. Smatra se da postoje najmanje dve molekulske vrste koje čine M-liniju. Jednu od njih zovu i miomezin i ona unapređuje bočnu polimerizaciju L-meromiozina, ali ne i H-meromiozina. Funkcija miomezina je da veže kreatin kinazu za M-liniju, za koju se veruje da je najvažnija komponenta M-mosta (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998).

Pretpostavlja se da C-protein obavlja miozinski filament povezujući molekule miozina u snop, stvarajući, odnosno obezbeđujući strukturu debelog miofilameta. Duž debelog – miozinskog miofilameta, sa svake strane H-pruge nalazi se po devet "obruča", odnosno na jednom debelom miofilamentu ukupno 18 C-proteina sa periodicitetom ponavljanja od oko 40 nm (Rede i Petrović, 1997).

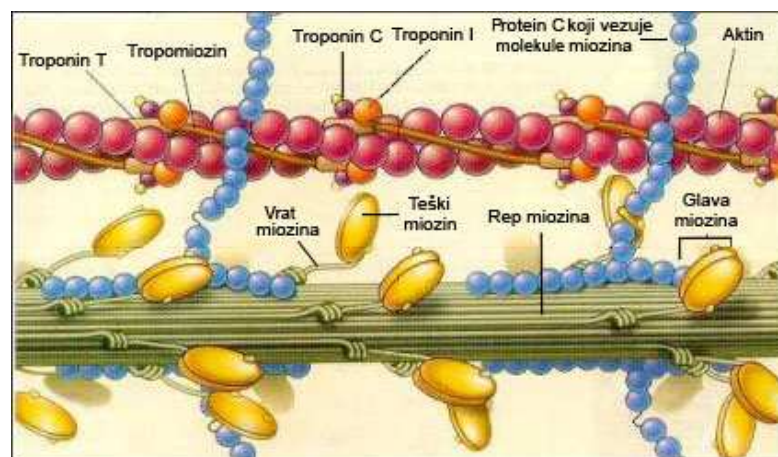
Tanki miofilamenti su građeni od molekula aktina (300 – 400 molekula), tropomiozina i troponina (od 40 do 60 molekula). Takođe, u građi tankih miofilameta učestvuju i drugi proteini: α - i β -aktinin, vinkulin i filamin (Rede i Petrović, 1997), koji su po svojoj strukturi verovatno fibrilarni proteini (Lawrie, 1998).

Aktin je drugi najvažniji "kontraktilni" protein miofibrila. To je ujedno i protein koji je posle miozina najviše prisutan u mišićnom tkivu (Tabela 2.1.1) i to u količini od 11 do 17% (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998). Aktin postoji u dve forme. G-aktin se sastoji od relativno malih globularnih jedinica, koje u prisustvu

soli i ATP-a agregiraju "kraj na kraj", pri čemu se dva lanca globula uvijaju u formu "super heliksa", gradeći F-aktin (fibrilarni aktin). Aktin sadrži veoma mnogo prolina i nepolarnih aminokiselina, te zbog takvog aminokiselinskog sastava ovaj protein sadrži mali broj slobodnih postranih naboja. Karakteristika molekula takve strukture je mala sposobnost vezivanja vode (Rede i Petrović, 1997).

Molekule tropomiozina (Slika 2.1.3) su fibrilarne građe (slično miozinu) i međusobno su povezane u dugačku nit, a dve niti grade dupli heliks. Dva ovakva heliksa obmotavaju F-aktin, opet u pravilnoj heličnoj formi pri čemu je u žljebovima F-aktina tropomiozin povezan sa svakom molekulom G-aktina (Rede i Petrović, 1997). Zbog asocijacije sa aktinom, tropomiozin ima ulogu u stabilizaciji tankog miofilamenta, te spada u grupu takozvanih "regulatornih" miofibrilarnih proteina. S obzirom da ne sadrži prolin, tropomiozin ima 100% heličnu konformaciju molekula. Tropomiozin sadrži dosta kiselih i baznih aminokiselina. U prisustvu redukujućih supstanci disocira na dve slične podjedinice (Mannherz i Goody, 1976; Hofmann i Hamm, 1978; Rede i Petrović, 1997).

Troponin (Slika 2.1.3) je proteinski kompleks, sastavljen od tri globularne subjedinice (označene kao T, C i I), koji reguliše kontrakciju i pomaže agregaciju tropomiozina (Greaser i Gergely, 1971; Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998). Molekule troponina su globularnog oblika i ugrađene su na površini heliksa aktina u pravilnim razmacima sa periodicitetom ponavljanja od 40 nm. Troponin-C, ili kalcijum vezujuća podjedinica, učestvuje u vezivanju kalcijuma i sa troponinom-I gradi ekvimolarni kompleks. U svom sastavu ima visok procenat asparaginske i glutaminske kiseline, te je najkiselija troponinska podjedinica. Ne sadrži triptofan, ali ima slobodnog tirozina koji verovatno učestvuje u vezivanju kalcijuma. Troponin-I, ili troponin inhibirajuća podjedinica inhibira aktivnost ATP-aze miozina. Sadrži cistein i dosta hidrofobnih ostataka. Troponin-T, ili tropomiozin vezujuća podjedinica, vezuje druge dve podjedinice za tropomiozin, a time i za tanki miofilament. To je najviše bazna podjedinica, jer sadrži dosta arginina i lizina (Rede i Petrović, 1997).



Slika 2.1.3. Šematski prikaz ultrastrukture miofibrila
www.edcenter.sdsu.edu/cs/paper.html

α -aktinin je globularni protein sastavljena od dve podjedinice. Uloga α -aktinina još je predmet istraživanja, ali smatra se da učestvuje u lateralnoj asocijaciji F-aktina. Poznato je da je taj protein smešten u ili u blizini Z-membrane, odnosno da je konstitutivni element Z-membrane (Slika 2.1.2). Na kraju aktinskih

miofilamenata nalazi se globularni strukturni protein β -aktinin (Slika 2.1.2), čija je verovatna uloga da održava fizičko stanje I-filamenta i inhibira polimerizaciju G-aktina. Vinkulin i filamin nalaze se periferno u Z-membrani (Slika 2.1.2) i njihova uloga u formiranju strukture tankih miofilamenata još je uvek predmet istraživanja (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998).

Veliki broj drugih proteina, takođe, učestvuje u građi strukture sarkomere (Robson i Huiatt, 1983). Gap filamenti su posebna treća grupa filamenata, pored debelih i tankih, unutar sarkomere, čije postojanje je utvrđeno na elektron mikrogramima. Zahvaljujući svojoj građi imaju značajnu ulogu u formiranju kvaliteta mesa, odnosno imaju važnu ulogu u elastičnosti miofibrila. Gap filamenti su građeni od konektina (titina) i nebulina (Slika 2.1.2), proteina koji se zajedno sa desminom ponekad označavaju i kao citoskeletni, jer predstavljaju strukturni oslonac sarkomere i drugih kontraktilnih elemenata (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998).

Tabela 2.1.2. Svojstva miofibrilarnih i citoskeletnih proteina (Rede i Petrović, 1997)

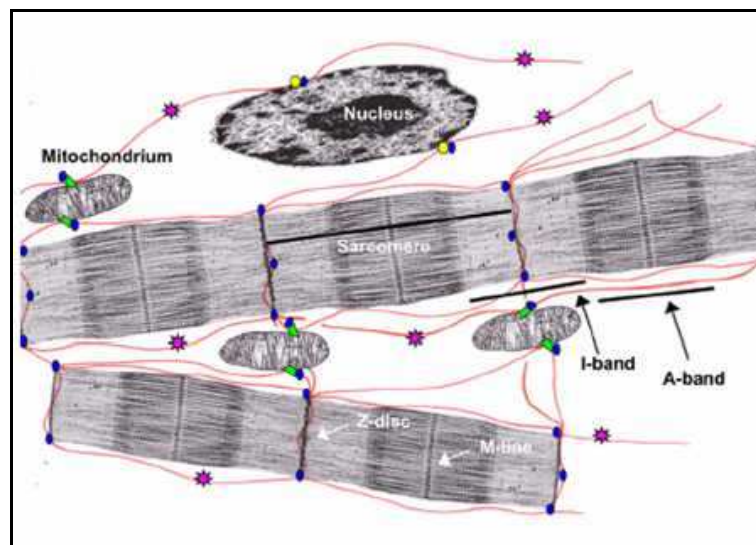
Naziv proteina	Molekulska masa (Da)	pH IET	Rastvorljivost
Miozin	470.000 – 500.000	5.4	u rastvorima soli $\mu > 0.35$; pH = 7.4
LMM	140.000		
HMM	200.000 – 360.000		
G-aktin	46.000 – 47.000	4.7	U vodenim rastvorima pH > 6.0
Tropomiozin	70.000	5.1	U vodi ili razblaženim rastvorima soli pH > 6.5 ili < 4.5
Troponin	70.500 – 76.000		
TnC	18.000 – 20.000		U rastvorima soli $\mu > 0.2$
TnI	24.000		
TnT	37.000 – 45.000	8.8	
α -aktinin	180.000 – 200.000		U vodenim rastvorima
β -aktinin	45.000 – 300.000		
C-protein	140.000		
M-protein	182.000 – 193.000		
Konektin (titin)	1.000.000		Nerastvorljiv
Desmin	55.000		Nerastvorljiv
Nebulin	500.000		Slabo rastvorljiv

Konektin (titin) je najvažniji protein gap filamenata. Veoma je zastupljen u miofibrilima, čini 10% ukupne mase miofibrila (Tabela 2.1.1). Konektin (titin) je verovatno "glavni" protein koji ne učestvuje u kontrakciji mišića. Veoma je elastičan. Nalazi se duž debelih (miozinskih) miofilamenata i asocira sa drugim proteinima, zeugmatinom i tropomodulinom. Pri izgradnji debelog miofilamenta konektin (titin) reguliše slaganje miozinskih molekula tako što predstavlja svojevrsan šablon (Tskhovrebova i Trinick, 2003). On prati sarkomeru i održava integritet mišićnog vlakna u longitudinalnom pravcu, odnosno prostire se paralelno sa

debelim i tankim filamentima, koje konektin (titin) izgleda, slaže u njihov uredan raspored (Slika 2.1.2) (Robson i Huiatt, 1983; Lawrie, 1998).

Nebulin zajedno sa konektinom (titinom) ima ulogu u formiranju mekoće mesa (Peterson i Parrish, 1987). Zastupljen je u miofibrilarnim proteinima sa oko 5% (Tabela 2.1.1). Nebulin je komponenta N₂ linije u I-segmentu, odnosno pruža se duž tankog (aktinskog) miofilamenta (Slika 2.1.2) (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998).

Z-membrana se na elektron mikrografu vidi kao cik-cak linija. Osnovno objašnjenje njene građe dali su Knappeis i Carlsen (1962), po kojima se tanki miofilamenti pred Z-membranom dele u četiri tanka Z-filamenta. Z-filamenti koso prolaze na drugu stranu membrane i tamo se opet spajaju po četiri u jedan tanki miofilament. Proteini odgovorni za strukturu Z-membrane su aktin i α -aktinin, dok se u novije vreme spominju vinkulin i filamin, koji su periferno raspoređeni. Kao što je na slici 2.1.2. predloženo, Lawrie (1998) daje nešto drugačiji šematski prikaz građe Z-membrane, iz kojeg proizilazi da se I-segmenti iz dve susedne sarkomere završavaju u visini Z-membrane, pri čemu se delimično preklapaju, a njihov međusobni odnos "učvršćuju" α -aktinin, konektin (titin) i zeugmatin. Za protein desmin kaže se da učestvuje u povezivanju Z-membrana susednih miofibrila (Slika 2.1.4) (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998; Bär i sar., 2004). Ostali proteini koji se spominju da učestvuju u građi Z-membrane su: eu-aktinin, filamin, sinemin, vimentin i zeugmatin (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998).



Slika 2.1.4. Šematski prikaz povezivanja susednih miofibrila desminom (Bär i sar., 2004)

Pored nabrojanih, spominju se još i, malo zastupljeni, miofibrilarni proteini: F-protein, I-protein, paratropomiozin (Lawrie, 1998).

Ne zna se tačno koliko različitih proteina sadrži sarkoplazma, ali taj broj sigurno iznosi preko 50 (Lawrie, 1998), odnosno preko 100 (Rede i Petrović, 1997). Mioglobin (Mb) je najznačajniji protein sarkoplazme, sa stanovišta prerade mesa, spada u grupu albumina, jer je rastvoran u vodi. Taj protein je osnovni pigment mišićnog tkiva. Mišić boji crveno, a funkcija mu je reverzibilno vezivanje kiseonika, odnosno za života životinje mioglobin služi kao depo kiseonika za potrebe metabolizma mišićnog vlakna i funkcionalno

je povezan sa hemoglobinom. Sadržaj mioglobina u mišiću kreće se u rasponu od 0.02 do 0.46% (Tabela 2.1.1). Mioglobin je hromoproteid sastavljen od proteinskog lanca globina i prostetske grupe hema. Molekulska masa mu je oko 17.000. Peptidni lanac globina sadrži 153 ostatka aminokiselina, a u zavisnosti od vrste životinje sastav varira. Lanac je formiran kao desnosmerni α -heliks. Izuvijan je u osam segmenata, a helični segmenti se izmenjuju sa neheličnim (Rede i Petrović, 1997).

Kao što je već opisano većina sarkoplazmatskih proteina su enzimi glikolitičkog ciklusa. Novijim istraživanjima, utvrđena je lokacija glikolitičkih enzima unutar mišićnog vlakna. Utvrđeno je da su glikolitički enzimi, za života, vezani za miofibrilarne proteine, prvenstveno za tanki – aktinski miofilament (F-aktin), prožimajući se sa njim i na taj način potpomažući i strukturni integritet tankog miofilamenta (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998). U prvom redu to je utvrđeno za fosfofruktokinazu, trioza fosfat defidrogenazu, aldolazu, fosfopiruvat hidratazu i fosfopiruvat kinazu (Lawrie, 1998). Morton i sar. (1987) su zaključili da se glikolitički enzimi vežu na tačno određenom mestu, odnosno da na svakom heličnom ponavljanju F-aktina postoje dva mesta za vezivanje enzima. Za oba ova mesta može biti vezana aldolaza, ali samo na jednom od njih može se vezati trioza fosfat dehidrogenaza. Evidentno je, takođe, da su neki glikolitički enzimi indirektno vezani za F-aktin, preko nekog drugog već vezanog glikolitičkog enzima. Tako, trioza fosfat izomeraza vezuje se za aldolazu i trioza fosfat dehidrogenazu (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998).

2.2. Postmortalni biohemijski procesi – konverzija mišića u meso

U mišićima žive životinje najvažniji izvor energije je adenzin trifosfat (ATP), koji se disanjem (respiracijom) resintetiše iz adenzin difosfata (ADP), pri čemu se ugljeni hidrati (mišićni glikogen) ili u nekim slučajevima masne kiseline konvertuju (oksiduju) sa kiseonikom u ugljen dioksid i vodu, proizvodeći energiju koja se skladišti u ATP-u (Lawrie, 1998; Honikel, 1999a). Ugljen dioksid se dalje transportuje krvotokom. Smrću životinje krvotok se zaustavlja, a time i dostavljanje jedinjenja bogatih energijom i kiseonikom. Takođe, zaustavlja se i uklanjanje metabolita (Honikel, 1999a).

Prestanak snabdevanja mišića kiseonikom je najznačajnija posledica iskrvarenja, usled čega se rezerve kiseonika brzo troše, a samim tim prestaju oksidativni, a prednost postepeno preuzimaju anoksidativni procesi. Ta promena toka biohemijskih procesa izazvana prestankom snabdevanja kiseonikom je, u stvari, prevođenje mišića u meso, odnosno hranu (Rede i Petrović, 1997).

Međutim, u mišiću prevedenom klanjem životinje u meso, nastavljaju se biohemijski procesi. Osnovna karakteristika ovih procesa je da se odvijaju pod anaerobnim uslovima, te da intenzitet i priroda tih procesa uslovljavaju promene tehnoloških i jestivih svojstava mesa (Rede i Petrović, 1997).

U prvoj, bržoj, fazi postmortalnih biohemijskih procesa, koja započinje u mišićima odmah nakon prestanka dotoka kiseonika, najpre se počne ragrađivati ATP, a zatim se aktiviraju procesi koji pod anaerobnim uslovima, na račun zaostalih metabolita treba da konvertuju energiju anaerobno, odnosno nadoknade razgrađeni ATP, a to je u prvom redu glikoliza, na koju se potom nadovezuje pojava *rigor mortis*-a (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998; Honikel, 1999a). Iscrpljivanjem rezervi zaostalih metabolita mišić ulazi u stanje punog rigora, što je praćeno značajnom promenom tehnoloških svojstava (vrednosti pH, sposobnosti

vezivanja vode i boje), čime je prva faza postmortalnih biohemijskih procesa završena (Rede i Petrović, 1997).

Biohemijski procesi i strukturne promene koje se odvijaju neposredno nakon klanja (do 24 sata *post mortem*) i stepen razvoja tih procesa imaju veoma veliki uticaj na tehnološka svojstva kvaliteta proizvedenog mesa. Direktna posledica tih procesa je promena vrednosti pH, sposobnosti vezivanja vode, boje i mekoće (Rahelić, 1987; Rede i Petrović, 1997; Honikel, 1999a).

U drugoj mnogo sporijoj fazi, koja se odvija uglavnom u procesu zrenja, čvrsto i tvrdo meso dobija poželjna jestiva svojstva (Rede i Petrović, 1997; Honikel, 1999a).

2.2.1. Postmortalna razgradnja adenozin trifosfata

Tok postmortalnih biohemijskih procesa, odnosno postmortalni metabolizam određuje tok hidrolize adenozin trifosfata (ATP) (Rede i Petrović, 1997).

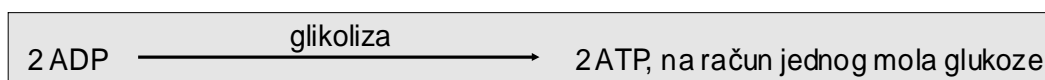
Zatečeni ATP u mišićima u momentu smrti, odnosno najpre onaj slobodan u sarkoplazmi, spontano se počne razgrađivati pod delovanjem sarkoplazmatskih ATP-aza.



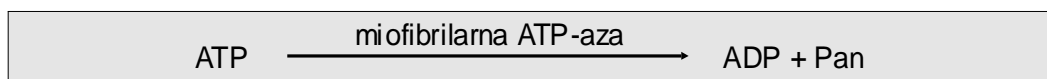
Zbog prestanka dovođenja kiseonika u mišiće, ne mogu se pokrenuti mehanizmi resinteze koji deluju za života i tada se aktivira prvi mehanizam resinteze na račun prisutnog kreatin fosfata (CP), kada dolazi do fosforilacije ADP-a u ATP. Energijom bogata fosfatna veza CP-a se, posredstvom enzima kreatin kinaze, prenosi na ADP i na taj način se veoma brzo regenerišu rezerve ATP-a.



Pošto u mišićima ima relativno malo CP-a, ovaj izvor resinteze ATP-a brzo presuši, tako da se dalja resinteza ATP-a nastavlja jedino putem glikolize.



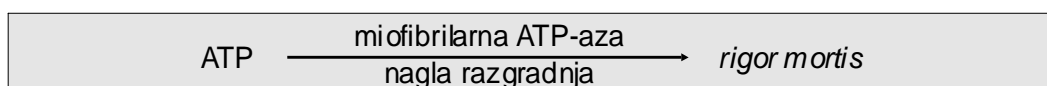
Nakupljanjem mlečne kiseline u mišiću opada vrednost pH (vrednost pH < 6.0), a to dovodi do povećanja propustljivosti membrane sarkoplazmatskog retikuluma, što uzrokuje povećano otpuštanje kalcijumovih jona u sarkoplazmu. Ovo, pak, stimuliše aktivnosti miofibrilarne ATP-aze, što još više ubrzava razgradnju ATP-a, odnosno glikolizu.



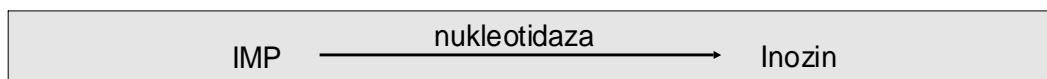
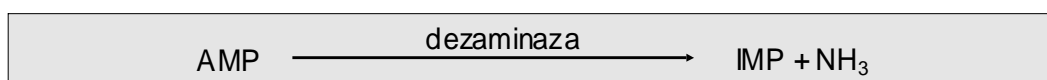
Kada se ATP počne brže razgrađivati nego što se razgradnjom glikogena može resintetizovati, počinje da deluje i miokinaza, što je još jedan, ali veoma kratak put resinteze ATP-a.



Ovaj put resinteze ATP-a ne može dugo da održi njegovu koncentraciju. Kada su rezerve glikogena već iscrpljene ili je vrednost pH opala do vrednosti kada se inaktiviraju enzimi glikolize dolazi do pojave mrtvačke ukočenosti ili *rigor mortis*-a (Rahelić, 1987; Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998).



Iscrpljivanjem mehanizama resinteze ATP-a, dalja razgradnja stvorenih međuprodukata, uglavnom, se odvija dezaminacijom pod delovanjem endogenih enzima (Rede i Petrović, 1997).



Prosečna početna količina ATP-a u mišićima svinja iznosi 5.5 $\mu\text{mol/g}$, dva sata *post mortem* ta količina iznosi 1.91 $\mu\text{mol/g}$, dok 8 sati *post mortem* količina ATP-a iznosi 0.95 $\mu\text{mol/g}$, a zatim sporo opada do 24 sata *post mortem*. U odnosu na početnu količinu, količina ATP-a se u prva četiri sata *post mortem* smanji za oko 76%, a do 24 sata *post mortem* količina ATP-a se smanji za oko 93% od početne količine (Rede, 1969).

Neki od produkata razgradnje ATP-a pozitivno utiču na neka svojstva mesa (IMP – inozin monofosfat – poboljšava aromu svežeg mesa), dok neki produkti razgradnje (dezaminacije) doprinose enzimskom kvaru mesa, odnosno nepoželjnom mirisu i ukusu svežeg mesa (Rede i Petrović, 1997).

Post mortem količina ADP-a, AMP-a – IMP-a se povećava. U zavisnosti od temperature na kojoj se meso drži, ta količina stagnira ili se blago smanjuje, da bi 4 do 6 dana *post mortem* počela znatnija razgradnja IMP do hipoksantina, koji je dosta nestabilno jedinjenje i dosta brzo iščezava iz mesa (Rede i Petrović, 1997).

Uticao temperature na brzinu razgradnje ATP-a je veoma specifičan i značajan. Snižavanjem temperature mišića u prvim satima *post mortem* usporava se razgradnja ATP-a (Bodwell i sar., 1965). Odstupanje brzine razgradnje ATP-a od lineranog toka sa snižavanjem temperature je uzrok nastanka tvrdoće mesa ("cold shortening") pri intenzivnom hlađenju, koja je detaljnije opisana u poglavlju 2.4.1.

2.2.2. Glikoliza

Glikoliza je proces razgradnje glikogena. Za života se taj proces odvija reverzibilno, pod aerobnim uslovima, a obezbeđuje energiju za resintezu ATP-a, odnosno za mišićni rad. U ćelijama, u stanju odmora, kao i odmah nakon smrti nalazi se glikogen u koncentracijama od 0.7 do 1.0% mase. Posle smrti životinja glikoliza takođe započinje radi resinteze ATP-a, ali se odvija pod anaerobnim uslovima, pri čemu se glikogen konvertuje u mlečnu kiselinu, te je tada to ireverzibilan proces (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998; Honikel, 1999a). Nezavisno od toga da li se radi o resintezi ATP-a aerobnom (disanjem) ili anaerobnom glikolizom, odnosno da li se glikogen konvertuje u ugljen dioksid i vodu ili mlečnu kiselinu radi se o vrlo složenom procesu, a razlika je samo u tome što se pirogroždana kiselina, koja nastaje razgradnjom glikogena, u anaerobnim uslovima ne može oksidisati, odnosno biti upućena u Krebsov ciklus gde bi se potpuno razgradila do ugljen dioksida i vode, nego se redukuje do mlečne kiseline (Karlson, 1985; Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998). U toku ovog procesa se iz jedne jedinice glikogena, odnosno od jednog molekula glukoze, dobijaju po dva molekula mlečne kiseline i ATP (Karlson, 1985; Rahelić, 1987). Najveći broj enzima koji su neophodni za konverziju glikogena u mlečnu kiselinu nalazi se u ravnoteži između slobodnog stanja (rastvoreni u sarkoplazmi) i vezanog stanja (vezani za strukturne elemente ćelije, kao što je F-aktin) (Lawrie, 1998).

U uslovima intenzivnog rada mišića ili usled delovanja stresa na životinje pre klanja, kada je potreba za energijom velika, krvotok nije u stanju da osigura dopremu dovoljne količine kiseonika u mišiće i u mišićima zavlada anoksija. Tada se i glikoliza odvija anaerobno (Rede i Petrović, 1997). U svakom slučaju, za života, mnogo više ATP-a se resintetizuje disanjem, nego anaerobnom glikolizom (Lawrie, 1998).

Za odvijanje glikolize osnovni preduslov je postojanje slobodnog fosfora, koji se dobija hidrolizom ATP-a u ADP, pa je to razlog što aktivnost ATP-aza neposredno utiče na tok glikolize. U početnoj fazi to je aktivnost sarkoplazmatskih, a zatim i ATP-aza mitohondrija i miozina (Rede i Petrović, 1997).

Usled nakupljanja mlečne kiseline u mišiću se povećava kiselost (opada vrednost pH). ^{13}C i proton-NMR ispitivanjima potvrđeno je da je nastajanje mlečne kiseline jedini uzrok pada vrednosti pH tokom postmortalne glikolize (Lundberg i sar. 1986).

Konverzija glikogena u mlečnu kiselinu nastavlja se sve dok se ne dostigne vrednost pH pri kojoj dolazi do inaktivacije glikolitičkih enzima (Lawrie, 1998). U tipičnom mišiću sisara ova vrednost pH je oko 5.4 do 5.5 (Bate-Smith, 1948). Međutim, mišići vrlo retko sadrže toliko glikogena da vrednost pH može glikolizom opasti ispod ove vrednosti (Lawrie, 1955). U stvari, pad vrednosti pH prestaje usled nedostatka glikogena, usled inaktivacije glikolitičkih enzima ili kada glikogen nije dostupan za razgradnju (Callow, 1937). Sa druge strane, neki atipični mišići mogu imati i više od 1% rezidualnog glikogena, a da je krajnja vrednost pH iznad 6.0 (Lawrie, 1955).

Brzina razgradnje glikogena zavisi od više faktora: količine glikogena, aktivnosti enzima, temperature (Rahelić, 1987). U zavisnosti od toka razgradnje glikogena javljaju se i razlike u promenama i krajnjim vrednostima pH. Brzina i stepen pada vrednosti pH *post mortem*, odnosno brzina i stepen razgradnje glikogena, zavisi od unutrašnjih faktora, kao što su: vrsta i rasa životinja, tip mišića i raznolikost između životinja i od spoljašnjih faktora, kao što su: uslovi držanja pri uzgoju, a pre svega ishrana, primena medikamenata, zatim uslovi transporta, postupci sa životinjama pre klanja i u toku obrade na liniji klanja, kao i spoljašnja temperatura i uslovi hlađenja (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998). Tako, prema Marsh-u (1954) brzina postmortalne glikolize se povećava sa povećanjem spoljašnje, odnosno temperature okoline i suprotno.

Vrednost pH počinje da opada u roku od 5 do 20 minuta posle smrti (Honikel, 1999a). Postmortalni metabolizam prestaje sa mlečnom kiselinom, usled čega se vrednost pH mišića smanjuje sa 7.0 (7.2) koliki je u živoj životinji na vrednosti između 5.3 i 5.8 (Müller, 1989; Smulders i sar., 1992; Honikel, 1999a). U ekstremnim slučajevima ovaj proces može da traje samo jedan sat, odnosno kod svinja sa normalnom brzinom glikolize ovaj proces se završava od 6 do 9 sati *post mortem* (Honikel i Kim, 1985), odnosno od 6 do 12 sati *post mortem* (Müller, 1989; Smulders i sar., 1992).

Dostizanjem vrednosti pH od 5.5, što predstavlja izoelektričnu tačku mnogih proteina, uključujući i proteine miofibrila, sposobnost vezivanja vode je manja nego *in-vivo*, čak i kada nije došlo do denaturacije (Lawrie, 1998). U izoelektričnoj tački, interakcija protein – protein je velika pošto je jednak broj negativno i pozitivno naelektrisanih bočnih lanaca amino kiselina i sile privlačenja između njih su maksimalne. U ovom slučaju pad vrednosti pH izaziva kontrakciju miofilamenata, što uslovljava efekat izmeštanja vode iz miofilamenata u sarkoplazmu, odnosno smanjenje sposobnosti vezivanja vode (Smulders i sar. 1992; Honikel, 1999a).

Iako je anaerobna glikoliza *post mortem* jedini ozbiljniji, ali ograničen, generator molekula ATP-a, ipak deo oslobođene energije u procesu glikolize, prelazi u topotu. Povećanje temperature pri laganom smanjenju vrednosti pH, delimično je praćeno suprotnom reakcijom prenosa toplote u okolinu (Honikel, 1999a). U "fazi brze glikolize" može doći i do povećanja temperature mišića iznad telesne (Rede i Petrović, 1997). Brza glikoliza uzrokuje povećanje temperature preko 40°C, brzo nakupljanje mlečne kiseline, odnosno brzi pad vrednosti pH, i denaturaciju mišićnih proteina (Rahelić, 1987).

2.2.3. Rigor mortis i zrenje mesa

Sa potrošnjom glikogena, koncentracija ATP-a se takođe smanjuje. U momentu kada se ATP počne brže razgrađivati, odnosno kada njegova koncentracija počne naglo da opada, i konačno, pre nego se postigne krajnja vrednost pH dolazi do postmortalne kontrakcije. Dokazano je da je početak *rigor mortis*-a u direktnoj vezi sa iščezavanjem ATP-a iz mišića (Erdös, 1943). U nedostatku ATP-a, aktin i miozin, odnosno tanki i debeli miofilamenti se kombinuju u trajnu čvrstu interakciju (lanac), kada se ireverzibilno formira aktomiozin (Erdös, 1943; Rede i Petrović, 1997; Honikel, 1999a). Mišići se skraćuju, ne mogu se više opustiti, postaju tvrdi, a zglobovi nepokretni, ta pojava naziva se mrtvačka ukočenost ili *rigor mortis* (Rede i Petrović, 1997, 1997; Honikel, 1999a; Aberle i sar., 2001).

Postoje dve faze u razvoju *rigor mortis*-a (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998). Faza zadržavanja pojavljivanja *rigor mortis*-a, koja traje dok se prethodno tri spomenuta izvora resinteze ATP-a ne iscrpe, karakteriše se time da u toj fazi nema promena u ekstenziji mišića i ona može trajati nekoliko sati. Tokom prve faze zadržavanja pojavljivanja rigora, zbog dostupnosti ATP-a, još uvek može doći do spajanja i razdvajanja aktina i miozina, odnosno do kontrakcije i opuštanja mišića (Aberle i sar., 2001).

Faza pojavljivanja ima dve etape: razvoj i pojavu punog rigora. U prvoj etapi mišić se stalno skraćuje, a kada prestane skraćivanje mišića, onda je dostignut pun *rigor mortis*. Faza zadržavanja pojavljivanja *rigor mortis*-a u mesu životinja klanih u uslovima industrije mesa (svinje, ovce i goveda) traje najčešće 2 do 6 sati (Rede i Petrović, 1997). Vreme pojavljivanja i trajanja razvoja *rigor mortis*-a varira u širokim granicama. Razlike u vremenu pojavljivanja i trajanja razvoja *rigor mortis*-a koje se javljaju, pod analognim uslovima (na datoj temperaturi), rezultat su različitih faktora. Karakteristike *rigor mortis*-a zavise od inicijalnog nivoa ATP-a i CP-a i njihovog nivoa na početku *rigor mortis*-a, zatim od inicijalne vrednosti pH, vrednosti pH na početku *rigor mortis*-a i krajnje vrednosti pH, te od inicijalne i rezidualne količine glikogena, kao i aktivnosti ATP-aza i stanja pumpe sarkoplazmatskog retikuluma, što sve zajedno spada u unutrašnje faktore (vrsta životinja i tip mišića), dok u najvažnije spoljašnje faktore koji utiču na karakteristike *rigor mortis*-a treba spomenuti stepen izmorenosti životinja i temperaturu držanja posle smrti (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998).

Prema različitim autorima *rigor mortis* počinje pri različitim vrednostima pH, s tim da su te vrednosti za svinjsko meso uvek manje od 6.1 (pH = 6.1 – 5.9, Hamm i sar., 1984; pH < 6.0, James i sar., 1983, Dransfield i Lockyer, 1985, Barton-Gade i sar., 1987, Honikel, 1999b; pH = 5.9 – 5.7, Honikel, 1999a; pH < 5.9, Feldhusen i Kühne, 1992; pH < 5.8, Rees i sar., 2002).

Kod svinjskog mesa *rigor mortis* se kompletira za 6 sati, s tim da *rigor mortis*-a počinje već 15 minuta do 1 sat *post mortem* (Savell i sar, 2004). Slično, Taylor i Dant (1971) smatraju da se kod svinjskog mesa sa dobrom sposobnošću vezivanja vode *rigor mortis* kompletira od 3 do 6 sati *post mortem*, dok su Dransfield i Lockyer (1985) ranim otkoštavanjem *M. longissimus dorsi* i zatim kondicioniranjem na temperaturi od 20°C utvrdili da vreme pojavljivanja *rigor mortis*-a varira od 3 do 7.5 sati *post mortem*, a vreme kompletiranja od 6.5 do 15 sati *post mortem*.

Ukoliko je poznata temperatura, inicijalna količina glikogena i inicijalni nivo ATP-a i CP-a neposredno *post mortem*, moguće je tačno predvideti početak *rigor mortis*-a (Bendall, 1951).

Razlike u vremenu pojavljivanja i trajanja razvoja rigora, koje se javljaju pod analognim uslovima, između različitih mišića iste životinje ili različitih životinjskih vrsta, najvećim delom potiču od razlika u tipu metabolizma mišićnih vlakana od kojih su ti mišići sastavljeni. Prema tome, mišići koji se razlikuju po zastupljenosti pojedinih tipova mišićnih vlakana razlikovaće se, svakako, i u brzini kontrakcije, oksidativnom ili glikolitičkom kapacitetu, aktivnosti ATP-aza itd. (Rede i Petrović, 1997).

Tipovi pojavljivanja, odnosno toka razvoja *rigor mortis*-a razvrstani su kao (Bendall, 1960):

- I. Kiseli rigor: razvija se kasnije *post mortem*, kada je vrednost pH niža, te faza zadržavanja traje duže, a faza razvoja i pojave punog rigora kratko,
- II. Alkalni rigor: pod kojim se podrazumeva brz razvitak mrtvačke ukočenosti, rano *post mortem* uz jako skraćenje mišića pri visokim vrednostima pH,

III. Međutip rigora: razvija se kod izgladnelih i umornih životinja brzo *post mortem*, karakteriše ga kratka faza zadržavanja, bez izražene faze razvijanja, te se mišići malo skraćuju.

Svi osnovni događaji vezani za skraćenje mišića tokom kontrakcije ili mrtvačke ukočenosti odigravaju se u miofibrilima, a izazvani su spajanjem tankih i debelih miofilamenata, odnosno aktina i miozina (kontraktilnih proteina), uz učešće regulatornih proteina tropomiozina i troponina (Rede i Petrović, 1997).

Razvitak *rigor mortis*-a je sličan kontrakciji mišića za života. Razlika je u tome što se za života kontrakcija ili skraćenje izmenjuje s opuštanjem. Nasuprot tome u mrtvom organizmu, mišići se skraćuju ireverzibilno (Bendall, 1960; Rede i Petrović, 1997).

Za života životinje funkcija mišića je pokretanje. Mišići se kontrahuju indukcijom nervnog podsticaja koji se prenosi u ćeliju. Pod delovanjem nervnog nadražaja membrana sarkoplazmatskog retikuluma postaje propusna za kalcijumove jone koji se prenose u sarkoplazmu, tako što sam nervni nadražaj izaziva oslobađanje acetilholina na membrani mišićnih vlakana (unutrašnja membrana sarkoleme), a to dovodi do depolarizacije membrane, odnosno prelaska natrijumovih jona u vlakno i izlaska kalijumovih jona iz njega, a to dalje uslovljava prelazak kalcijumovih jona iz sarkoplazmatskog retikuluma u sarkoplazmu, i tada mišić iz stanja mirovanja prelazi u stanje kontrakcije. U opuštenom stanju koncentracija kalcijumovih jona u sarkoplazmi (oko miofilamenata) je oko 10^{-7} molova, a kontrahovanje počinje ukoliko se koncentracija kalcijumovih jona poveća na 10^{-6} molova. Kontrahovanje koristi ATP kao gorivo. Kada se završi nervni nadražaj, kalcijumovi joni se upumpavaju nazad u sarkoplazmatski retikulum, takođe, koristeći ATP (Rede i Petrović, 1997; Honikel, 1999a).

Faza zadržavanja pojavljivanja *rigor mortis*-a identična je sa stanjem mirovanja za života, koja tada traje veoma kratko, dok *post mortem* faza zadržavanja traje sve dok ne poraste koncentracija kalcijumovih jona i ne opadne koncentracija ATP-a, kada se poveća aktivnost miofibrilarne ATP-aze, što uslovljava bržu razgradnju ATP-a, odnosno povezivanje aktina i miozina. Zapravo, u stanju kada je koncentracija kalcijumovih jona u sarkoplazmi niska, kompleks troponina je na neki način opušten i tada tropomiozin, koji je vezan za troponin-T, leži na određenom mestu na tankom filamentu i tako blokira mesto za reakciju sa miozinom. Pri visokoj koncentraciji kalcijumovih jona vezuje ih troponin-C, usled čega se čvršće veže za ostale dve podjedinice troponina, pri čemu olabavi veza troponina-I sa aktinom, a troponin-T se približi troponinu-C i troponinu-I i tako se tropomiozin pomakne sa "blokiranog" položaja na tankom miofilamentu i oslobađa ga za vezivanje glava miozina (Rede i Petrović, 1997).

U mišićima sa brzim tokom razvijanja *rigor mortis*-a dostiže se, po pravilu, i veći stepen skraćjenja mišića. Na višim temperaturama tok je brži pa se i procesi u mišiću brže odvijaju, što se zapaža u toku hlađenja trupova zaklanih životinja, jer *rigor mortis* nastupa prvo u dubljim partijama mišića, uz kosti, a na površini nešto sporije. Međutim, u odnosu na uticaj temperature na brzinu pojavljivanja *rigor mortis*-a i stepen skraćjenja mišića, ima i izrazitih odstupanja (Rede i Petrović, 1997).

Honikel i sar. (1986) su na svim temperaturama inkubiranja između -2 i 38°C utvrdili skraćenje sarkomera kod *M. sternomandibularis* goveda, koji su otkošteni rano *post mortem*, odnosno u predrigor stanju. Prema navedenim autorima najmanje skraćenje sarkomera je na temperaturama inkubiranja između 6 do 18°C , manje od 10%. Na temperaturama ispod 6°C skraćenje sarkomera je preko 70%, a na temperaturama iznad 20°C (do 38°C) utvrđeno je skraćenje sarkomera od 40%.

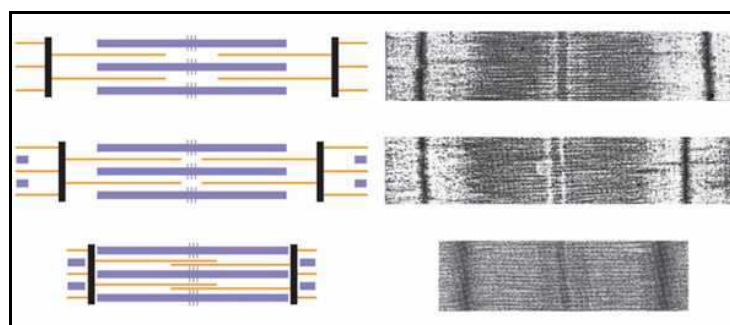
Dakle, kontrahovanje ili skraćenje *post mortem* može da se izbegne. Biohemijske promene i uslovi hlađenja moraju da odgovaraju jedni drugima (Honikel, 1987). Međutim, početak *rigor mortis*-a nastaje u svakom slučaju, kada u mišićima ima glikogena, sa ili bez skraćanja (Honikel, 1999a).

Promena strukture mišića (mesa), koja se javlja u *rigor mortis*-u, u direktnoj je vezi i sa promenom mekoće mesa. Korišćenjem model sistema i fluorescentnih proteina Swartz i sar. (1993) su pokušali da objasne odnos između skraćanja sarkomera u *rigor mortis*-u i tvrdoće mesa. Prema njihovoj studiji tvrdoću mesa uzrokuje upravo skraćenje sarkomera.

U opuštenim mišićima rano *post mortem* miofilamenti nisu uvučeni jedni između drugih pa prostori između njih sadrže više molekula vode i sarkomera je rastresitije strukture, pa je i meso mekanije i sočnije. Nasuprot tome, kada su mišići prešli u stanje *rigor mortis*-a tanki miofilamenti su uvučeni između debelih, a ovi često dopiru do Z-membrane, uz spajanje većine ili čak svih molekula miozina i G-aktina u sarkomeri. U tako stegnutom mišiću sarkomere su kratke, kompaktne i sadrže malo vode, pa je takvo meso tvrdo i suvo (Rede i Petrović, 1997).

Početak razvoja *rigor mortis*-a je praćen i smanjenjem sposobnosti vezivanja vode. To je značajno istaći, s obzirom da to nije posledica samo pada vrednosti pH (i njegovog konsekventnog približavanja ka izoelektričnoj tački mišićnih proteina) ili denaturacije proteina (Lawrie, 1998).

Skraćenjem sarkomera, odnosno spajanjem debelih i tankih miofilamenata za vreme kontrahovanja smanjuje se miofibrilarni prostor i deo vode mora da se translocira u sarkoplazmatski prostor. Pošto kontrakcija traje veoma kratko u živoj životinji, razmena vode iz jedne substrukture u drugu traje prilično kratko, ograničena je i reverzibilna. Dakle, u fazi pre *rigor mortis*-a sarkomera je najduža, miofilamenti se najmanje preklapaju, pa su i prostori između miofilamenata najveći, usled čega se u njima može zadržati veća količina vode. Međutim, *post mortem*, prelaskom mišića u *rigor mortis*, kada se dogodi trajno skraćenje, odnosno čvrsto međusobno povezivanje tankih i debelih miofilamenata (nastaje aktomiozin), izmeštanje imobilisane vode iz miofilamenata trajno povećava količinu vode u sarkoplazmi, a moguće je i u prostorima između mišićnih vlakana (Slika 2.2.1). Ova voda nije više imobilisana unutar i između miofilamenata (Rahelić, 1987; Honikel, 1999a). Na osnovu izloženog, sledi da je sposobnost vezivanja vode mišića najveća neposredno *post mortem*, nakon čega stalno opada. Kao što je napred već opisano, efekat izmeštanja se dalje pojačava *post mortem*, kada vrednost pH padne sa 7.0 na vrednost oko 5.5, čime se izaziva skupljanje miofilamenata (Honikel, 1999a). Minimum sposobnosti vezivanja vode poklapa se sa maksimumom rigiditeta i minimumom vrednosti pH (Rahelić, 1987).



Slika 2.2.1. Skraćenje sarkomere pri kontrakciji
(<http://porpax.bio.miami.edu/~cmallery/150/neuro/>)

Linerano povećanje gubitka mase mesa usled ceđenja vode ("drip loss") sa povećanjem skraćanja sarkomera, kao indikatora skraćanja mišića, odnosno pozitivna korelacija između dužine sarkomera i sposobnosti vezivanja vode, utvrđena je u velikom broju radova (Honikel i sar., 1986; Honikel, 1999a; Bertram i sar., 2002).

Mišići sa brzim padom vrednosti pH i snažnom kontrakcijom (bledi, meki i vodnjikavi mišići – BMV mišići) su u pravilu i veće tvrdoće, dok su mišići sa visokim vrednostima pH_k kod kojih je izostala kontrakcija (tamni, čvrsti i suvi mišići – TČS mišići) znatno mekši (Rede i Petrović, 1997).

Jeleníková i sar. (2008) su utvrdili značajnu linearnu vezu između vrednosti pH i mekoće, odnosno utvrdili su značajnu negativnu korelaciju ($r = -0.81$ i $r = -0.65$) između vrednosti pH izmerene 45 minuta *post mortem* i vrednosti pH izmerene 24 sata *post mortem* i mekoće određene instrumentalno (sila smicanja – Warner-Bratzler).

Postmortalne promene opisanih svojstava (vrednosti pH, strukture, sposobnosti vezivanja vode, mekoće) direktno utiču i na promenu ostalih svojstava proizvedenog mesa, od kojih je najznačajnija promena boje.

Prema Kim-u i sar. (1996) svetloća boje (L^* vrednost) se kod svih kvaliteta svinjskog mesa povećava konzistentno od 45 minuta do 24 sati *post mortem*, odnosno boja postaje svetlija.

Neposredno posle klanja, mišići imaju visoku vrednost pH, dobru sposobnost vezivanja vode, opušteni su i tamne su boje (Callow, 1937), a kasnije *post mortem*, vrednost pH mišića opada, mišić ulazi u *rigor mortis* i meso postaje svetlije boje. Uticaj promene strukture mišića na promenu boje *post mortem*, objašnjava se promenom međusobnog odnosa tankih i debelih miofilamenata. Neposredno *post mortem* debeli i tanki miofilamenti su odvojeni jedni od drugih, odnosno, preklapaju se samo delimično, pa svetlo može slobodno da prodiđe između njih, da se apsorbuje u većoj meri i mišić je tamnije boje. Kad miofilamenti počnu asociirati, mišić prelazi u *rigor mortis* i postaje kompaktniji, rigidniji. Uzrok tome je veće preklapanje miofilamenata i njihovo međusobno spajanje. Svetlost tada ne može tako duboko da prodre u mišić, već se u većoj meri reflektuje sa njegove površine i boja mišića je svetlija (Bate-Smith, 1948; Rahelić, 1987; Rede i Petrović, 1997). Sa druge strane, veruje se da i povećanje slobodne vode na površini ćelije, koje je uslovljeno snižavanjem vrednosti pH, povećava reflektancu dajući meso svetlijeg izgleda (Pearson i Dutson, 1985).

Nakon završene prve faze biohemijskih procesa (kompletiranja *rigor mortis*-a) u toku sledećih dana ili sedmica čvrsto i tvrdo meso držano na niskoj temperaturi ulazi u fazu zrenja. Zrenje se odvija putem endogenih enzima, proteaza, lociranih unutar mišićnih vlakana. Pošto meso mora da se hladi ubrzo posle smrti, proteolitički procesi se odvijaju polako. U zavisnosti od temperature skladištenja, vrednosti pH, vrste mišića (količina i unakrsna povezanost vezivnog tkiva) i vrste životinja (količina i aktivnost proteaza) zrenje traje jedan do dva dana kod pilećeg mesa, tri do šest dana kod svinjskog mesa i deset do dvadeset dana kod goveđeg mesa. Tokom procesa zrenja, pravilna struktura unutar i između miofibrila je izlomljena, a time i čvrstina mesa smanjena (Honikel, 1999a).

Za vreme procesa zrenja na temperaturama komore za hlađenje, mekoća mesa se povećava usled enzimskih aktivnosti proteaza mišića. Važne promene se odigravaju uglavnom u miofibrilarnim proteinima. Brzina i intezitet procesa zrenja variraju. Količina kolagena nema uticaja na brzinu zrenja, ali bi mogla da utiče na njen intezitet. Pol, vrsta i starost životinje i vrsta mišića utiču na proces zrenja. Važan faktor uticaja je temperatura skladištenja. Na povišenim temperaturama, aktivnost proteaza je pojačana. Između 0 i 6°C brzina zrenja se povećava četiri puta (Valin i Romita, 1983); i između 5 i 20°C, tako će četiri puta. Međutim,

mora da se ima u vidu da mikroorganizmi opasni po zdravlje počnu da se razvijaju na temperaturama višim od 7°C. Naj češća primenjivana temperatura zrenja od 0°C, međutim, nije najbolja mogućnost da se postigne i odgovarajuća mekoća mesa pošto zahteva duži period zrenja (Honikel, 1999a). Međutim, na proces zrenja značajniji uticaj ima vrednost pH, nego temperatura (Rede i Petrović, 1997)

Najznačajnije strukturne, odnosno proteolitičke, promene miofibrilarnih proteina tokom zrenja dešavaju se delovanjem najmanje dve grupe endogenih enzima i to enzima koji se nazivaju kalpaini i lizozomnih enzima (uključujući i katepsine). Kalpaini ili kalcijum zavisne proteinaze, čije delovanje je inicirano oslobađanjem jona kalcijuma iz sarkoplazamatskog retikuluma *post mortem*, imaju optimalno delovanje pri vrednostima pH iznad 6.0, odnosno ranije *post mortem*, dok katepsini (B, D i L), odnosno lizozomni proteolitički enzimi, imaju optimalno delovanje pri vrednostima pH ispod 6.0. Postoje najmanje dve forme kalpaina, koje se označavaju kao kalpain I i kalpain II, dok se njihovo delovanje inhibira trećim proteinom, kalpastatinom. Delovanjem kalpaina razgrađuje se troponin-T (vrednost pH iznad 6.0), zatim razgrađuje se Z-membrana, odnosno razgrađuje se desmin i slabi veza α -aktinina sa Z-membranom. Takođe, delovanjem kalpaina dolazi i do proteolize tropomiozina, zatim proteina M-linije, a takođe je utvrđena i degradacija gap filamenata, odnosno miofibrilarno-citoskeletnih belančevina i to prvenstveno konektina (titina). Katepsin D razgrađuje miofibrilarne proteine pri vrednosti pH ispod 5.0, tako da je pri normalnim krajnjim vrednostima pH (vrednost pH od 5.5), razgradnja miofibrilarnih proteina tokom zrenja, pod delovanjem katepsina D minorna. Sa druge strane, katepsin B i katepsin L mogu da razgrađuju miofibrilarne proteine u mišiću *post mortem*. Katepsin L je najverovatnije najznačajnija lizozomna proteinaza za proces zrenja mesa. Delovanjem katepsina L razgrađuje se troponin-T i troponin-I i C-protein, i to veoma brzo, dok se konektin (titin) i nebulin, odnosno gap filamenti (miofibrilarno-citoskeletni proteini), zatim α -aktinin, tropomiozin, aktin i miozin (laki i teški polipeptidni lanac) razgrađuju nešto sporije (Lawrie, 1998). Danas se može tvrditi da obim postmortalnog omekšavanja mišića direktno zavisi od razgradnje konektina (titina) i nebulina, odnosno gap filamenata (Rede i Petrović, 1997).

U toku zrenja, ćelijske membrane postaju propustljive i voda se iz intracelularnog prostora premešta u ekstracelularne prostore. Proteolitička aktivnost proteaza ne menja zadržavanje vode u mesu, ali dezintegracija membrana utiče na premeštanje vode (Honikel, 1999a). Do dezintegracije membrana, odnosno do dezintegracije kolagena u endomizijumu i perimizijumu, tokom zrenja, dolazi usled razgradnje proteoglikanasa (mukopolisaharida) vezanih za kolagen (Nishimura i sra., 1996) i to, takođe, kao rezultat delovanja lizozomnih, odnosno proteolitičkih enzima (Lawrie, 1998).

2.3. Pojam, definicija i ocena kvaliteta mesa

Kvalitet mesa je termin koji sveobuhvatno opisuje biohemijske, hemijske i fizičko-hemijske karakteristike mesa (Honikel, 1999a).

Kvalitet mesa je rezultat složenih i osetljivih biohemijskih procesa i promena koje se u mišiću odvijaju nakon klanja. Skup faktora koji utiču na tok i intenzitet postmortalnih procesa i promena je veoma širok, a složeni biohemijski procesi rezultiraju formiranjem kompleksa svojstava koje obuhvatamo pojmom "kvalitet" (Rede i Petrović, 1997).

Pri određivanju kvaliteta od presudnog su značaja dva momenta i to: definisanje faktora kvaliteta na osnovu kojih se izražavaju pojedinačna svojstva kvaliteta i kvantitativno izražavanje tih karakterističnih svojstava u odnosu na opšti kvalitet. Ocena kvaliteta je potpunija, ukoliko je ispitan i definisan veći broj svojstava (Joksimović, 1977).

Honikel (1999a) pod kvalitetom mesa podrazumeva zbir svih objektivno izmerenih (n) svojstava, odnosno prema Hofmann-u (1986), Honikel (1999a) definiše kvalitet mesa kao skup svih tehnoloških, nutritivnih (hranljivih), senzornih i higijenskih (odnosno higijensko-toksikoloških) svojstava, odnosno faktora kvaliteta.

U poslednje vreme sve veća pažnja se posvećuje i tzv. "etičkom kvalitetu mesa" koji podrazumeva "organski", nasuprot "neorganskom" uzgoju životinja, zatim religijske zahteve, dobrobit životinja ("Animal Welfare"), kao i odobravanje, odnosno neodobravanje, genetske modifikacije životinja i stočne hrane. Takođe, velika pažnja se posvećuje i ispunjenju ekoloških standarda u uzgoju životinja i proizvodnji i preradi mesa (Murray, www.ccsi.ca/Meetings/ACM_Pork_Quality).

Merenje svojstava mora da se preduzme u pravo vreme, na način koji nije destruktivan i u reprezentativnim mišićima koji su lako dostupni (*M. semimembranosus* i *M. longissimus dorsi*) (Honikel, 1999a).

Tradicionalno, govori se o tri sasvim izdiferencirana tehnološka kvaliteta svinjskog mesa. Proizvedeno meso (posle završenog hlađenja 24 sata *post mortem*) može biti sledećeg kvaliteta: "normalno" (crveno ružičasto, čvrsto i nevodnjikavo – CČN), BMV (bledo, meko i vodnjikavo) i TČS (tamno, čvrsto i suvo), a poznat je još jedan kvalitet mesa koji nastaje u uslovima intenzivnog hlađenja ("cold shortening"). Pomenuti kvaliteti mesa međusobno se razlikuju prema makroskopskim, mikroskopskim i fizičko-hemijskim svojstvima svežeg mesa, kao i prema senzornim i tehnološkim svojstvima konačnih proizvoda u toku i posle kulinarne pripreme, odnosno prerade (Rede i Petrović, 1997). Od 1992. godine u literaturi (Kauffman i sar., 1992; Warner i sar., 1993; Van Laack i sar., 1996; Warner i sar., 1997; Joo i sar., 1999; Toldra i Flores, 2000; Kušec i sar., 2004; Džinić, 2005; Xing i sar., 2007; Qiao i sar., 2007a; Qiao i sar., 2007b; Fischer, 2007) se navode, odnosno opisuju još dva, intermedijarna, kvaliteta svinjskog mesa koji su označeni kao CMV i BČN kvaliteti. CMV (crveno ružičast, mek i vodnjikav) kvalitet svinjskog mesa je prihvatljiv po boji, ali je meso meko i slabe sposobnosti vezivanja vode, dok se BČN (bled, čvrst i nevodnjikav) kvalitet odlikuje bledom bojom, ali dobrom čvrstinom i sposobnošću vezivanja vode.

Sem "normalnog", ostali kvaliteti se smatraju, manje ili više nepoželjnim, jer pored nekih pozitivnih svojstava koja mogu biti od značaja samo u nekim tehnološkim operacijama prerade mesa, kod BMV i TČS mesa uglavnom preovlađuju nepoželjna senzorna i tehnološka svojstva (Rede i Petrović, 1997).

Kod svinjskog mesa mnogo je veća učestalost pojavljivanja mesa BMV kvaliteta, dok se TČS meso mnogo češće javlja kod goveđeg i jagnječeg mesa (Honikel, 1999a).

Podložnost promenama toka postmortalnih procesa u mišićima, a time i promena kvaliteta mišića, odnosno proizvedenog mesa, uslovljena je genetski (endogeni faktori), a aktivirana je i spoljašnjim nadražajima iz okoline u kojoj se životinja nalazi (egzogeni faktori) (Rede i Petrović, 1997). Dakle, kvalitet mesa zavisi od brojnih endogenih (genetskih) i egzogenih (spoljašnjih) faktora (Rosenvold i Andersen, 2003).

Visokoselekcionirane rase životinja za proizvodnju mesa, a posebno svinja, usled inaktivacije u uslovima intenzivnog uzgoja i tova, postale su osetljive na stres. Kod ovih životinja kao rezultat delovanja

stresa ispoljava se sindrom stresa, posebno sindrom stresa svinja (SSS), odnosno sindrom maligne hipertermije (SMH). Sindrom maligne hipertermije, kod svinja, utvrdili su Sybesma i Eikelenboom (1969) inhalacijom halotana. Zahvaljujući tom otkriću utvrđeno je, da je sindrom maligne hipertermije, odnosno osetljivost na stres, nasledna pojava (Smith, 1981; Fujii i sar., 1991).

Između SSS i SMH ne postoji bitnija razlika. Jedina razlika je u tome što u prvom slučaju životinja doživi stres u sredini u kojoj živi, a u drugom slučaju stres je posledica delovanja hemijskog agensa. Razvitak ova dva sindroma se podjednako odražava na promene u muskulaturi, a ispoljavaju se kao BMV fenomen. Izražajnost BMV promena uslovljena je stepenom razvitka sindroma, a stepen razvitka sindroma uslovljen je, opet, intenzitetom nadražaja i osetljivošću životinja. Dakle, pojava BMV mesa se ne nasleđuje kao takva, već se nasleđuje "genetski uslovljen mehanizam" u fiziologiji mišića i biohemiji mesa koji u određenim uslovima dovodi do pojave nenormalnih svojstava mesa (Rahelić, 1987).

Osetljivost svinja na nadražaj koji izaziva stres prenosi se recesivnim genom nazvanim Halⁿ. Dominantni gen je Hal^N. Prema tome, svinje homozigoti sa dva dominantna gena (alela) (Hal^NHal^N) na halotan lokusu (pozicija na hromozomu) nisu osetljive na stres i njihovim klanjem dobija se meso "normalnih" svojstava, dok su svinje homozigoti sa dva recesivna gena (alela) (HalⁿHalⁿ) osetljive na stres i klanjem tih svinja treba očekivati meso sa izmenjenim svojstvima. Svinje heterozigoti Hal^NHalⁿ nisu osetljive na stres, a ni meso im nije izmenjenih svojstava. Pošto se u istom Hal lokusu nalaze i geni (aleli) koji su odgovorni za razvijenost mišića, to će svinje homozigoti sa dva dominantna (NN) gena biti manje mesnate, ali će im meso biti "normalnih" svojstava. One svinje sa dva recesivna gena (nn) odlikovaće se većom mesnatošću, ali i mesom izmenjenih svojstava, dok će svinje heterozigoti (Nn) biti otpornije prema nadražajima, a odlikovaće se i dobro razvijenom muskulaturom (Manojlović i Rahelić, 1987; Fisher i sar., 2000; Van Oeckel i sar., 2001).

Po mišljenju većine autora uticaj egzogenih faktora na kvalitet mesa je značajniji od uticaja endogenih faktora, pri čemu autori (Rede, 1987; Čepin i Čepon, 2001) navode da dominantni uticaj na kvalitet mesa ima ishrana i način držanja životinja. Pored toga, brojnim ispitivanjima (Rahelić, 1984; 1987; Rahelić i Manojlović, 1987; Wiktor, 1987; Petrović i Manojlović, 1999; Rosenvold i Andersen, 2003) utvrđena je mogućnost smanjenja pojave mesa izmenjenog kvaliteta optimizacijom premortalnih i postmortalnih faktora proizvodnje, odnosno smanjenjem stresa u operacijama predklanja (smeštaj na farmi, utovar, prevoz, istovar, odmaranje u depou klanice, otpremanje iz depoa) i klanja (omamljivanje, iskrvarenje), zatim operacija na liniji klanja (šurenje, opaljivanje, vađenje unutrašnjih organa), kao i intenziviranjem hlađenja mesa, pri čemu Honikel (1999a) posebno ističe da kvalitet proizvodnje utiče na kvalitet mesa, ali da faktori proizvodnje nisu karakteristike kvaliteta mesa.

2.3.1. Tehnološki kvalitet svinjskog mesa

Tehnološka svojstva mesa, pre svega, imaju značaj za industrijsku proizvodnju i preradu mesa na svim nivoima (Radovanović, 1992; Honikel, 1999a). Većina karakteristika izmerenih na polutkama i otkošenom mesu služi upravo ovoj svrsi (Honikel, 1999a).

Honikel (1999a) (prema Hofmann-u, 1986) tehnološki kvalitet mesa definiše preko sledećih parametara: sposobnosti vezivanja vode, količine proteina i njihovog statusa, količine masti i njihovog statusa, količine vezivnog tkiva, mekoće, vrednosti pH i boje.

Objektivno predviđanje i/ili utvrđivanje tehnološkog kvaliteta mesa najčešće podrazumeva merenje sledećih pokazatelja: temperature, vrednosti pH, sposobnosti vezivanja vode (gubitak mase ceđenjem), boje i mekoće.

2.3.1.1. Faktori tehnološkog kvaliteta svinjskog mesa

Temperatura

Prema Honikel-u (2002), za svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj, prilikom smeštaja svinja u klanicu rektalna temperatura mora biti ispod 39.2°C (kriterijum za dobrobit životinja), odnosno da bi se dobio dobio pečat kontrolisanog kvaliteta svinjskog mesa, pre hlađenja, odnosno 45 minuta *post mortem*, u dubini buta temperatura mora biti ispod 40.0°C.

Posle klanja meso mora da bude ohlađeno (Honikel, 1999a).

Kao što je napred (Poglavlje 2.2), a i u narednim poglavljima (Poglavlje 2.4), opisano brzina hlađenja, odnosno brzina snižavanja temperature u mesu, direktno utiče na brzinu biohemijskih procesa i samim tim na konačan kvalitet proizvedenog mesa.

Umereno hlađenje mišića, u kojima se glikogen postepeno razgrađuje je najpogodnije za dobar kvalitet mesa. Brzo hlađenje, rano *post mortem*, trupova svinja, odnosno svinjskog mesa, sklonih BMV promenama dovodi do smanjenja bledog i vodnjikavog izgleda svinjskog mesa (Honikel, 1999a).

Prema tome, kontrola temperature je neophodna u pre i *post rigor* fazi mesa, ali kontrola temperature je neophodna i kasnije, tokom zrenja mesa. U industriji mesa temperature treba meriti često, a kako piše Honikel (1999a) termometri su u industriji mesa podjednako važni koliko i noževi.

Vrednost pH

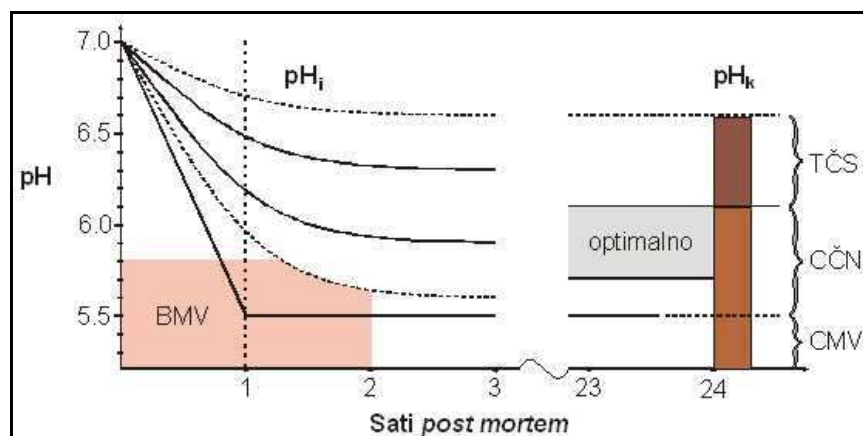
Vremenom je vrednost pH postala nezaobilazan podatak u ocenjivanju kvaliteta mesa pa se određuje, može se reći, pri svakom ispitivanju kvaliteta mesa (Rahelić, 1987).

Merenje vrednosti pH je najdirektniji način da se dobiju informacije o svojstvima kvaliteta mesa (Honikel, 1999a).

Vrednost pH kao faktor kvaliteta mesa je vrlo značajna, jer, direktno ili indirektno, utiče i na druga svojstva mesa kao što su: sposobnost vezivanja vode, boja, mekoća, ukus, održivost i dr. Vrednost pH treba meriti u raznim fazama tokom, pre i *post rigor* perioda. Izuzetan značaj pridaje se vrednosti pH utvrđenoj u prvom satu *post mortem* (Hofmann, 1986; Manojlović i Rahelić, 1987; Honikel, 1999a).

Prema Honikel-u (1999a) u mišićima "normalnog" kvaliteta (svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj) 45 minuta *post mortem* vrednost pH treba da dostigne vrednosti iznad 6.0 (do 6.7), za 1.5 sat

iznad 5.8 (5.8 – 6.4), za 4 sata iznad 5.5 (5.5 – 6.1), a za 24 sata *post mortem* između 5.4 – 5.85 (vrednost pH_k). Posle 24 sata vrednost pH_k ne bi smela da bude niža od 5.4. Izuzetno niske vrednosti pH_k uzrokuju veliki gubitak mase ceđenjem, dok, s druge strane, vrednost pH_k iznad 5.85 skraćuje održivost svinjskog mesa. Na slici 2.3.1. prikazan je odnos između brzine pada vrednosti pH *post mortem* i tehnološkog kvaliteta svinjskog mesa (Van Heugten, 2001).



Slika 2.3.1. Odnos između brzine pada vrednosti pH *post mortem* i kvaliteta svinjskog mesa (Van Heugten, 2001)

U model ispitivanjima Offer (1991) je kod svinjskog mesa utvrdio da je normalna brzina pada vrednosti pH 0.01 jedinica/minutu, što korespondira sa vremenom pojavljivanja *rigor mortis*-a od oko 150 minuta *post mortem*.

Merenjem vrednosti pH u različito vreme *post mortem* može se utvrditi učestalost odstupanja promene vrednosti pH od normalnog toka, a time i učestalost pojave mišića izmenjenih svojstava, odnosno slabijeg kvaliteta. Vrednost pH_i (merena 45 minuta *post mortem*) se koristi kao pokazatelj za utvrđivanje BMV mišića, a vrednost pH_k (merena 24 sata *post mortem*) kao pokazatelj za utvrđivanje TČS mišića (Rede i Petrović, 1997).

Kod svinja, osetljivih na stres, delovanjem različitih stresogenih faktora *ante* i *intra mortem* dolazi do lučenja hormona (adrenalin), što uzrokuje ekstremnu stimulaciju glikolize u mišićima. U toku 45 minuta nakon klanja u mišićima ovih svinja, usled velikog sadržaja mlečne kiseline, vrednost pH opada do 5.8 i niže (Wisner-Pedersen, 1959; Müller, 1989; Feldhusen i Kuhne, 1992; Garrido i sar. 1994; Honikel, 1999a), a temperatura mišića dostiže vrednosti iznad 38°C, pa čak i do 43.0°C. Ovakva kombinacija niske inicijalne vrednosti pH i visoke temperature izaziva obimnu denaturaciju miofibrilarnih i sarkoplazmatskih proteina i promene na ćelijskim membranama, što između ostalog, rezultira brzim prelazom intracelularne vode u ekstracelularni prostor, odnosno veliki gubitak mase ceđenjem sa negativnim konsekvencama na kvalitet mesa. U svom krajnjem stanju ovakvo meso se zove BMV (bledo, meko i vodnjikavo) (Wisner-Pedersen, 1959; Offer, 1991; Honikel, 1999a). Prema Offer-u (1991) stepen denaturacije proteina zavisi od brzine pada vrednosti pH pre započinjanja *rigor mortis*-a.

U slučaju delimične pojave BMV kvaliteta svinjskog mesa, Offer (1991) je u model ispitivanjima utvrdio brzinu pada vrednosti pH od 0.02 jedinica/minutu, dok je kod ekstremnih slučajeva pojave BMV

kvaliteta utvrdio brzinu pada vrednosti pH od 0.1 jedinica/minutu, što korespondira sa vremenom pojavljivanja *rigor mortis*-a od oko 15 minuta *post mortem*.

BMV meso je pri vizuelnom i palpatornom ispitivanju blede boje, testaste strukture, te vodnjikavo. Kod veoma izraženog stepena BMV promena, usled hidrolize kolagena delimično popusti i vezivno tkivo, koje povezuje mišiće međusobno i sa okolinom, pa je moguće sa lakoćom mišić izvući iz prirodnog položaja (Rede i Petrović, 1997).

Drugi ekstremni kvalitet mesa sa izmenjenim svojstvima razvija se na trupu svinja koje su još za života utrošile rezerve glikogena (iscrpljene životinje) u prisustvu kiseonika (kada nastaje ugljen dioksid i voda), odnosno u onim mišićima koji u momentu klanja sadrže nedovoljno glikogena za normalni obim postmortalne glikolize. U takvim uslovima u mišićima, *post mortem*, dolazi samo do delimičnog snižavanja vrednosti pH. Postoji saglasnost da se svinjsko meso sa konačnim vrednostima pH_k od 6.2 (i višim) u svom krajnjem stanju zove TČS (tamno, čvrsto i suvo) meso (Müller, 1989; Honikel, 1999a).

TČS meso je tamne boje, čvrsto (skoro tvrdo), zbog čvrsto vezane vode i suvo (potpuno vezana voda), čak lepljivo (nabubreli proteini) (Rede i Petrović, 1997).

Istraživači, međutim, ne koriste uvek iste granične vrednosti pH_i i pH_k za utvrđivanje kategorija kvaliteta svinjskog mesa (BMV, CMV, CČN, BČN i TČS). Primera graničnih vrednosti pH u literaturi ima mnogo, a samo neki od njih su prikazani u tabeli 2.3.1.

Tabela 2.3.1. Kriterijumi za vrednost pH prema kojima se svinjsko meso razvrstava u različite kategorije kvaliteta

Autori	Kvalitet mesa	pH_i (pH_{1h})	pH_{2h}	pH_k (pH_{24h})
Honikel i Fischer (1977)	BMV	< 5.9		
Kellner i sar. (1979)	BMV	< 5.7		
Manojlović (1982)	BMV	≤ 5.9		
	TČS			≥ 6.3
Kauffman i sar. (1992)	BMV			< 6.0
	CMV			< 6.0
	CČN			< 6.0
	BČN			< 6.0
	TČS			> 6.0
Warner i sar. (1997)	BMV			< 6.0
	CMV			< 6.0
	CČN			< 6.0
	TČS			≥ 6.0
Toldra i Flores (2000)	BMV		< 5.8	
	CMV		< 5.8	
	CČN		> 5.8	
	TČS			> 6.0
Tomović (2002)	BMV	< 5.8		
	CMV	5.8 – 6.0		
	CČN	> 6.0		
Džinić (2005)	BMV	< 5.8		< 6.2
	CMV	< 5.8		< 6.2
	CČN	> 5.8		< 6.2
	BČN	> 5.8		< 6.2
	TČS	> 5.8		> 6.2

Sposobnost vezivanja vode

Vode u mesu ima oko 75% (Tabela 2.1.1), odnosno prema podacima Danskog nacionalnog instituta za hranu (www.foodcomp.dk) u *M. semimembranosus* svinja ima između 73.6 i 76.8% vode, odnosno prosečno oko 75.2%.

Voda je u mesu vezana, odnosno zadržana posredstvom proteina mišića, različitom jačinom i na različite načine, te je logično očekivati da će se *post mortem* različitno i zadržavati u mišićima, u zavisnosti od od toka biohemijskih procesa (Rahelić, 1987).

Sposobnost vezivanja vode (SVV) ili sposobnost zadržavanja vode je sposobnost mesa da delimično ili potpuno zadrži sopstvenu ili dodatu vodu pri delovanju neke sile (Hamm, 1960; Honikel, 1986).

Postoji pretpostavka da se oko 20% vode nalazi u sarkoplazmi, međutim glavni deo se nalazi u miofibrilarnom prostoru između i unutar filamenata (Bendall i Restall, 1983).

Poznato je, da je samo mali deo (8 – 10%) od ukupne količine vode u mišiću čvrsto vezan za proteine (posebno miofibrilarne) u mono- i multimolekularnom sloju (prava hidrataciona voda). Voda koja se nalazi u strukturi miofilamenata je slabije vezana, a deo koji se nalazi između miofilamenata je imobilizirana voda. Deo vode koji je u sarkoplazmatskim prostorima oko miofibrila označava se kao slobodna voda (Rahelić, 1987). Količina imobilizirane vode zavisi od slobodnog prostora u strukturi miofibrila, odnosno zapremina miofibrila je presudna za sposobnost vezivanja vode mišića (Toldra, 2003).

Najveći gubitak mase mesa, usled promene u stepenu imobilizacije slobodne vode, je u prvih 24 do 48 sati *post mortem*. Vremenom gubitak mase mesa usled ceđenja vode ("drip loss") se povećava, ali smanjenom brzinom (Lopez-Bote i Warriss, 1988; Van Moeseke i De Smet, 1999).

Kao što je napred opisano (Poglavlja 2.2.2, 2.2.3, 2.3.1.1) padom vrednosti pH i promenom strukture, odnosno promenom odnosa tankih i debelih miofilamenata *post mortem*, kao rezultat postmortalnih biohemijskih procesa, dolazi i do promene sposobnosti vezivanja vode, s obzirom da je za vezivanje vode u mišiću upravo presudna njegova struktura. Međutim, pored uticaja snižavanja vrednosti pH i kontrakcije miofibrila na SVV utiče i hemijski sastav mesa, zatim hlađenje, vreme odvajanja mišića od trupa *post mortem* i na kraju stepen usitnjenosti mesa. Prema brojnim saznanjima SVV mesa nije u vezi sa sadržajem vode. Takođe, nije ustanovljena ni zavisnost SVV od količine mišićnih proteina, iako je oko 50% maksimalne vrednosti SVV uslovljeno miofibrilarnim proteinima, dok sarkoplazmatski proteini učestvuju sa samo 3% u ukupnom vezivanju vode u mesu. Međutim, rastvorljive soli (mineralne materije) sarkoplazme doprinose posredno veoma mnogo SVV mišića, tako da se pod njihovim uticajem povećava SVV strukturnih proteina za, gotovo, dvostruki iznos. Utvrđeno je, takođe, da meso sa većim sadržajem intramuskularnog masnog tkiva ima veću SVV, iako je poznato da sama mast ne može da veže vodu. Verovatno se radi o razlabljivanju mikrostrukture tkiva, čime se povećava količina imobilizirane vode. Ali, ima i suprotnih mišljenja (Rede i Petrović, 1997).

Ispitujući uticaj temperature hlađenja na gubitak mase, *M. longissimus dorsi* svinja, usled ceđenja Honikel (1999a) je utvrdio da prvog dana *post mortem* nema velike razlike između gubitka mase ceđenjem mesa koje se drži na 0°C ili na 15°C (razlika je ok o 0.2%). Međutim, razlika se povećava svakim danom. Sedmog dana *post mortem*, meso koje je sve vreme držano na 0°C imalo je gubitak mase ceđenjem od

2.8%, meso držano 12 sati na 15°C, a zatim 7 dana na 0°C imalo je 1.9% gubitak mase ceđenjem. Sa druge strane, kod mesa držanog 12 sati na 23°C, ovaj gubi tak se povećao četvrtog dana na 4%.

Kim i sar. (1993) su ispitivanjem uticaja vremena otkoštavanja svinjskog mesa na gubitak mase ceđenjem utvrdili da se kasnijim otkoštavanjem *post mortem* smanjuje gubitak mase ceđenjem i obratno. Slično je utvrđeno i kasnije u ispitivanjima Joo i sar. (1995) i Den Hertog-Meischke (1997).

Slabu sposobnost vezivanja vode BMV mišića Honikel (1999a) objašnjava isključivo denaturacijom proteina (visoka temperatura i niska inicijalna vrednost pH) i ranom dezintegracijom ćelijskih membrana, što omogućava da se ćelijska voda brzo pojavi na površini mesa. Prema navodima istog autora jedan dan *post mortem*, BMV mišići pokazuju gubitak mase ceđenjem od 13.5%, odnosno 11.9% veći od onog kod "normalnih" mišića sa gubitkom mase od 1.6%. Sedamnaest dana *post mortem*, BMV mišići imaju gubitak mase ceđenjem koji je samo 3.6% veći od onog kod "normalnih" mišića sa gubitkom mase od 15.8%. Utvrđene razlike u gubitku mase ceđenjem između BMV i "normalnih" mišića autor rada objašnjava postepenom dezintegracijom ćelijskih membrana kod "normalnih" mišića, odnosno postojanjem faze kašnjenja dezintegracije ćelijskih membrana kod "normalnih" mišića od 2 do 6 dana, u odnosu na BMV mišiće.

Da bi se gubitak mase mesa ceđenjem sveo na najmanju moguću meru, meso mora da se hladi tako da ne dođe do skraćanja mišića ili da ono bude najmanje moguće, pri čemu, uslovi hlađenja zavise od brzine snižavanja vrednosti pH (Honikel, 1999a).

Denaturacija mišićnih proteina dovodi do smanjenja rastvorljivosti sarkoplazmatskih i miofibrilarnih proteina (Wismar-Pederson, 1959; Sayre i Briskey, 1963). Monin i Laborde (1985) ukazuju da sarkoplazmatski proteini igraju veoma važnu ulogu u sposobnosti vezivanja vode svinjskog mesa, odnosno da precipitacija sarkoplazmatskih proteina može uzrokovati povećanje gubitka mase ceđenjem kod BMV mesa. Penny (1967) je utvrdio denaturaciju miozina, odnosno Fischer i sar. (1979) su utvrdili denaturaciju sarkoplazmatskih proteina fosforilaze i kreatin kinaze kod BMV mesa. Offer (1991) je u svojim model ispitivanjima postavio hipotezu prema kojoj je veliki gubitak mase ceđenjem kod BMV mišića uzrokovan denaturacijom miozina. Kasnije ovo je potvrđeno i u drugim radovima. Warner i sar. (1993) su, ispitivanjem promena na mišićnim proteinima *post mortem* kod svinjskog mesa (*M. longissimus dorsi*) različitog kvaliteta (BMV, CMV, CČN, TČS), utvrdili manju rastvorljivost proteina (sarkoplazmatskih, miofibrilarnih i ukupnih) i veći stepen denaturacije miozina kod uzoraka BMV mesa, u poređenju sa ostalim kvalitetima svinjskog mesa (CMV, CČN, TČS). Kod uzoraka mesa CMV kvaliteta utvrđena je slična (dobra) rastvorljivost proteina i neznatna denaturacija miozina kao i kod uzoraka mesa "normalnog" kvaliteta, dok je kod uzoraka TČS mesa utvrđena bolja rastvorljivost proteina, u poređenju sa uzorcima mesa CMV kvaliteta. Jedina razlika koja je utvrđena između mesa CMV (i BMV) i "normalnog" kvaliteta je u prisustvu fosforilaze (sarkoplazmatski protein) u miofibrilarnoj frakciji mesa CMV kvaliteta. U istim ispitivanjima SDS-PAGE analizom kod BMV i CMV uzoraka mesa, u poređenju sa "normalnim" i TČS kvalitetom mesa, utvrđen je manji stepen degradacije konektina (titina) i veći stepen degradacije nebulina (miofibrilarni proteini). Takođe, SDS-PAGE analizom ekstrahovanih i neekstrahovanih miofibrila utvrđeno je da je smanjena rastvorljivost miofibrilarnih proteina uzoraka BMV mesa uzrokovana smanjenom ekstaktibilnošću teškog ("heavy") lanca miozina.

Joo i sar. (1999) su, ispitivanjem veze između rastvorljivosti proteina i sposobnosti vezivanja vode i boje kod svinjskog mesa (*M. longissimus dorsi*) različitog kvaliteta (BMV, CMV, CČN, TČS), takođe, kod uzoraka BMV mesa utvrdili značajno manju rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina, u poređenju sa ostalim

kvalitetima svinjskog mesa (CMV, CČN, TČS) i, takođe, značajno manju rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina kod CMV uzoraka, u poređenju sa uzorcima TČS mesa, dok je rastvorljivost miofibrilarnih proteina i ukupna rastvorljivost proteina kod CMV, CČN i TČS uzoraka bila slična. U istim ispitivanjima, SDS-PAGE analizom utvrđeno je da kod uzoraka BMV mesa dolazi do precipitacije sarkoplazmatskih proteina fosforilaze, kreatin kinaze, trioza fosfat izomeraze i miokinaze, dok kod uzoraka CMV mesa dolazi do precipitacije sarkoplazmatskog proteina fosforilaze. Takođe, SDS-PAGE analizom potvrđeno je da na sposobnost vezivanja vode visoko značajno utiče denaturacija miofibrilarnih proteina (kod BMV mesa) i niska krajnja vrednost pH (BMV i CMV meso).

Sposobnost vezivanja vode, koja se uglavnom određuje 24 sata *post mortem*, odnosno kada je proizvodnja svinjskog mesa završena, se u kombinaciji sa ostalim faktorima kvaliteta (vrednost pH, boja) često koristi kao faktor kvaliteta mesa (Manojlović i Rahelić, 1987; Honikel, 1999a).

Sposobnost vezivanja vode određuje se senzorno (Poglavlje 2.3.3.1) i instrumentalno (određivanjem gubitka mase ceđenjem: "bag – drip loss" metodom, "EZ – drip loss" metodom, metodom kompresije, zatim metodom centrifugiranja, itd).

Metoda kompresije ili filter papir metoda (Grau i Hamm, 1953) je jednostavna i ne zahteva posebne instrumente. Kao mere sposobnosti vezivanja vode uzimaju se površine ovlažene otpuštenim sokom (cm^2) i površine prekrivene filmom mesa (plastičnost, cm^2) ili odnos tih površina (Hofmann i sar. 1982; Van Oeckel i sar. 1999a), s tim da se sposobnost vezivanja vode, određena metodom kompresije, može iskazati i u procentima vezane vode. Prema modifikaciji metode kompresije (Hofmann i sar. 1982) rezultati se izražavaju odnosom površina filma mesa i površina ovlaženih sokom, čija je maksimalna vrednost 1. Na osnovu vrednosti tog odnosa SVV mišića "normalnih" svojstava je u granicama od 0.35 do 0.45, TČS mišića iznad 0.45, a BMV mišića ispod 0.35.

S obzirom na činjenicu da se za određivanje sposobnosti vezivanja vode koristi više metoda i više načina izražavanja dobijenih rezultata u tabeli 2.3.2. su prikazani samo neki od kriterijuma za sposobnost vezivanja vode prema kojima se svinjsko meso razvrstava u različite kategorije kvaliteta.

Manojlović i sar. (1991) su, ispitujući kvalitet svinjskog mesa, došli do rezultata da *M. semimembranosus* imaju SVV 12.37 cm^2 i plastičnost 3.80 cm^2 , kada su BMV svojstava, a kada su "normalnih" svojstava, imaju SVV 8.53 cm^2 i plastičnost 4.82 cm^2 .

Lundström i sar. (1979) su, ispitujući kvalitet svinjskog mesa, utvrdili da je SVV BMV mišića 15.01 cm^2 , mišića "normalnih" svojstava 12.79 cm^2 , a TČS mišića 9.97 cm^2 .

Prema Honikel-u (1999a), za svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj, gubitak mase mesa (*M. longissimus dorsi* i *M. semimembranosus*) ceđenjem, nakon 24 sata kondicioniranja, mora da bude manji od 4%.

Kao mera sposobnosti vezivanja vode često se određuje i kalo kovanja, koji predstavlja kombinaciju gubitka tečnosti i rastvorljivih materija mesa tokom kovanja (Aaslyng i sar., 2003). Generalno, kalo kovanja zavisi od krajnje vrednosti pH (Honikel i sar., 1984; Dransfield i sar., 1985; Honikel, 1999a; Aaslyng i sar., 2003), odnosno uzorci mesa sa višim krajnjim vrednostima pH imaju manji kalo kovanja i obratno, zatim od uslova kovanja, odnosno od temperature kovanja, završne temperature u centru i brzine zagrevanja (Pearson i Dutson, 1994; Aaslyng i sar., 2003).

Tabela 2.3.2. Kriterijumi za sposobnost vezivanja vode prema kojima se svinjsko meso razvrstava u različite kategorije kvaliteta

Autori	Kvalitet mesa	"bag" metod ("drip loss") (%)*	Metoda kompresije	
			% vezane vode	cm ² – površina ovlažena sokom
Honikel i Fischer (1977)	BMV			> 5
Kellner i sar. (1979)	BMV			> 10
Kauffman i sar. (1992)	BMV	> 5		
	CMV	> 5		
	CČN	< 5		
	BČN	< 5		
Kim i sar. (1996)	TČS	< 5		
	BMV	> 7.5		
	CMV	> 7.5		
	CČN	< 7.5		
Warner i sar. (1997)	TČS	< 5.5		
	BMV	> 5		
	CMV	> 5		
	CČN	< 5		
Joo i sar. (1999)	TČS	< 5		
	BMV	> 6		
	CMV	> 6		
	CČN	≤ 6		
Toldra i Flores (2000)	TČS	< 6		
	BMV	> 6		
	CMV	> 6		
	CČN	< 6		
Tomović (2002)	TČS	< 3		
	BMV		< 50	
	CMV		50 – 60	
	CČN		> 60	
Petrović (2002)	BMV		< 50	> 12
	CMV		50 – 60	12 – 10
	CČN		60 – 70	10 – 5
	TČS		> 70	< 5
Džinić (2005)	BMV		< 50	
	CMV		< 50	
	CČN		> 50	
	BČN		> 50	
	TČS		> 50	

* vrednosti su iskazane kao gubitak mase ceđenjem za period od 24 do 72 sata *post mortem*

Prema Aaslyng i sar. (2003) kalo kuvanja zavisi i od sposobnosti vezivanja vode, odnosno bolja sposobnost vezivanja vode uslovljava manji kalo kuvanja (Hamm, 1972), ali i od sadržaja vode u mesu, odnosno veći sadržaj vode uslovljava manji kalo kuvanja (Hodgson i sar., 1991) i od sadržaja intramuskularne masti (Poglavlje 2.3.3.1), odnosno veći sadržaj intramuskularne masti uslovljava manji kalo kuvanja (Hodgson i sar., 1991; Eikelenboom i sar., 1996).

Kalo kuvanja utiče na sočnost kuvanog mesa (koja se određuje senzorno, poglavlje 2.3.3.1), odnosno manji kalo kuvanja rezultira većom sočnošću i obratno (Jeleníková i sar., 2008). Dakle, svi faktori kvaliteta koji pozitivno utiču na kalo kuvanja pozitivno utiču i na sočnost i obratno.

Optimalni kalo kuvanja za svinjsko meso je između 16 i 24% (Van Heugten, 2001).

Boja

Od brojnih faktora koji uslovljavaju boju svinjskog mesa najznačajniji je sadržaj pigmenata u momentu smrti životinje. Osnovni nosilac boje je sarkoplazmatski protein – pigment mioglobin (Mb), koji mišić boji crveno, a funkcija mu je reverzibilno vezivanje kiseonika (Rede i Petrović, 1997; Mancini i Hunt, 2005).

Osim mioglobina u mišićima, u izrazito malim količinama, prisutno je još nekoliko pigmenata. Za te pigmente je karakteristično da malo ili uopšte ne utiču na boju mišića, ali su ta jedinjenja vrlo značajna za mnoge funkcije mišića. Grupu tih pigmenata koji mogu imati određenu ulogu u boji mesa predstavljaju proteini kao što su: hemoglobin i citohrom C (crvene boje, slični mioglobinu) i vitamin B₁₂ i flavini (žute boje) (Rede i Petrović, 1997; Mancini i Hunt, 2005).

Međutim, pored sadržaja mioglobina i ostalih proteina (hemoglobin i citohrom C) na boju mesa utiče i niz drugih pre- (vrsta i rasa životinje, uslovi držanja – ishrana, starost, godišnje doba, operacije predklanja, vrsta mišića) i postmortalnih faktora (Mancini i Hunt, 2005), od kojih su u nastavku opisani samo neki.

Kako navodi Lawrie (1979) količine mioglobina u *M. longissimus dorsi* različitih vrsta životinja su sledeće: kunić – 0.02%, svinja – 0.06%, ovca – 0.25%, govedo – 0.50% i kit – 0.90%.

Rahelić (1984) navodi da sadržaj ukupnih pigmenata u *M. longissimus dorsi* divljih svinja iznosi 98.60 µg/g, a da je znatno manji kod rasa Švedski Landras (18.62 µg/g) i Veliki Jorkšir (17.62 µg/g).

Edwards i sar. (2003) su kod mesa svinja rase Durok utvrdili poželjniju, odnosno vizuelno crveniju boju, u poređenju sa mesom svinja rase Pietren. Prisustvo sindroma maligne hipertermije kod svinja, takođe, utiče na povećanje učestalosti pojavljivanja blede boje kod karea (Kuchenmeister i sar., 2000).

Dodavanje različitih preparata, u ishrani svinja, sa manganom (Apple i sar., 2004), magnezijumom, (Apple i sar., 2000; Hamilton i sar., 2002; Hamilton i sar., 2003a), zatim vitaminom D3 (Wilborn i sar., 2004) pozitivno utiče na boju mesa, odnosno poboljšanje boje mesa (boja postaje tamnija). Pozitivni uticaj dodatih preparata (magnezijum) u ishrani svinja na boju uglavnom se objašnjava uticajem ovih preparata na smanjenje stresa pre klanja, uticajem na intercelularni gradijent kalcijuma i nastajanje visoko energetske fosfata uključenih u glikolizu (Frederick i sar., 2004).

U velikom broju radova ukazuje se na vezu između glikolitičkog potencijala, koji predstavlja kapacitet anaerobnog metabolizma računato na različita jedinjenja koja se nalaze u mišiću i koja mogu konvertovati do mlečne kiseline, i sadržaja slobodne glukoze na boju mesa, tako što smanjenje glikolitičkog potencijala i sadržaja slobodne glukoze može poboljšati boju mesa (boja postaje tamnija). Hamilton i sar. (2003b) su utvrdili pozitivnu korelaciju ($r = 0.23$ *ante mortem* i 0.31 *post mortem*) između glikolitičkog potencijala i boje (svetloća – L^* vrednost) i pozitivnu korelaciju ($r = 0.52$) između sadržaja slobodne glukoze i boje (svetloća – L^* vrednost), odnosno obrnuto proporcionalni odnos između glikolitičkog potencijala i sadržaja slobodne glukoze i boje. Slično, Moeller i sar. (2003) i Meadus i MacInnis (2000) su takođe utvrdili pozitivnu korelaciju

($r = 0.33$; $r = 0.40$) između glikolitičkog potencijala i boje (svetloća – L^* vrednost). Rosenvold i sar. (2001a; 2001b) su utvrdili da se smanjenjem količine svarljivih ugljenih hidrata u ishrani svinja može smanjiti nivo glikogena u mišićima, odnosno samim tim poboljšati boja (tamnija boja).

Lawrie (1979) navodi različite sadržaje mioglobina u *M. longissimus dorsi* svinja različite starosti: 0.030% (kod starosti 5 meseci), 0.038% (kod starosti 6 meseci) i 0.044% (kod starosti 7 meseci).

Velarde i sar. (2001) su utvrdili značajno tamnije (svetloća – L^* vrednost) i značajno manje žute (b^* vrednost) *M. longissimus dorsi* kod svinja koje su omamljene ugljen dioksidom, u poređenju sa bojom *M. longissimus dorsi* svinja koje su omamljene električnom strujom, što je u direktnoj vezi sa različitim nivoima stresa koja ova dva postupka omamljivanja izazivaju kod halotan pozitivnih genotipova svinja.

Kod mišića svinja količina mioglobina u $\mu\text{g/g}$ kreće se u sledećim granicama: u crvenim skeletnim mišićima iznosi 144, u belim skeletnim mišićima iznosi 79, a u srčanom mišiću iznosi 92 (Lawrie, 1979). Pribiš (1980) je ispitujući boju mišića sa trupa istih svinja utvrdila sledeće sadržaje ukupnih pigmenata: 137.36 $\mu\text{g/g}$ u *M. supraspinatus*, 85.68 $\mu\text{g/g}$ u *M. biceps femoris*, 61.54 $\mu\text{g/g}$ u *M. semimembranosus* i 44.44 $\mu\text{g/g}$ u *M. longissimus dorsi*, dok su Lawrie i Pomeroy (1963), takođe, ispitujući sadržaj mioglobina u različitim mišićima svinja, utvrdili da mioglobina u *M. longissimus dorsi* ima 0.044%, u *M. psoas major* 0.082%, u *M. rectus femoris* 0.086%, u *M. triceps brachii* 0.089 i u *M. extensor carpi radialis* 0.099%.

Okanović i sar. (1992a) su utvrdili da u jednom istom mišiću svinja, u njegovim različitim delovima, sadržaj mioglobina može varirati, pa time i boja. U tamnijem delu *M. semimembranosus* nađeno je 58.03 $\mu\text{g/g}$, a u svetlijem delu 30.6 $\mu\text{g/g}$ ukupnih pigmenata.

Prema Potthast-u (1986) boja mesa zavisi od sadržaja pigmenata (mioglobin i hemoglobin), od oksidativnih uticaja na pigmente, od reakcije pigmenata sa gasovitim jedinjenjima, kao i od strukturnih svojstava proteina mesa.

Post mortem boja mesa se menja kao posledica:

- promena hemijskog stanja mioglobina i
- postmortalnih procesa, odnosno promena u mišićima (Rede i Petrović, 1997).

U svežem mesu mioglobin (čija je hemijska građa opisana u poglavlju 2.1.1) se javlja u više oblika od kojih su najznačajniji: deoksimioglobin (DMb), oksimioglobin (OMb) i metmioglobin (MMb). Deoksimioglobin je forma mioglobina kada na dvovalentnom gvožđu (Fe^{2+}) u hemu, odnosno na šestoj koordinativnoj vezi, nema vezanih liganada. U tom slučaju boja mesa je purpurno crvena (purpurno ružičasta) i to je boja mesa neposredno nakon svežeg reza (rasecanja). Mioglobin u ovoj formi (deoksimioglobin) održava veoma nizak parcijalni pritisak kiseonika (< 1.4 mm Hg). Oksigenacija mioglobina počinje kada je mioglobin izložen dejstvu kiseonika. U tom slučaju nema promene valence gvožđa (Fe^{2+}) u hemu, za šestu koordinativnu vezu je vezan dvoatomni molekul kiseonika, a boja mesa je svetlo crvena. U nastavku, histidin interaguje sa vezanim kiseonikom menjajući mioglobinsku strukturu i stabilnost. Sa produženjem delovanja kiseonika oksimioglobin prodire dublje u strukturu mesa. Dubina prodiranja kiseonika i debljina sloja oksimioglobina zavisi od temperature mesa, parcijalnog pritiska kiseonika, vrednosti pH i potrebe za kiseonikom u drugim respiratornim procesima (Mancini i Hunt, 2005).

Diskoloracija je rezultat oksidacije dvovalentnog gvožđa (Fe^{2+}) u hemu u trovalentno (Fe^{3+}) i formiranja metmioglobina, kada boja mesa postaje sivo crvena (smeđa). Iako se diskoloracija najčešće razmatra kao rezultat prekrivenosti površine mesa metmioglobinom, subpovršinske forme mioglobina takođe

imaju važnu ulogu u izgledu mesa. To je zbog činjenice da se metmioglobin najpre formira nekoliko milimetara ispod površine mesa, nakon čega dolazi do postepenog debljanja sloja metmioglobina ispod površine i pomeranja ka površini. Nastajanje metmioglobina zavisi od brojnih faktora uključujući i parcijalni pritisak kiseonika, temperaturu, vrednost pH, redukcionu aktivnost mesa i u nekim slučajevima od prisustva, odnosno rasta mikroorganizama (Mancini i Hunt, 2005).

Pri svakom parcijalnom pritisku kiseonika u atmosferi započinje i oksidacija deoksimioglobina u metmioglobin, ali se kako u unutrašnjosti tako i na površini mišića u prisustvu enzima disanja, endogenog redukujućeg enzimskog sistema i rezervi NADH neprestano odvija i redukcija metmioglobina u mioglobin, tako da sve dok ima redukujućih agenasa ili pri visokom parcijalnom pritisku kiseonika na površini mišića preovlađuje oksimioglobin (Rede i Petrović, 1997; Mancini i Hunt, 2005). Redukcija metmioglobina je od krucijalne važnosti za održivost i stabilnost boje *post mortem*. Nažalost, kako vreme *post mortem* odmiče enzimska aktivnost i rezerve NADH se smanjuju (Mancini i Hunt, 2005).

Metmioglobin se lakše stvara u mišićima s visokim vrednostima pH_k , odnosno sa boljom sposobnošću vezivanja vode. U takvu strukturu mišića kiseonik prodire slabije, pa ga u dubini ima manje, što pogoduje stvaranju metmioglobina. Stvaranju metmioglobina pogoduje i denaturacija globina. Siva boja se javlja onda kada je 60% mioglobina u formi metmioglobina, a ta pojava je posebno izražena pri delovanju niske vrednosti pH i povišene temperature. Suprotno, pri nižoj temperaturi kiseonik se više zadržava u sarkoplazmi i time se nalazi pod višim parcijalnim pritiskom nego pri višim temperaturama, kada izlazi iz tečnosti, a mišić je tada svetliji (Rede i Petrović, 1997).

Promena boje mesa *post mortem*, kao rezultat biohemijskih procesa, odnosno promene strukture mesa, već je napred opisana (Poglavlje 2.2.3).

Bleda boja BMV mišića najpre je smatrana posledicom manjeg sadržaja pigmenata u tim mišićima (Lawrie, 1960; Briskey, 1964). Međutim, kasnije je utvrđeno da su mišići niže inicijalne vrednosti pH i slabe sposobnosti vezivanja vode svetlije boje od mišića "normalnih" svojstava i onda kada je sadržaj mioglobina isti (Manojlović i Rahelić, 1987).

Prema Honikel–u (1999a) bleđa boja BMV mišića je posledica denaturacije proteina, uključujući i mioglobin, odnosno globin, usled čega dolazi do veće refleksije svetlosti u ćeliji.

McLoughlin i Goldspink (1963) navode da je promena boje kod BMV mesa posledica precipitacije prethodno rastvorenih sarkoplazmatskih proteina. Precipitovani proteini maskiraju crvenu boju sarkoplazme i mišići postaju bleđi (Goldspink i McLoughlin, 1964).

Offer i sar. (1989) navode da je prekomerno bleđa boja BMV mesa prouzrokovana zatvorenom strukturom miofilamenata na niskoj vrednosti pH.

Kod mišića svinja sa brzim padom vrednosti pH mnogo veći uticaj na boju i stabilnost boje ima visoka temperatura, nego niska vrednost pH (Mancini i Hunt, 2005).

Joo i sar. (1999) su, ispitivanjem veze između rastvorljivosti sarkoplazmatskih proteina i sposobnosti vezivanja vode, zatim boje i krajnje vrednosti pH svinjskog mesa (*M. longissimus dorsi*) različitog kvaliteta (BMV, CMV, N i TČS), SDS-PAGE analizom utvrdili visoko značajnu korelaciju ($r = 0.71$) između boje i precipitacije sarkoplazmatskih proteina, dok su između rastvorljivosti sarkoplazmatskih proteina i sposobnosti vezivanja vode i krajnje vrednosti pH utvrđeni koeficijenti korelacije (r) iznosili 0.52 i 0.43.

Pojava blede boje BMV mišića, odnosno tamne boje TČS mišića zaostaje za snižavanjem vrednosti pH i najranije može da se detektuje 3 – 4 sata *post mortem*, dok je najbolje vreme za određivanje boje 8 – 24 sata *post mortem* (Honikel, 1999a).

Boja mesa se može odrediti senzorno (Poglavlje 2.3.3.1) i instrumentalno. Instrumentalno određivanje boje zasniva se na merenju refleksije svetlosti određenih talasnih dužina sa površine mesa (Manojlović i Rahelić, 1987). Za instrumentalno određivanje boje danas je najviše u upotrebi uređaj "Chroma Meter" Japanskog proizvođača "Minolta" kojim se u različitim sistemima (CIEL *a*b* sistem, CIE sistem; CIE, 1976) mogu meriti različite karakteristike boje. U CIEL *a*b* sistemu boja se iskazuje preko: L^* (svetloća), a^* (udeo crvene i zelene boje) i b^* (udeo žute i plave boje) vrednosti, dok se u CIE sistemu boja iskazuje preko: Y (sjajnost, %), \check{C} (čistoće, %) i λ (dominantna talasna dužina, nm) vrednosti.

Svetloća boje (L^* vrednost – CIEL *a*b* sistem) se, najčešće, izmerena 24 sata *post mortem*, u kombinaciji sa ostalim faktorima kvaliteta (vrednost pH, sposobnost vezivanja vode), često koristi kao pokazatelj kvaliteta mesa (Manojlović i Rahelić, 1987; Honikel, 1999a). U tabeli 2.3.3. prikazani su neki od kriterijuma za svetloću (L^* vrednost) prema kojima se svinjsko meso razvrstava u različite kategorije kvaliteta.

Tabela 2.3.3. Kriterijumi za svetloću (L^* vrednost) prema kojima se svinjsko meso razvrstava u različite kategorije kvaliteta

Autori	Kvalitet mesa	L^* vrednost (boja)
Kauffman i sar. (1992)	BMV	> 50
	CMV	42 – 50
	CČN	42 – 50
	BČN	> 50
	TČS	< 42
Kim i sar. (1996)	BMV	> 55
	CMV	49 – 55
	CČN	49 – 55
	TČS	< 49
Warner i sar. (1997)	BMV	> 50
	CMV	42 – 50
	CČN	42 – 50
	TČS	< 42
Joo i sar. (1999)	BMV	> 50
	CMV	\leq 50
	CČN	\leq 50
	TČS	\leq 43
Toldra i Flores (2000)	BMV	> 50
	CMV	44 – 50
	CČN	44 – 50
	TČS	< 44
Tomović (2002)	BMV	> 55
	CMV	\leq 55
	CČN	< 55
Džinić (2005)	BMV	> 50
	CMV	43 – 50
	CČN	43 – 50
	BČN	> 50
	TČS	< 43

Prema Honikel-u (1999a), za svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj, svetloća (L^* vrednost) izmerena na *M. longissimus dorsi* 1.5 i 4 sata *post mortem* mora biti manja od 50, a 24 sata *post mortem* mora biti manja od 53, dok kod *M. semimembranosus* 4 i 24 sata *post mortem* izmerena svetloća (L^* vrednost) mora biti manja od 50.

Mekoća

Razlike u količini, građi i svojstvima vezivnog tkiva inkorporiranog u mišićnom tkivu, odnosno proizvedenom mesu, u užem smislu, u najvećem stepenu uslovljavaju da meso različitih vrsta životinja, rasa, starosti, načina držanja i uzgoja, kao i razni mišići na trupu istih životinja imaju različitu mekoću, nakon termičke obrade (Rede i Petrović, 1997).

Kao što je napred opisano na mekoću mesa utiče i stepen razvijenosti *rigor mortis*-a (Poglavlje 2.2.3). Prema tome, svi faktori koji utiču na brzinu i stepen razvoja *rigor mortis*-a utiči i na mekoću proizvedenog mesa.

Kako Honikel (1999a) navodi postoji tesna veza između količine vezivnog tkiva i sile smicanja potrebne za presecanje uzoraka kuvanog mesa. Prema tome, osim *post mortem* kontrahovanja, na mekoću mesa utiču i stanje i količina vezivnog tkiva.

Kod mladih životinja kolagen još uvek nije retikuliran i pokazuje visoku termičku rastvorljivost. S toga je meso mladih životinja mekše posle kuvanja. Unakrsne veze u mišićnom kolagenu se pojačavaju starenjem, postaju stabilnije na toploti i samim tim se povećava sila smicanja potrebna za presecanje uzoraka kuvanog mesa.

Wheeler i sar. (2000) su ispitivanjem sadržaja kolagena u najznačajnijim mišićima svinja utvrdili da *M. biceps femoris* sadrži najviše kolagena i to 7.1 mg/g, zatim *M. triceps brachii* i *M. semitendinosus*, kod kojih je utvrđen sadržaj kolagena od 6.0 i 5.3 mg/g, dok je najmanji sadržaj kolagena utvrđen u *M. semimembranosus* i *M. longissimus lumborum* u kojima je sadržaj kolagena iznosio 4.5 i 4.1 mg/g.

Rahelić (1987) navodi da se povećanjem stepena oplemenjenosti može povećati mekoća svinjskog mesa i posebno ističe da postoji razlika u mekoći različitih mišića (*M. longissimus dorsi* i *M. semimembranosus*) sa trupa iste životinje. Naime, izmerene vrednosti sila smicanja – Warner-Bratzler kod rasa Švedski i Holandski Landras iznosile su 7.04 i 6.74 kg (*M. longissimus dorsi*) i 5.00 i 5.77 kg (*M. semimembranosus*), dok su kod jednostrukih i četvorostrukih hibrida izmerene sile smicanja – Warner-Bratzler iznosile 5.12 i 5.92 kg (*M. longissimus dorsi*) i 4.23 i 4.94 kg (*M. semimembranosus*).

Ispitivanjem mekoće istih mišića svinja (*M. semimembranosus*) odvojenih od polutki u različito vreme *post mortem* Manojlović i sar. (1982) su kod mišića odvojenih od polutki 1 sat *post mortem* utvrdili izrazito velike tvrdoće (8.88 kg), zatim utvrdili su da se tvrdoća povećava sa vremenom *post mortem* (9.01 kg, 3 sata *post mortem* i 9.02 kg, 6 sati *post mortem*), dok su mišići odvojeni od polutki 24 sata *post mortem* bili znatno mekši (7.14 kg), od mišića odvojenih od trupa u početnoj fazi *rigor mortis*-a ili u fazi punog rigora. Ovakva promena mekoće objašnjava se činjenicom da kada se mišići oslobode veza sa okolinom, i postanu slobodni, miofilamenti u sarkomeri se uvlače dublje jedni među druge i sarkomera se skraćuje.

Podaci predloženi u tabeli 2.3.4. (Manojlović i sar., 1982) potvrđuju prethodno iznete rezultate prema kojima odvajanje mišića od polutki u početnoj fazi *rigor mortis*-a utiče na mekoću. Naime, iz iznetih rezultata

se vidi da su mišići *M. longissimus dorsi* i *M. semimembranosus* odvojeni od polutki 1 sat *post mortem*, a ispitani 24 sata *post mortem* znatno tvrdi od istih mišića odvojenih od polutki i ispitanih 24 sata *post mortem*.

Tabela 2.3.4. Uticaj odvajanja mišića svinja od polutki u različito vreme *post mortem* na mekoću (Manojlović i sar., 1982)

Vreme odvajanja od polutki <i>post mortem</i> (h)	Vreme nakon odvajanja i ispitivanja (h)		<i>M. longissimus dorsi</i>	<i>M. semimembranosus</i>
			Sila smicanja – WB (kg)	Sila smicanja – WB (kg)
1	1	(2)	9.53	11.24
	23	(24)	8.58	10.82
3	1	(4)	9.01	9.42
	21	(24)	8.89	11.85
6	1	(7)	8.11	9.94
	18	(24)	8.57	9.47
12	0	(12)	7.58	7.96
24	0	(24)	6.63	8.23

Uticaj temperature na kojoj se mišići drže u prvim satima *post mortem* bilo na polutkama ili odvojeno od polutki, kada se efekat samo pojačava, na stepen kontrakcije, odnosno dijametar miofibrila i dužinu sarkomera (što se češće iskazuje), a onda i na mekoću, takođe, je delimično opisan u poglavlju 2.2.3, dok je uticaj intenzivnog hlađenja u prvim satima *post mortem* na mekoću mesa opisan u poglavlju 2.4.1.

Deponovana masnoća između mišićnih vlakana poznata kao "mramoriranost", po mišljenju velikog broja autora, značajno doprinosi poboljšanju mekoće termički obrađenog mesa. Uticaj mramoriranosti, odnosno sadržaja intramuskularne masti na mekoću detaljnije je opisan u poglavlju 2.3.3.1.

U sklopu vrednovanja tehnološkog ili jestivog kvaliteta mekoća se po pravilu uvek određuje instrumentalno, ali i senzorno (Poglavlje 2.3.3.1), jer je u krajnjem meso uvek namenjeno konzumentu (Rede i Petrović, 1997). Instrumentalno se kao mera za mekoću najčešće određuje vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler, koja predstavlja maksimalnu silu potrebnu za presecanje cilindričnih uzoraka kuvanog mesa (Boccard i sar., 1981; Van Oeckel i sar., 1999b) i, uglavnom, se određuje na kraju procesa proizvodnje svinjskog mesa (24 sata *post mortem*).

Wheeler i sar. (1994) su utvrdili da vreme između kuvanja i merenja vrednosti sile smicanja – Warner-Bratzler i tip aparata neznatno utiču na vrednosti sile smicanja, dok orijentacija mišićnih vlakana u cilindričnim uzorcima i uslovi kuvanja značajno utiču na vrednosti sile smicanja, odnosno na mekoću i sočnost određenu senzorno.

2.3.2. Nutritivni kvalitet svinjskog mesa

Jedinjenja koja organizam koristi kao hranu nazivaju se hranljivim materijama ili nutrientima. Nutrienti se mogu podeliti na šest osnovnih grupa: voda, proteini, ugljeni hidrati, masti, mineralne materije i vitamini (Grujić, 2000).

U cilju racionalne ishrane stanovništva, a na temelju brojnih naučnih saznanja, preko 40 nacionalnih i međunarodnih organizacija (WHO, FAO, itd) usvojilo je odgovarajuće standarde koji sadrže preporučene dnevne unose za najvažnije sastojke hrane i energiju.

Honikel (1999a) (prema Hofmann-u, 1986) nutritivni (hranljivi) kvaliteta mesa definiše preko sledećih faktora kvaliteta: proteina i njihovog sastava, masti i njihovog sastava, vitamina, minerala i svarljivosti.

Hemijski sastav mesa (u širem smislu), a samim tim i nutritivni kvalitet mesa može varirati u zavisnosti od brojnih i složenih faktora: vrste, rase, pola, ishrane i načina držanja životinja, starosti, zdravstvenog stanja, anatomske regije životinjskog trupa sa koje meso potiče (Tabela 2.3.5), načina obrade mesa, itd. (Rede i Petrović, 1997; Grujić, 2000).

Tabela 2.3.5. Osnovni hemijski sastav različitih anatomske regije polutki svinja, (Cormier i sar., 1996)

Anatomska regija trupa	Proteini (g/100g)	Mast (g/100g)	Pepeo (g/100g)	Voda (g/100g)
Kare	22.5	3.6	1.8	73.4
But	21.4	3.3	1.4	74.4
Plećka	21.1	6.6	1.1	73.1
File	23.9	2.5	1.4	74.8

2.3.2.1. Faktori nutritivnog kvaliteta svinjskog mesa

Proteini

Sveže svinjsko meso sadrži od 18 do 22% proteina (Žlender, 1997), odnosno prema podacima Danskog nacionalnog instituta za hranu (www.foodcomp.dk) u *M. semimembranosus* svinja ima između 19.9 i 23.3% ukupnih proteina, odnosno prosečno oko 21.6%.

U mesu se nalaze sve esencijalne aminokiseline (izoleucin, leucin, lizin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan, valin, histidin i arginin) u veoma povoljnom međusobnom odnosu i u dovoljnoj količini za pravilnu i potpunu ishranu (Rede i Petrović, 1997).

Sadržaj esencijalnih aminokiselina određuje biološku vrednost proteina (Hofmann, 1981). U tom pogledu proteini mišićnog tkiva imaju veoma visoku biološku vrednost, preko 75% (Bučar, 1997). Nasuprot tome kolagen, glavna proteinska komponenta vezivnog tkiva, ima malu biološku vrednost. Usled nedovoljne zastupljenosti esencijalnih aminokiselina u vezivnom tkivu, biološka vrednost ovog tkiva je skoro tri puta manja od biološke vrednosti mišićnog tkiva (Rogowski, 1981).

U organizmu ljudi proteini, na prvom mestu, imaju gradivnu i regulatornu ulogu. Oni se nalaze u direktnoj vezi sa procesom odvijanja osnovnih funkcija organizma: prometom materija, kontrakcijom mišića, mogućnošću rasta i razmnožavanja i sa najvišom formom materije – razmišljanjem. Pored toga, proteini su i nosioci naslednih osobina (Grujić, 2000).

U nedostatku osnovnih energetske materije, ugljenih hidrata i masti ili u slučaju viška aminokiselina koje organizam ne može akumulirati, proteini, odnosno aminokiseline, mogu imati i energetske uloge. Sagorevanjem 1 g proteina oslobađa se 17.17 kJ energije (Grujić, 2000).

Prosečne dnevne potrebe organizma za proteinima su oko 1 g/kg telesne mase, na šta utiču individualne osobine organizma (pol, starost) i intenzitet rada koji čovek obavlja (Grujić, 2000). U Nemačkoj (The Nutrition Report, 2000) preporuke za unos proteina u organizam su za muškarce starosti između 25 – 51 godine 83.5 g proteina/dan, a za žene iste starosti 73.4 g proteina/dan. Američka agencija za hranu i lekove (US FDA/CFSAN, 1999) preporučuje da dnevni unos proteina u organizam odraslih osoba i dece starije od četiri godine bude 50 g. U Evropskoj Uniji (Nutrient and energy intakes for the European Community, 1993) za odrasle osobe se preporučuje da dnevno kroz obrok unesu 0.75 g proteina/kg telesne mase, dok Svetska zdravstvena organizacija (WHO, prema citatu Grujić-a, 2000) preporučuje još manji unos proteina i to 0.45 g/kg telesne mase.

Da bi odnos aminokiselina bio povoljan, potrebno je da bar trećina proteina u dnevnom obroku bude animalnog porekla (Rede i Petrović, 1997; Grujić, 2000).

Nedostatak proteina u ishrani ljudi dovodi do usporavanja, a zatim i do zaustavljanja rasta, mlitavosti mišića, otekline, zapaljenja kože, malokrvnosti, teškog oštećenja funkcije jetre i pankreasa, smanjenja otpornosti organizma na zarazne bolesti, itd. Posle dužeg ne unošenja proteina u organizam često nastupa i smrt (Grujić, 2000).

Intramuskularna mast

U svežem svinjskom mesu sadržaj intramuskularne masti je između 1 i 5% (Žlender, 1997), odnosno prema podacima Danskog nacionalnog instituta za hranu (www.foodcomp.dk) u *M. semimembranosus* svinja ima između 0.9 i 3.3% ukupne masti, odnosno prosečno oko 2.1%.

Masti se u mesu nalaze: intramuskularno (unutar mišića) – u vidu masnih kapljica (inkluzija) u sarkoplazmi, kao i između mišićnih vlakana u endomizijumu ili između mišićnih snopova u perimizijumu (mramoriranost) i ektramuskularno (Rede i Petrović, 1997).

Biološka vrednost masti u mesu zavisi od sadržaja esencijalnih masnih kiselina (linolna, linolenska, arahidonska) (Rede i Petrović, 1997). Kao pratioci triglicerida u mastima mesa nalaze se i fosfolipidi, glukolipidi, vitamini rastvorljivi u masti i steroli (Grujić, 2000).

Masti predstavljaju, pored proteina, najvažniju hranljivu komponentu mesa. Međutim, u organizmu ljudi masti na prvom mestu imaju energetske ulogu. Sagorevanjem 1 g masti oslobađa se 38.94 kJ energije. Prema tome, ukoliko je u mesu prisutna veća količina masti, meso se može smatrati značajnim izvorom energije (Grujić, 2000).

U racionalnoj ishrani masti organizmu treba da obezbede oko 30% od ukupno potrebne energije (Grujić, 2000). U Nemačkoj (The Nutrition Report, 2000) je preporučeno da dnevni unos masti u organizam za muškarce starosti između 25 – 51 godine bude 101.0 g, a za žene iste starosti 87.8 g, s tim da se smatra da su ukupne dnevne energetske potrebe 10.3 MJ, odnosno 9.0 MJ. Prema preporukama Svetske zdravstvene organizacije (WHO, prema citatu Grujić-a, 2000) muškarcima starosti između 25 – 50 godina je dovoljno da dnevno unesu 97 g masti, dok je ženama iste starosti dovoljno 73 g masti, s tim da se smatra da su ukupne dnevne energetske potrebe 12100 kJ/dan, odnosno 9200 kJ/dan. Američka agencija za hranu i lekove (US FDA/CFSAN, 1999) preporučuje da dnevni unos ukupnih masti u organizam odraslih osoba i dece starije od četiri godine bude 65 g, s tim da su ukupne dnevne energetske potrebe 2000 kalorija.

Konзумiranje animalnih masti u velikim količinama dovodi do pojave arterioskleroze (taloženje holesterola u krvnim sudovima), angine pektoris, oštećenja srca i povećanja krvnog pritiska (Grujić, 2000).

Iz navedenih razloga poslednjih nekoliko decenija potrošači posebno veliku pažnju posvećuju sadržaju holesterola u svinjskom mesu. Prema različitim autorima sadržaj holesterola, u svinjskom mesu, različit je u različitim anatomskim regijama. Prema rezultatima Dorado i sar. (1999) sadržaj holesterola u kareu je 57 mg/100g (od 31 do 62 mg/100g), pri prosečnom sadržaju masti od 2.7 g/100g, u butu 60 mg/100g (od 43 do 76 mg/100g), pri prosečnom sadržaju masti od 7.4 g/100g, u fileu 72 mg/100g (od 45 do 91 mg/100g), pri prosečnom sadržaju masti od 5.1 g/100g, a u rebarno-trbušnom delu 91 mg/100g (od 70 do 120 mg/100g), pri prosečnom sadržaju masti od 20.7 g/100g. Nešto manji sadržaj holesterola i manju varijaciju sadržaja holesterola u različitim anatomskim regijama utvrdili su Honikel i Arneth (1996). U ispitivanjima Honikel-a i Arneth-a (1996) sadržaj holesterola u fileu iznosio je 55 mg/100g, pri prosečnom sadržaju masti od 1.6 g/100g, u vratu 62 mg/100g, pri prosečnom sadržaju masti od 11.9 g/100g, a u rebarno-trbušnom delu 59 mg/100g, pri prosečnom sadržaju masti od 27.1 g/100g. Bragagnolo i Rodriguez-Amaya (2002) su, pri prosečnom sadržaju masti od 2.4 g/100g, u kareu utvrdili 44 mg/100g holesterola, a u butu, pri prosečnom sadržaju masti od 3.5 g/100g, sadržaj holesterola je iznosio 49 mg/100g. Prema podacima Danskog nacionalnog instituta za hranu (www.foodcomp.dk) sadržaj holesterola u *M. semimembranosus* svinja je oko 60 mg/100g.

Američka agencija za hranu i lekove (US FDA/CFSAN, 1999) preporučuje da dnevni unos holesterola u organizam odraslih osoba i dece starije od četiri godine bude 300 mg.

Mineralne materije – sadržaj mikro- i makroelemenata u svinjskom mesu i njihov značaj u ishrani ljudi

U svežem svinjskom mesu sadržaj mineralnih materija je oko 1% (Žlender, 1997), odnosno prema podacima Danskog nacionalnog instituta za hranu (www.foodcomp.dk) sadržaj pepela u *M. semimembranosus* svinja je oko 0.9 g/100g.

U svinjskom mesu se nalazi veliki broj različitih mineralnih materija, od kojih je većina neophodna (esencijalna) u ishrani ljudi. S obzirom na njihov sadržaj (Tabela 2.3.6) konzumiranjem svinjskog mesa ljudski organizam u velikoj meri može zadovoljiti svoje potrebe za fosforom, gvožđem, cinkom, bakrom i natrijumom, dok ostale mineralne materije zadovoljavaju potrebe organizma u manjoj meri (Grujić, 2000).

Tabela 2.3.6. Sadržaj (mg/100g) nekih mikro- (Fe, Zn, Cu, Mn) i makroelemenata (Mg, Na, K, P) u različitim anatomskim regijama trupa svinja (USDA – ARS, 1991)

Anatomska regija trupa	Fe	Zn	Cu	Mn	Mg	Na	K	P
But	1.01	2.27	0.080	0.030	25.00	55.00	369.00	229.00
Kare	0.84	1.84	0.062	0.012	23.00	52.00	389.00	211.00
Plečka	1.19	2.86	0.097	0.013	21.00	82.00	341.00	219.00

Mineralne materije čiji je sadržaj u tkivima (mesu) manji od 0.01% nazivaju se mikroelementi, a mineralne materije čiji je sadržaj veći od 0.01% nazivaju se makroelementi ili elementi u tragovima (Grujić, 2000).

Sadržaj gvožđa u svežem svinjskom mesu, prema različitim autorima, je: 0.65 mg/100g (USDA – ARS, 2006); 1.1 mg/100g (Sonci i sar., 1994); 2 – 3 mg/100g (Pokrovskij, prema citatu Grujić-a, 2000); 2.18 mg/100g (Oster, 1994); 2.5 mg/100g (Rogowski, 1981). Prema podacima Danskog nacionalnog instituta za hranu (www.foodcomp.dk) sadržaj gvožđa u *M. semimembranosus* svinja je oko 0.66 mg/100g.

Gvožđe spada u esencijalne sastojke hrane. Oko 45% gvožđa u svinjskom mesu nalazi se u "hem" obliku, od čega 90% u mioglobinu i 10% u hemoglobinu (Rogov i sar., 1989). U organizmu ljudi apsorbuje se 8 – 25% gvožđa iz svinjskog mesa, dok je usvojivost gvožđa iz ostalih namirnica 1 – 7% (Lupton i Cross, 1994).

Svinjsko meso, zajedno sa ostalim vrstama mesa, predstavlja najznačajniji izvor gvožđa za ljudski organizam. Gvožđe u organizmu ljudi ulazi u sastav hemoglobina, mioglobina i nekih enzima (citohromi, katalaze, peroksidaze i sl.). Bez gvožđa ne bi bilo moguće snabdevanje organizma kiseonikom. Od ukupne količine gvožđa u organizmu 3/5 je vezano u hemoglobin, dok se 1/5 čuva kao rezerva u jetri, bubrezima, slezini i koštanoj srži (Grujić, 2000).

Prosečne dnevne potrebe organizma za gvožđem, prema preporukama koje važe u Nemačkoj (The Nutrition Report, 2000), za muškarce starosti između 25 – 51 godine su 14.4 mg, a za žene iste starosti 13.1 mg. U Evropskoj Uniji (Nutrient and energy intakes for the European Community, 1993) za muškarce starije od 18 godina preporučuje se da dnevni unos gvožđa u organizam bude 9 mg, a za žene iste starosti i do 20 mg. Gotovo iste vrednosti preporučene su i od Svetske zdravstvene organizacije (WHO, izvor Grujić, 2000). Američka agencija za hranu i lekove (US FDA/CFSSAN, 1999) preporučuje da dnevni unos gvožđa u organizam odraslih osoba i dece starije od četiri godine bude 18 mg.

Nedostatak gvožđa u ishrani ljudi dovodi do anemije, povećanja rizika od trovanja olovom i kadmijumom, smanjenja otpornosti na infekcije, smanjenja radne sposobnosti, smanjenja otpornosti na hladnoću, gubitka sposobnosti regulisanja telesne temperature, promena na koži, problema u funkcionisanju enzimskog sistema, problema u prenosu kiseonika od pluća do ćelija, itd. Simptomi toksičnosti nisu poznati (Grujić, 2000).

Sadržaj cinka u svežem svinjskom mesu, prema različitim autorima, je: 0.92 – 3.27 mg/100g (Radović i Saičić, 1989); 1.86 mg/100g (USDA – ARS, 2006); 2.5 mg/100g (Rogowski, 1981); 2.87 mg/100g (Oster, 1994). Prema podacima Danskog nacionalnog instituta za hranu (www.foodcomp.dk) cinka u *M. semimembranosus* svinja ima između 0 i 6.9 mg/100g, odnosno prosečno oko 3.6 mg/100g.

Cink se od 1934. godine ubraja u esencijalne sastojke hrane. Apsorpcija cinka iz mesa u organizmu ljudi je preko 40%, dok je njegova apsorpcija iz ostalih namirnica svega 10% (Žlender, 1997).

U ishrani ljudi veoma je važan odnos cink/kadmijum. Ako je koncentracija kadmijuma velika, cink utiče na smanjenje njegove apsorpcije (Grujić, 2000).

Svinjsko meso, zajedno sa ostalim vrstama mesa, predstavlja veoma značajan izvor cinka za ljudski organizam. Cink u organizmu ljudi ulazi u sastav hormona – insulina i preko 100 enzima, koji katališu procese stvaranja energije, imunološkog sistema, proteina, DNK i RNK, hemoglobina i vitamina A (Grujić, 2000).

Prosečne dnevne potrebe organizma za cinkom, prema preporukama Svetske zdravstvene organizacije (WHO, prema citatu Grujić-a, 2000), za osobe starije od 11 godina su 15 mg. Američka agencija za hranu i lekove (US FDA/CFSSAN, 1999), takođe, preporučuje da dnevni unos cinka u organizam odraslih

osoba i dece starije od četiri godine bude 15 mg. U Nemačkoj (The Nutrition Report, 2000) se preporučuje da unos cinka u organizam za muškarce starosti između 25 – 51 godine bude 10.9 mg/dan, a za žene iste starosti 9.8 mg/dan, dok je preporučeni unos u Evropskoj Uniji (Nutrient and energy intakes for the European Community, 1993) nešto manji i iznosi: za muškarce starije od 18 godina 9.5 mg/dan i za žene iste starosti 7 mg/dan.

Nedostatak cinka u ishrani ljudi dovodi do smanjenja sadržaja alkalnih fosfataza i insulina u krvi, prevelike sinteze kolagena u kostima, usporavanja sinteze DNK i proteina, smanjenja osetljivosti za miris i ukus, promena na koži i kosi, itd. (Grujić, 2000).

S druge strane, u količini većoj od 150 mg/dan cink je toksičan. Prisustvo velike količine cinka u ishrani dovodi do smanjenja sadržaja hemoglobina i povećanja sadržaja holesterola u krvi, dijareje, smanjenja apsorpcije kalcijuma i bakra, problema u reprodukciji, itd. (Grujić, 2000).

Sadržaj bakra u svežem svinjskom mesu, prema različitim autorima, je: 0.09 mg/100g (Oster, 1994); 0.1 mg/100g (Rogowski, 1981). Prema podacima Danskog nacionalnog instituta za hranu (www.foodcomp.dk) bakra u *M. semimembranosus* svinja ima između 0 i 0.22 mg/100g, odnosno prosečno oko 0.10 mg/100g.

Dugo se smatralo da je bakar toksičan elemenat, ali najnovija istraživanja su uticala na Svetsku zdravstvenu organizaciju (WHO) da ga svrsta u grupu esencijalnih elemenata (Grujić, 2000).

Prisustvo bakra u hrani (mesu) utiče na bolju apsorpciju gvožđa u organizmu ljudi (Žlender, 1997). Apsorpcija bakra iz hrane u organizam ljudi je oko 30% (Grujić, 2000).

Najvažnija uloga bakra u organizmu ljudi je u tome da on deluje kao snažan katalizator u funkcionisanju hemoglobina i eritrocita, u respiraciji ćelija, u formiranju energije u ćelijama i u formiranju koštane srži. Pored toga, bakar ulazi u sastav mnogih enzima, utiče na prenos nervnog impulsa i kontroliše koncentraciju histamina, koji izaziva alergiju kod ljudi (Grujić, 2000).

Prosečne dnevne potrebe organizma za bakrom, prema preporukama koje važe u Nemačkoj (The Nutrition Report, 2000), za muškarce starosti između 25 – 51 godine su 2.6 mg, a za žene iste starosti 2.3 mg. Američka agencija za hranu i lekove (US FDA/CFSAN, 1999) preporučuje da dnevni unos bakra u organizam odraslih osoba i dece starije od četiri godine bude 2 mg. U Evropskoj Uniji (Nutrient and energy intakes for the European Community, 1993) za osobe starije od 18 godina preporučuje se da dnevni unos bakra u organizam bude 1.1 mg.

Nedostatak bakra u ishrani ljudi dovodi do anemije i promena na kostima, dok su simptomi toksičnosti povraćanje i dijareja (Grujić, 2000).

Sadržaj mangana u svežem svinjskom mesu prema Rogovskom (1981) je 0.05 mg/100g. Prema podacima Danskog nacionalnog instituta za hranu (www.foodcomp.dk) sadržaj mangana u *M. semimembranosus* svinja je oko 0.014 mg/100g.

Alkohol i lecitin utiču na neznatno povećanje apsorpcije mangana, dok kalcijum, magnezijum, fosfor, cink i kobalt deluju suprotno, tako da je apsorpcija mangana u organizmu ljudi svega 15 – 30% (Grujić, 2000).

Mangan je svrstan u grupu esencijalnih mikroelemenata jer u organizmu ljudi ulazi u sastav enzima i ima važnu ulogu u stvaranju energije u ćelijama, sintezi proteina i holesterola, stvaranju kostiju i sintezi mukopolisaharida. Mangan pomaže sintezu hemoglobina, predstavlja faktor rasta, utiče na metabolizam kalcijuma i fosfora, itd. Pošto ga najviše ima u mitohondrijama smatra se da učestvuje u strukturi enzima Krebsovog ciklusa (Grujić, 2000).

Prosečne dnevne potrebe organizma za manganom, prema preporukama koje važe u Nemačkoj (The Nutrition Report, 2000), za muškarce starosti između 25 – 51 godine su 4.7 mg, a za žene iste starosti 4.4 mg. Američka agencija za hranu i lekove (US FDA/CFSSAN, 1999) preporučuje da dnevni unos mangana u organizam odraslih osoba i dece starije od četiri godine bude 2 mg.

Nedostatak mangana u ishrani ljudi dovodi do usporavanja rasta, dok su simptomi toksičnosti poremećaji u nervnom sistemu (Grujić, 2000).

Sadržaj kalcijuma u svežem svinjskom mesu, prema različitim autorima, je: 10 mg/100g (Rogowski, 1981); 13.3 mg/100g (Torelm i Danielsson, 1998); 18 mg/100g (USDA – ARS, 2006). Prema podacima Danskog nacionalnog instituta za hranu (www.foodcomp.dk) sadržaj kalcijuma u *M. semimembranosus* svinja je oko 6 mg/100g.

Kalcijum je esencijalni sastojak hrane. Za njegovu apsorpciju u organizmu ljudi iz hrane neophodno je prisustvo vitamina D, fosfora i magnezijuma, dok oksalna i fitinska kiselina otežavaju njegovu apsorpciju. Za pravilnu apsorpciju kalcijuma i fosfora bitan je njihov međusobni odnos (Ca/P). Idealna apsorpcija kod odraslih osoba je ako je taj odnos 0.50 – 0.70. Pretpostavlja se, da se svega 30 – 50% unesenog kalcijuma apsorbuje (Grujić, 2000).

Kalcijum u organizmu ljudi ulazi u sastav kostiju i zuba, reguliše kontrakciju i relaksaciju mišića, zatim funkcionisanje nervnog sistema, zgrušavanje i pritisak krvi, itd. Najveći deo kalcijuma je ugrađen u kostima (98%), oko 1% je ugrađen u zube, a preostalih 1% se nalazi u tkivima i telesnim tečnostima (Grujić, 2000).

Američka agencija za hranu i lekove (US FDA/CFSSAN, 1999) preporučuje da dnevni unos kalcijuma u organizam odraslih osoba i dece starije od četiri godine bude 1 g. Preporučene dnevne potrebe organizma za kalcijumom, prema preporukama koje važe u Nemačkoj (The Nutrition Report, 2000), za muškarce starosti između 25 – 51 godine su 855.0 mg, a za žene iste starosti 799.3 mg. U Evropskoj Uniji (Nutrient and energy intakes for the European Community, 1993) za osobe starije od 18 godina preporučuje se da dnevni unos kalcijuma u organizam bude 700 mg, dok Svetska zdravstvena organizacija (WHO, prema citatu Grujić-a, 2000) za odrasle osobe preporučuje nešto manji unos kalcijuma i to 400 – 500 mg/dan.

Nedostatak kalcijuma u ishrani ljudi dovodi do rahitisa kod dece, a kod odraslih do osteoporoze. Sa druge strane, povećana količina kalcijuma dovodi do oštećenja bubrega (Grujić, 2000).

Sadržaj magnezijuma u svežem svinjskom mesu, prema različitim autorima, je: 26 mg/100g (USDA – ARS, 2006); 28.8 mg/100g (Oster, 1994); 30 mg/100g (Rogowski, 1981). Prema podacima Danskog nacionalnog instituta za hranu (www.foodcomp.dk) sadržaj magnezijuma u *M. semimembranosus* svinja je oko 18 mg/100g.

Na brzinu i intenzitet apsorpcije ovog esencijalnog makroelementa u organizmu ljudi utiču: vitamin D, kalcijum, fosfor i šećeri. Mnogi autori sugerišu da odnos kalcijuma i magnezijuma u hrani treba da bude 2 : 1.

Apsorpciju magnezijuma otežavaju namirnice bogate proteinima i mastima, zatim alkohol, kofein i diuretici, koji utiču na njegovu eliminaciju iz organizma. Od ukupne količine magnezijuma koja se u organizam unese sa hranom, apsorbuje se svega 40 – 50% (Grujić, 2000).

Magnezijum je "antistresni" metal. Magnezijum u organizmu ljudi učestvuje u relaksaciji skeletnih mišića (kalcijum stimuliše kontrakciju, a magnezijum relaksaciju) i regulaciji krvnog pritiska. Slično kalijumu, magnezijum se pretežno nalazi u intracelularnim prostorima. Tu magnezijum ima značajnu ulogu u mnogim enzimatskim procesima u ćelijama (ulazi u sastav preko 300 enzima), posebno u toku metabolizma ugljenih hidrata. Joni magnezijuma aktiviraju enzime koji učestvuju u sintezi visokoenergetskih fosfatnih jedinjenja (ATP, kreatin fosfat i sl.) (Grujić, 2000).

Američka agencija za hranu i lekove (US FDA/CFSAN, 1999) preporučuje da dnevni unos magnezijuma u organizam odraslih osoba i dece starije od četiri godine bude 400 mg. Prosečne dnevne potrebe organizma za magnezijumom, prema preporukama Svetske zdravstvene organizacije (WHO, prema citatu Grujić-a, 2000), za odrasle osobe su 350 – 400 mg. U Nemačkoj (The Nutrition Report, 2000) se preporučuje da dnevni unos magnezijuma u organizam za muškarce starosti između 25 – 51 godine bude 395.6 mg, a za žene iste starosti 349.7 mg.

Nedostatak magnezijuma u ishrani ljudi može izazvati teške posledice u kontrakciji mišića i funkcionisanju nervnog sistema. Simptomi toksičnosti nisu poznati (Grujić, 2000).

Sadržaj natrijuma u svežem svinjskom mesu, prema različitim autorima, je: 39 mg/100g (Sonci i sar., 1994); 58 mg/100g (USDA – ARS, 2006); 60 mg/100g (Rogowski, 1981); 76 mg/100g (Peters, prema citatu Grujić-a, 2000). Prema podacima Danskog nacionalnog instituta za hranu (www.foodcomp.dk) sadržaj natrijuma u *M. semimembranosus* svinja je oko 66 mg/100g.

Ovaj esencijalni makroelement je rastvorljiv u vodi, te se u organizmu ljudi lako apsorbuje. Soli natrijuma se u organizmu ljudi nalaze u međućelijskoj (ekstracelularnoj) tečnosti, u krvnoj plazmi, pljuvački i crevnim sokovima. Oko 60% ukupnog natrijuma se nalazi u telesnim tečnostima i međućelijskim fluidima, 10% u ćelijama i 30% u kostima. Joni natrijuma regulišu kiselo-baznu ravnotežu, osmotski pritisak u telesnim tečnostima i pomažu kod unošenja i iznošenja vode iz ćelija. Joni natrijuma regulišu električni potencijal na ćelijskim membranama i učestvuju u prenošenju ugljen dioksida od tkiva do pluća. Natrijum pomaže transport aminokiselina u krvi i reguliše krvni pritisak (Grujić, 2000).

Prosečne dnevne potrebe organizma za natrijumom, prema preporukama koje važe u Nemačkoj (The Nutrition Report, 2000), za muškarce starosti između 25 – 51 godine su 3.3 g, a za žene iste starosti 2.9 g. Američka agencija za hranu i lekove (US FDA/CFSAN, 1999) preporučuje da dnevni unos natrijuma u organizam odraslih osoba i dece starije od četiri godine bude 2.4 g.

Natrijum, bilo da ga ima malo bilo da ga ima previše, u organizmu ljudi može stvarati probleme. Nedostatak ovog minerala utiče na gubitak apetita, slabost, grčenje mišića, pad krvnog pritiska, itd. Velike količine natrijuma u organizmu mogu izazvati povećanje krvnog pritiska i pojavu oteklina (Grujić, 2000).

Sadržaj kalijuma u svežem svinjskom mesu, prema različitim autorima, je: 320 mg/100g (Peters, prema citatu Grujić-a, 2000); 362 mg/100g (USDA – ARS, 2006); 400 mg/100g (Rogowski, 1981); 463.8 mg/100g (Oster, 1994). Prema podacima Danskog nacionalnog instituta za hranu (www.foodcomp.dk) sadržaj kalijuma u *M. semimembranosus* svinja je oko 280 mg/100g.

U organizmu ljudi kalijum se ponaša suparnički prema natrijumu, tako da zahvaljujući njemu neke namirnice, deluju diuretički, odnosno uz angažovanje određene količine telesnih tečnosti pomažu izlučivanje natrijuma iz organizma putem mokraćne. Diuretička sposobnost namirnica zavisi od odnosa kalijuma i natrijuma (K/Na). Ukoliko u određenim namirnicama ima više kalijuma nego natrijuma, natrijum se u organizam mora unositi iz drugih izvora (Grujić, 2000).

Kalijum se u organizmu ljudi najvećim delom nalazi u ćelijama (98%), a samo malim delom (2%) se nalazi u međućelijskim tečnostima. Najznačajnija uloga koju kalijum ima u organizmu ljudi jeste regulisanje kiselo-bazne ravnoteže i količine vode u tkivima. Pored toga, kalijum je važan kod prenošenja nadražaja pri kontrakciji mišića (deluje suprotno od jona kalcijuma). Kalijum učestvuje u brojnim biohemijskim reakcijama (sinteza proteina, metabolizam ugljenih hidrata, sinteza glikogena u jetri) i nastajanju energije u organizmu (Grujić, 2000).

Američka agencija za hranu i lekove (US FDA/CFSAN, 1999) preporučuje da dnevni unos kalijuma u organizam odraslih osoba i dece starije od četiri godine bude 3.5 g. Preporučene dnevne potrebe organizma za kalijumom, prema preporukama koje važe u Nemačkoj (The Nutrition Report, 2000), za muškarce starosti između 25 – 51 godine su 3.3 g, a za žene iste starosti 3.0 g. U Evropskoj Uniji (Nutrient and energy intakes for the European Community, 1993) za osobe starije od 18 godina preporučuje se da dnevni unos kalijuma u organizam bude 3.1 g.

Nedostatak, odnosno višak kalijuma u ishrani ljudi izaziva slabost mišića, paralizu i povraćanje (Grujić, 2000).

Sadržaj fosfora u svežem svinjskom mesu, prema različitim autorima, je: 200 mg/100g (Rogowski, 1981); 201 mg/100g (Torelm i Danielsson, 1998); 217 – 224 mg/100g (Pokrovskij, prema citatu Grujić-a, 2000); 220 mg/100g (USDA – ARS, 2006). Prema podacima Danskog nacionalnog instituta za hranu (www.foodcomp.dk) sadržaj fosfora u *M. semimembranosus* svinja je oko 175 mg/100g.

Apsorpcija ovog esencijalnog makroelementa u organizmu ljudi zavisi od prisustva kalcijuma, vitamina D, te aktivnosti paratiroidnih hormona, koji regulišu apsorpciju kalcijuma i fosfora (Grujić, 2000).

Svinjsko meso, zajedno sa ostalim vrstama mesa, predstavlja jedan od najznačajnijih izvora fosfora za ljudski organizam, mada odnos fosfora i kalcijuma u mesu nije potpuno izbalansiran (fosfora ima nekoliko puta više). Fosfor u organizmu ljudi ulazi u sastav kostiju i zuba (preko 85% od ukupne količine u organizmu), fosfor je sastojak DNK, RNK i visoko energetskih jedinjenja (ATP, CP), regulator je kiselo-bazne ravnoteže, itd. (Grujić, 2000).

Preporučene dnevne potrebe organizma za fosforom, prema preporukama koje važe u Nemačkoj (The Nutrition Report, 2000), za muškarce starosti između 25 – 51 godine su 1353.5 mg, a za žene iste starosti 1201.8 mg. Američka agencija za hranu i lekove (US FDA/CFSAN, 1999) preporučuje da dnevni unos fosfora u organizam odraslih osoba i dece starije od četiri godine bude 1 g. Prema preporukama Svetske zdravstvene organizacije (WHO, prema citatu Grujić-a, 2000) za odrasle osobe dnevni unos fosfora treba da bude 800 – 1200 mg, dok je u Evropskoj Uniji (Nutrient and energy intakes for the European Community, 1993) za osobe starije od 18 godina preporučen manji unos i to 550 mg/dan.

Simptomi nedostatka fosfora u ishrani ljudi nisu poznati, dok višak fosfora u organizmu utiče na izlučivanje kalcijuma (Grujić, 2000).

2.3.3. Senzorni kvalitet svinjskog mesa

Iako to mnogi potrošači ne priznaju, senzorni faktori kvaliteta su odlučujući u potrošnji mesa (Honikel, 1999a).

Honikel (1999a) (prema Hofmann-u, 1986) senzorni kvaliteta mesa definiše preko sledećih faktora kvaliteta: boje, mramoriranosti, mirisa, ukusa, sočnosti, čvrstine i mekoće.

Ove faktore kvaliteta je teško izmeriti objektivno, ali čitave armije naučnika pokušavaju da razviju pouzdane i ponovljive senzorne metode (Honikel, 1999a).

Gotovo svaki istraživački centar, koji se bavi ispitivanjem kvaliteta svinjskog mesa, razvio je sopstveni deskriptivni sistem za senzorno ocenjivanje svojstava mesa.

2.3.3.1. Faktori senzornog kvaliteta svinjskog mesa

Čvrstina i vlažnost

Za senzorno ocenjivanje čvrstine svežeg svinjskog mesa koriste se analitički deskriptivni testovi (linerne skale) sa različitim brojem nivoa gradacije (uglavnom sa 3 i 5 nivoa gradacije). Zajedno sa čvrstinom, gotovo, uvek se ocenjuje i vlažnost (senzorna ocena sposobnosti vezivanja vode) (Carr i McKeith, 1998).

U tabeli 2.3.8. prikazani su nivoi gradacije čvrstine i vlažnosti po NPPC (National Pork Producers Council, 1991) standardu (ukupno 5) za koje postoje i slike u boji *M. longissimus dorsi* (koje su prikazane u poglavlju 4. Materijal i Metode rada) i standarda za čvrstinu i vlažnost sa 3 nivoa gradacije (NPPC, 2000).

Tabela 2.3.8. Skale za senzorno ocenjivanje čvrstine i vlažnosti svinjskog mesa

Ocena	NPPC standard za čvrstinu i vlažnost (1991)	NPPC standard za čvrstinu i vlažnost (2000)	
		Čvrstina	Vlažnost
1	Veoma meka i veoma vodnjikava	Meko – površine preseka se lako deformišu i vidljivo su mekane	Vodnjikavo – na površini preseka se prekomerno nakuplja voda
2	Meka i vodnjikava	Čvrsto – površine preseka teže da zadrže oblik	Vlažno – površine preseka se čine vlažnim, sa malo ili bez slobodne vode
3	Neznatno čvrsta i vlažna	Veoma čvrsto – površine preseka teže da budu veoma glatke, bez promene oblika	Suvo – na površini preseka nema slobodne vode
4	Čvrsta i umereno suva		
5	Veoma čvrsta i suva		

Boja

Boja je kombinacija vizuelno shvaćene informacije sadržane u svetlosti koju reflektuje ili rasipa uzorak (MacDougall, 1982).

Boja svinjskog mesa je svetlo ružičasta (Briskey i Kauffman, 1971), svetlo crveno ružičasta (Lawrie, 1966), odnosno svetlo crvena (Mancini i Hunt, 2005).

Boja je verovatno najznačajnije svojstvo kvaliteta mesa, jer se primećuje i ocenjuje na prvi pogled, te je od interesa da meso bude što prihvatljivije boje, kako bi bilo primećeno i prihvaćeno od strane potrošača (Rede i Petrović, 1997).

U ispitivanjima Hodgson i sar. (1991) svinjsko meso (*M. longissimus dorsi*) koje je najbolje ocenjeno za ukupnu prihvatljivost (na skali od 1 do 8) imalo je najveću vrednost reflektance (685 nm).

Uticaj drugih faktora kvaliteta na boju svinjskog mesa opisan je u prethodnim poglavljima (Poglavlja 2.2.3. i 2.3.1.1).

Za potrošače naročito je neprihvatljivo bledo (BMV) i tamno (TČS) meso. Wachholz i sar. (1978) su ispitivali sklonost potrošača prema konfekcioniranom svinjskom mesu "normalnih", BMV i TČS svojstava, koje je prodavano po istoj ceni. Od ukupno 280 prodatih pakovanja 52.15% pakovanja su bila sa mesom normalnih svojstava, 25.70% sa TČS i 22.15% sa BMV mesom.

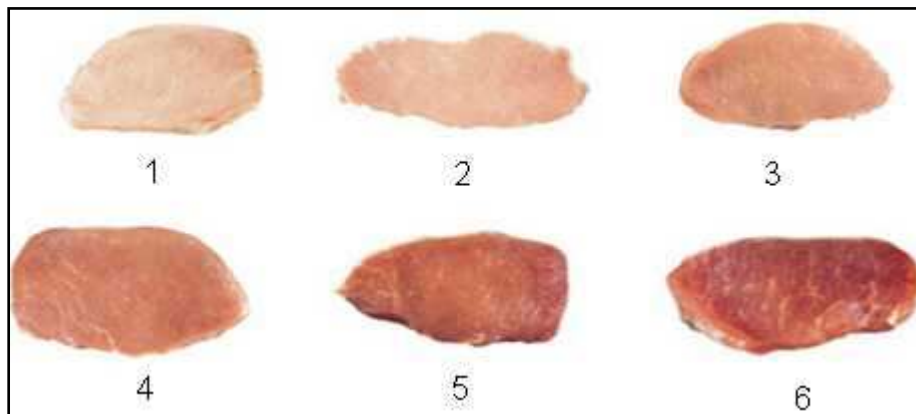
Senzorno ocenjivanje boje svežeg svinjskog mesa često se koristi u sklopu složenijeg postupka utvrđivanja kvaliteta mesa radi poboljšanja pouzdanosti i provere drugih faktora kvaliteta.

Vizuelno se razlike u boji mesa mogu veoma dobro odrediti, a za to se koriste analitički deskriptivni testovi (linerne skale) sa različitim brojem nivoa gradacije (od 3 do 9). Činjenica je, međutim, da je reproduktivnost senzorne analize veoma slaba, te se preporučuje korišćenje standarda u boji (Manojlović i Rahelić, 1987).

U tabeli 2.3.9. prikazani su nivoi gradacije boje po NPPC (1991) standardu (5 nivoa gradacije) za koji postoje i slike u boji *M. longissimus dorsi* (koje su prikazane u poglavlju 4. Materijal i Metode rada), zatim po najnovijem NPPC (2000) standardu za boju (6 nivoa gradacije), za koji takođe postoje slike u boji *M. longissimus dorsi* (Slika 2.3.2) i po standardu za boju (7 nivoa gradacije) koji je razvijen na predmetu Tehnologija mesa, Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu (Tomović, 2002).

Tabela. 2.3.9. Skale za senzorno ocenjivanje boje svinjskog mesa

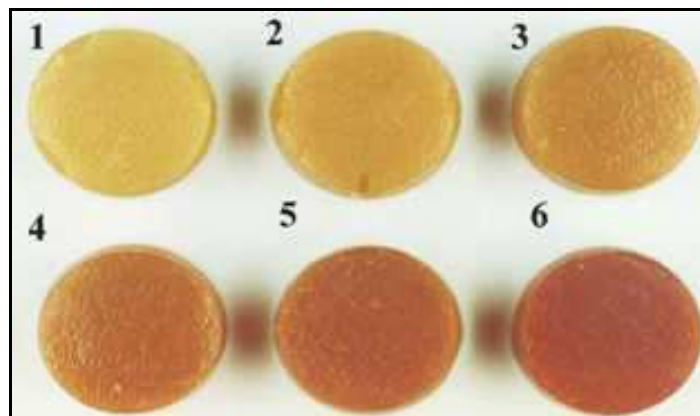
Ocena	NPPC standard za boju (1991)	NPPC standard za boju (2000)	Tehnologija mesa, Tehnološki fakultet Novi Sad
1	Bledo ružičasto siva	Bledo-ružičasto-siva do bela	Veoma-bleda
2	Sivo ružičasta	Sivo ružičasta	Bleda
3	Crveno ružičasta	Crveno ružičasta	Umereno ružičasta
4	Purpurno crvena	Tamno crveno ružičasta	Crveno ružičasta
5	Tamno purpurno crvena	Purpurno crvena	Tamnije crveno ružičasta
6		Tamno purpurno crvena	Tamno crvena
7			Veoma tamna



Slika 2.3.2. NPPC (2000) standard za boju svinjskog mesa

Ocene za boju od 1 do 6 odgovaraju sledećim vrednostima za svetloću L^* : 1 – $L^* = 61$; 2 – $L^* = 55$; 3 – $L^* = 49$; 4 – $L^* = 43$; 5 – $L^* = 37$; 6 – $L^* = 31$ (NPPC, 2000).

Japanski standard za boju (JPCS – Japanese Pork Color Standards, Nakai i sar., 1975), takođe, ima šest nivoa gradacije boje (Slika 2.3.3), ali za razliku od NPPC (1991; 2000) standarda kao ilustrativni primeri uzeti su gelovi različitih boja.



Slika 2.3.3. JPCS (Nakai i sar., 1975) standard za boju svinjskog mesa

Pribiš (1982) je komparativnim ispitivanjem boje svinjskog mesa, i to različitim metodama (senzorno, instrumentalno i hemijski), između senzorne ocene boje i instrumentalno određene boje (Y vrednost – sjajnost) utvrdila koeficijent korelacije od $r = -0.73$, dok je između senzorne ocene boje i sadržaja ukupnih pigmenata utvrdila koeficijent korelacije od $r = 0.41$. Korišćenjem odgovarajućih standarda za boju Van der Wal i sar. (1992) su utvrdili značajnu korelaciju ($r = -0.73$) između senzorne ocene boje (skala od 1 do 6) i instrumentalno određene boje (L^* vrednost) svežeg svinjskog mesa. Slično, Brewer i sar. (2001) su, takođe, utvrdili značajnu korelacionu zavisnost ($r = -0.89$) između svetloće (L^* vrednost) i senzorne ocene boje mesa korišćenjem Japanskog standarda za senzornu ocenu boje (Nakai i sar., 1975), dok je između b^* vrednosti (udeo žute boje) i senzorne ocene boje utvrđena, takođe, značajna korelaciona zavisnost od $r = -0.94$.

Mramoriranost

Mramoriranost je pojava manjih ili većih nakupina masnog tkiva (intramuskularno masno tkivo) u rastresitom vezivnom tkivu između snopića mišićnih vlakana, a doprinosi poboljšanju jestivog kvaliteta mesa, odnosno doprinosi boljem ukusu i poboljšava mekoću i sočnost mesa (Tabela 2.3.10). Mast daje mesu specifičan poželjan ukus. Pošto se masne ćelije razvijaju između slojeva vezivnog tkiva, one ga razlabljavaju, što rezultira u boljoj mekoći mesa. Prisustvo masti u mesu pojačava salivaciju pri žvakanju, pa se stiče utisak veće sočnosti (Eikelenboom i sar., 1996; Rede i Petrović, 1997; Jeremiah i Miller, 1998; Jeleníková i sar., 2008).

Tabela 2.3.10. Uticaj sadržaja intramuskularne masti na senzorni kvalitet *M. longissimus dorsi* svinja (Walstra i sar., 2001)

Sadržaj intramuskularne masti (%)	Prosečna ocena 13 svojstava (10 nivoa gradacije)
≤ 0.50	5.7 ^b
0.51 – 1.00	6.2 ^a
1.01 – 1.50	6.3 ^a
≥ 1.50	6.4 ^a
P <	0.05

Značajnu korelacionu zavisnost ($r = 0.50$, $r = 0.62$ i $r = 0.86$) između sadržaja intramuskularne masti i mramoriranosti svinjskog mesa utvrdili su DeVol i sar. (1988), Van der Wal i sar. (1992) i Hodgson i sar. (1991). DeVol i sar. (1988) su između sadržaja intramuskularne masti i mekoće, određene senzorno, i vrednosti sile smicanja – Warner-Bratzler, određene na kuvanim uzorcima svinjskog mesa, utvrdili koeficijente korelacije (r) od 0.32 i od -0.29 . Slično, Ramsey i sar. (1990) i Hodgson i sar. (1991) su utvrdili negativnu korelaciju ($r = -0.35$ i $r = -0.36$) između mramoriranosti i vrednosti sile smicanja – Warner-Bratzler, određene na kuvanim uzorcima svinjskog mesa, dok su Jeleníková i sar. (2008) i Kirchheim (1997) između sadržaja intramuskularne masti i mekoće, ocenjene senzorno, termički obrađenog svinjskog mesa, utvrdili koeficijente korelacije (r) od 0.63, odnosno 0.34. Hodgson i sar. (1991) i Jeleníková i sar. (2008) utvrdili su, takođe, i dobru korelacionu zavisnost ($r = -0.48$ i $r = -0.86$) između sadržaja intramuskularne masti i vrednosti sile smicanja – Warner-Bratzler, kao i dobru korelacionu zavisnost ($r = 0.65$ i $r = 0.89$) između sadržaja intramuskularne masti i sočnosti (određene senzorno), odnosno utvrdili su da se sa povećanjem sadržaja intramuskularne masti u svinjskom mesu povećava i sočnost i obratno, dok su Eikelenboom i sar. (1996) između sadržaja intramuskularne masti i sočnosti utvrdili koeficijent korelacije (r) od 0.33. Hodgson i sar. (1991) su između mramoriranosti i kala kuvanja i sočnosti utvrdili koeficijente korelacije (r) od -0.40 i 0.70, dok su između sadržaja intramuskularne masti i kala kuvanja utvrdili koeficijent korelacije (r) od -0.24 . Sa druge strane, Hovenier i sar. (1993) nisu utvrdili korelacionu zavisnost ($r = 0.00$) između sadržaja intramuskularne masti i mekoće, ocenjene senzorno.

Prema Honikel-u (1999a), za svinjsko meso (*M. longissimus dorsi*) sa sertifikatom u Nemačkoj, zahteva se da minimalni sadržaj intramuskularne masti bude veći od 1.5 do 2.5% (Honikel, 1999a). Walstra i sar. (2001) smatraju da je optimalan sadržaj intramuskularne masti u svinjskom mesu, sa aspekta potrošača, odnosno prihvatljivog jestivog kvaliteta 1.5 do 2%. Bejerholm i Barton-Gade (1986) su utvrdili da je za

optimalnu mekoću neophodan minimalni nivo sadržaja intramuskularne masti od 2%, dok je prema De Vol i sar. (1988) za optimalnu mekoću neophodan minimalni nivo sadržaja intramuskularne masti od 2.5 – 3%.

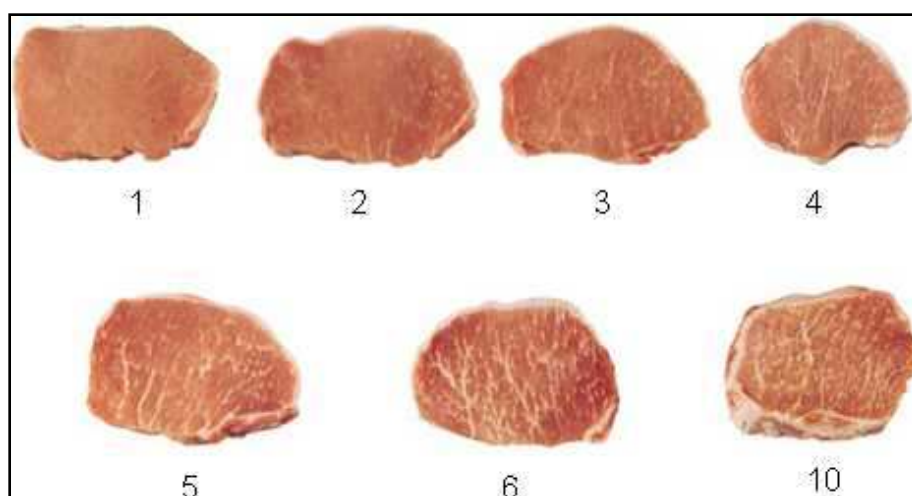
I pored povoljnog uticaja na senzorni kvalitet mesa, mramoriranost sama za sebe nije dovoljna kao indikator kvaliteta, jer se povećava sa starenjem životinja, pa se mora posmatrati u sklopu drugih svojstava. Osim količine masnog tkiva u mišićima (stepen mramoriranosti) od značaja je i raspored tog tkiva (struktura mramoriranosti). Poželjno je da masno tkivo u mišićima bude što ravnomernije raspoređeno i to u manjim nakupinama (Rede i Petrović, 1997).

Za senzorno ocenjivanje mramoriranosti svežeg svinjskog mesa koriste se analitički deskriptivni testovi (linerne skale) sa različitim brojem nivoa gradacije (uglavnom od 5 do 10).

U tabeli 2.3.11. prikazani su nivoi gradacije mramoriranosti po NPPC (1991) standardu (ukupno 5) za koje postoje i slike u boji *M. longissimus dorsi* (koje su prikazane u poglavlju 4. Materijal i Metode rada), standarda za mramoriranost sa 10 nivoa gradacije (NPPC, 1999) i najnovijeg (NPPC, 2000) standarda za mramoriranost sa 6 nivoa gradacije, za koji takođe postoje slike u boji *M. longissimus dorsi* (Slika 2.3.4).

Tabela 2.3.11. Skale za senzorno ocenjivanje mramoriranosti svinjskog mesa

Ocena	NPPC standard za mramoriranost (1991)	NPPC standard za mramoriranost (1999)	NPPC standard za mramoriranost (2000)
1	Bez mramoriranosti do praktično bez mramoriranosti	Bez mramoriranosti	Bez mramoriranosti
2	Tragovi do neznatna	Praktično bez mramoriranosti	Tragovi
3	Mala do skromna	Tragovi	Neznatna
4	Umerena do neznatno obilna	Neznatna	Mala
5	Umereno obilna do velika	Mala	Skromna
6		Skromna	Umerena
7		Umerena	
8		Neznatno obilna	
9		Umereno obilna	
10		Velika	Obilna



Slika 2.3.4. NPPC (2000) standard za mramoriranost svinjskog mesa

U tabeli 2.3.12. prikazani su odnosi između ocena mramoriranosti i sadržaja intermuskularne masti (NPPC, 2000).

Tabela 2.3.12. NPPC (2000) standard za mramoriranost svinjskog mesa

Ocena mramoriranosti	Sadržaj intramuskularne masti (%)
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
ltd.	ltd.

Mramoriranost kod svinjskog mesa naročito postaje vidljiva kada je sadržaj intramuskularne masti preko 2% (Hoving–Bolink i sar., prema citatu Walstre i sar., 2001), što za potrošače nije prihvatljivo.

Schowörer i sar. (prema citatu Walstre i sar., 2001) navode da heritabilnost za sadržaj intramuskularne masti u mišićima svinja iznosi 49 – 58%, te da se na njen sadržaj može relativno lako uticati oplemenjivanjem.

Sa druge strane, Jeremiah i Miller (1998) smatraju da je neophodno edukovati potrošače i ukazati im na značaj povećanja mramoriranosti, odnosno uticaj mramoriranosti na prihvatljivost i poboljšanje jestivog kvaliteta mesa. Prema istim autorima (Jeremiah i Miller, 1998), čak i kada se povećava sadržaj intramuskularne masti, a samim tim i vidljiva mramoriranost, promena broja kalorija je relativno mala. Na primer, 100 g kuvanog mesa sa neznatnom mramoriranošću sadrži oko 63 kalorije, a ista količinama kuvanog mesa sa malom mramoriranošću sadrži oko 69 kalorija (Jones i sar., 1992).

Mekoća i sočnost

Od svih faktora jestivog kvaliteta, prosečni potrošači označavaju mekoću kao najvažniju, i čini se da mekoća ima veći značaj od arome i boje. Međutim, veoma je teško definisati šta se podrazumeva pod ovim terminom (Lawrie, 1998). U studiji koja je urađena u Francuskoj (Touraill, 1992) čak 78% potrošača smatra da je mekoća veoma značajno svojstvo mesa. Prema Enfält i sar. (1997) ukupna prihvatljivost svinjskog mesa visoko korelira sa mekoćom ($r = 0.81$), odnosno sa sočnošću ($r = 0.38$).

Senzornom ocenom sočnosti kuvanog mesa manifestuju se dva senzorna doživljaja. Prvi je utisak vlažnosti tokom žvakanja i rezultat je brzog otpuštanja tečnosti iz mesa, dok je drugi zadržana sočnost, uglavnom zbog stimulatornog efekta masti na salivaciju (Weir, 1960).

Mekoća i sočnost, zajedno sa ukusom, termički obrađenog mesa, se, gotovo, uvek ocenjuju zajedno (AMSA, 1995).

Za senzorno ocenjivanje mekoće i sočnosti koriste se analitički deskriptivni testovi (linerane skale) sa različitim brojem nivoa gradacije (uglavnom sa 8, odnosno 9 nivoa gradacije).

U tabeli 2.3.13. prikazani su nivoi gradacije mekoće i sočnosti po AMSA (1995) standardu (ukupno 8) i po standardu za mekoću i sočnost (9 nivoa gradacije) koji je razvijen na predmetu Tehnologija mesa, Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu (Petrović, 1978; Manojlović, 1982).

Tabela 2.3.13. Skale za senzorno ocenjivanje mekoće i sočnosti svinjskog mesa

Ocena	AMSA standard za mekoću i sočnost (1995)		Tehnologija mesa, Tehnološki fakultet Novi Sad	
	Mekoća	Sočnost	Mekoća	Sočnost
	1	Ekstremno grubo	Ekstremno suvo	Ekstremno grubo
2	Veoma grubo	Veoma suvo	Veoma grubo	Veoma suvo
3	Umereno grubo	Umereno suvo	Grubo	Suvo
4	Neznatno grubo	Neznatno suvo	Umereno grubo	Umereno suvo
5	Neznatno meko	Neznatno sočno	Nedovoljno meko	Nedovoljno sočno
6	Umereno meko	Umereno sočno	Umereno meko	Umereno sočno
7	Veoma meko	Veoma sočno	Meko	Sočno
8	Ekstremno meko	Ekstremno sočno	Veoma meko	Veoma sočno
9			Ekstremno meko	Ekstremno sočno

Uticao drugih faktora kvaliteta na mekoću i sočnost opisan je u prethodnim poglavljima (Poglavljja 2.2.3., 2.3.1.1. i 2.3.3.1).

Objektivnost senzorne ocene mekoće i sočnosti, uz primenu odgovarajućih standarda, potvrđena je instrumentalnim merenjima mekoće i kala kuvanja, u velikom broju radova. Hovenier i sar. (1993) i Van Oeckel i sar. (1999b) su između senzorne ocene mekoće i vrednosti sile smicanja – Warner-Bratzler utvrdili koeficijente korelacije (r) od 0.50, odnosno 0.25. U ispitivanjima DeVol i sar. (1988) između sočnosti, ocenjene senzorno, i kala kuvanja utvrđen je koeficijent korelacije (r) od -0.26 .

2.3.4. Higijensko-toksikološki kvalitet svinjskog mesa

Ova grupa faktora kvaliteta podrazumeva mikrobiološki aspekt mesa i prisustvo otrovnih supstancija koje su opasne po zdravlje ljudi (Honikel, 1999a).

Honikel (1999a) (prema Hofmann-u, 1986) higijensko-toksikološki kvalitet mesa definiše preko sledećih faktora kvaliteta: prisustva mikroorganizama, trajnosti (vrednosti pH, a_w – vrednosti, stepena zagrevanja, temperature čuvanja), prisustva rezidua (nitrozoamina, antibiotika, hormona, drugih farmaceutskih proizvoda) i kontaminenata okoline (pesticida, mikotoksina, teških metala, nukleida).

U našoj zemlji pod zdravstvenom ispravnošću namirnica u smislu Zakona o zdravstvenoj ispravnosti životnih namirnica i predmeta opšte upotrebe (Službeni list SFRJ, broj 53, 1991. i izmena broj 24, 1994, broj 28, 1996. i broj 37, 2002), podrazumeva se higijenska ispravnost namirnica i ispravnost njihovog sastava u pogledu energetskih, gradivnih i zaštitnih materija koja ima uticaja na biološku vrednost namirnica. Higijenski neispravnim smatraju se namirnice, odnosno predmeti opšte upotrebe:

- 1) ako sadrže patogene mikroorganizme ili patogene parazite, odnosno njihove izlučevine ili druge mikroorganizme, odnosno parazite i štetočine koji mogu štetno uticati na zdravlje ljudi;

- 2) ako sadrže pesticide, metale, metaloide i druge otrovne supstancije, hemioterapeutike, anabolike i druge supstancije u količinama koje mogu štetno uticati na zdravlje ljudi;
- 3) ako potiču od uginulih životinja ili od životinja obolelih od bolesti koje štetno utiču na zdravlje ljudi;
- 4) ako su mehanički zagađeni primesama koje mogu biti štetne za zdravlje ljudi ili izazivaju gađenje;
- 5) ako sadrže aditive koji nisu dozvoljeni za proizvodnju namirnica ili predmeta opšte upotrebe ili ako sadrže nedozvoljene količine aditiva ili ako su aditivi tehnološki nepravilno primenjeni;
- 6) ako su im sastav ili organoleptička svojstva (ukus, miris, izgled) usled fizičkih, hemijskih, mikrobioloških ili drugih procesa izmenjeni pa nisu upotrebljivi za ishranu;
- 7) ako sadrže radionuklide iznad određene granice ili su ozračeni iznad granice određene propisima;
- 8) ako zbog sastava ili drugih svojstava mogu štetno uticati na zdravlje ljudi.

2.3.4.1. Mikroflora mesa – faktor higijensko-toksikološkog kvaliteta svinjskog mesa

Meso je bogato svim hranljivim sastojcima potrebnim za razvoj mikroorganizama i površnim razmatranjem se može zaključiti da je meso čest izvor zdravstvenih i sanitarnih problema ljudi. Međutim, meso ipak ne predstavlja idealnu sredinu za razvoj mikroorganizama, jer razvijen sistem opni od vezivnog tkiva štiti od prodiranja mikroorganizama u dubinu. Pored toga, u mesu su prisutne male količine niskomolekularnih jedinjenja koja mikroorganizmi direktno koriste za energetske svrhe i za izgradnju ćelijskih elemenata. U toku zrenja mesa opada vrednost pH ispod optimuma za većinu mikroorganizama, površina mesa se sasušuje, a meso se čuva pri niskim temperaturama, što sve zajedno sprečava ili znatno usporava razmnožavanje mikroorganizama i inhibiraju se bakterijski enzimi (Rede i Petrović, 1997).

Nažalost, neke grupe, vrste ili sojevi određenih vrsta mikroorganizama, potencijalno prisutni u mesu, mogu biti škodljivi za zdravlje ljudi. Hranom se mogu prenositi tipični uzročnici zaraznih bolesti ljudi (kolera, dizenterija), pravih zoonoza (antraks, bruceloza) i mikroorganizmi koji oboljenje mogu izazvati samo pod određenim uslovima, pri čemu jednu grupu tih mikroorganizama predstavljaju mikroorganizmi koji uzrokuju zdravstvene smetnje naseljavanjem i razmnožavanjem u organizmu ljudi (*Salmonella*, *Escherichia coli*, *Vibrio parahaemolyticus*), a drugu mikroorganizmi koji u životnim namirnicama proizvode toksine (bakterije: *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus* i plesni: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*). Nastala oboljenja zovu se alimentarne toksikoinfekcije (Bem i Adamič, 1991).

Najčešći uzročnici alimentarnih toksikoinfekcija su: *Salmonella*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Campylobacter*, *Yersinia enterocolitica*, *Streptococcus*, *Listeria monocytogenes* i *Vibrio parahaemolyticus*, dok se među "uslovno patogene" ubrajaju neki predstavnici rodova *Proteus*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Aeromonas* i *Pseudomonas* (Bem i Adamič, 1991; Borch i Arinder, 2002).

Danas se, u proizvodnji svinjskog mesa, posebna pažnja posvećuje mikroorganizmima iz porodice *Enterobacteriaceae*, odnosno mikroorganizmima iz roda *Salmonella* i *Escherichia coli*, kao najčešćim uzročnicima alimentarnih toksikoinfekcija [USDA – FSIS, 1996a; Commission Regulation (EC) No 2073/2005].

Porodica *Enterobacteriaceae* obuhvata veliki broj rodova, a oni veliki broj vrsta, unutar kojih postoji veoma mnogo raznih tipova, podtipova i varijeteta. Mikroorganizmi iz porodice *Enterobacteriaceae* su asporogeni, gram-negativni štapići. Aerobi su, mada mogu biti i fakultativno anaerobni. Najveći broj je pokretan, zahvaljujući peritrihijalnim flagelama, izuzev *Shigella*, *Klebsiella* i *Yersinia*. Neki poseduju i fimbrije. Neke vrste su inkapsulirane, a neke imaju sluzavu ovojnicu. Razlikuju se prema svojoj aktivnosti prema različitim ugljenim hidratima. Zajednička osobina im je da fermentuju glukozu stvarajući ili samo kiselinu ili kiselinu i gas. Laktoza je naročito značajan šećer jer se na osnovu toga svi mikroorganizmi iz porodice *Enterobacteriaceae* dele na laktoza pozitivne (koliformne), laktoza negativne (*Salmonella*, *Shigella*, *Proteus*, *Providencia*) i laktoza varijabilne (*Serratia*, *Citrobacter*). Kao posebna grupa unutar porodice *Enterobacteriaceae* izdvajaju se koliformne bakterije, kao indikatori fekalnog zagađenja. U ovu grupu spadaju: *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia* i *Citrobacter* (Karakašević, 1987). Neke bakterije iz porodice *Enterobacteriaceae* su pravi patogeni neke su uslovno patogene, a neke verovatno nepatogene (Karakašević, 1987).

I pored svih higijensko-sanitarnih mera koje se preduzimaju u sklopu procesa proizvodnje mesa, svinjsko meso u maloprodaji može biti kontaminirano i pravim patogenima, uključujući mikroorganizme iz rodova *Salmonella* (Epling i sar., 1993, Berends i sar., 1998, Cloak, 1999), *Campylobacter* (Bolton i sar., 1982; Epling i sar., 1993), *Escherichia coli* (Doyle i Schoeni, 1987; Korsak i sar., 1997), *Yersinia* (Feng i Weagant, 1994; Duffy i sar., 1999) i *Listeria* (Sheridan i sar., 1994; Borch i sar., 1996).

Da bi se sprečilo oboljevanje ljudi, odnosno pojava alimentarnih toksikoinfekcija, savremena proizvodnja svinjskog mesa podrazumeva striktno sprovođenje odgovarajućih mera koje imaju za cilj sprečavanje kontaminacije mesa, odnosno kontrolu izvora kontaminacije tokom proizvodnje mesa, uključujući i pregled mesa (Borch i sar., 1996; Borch i Arinder, 2002). Na primer, u Sjedinjenim Američkim Državama definisan je opšti HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) plan za proizvodnju svinjskog mesa (USDA – FSIS, 1999a), dok je u Evropskoj Uniji doneta Odluka broj 2001/471/EC (Commission Decision 2001/471/EC) kojom je propisana kontrola opštih higijenskih uslova u proizvodnji svinjskog mesa, u skladu sa HACCP principima. Od 1996. godine u Sjedinjenim Američkim Državama uveden je HACCP sistem radi kontrole bezbednosti proizvodnje mesa, uključujući i svinjsko meso. Cilj ovog sistema je redukcija patogenih mikroorganizama (*Salmonella* i *Escherichia coli*), koja bi se ostvarila vremenom kao rezultat uvođenja HACCP sistema u industriju mesa. Standard za bakterije iz roda *Salmonella* je utvrđen na osnovu prisustva ovog patogena na polutkama svinja pre uvođenja HACCP sistema, a koji je prema USDA – FSIS (1996b) iznosio 8.7%. Program redukcije patogena, takođe, podrazumeva standard za *Escherichia coli*, kojim se određuje efektivnost kontrole procesa klanja u prevenciji kontaminacije trupova sa fecesom, pri čemu postoje tri klase uzoraka (prihvatljivo, marginalno i neprihvatljivo). Od 2002. godine u Evropskoj Uniji uveden je, takođe, HACCP sistem za proizvodnju mesa, uključujući i svinjsko meso. Slično, kao i u Sjedinjenim Američkim Državama (USDA – FSIS, 1996a), i u ovom sistemu postoje standardi, mada u početku ne i za patogene mikroorganizme, ali od 2005. godine [Commission Regulation (EC) No 2073/2005] u ovaj program je uvrštena i kontrola patogena (*Salmonella*), za merenje efikasnosti kontrole procesa klanja postavljene HACCP planom.

Implementacija ovakvih sistema u proizvodnji svinjskog mesa, sa jedne strane znatno poskupljuje proizvodnju mesa (Goldbach i Alban, 2006), međutim, sa druge strane dolazi do smanjenja velikih novčanih

sredstava utrošenih za lečenje ljudi od bolesti čiji su uzročnici bili patogeni mikroorganizmi poreklom iz hrane (Frenzen i sar., 1999), odnosno u ovom slučaju iz mesa.

Kontaminacija svinjskog mesa mikroorganizmima

Dva najvažnija izvora bakterija, mogućih kontaminenata mesa su: žive životinje, koje unose patogene mikroorganizme u klanicu, gde im procesna oprema i okolina pružaju određenu zaštitu i koji mogu preživeti tokom procesa proizvodnje mesa (Borch i sar., 1996) i ljudi, koji su najčešći indirektni uzročnici unakrsne kontaminacije (Borch i Arinder, 2002).

Najvažniji izvori kontaminacije mesa sa bakterijama iz rodova *Campylobacter*, *Salmonella*, *Escherichia coli* i *Yersinia* su žive svinje i kontaminacija sa ovim bakterijama se može limitirati samo sprovođenjem striktno procedure klanja. Drugi mikroorganizmi iz rodova *Aeromonas*, *Listeria* i *Staphylococcus* mogu biti prisutni i u samoj klanici. Iako se endemske bakterije mogu kontrolisati odgovarajućim čišćenjem i dezinfekcijom, ovi mikroorganizmi predstavljaju indikatore za uspešnu primenu dobre proizvođačke prakse – DPP (Good Manufacturing Practice – GMP) (Borch i sar., 1996).

Patogeni mikroorganizmi, izuzev *Listeria*, kojima se meso najčešće kontaminira iz okoline, dospevaju u klanicu tako što se nalaze u ili na živim životinjama. *Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, *Aeromonas*, *Staphylococcus* i *Yersinia* se nalaze u intestinalnom traktu ili u fecesu koji se nalazi na koži, dok se *Yersinia*, može nalaziti na jeziku i krajnicima svinja (Borch i sar., 1996; Borch i Arinder, 2002; Bolton i sar., 2002a).

Mikroorganizmi iz rodova *Listeria*, *Staphylococcus*, *Yersinia*, *Salmonella* i *Aeromonas* detektovani su unutar klanice, na podu, zidovima i opremi (Autio i sar., 2000; Fenlon i sar., 1996; Gill i Jones, 1995; Samarco i sar., 1997).

Unakrsna kontaminacija tokom proizvodnje mesa značajno utiče na bakterijski status svinja, odnosno polutki i mesa. Do unakrsne kontaminacije životinja, odnosno trupa i mesa, sa mikroorganizmima može doći direktno i indirektno i to: kontaminacijom sa fecesa na trup, sa trupa na trup, i iz okoline (oprema, radnik, zid, vazduh), koja je kontaminirana fecesom (Borch i Arinder, 2002).

Životinje za klanje prolaze za života, zatim tokom iskrvarenja i posle smrti kroz brojne tehnološke operacije, koje su od značaja za mikrofloru i održivost mesa i proizvoda od mesa. Mikroflora mesa zavisi od brojnih faktora kao što su: zdravstveno stanje životinja i postupaka sa njima pre klanja, primenjenih tehnoloških operacija, parametrara proizvodnje i higijenskih prilika u toku dobijanja, odnosno proizvodnje, skladištenja i distribucije mesa. Dakle, mikroorganizmi mogu kontaminirati meso još za života životinje (premortalno), u toku iskrvarenja (intramortalno) i posle smrti (postmortalno) (Bem i Adamič, 1991).

Uticaj proizvodnje svinja na mikrofloru mesa

Na mikrofloru mesa od premortalnih faktora najviše utiču: način držanja, ishrana, transport i priprema životinja za klanje (Bem i Adamič, 1991; Dickson i sar., 2003).

Mikroorganizmi se nalaze, uglavnom samo na površini životinjskog tela, u šupljinama i kanalima koji su putem prirodnih otvora u neposrednom kontaktu sa spoljašnjim svetom (šupljine nosa i ždrela, probavni trakt i delovi urogenitalnog sistema) (Bem i Adamič, 1991).

Infekcija životinja je najčešće posledica raznih oboljenja ili smanjenja otpornosti usled iscrpljenosti i stresa, koji imaju značajan uticaj na opšti imuni sistem životinja, odnosno smanjenje otpornosti organizma i povećanje učestalosti infekcija (Khansari i sar., 1990; Bem i Adamič, 1991).

Uzgoj velikih populacija na malom prostoru pogoduje nastanku i širenju zaraznih oboljenja (Bem i Adamič, 1991; Friendship, 1992). Zbog toga se za proizvodnju mesa uzimaju zdrave i odmorne životinje (Bem i Adamič, 1991). Međutim, postoje određene infekcije (na primer, salmoneloza), pri kojima životinje mogu biti klinički zdrave, a da su ipak nosioci, a nekada i izlučivači *Salmonella* (Bem i Adamič, 1991; Dickson i sar., 2003). Sem toga, mogu se bakterije iz roda *Salmonella* naći relativno često i u mezenterialnim limfnim čvorovima klinički zdravih svinja. Rasecanjem limfnih čvorova inficiraju se noževi, ruke radnika i predmeti koji dolaze sa njima u dodir, a preko njih i meso (Bem i Adamič, 1991). Opšte higijenske prilike pod kojima se uzgajaju životinje utiču na higijenski kvalitet mesa. Koža životinja, držanih pod nehigijenskim uslovima, je prljava (od fekalija) i predstavlja izvor brojnih mikroorganizama, koji mogu prouzrokovati alimentarne toksikoinfekcije i kvar mesa. Među njima su najčešće zastupljene bakterijske vrste iz rodova: *Bacteroides*, *Escherichia*, *Lactobacillus*, *Proteus*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, a takođe i iz rodova *Clostridium*, *Citrobacter*, *Enterobacter* i *Pseudomonas*. Zagađena koža, dlake i koreni dlaka su osnovni kontaminanti mesa, alata, opreme i prostorija za proizvodnju mesa. Ozlede kože (na farmi ili u toku transporta) inficiraju se često sa *Staphylococcus aureus*. Ako se ova inficirana područja previde i ne odstrane može nastati masovna kontaminacija sa ovom patogenom bakterijom (Bem i Adamič, 1991).

Stočna hrana je čest izvor infekcija životinja sa bakterijama iz roda *Salmonella*, ali i ostalih patogenih mikroorganizama (Linton i Jennet, 1970; Bem i Adamič, 1991; Davies i Hinton, 2000), posebno kad sadrži riblje i mesno-koštano brašno (Rede i Petrović, 1997). Stočna hrana sadrži veliki broj mikroorganizama, posebno sporogenih, tako da njih uvek ima i u crevnom sadržaju stoke za klanje (Rede i Petrović, 1997). Ostali izvori kontaminacija na farmi su glodari, insekti, ptice, druge životinje (miševi, mačke, bubašvabe) i njihovi fecesi, ljudi i voda (Henzler i Opitz, 1992; Clarke i Gyles, 1993; Bennett, 1993; McChesney i sar., 1995; Davies i Wray, 1997; Schwartz, 1999; Steelman i Waldroup, 2000).

Dužina transporta (dug i zamoran transport), režim ishrane (obustavljanje hranjenja), kontaminacija iz okoline, mešanje životinja (unakrsna infekcija) i dužina odmaranja (produženje odmora) imaju značajan uticaj na infekciju životinja mikroorganizmima i pad otpornosti organizma sa pojavom masovnih oboljenja (Williams i Newell, 1968; Craven i Hurst, 1982; Morgan i sar., 1987; Bem i Adamič, 1991; Morrow i sar., 1999; Isaacson i sar., 1999; Hurd i sar., 2001; Borch i Arinder, 2002).

Utovar, dugotrajan transport, istovar, mešanje životinja, buka, nefamilijaran miris, vibracije, promene temperature, narušavanje socijalnih grupa, obustavljanje hranjenja (produženje gladovanja) i maltretiranje svinja, pre klanja, uzrokuju stres (Bem i Adamič, 1991; Warriss i sar., 1992; Rede i Petrović, 1997). Stres, pored toga što direktno utiče na opšti imuni sistem životinja, dovodi do utroška rezervi glikogena, a mogu nastati i degenerativni procesi u mišićima (Bem i Adamič, 1991). U mesu sa malim rezervama glikogena, vrednost pH ne opada do optimalnih vrednosti i zadržava se na nivou vrednosti pH preko 6.0 (TČS meso). Mikroorganizmi uzrokuju brzo kvarenje takvog mesa. Transportni stres može biti razlog za nastanak i drugih degenerativnih promena mišića. One se karakterišu, nasuprot TČS mesu, brzim padom vrednosti pH (BMV

meso). Uprkos niskim vrednostima pH to meso se takođe brzo kvari, jer otpušta znatne količine mesnog soka, u kojem mikroorganizmi nalaze idealne uslove za razmnožavanje (Bem i Adamič, 1991).

Prema Honikel-u (1999a), za svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj, odnosno da bi se dobio pečat kontrolisanog kvaliteta svinjskog mesa, prilikom transporta do klanice potrebno je obezbediti 0.5 m² po svinji prostora u kamionu, nije dozvoljena upotreba električnih goniča, svaka životinja mora imati pristup vodi i potrebno je držanje i kretanje svinja u socijalnim grupama.

U Irskoj, na malim farmama, neposredno pre transporta, 27% svinja kontaminirano je mikroorganizmima iz roda *Salmonella* (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667). Slični rezultati saopšteni su i u drugim zemljama. Oosterom i sar. (1985) su u Danskoj utvrdili da je 21% svinja kontaminirano sa mikroorganizmima iz roda *Salmonella*, dok je u Holandiji učestalost pojavljivanja ovog patogena na tovljenicima preko 30% (Berends i sar., 1998). U Sjedinjenim Američkim Državama, 29% svinja je *Salmonella* pozitivno (Epling i sar., 1993). Međutim, u zemljama koje imaju program kontrole *Salmonella* na farmama, učestalost pojavljivanja *Salmonella* je mnogo manja. Na primer, u Kanadi učestalost pojavljivanja ovog patogena na svinjama je 5.2% (Letellier i sar., 1999). U Danskoj je, nacionalni program kontrole *Salmonella* na svinjama, odnosno svinjskom mesu, počeo da se primenjuje od 1995. godine i zaključno sa 2006. godinom učestalost pojavljivanja *Salmonella* je bila na nivou od 1.2% (Goldbach i Alban, 2006).

Da bi se minimiziralo prisustvo, odnosno unošenje patogenih mikroorganizama u klanicu kao imperativ se postavlja preduzimanje efektivnih mera kontrole na farmi (Kanada, Danska i druge zemlje), pre svega zaštita od mogućnosti kontaminiranja sa hranom, vodom iz okoline, ali i u toku transporta (Huis In't Veld i sar., 1992). Primena striktno higijene na farmama svinja direktno doprinosi smanjenju ili eliminaciji patogena (Christensen i sar., 1999).

Uticaj tehnološkog procesa proizvodnje svinjskog mesa na mikrofloru mesa

S obzirom da je proizvodnja svinjskog mesa otvoren proces, u toku tehnološkog procesa proizvodnje (od depoa do hlađenja), postoji velika šansa da se polutke (meso) kontaminiraju potencijalno patogenim mikroorganizmima (Borch i sar., 1996), ali može se i izmeniti prisutna mikroflora, a može se i smanjiti broj mikroorganizama (Bem i Adamič, 1991). U toku pojedinih tehnoloških operacija (Slika 2.3.5) se određena populacija mikroflora može povećavati razmnožavanjem, a pri nekim tehnološkim operacijama se smanjuje ukupan broj bakterija (Bem i Adamič, 1991; Rede i Petrović, 1997; Borch i Arinder, 2002).

Pretpostavlja se da mišićno tkivo, u dubini, zdravih životinja pre ulaska u klanicu ne sadrži mikroorganizme (Bem i Adamič, 1991). Međutim, kontaminacija mišićnog tkiva svinja sa mikroorganizmima može biti iz spoljašnjih izvora (gastrointestinalni trakt, limfni čvorovi, spoljašnja površina polutke, okolina, ljudi, odnosno radnici, tehnološka oprema, odnosno pribor i alat) (Rede i Petrović, 1997; Dickson i sar., 2003).

Primenom čišćenja i dezinfekcije stočnog depoa redukuje se broj pozitivnih uzoraka, uzetih u depou (oprema, okolina), na bakterije iz roda *Salmonella* sa 90 na 25% (Swanenburg i sar., 2001).

Pranje svinja pre klanja je poželjno, jer se time smanjuje zaprljanost površine trupa, odnosno broj mikroorganizama na koži, a samim tim smanjuje se mogućnost prljanja mesa pri obradi trupa. Pranjem svinja

se postižu još dva uzgredna efekta: ovlaži se koža što poboljšava efekat omamljivanja električnom strujom i tuširanje vodom deluje umirujuće na svinje (Rede i Petrović, 1997).



Slika 2.3.5. Dijagram toka proizvodnje klasiranog svinjskog mesa namenjenog preradi u industrijskim objektima za proizvodnju mesa u Srbiji

Tuširanje živih svinja hladnom vodom smanjuje vidljivu nečistoću na svinjama (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667), međutim ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija ostaje isti (na vratu, truhu i butu), dok se učestalost pojavljivanja mikroorganizama iz roda *Salmonella*, u malim klanicama, redukuje sa 27 na 10%. U navedenoj studiji tuširanje živih svinja nije identifikovano kao kritična kontrolna tačka (Critical Control Point – CCP).

Omamljivanje je operacija čiji je zadatak da se životinja dovede u besvesno stanje, a da pri tome ostanu očuvane osnovne životne funkcije: rad srca i disajnih organa, čime se humanizuje čin klanja (Rede i Petrović, 1997).

Omamljivanje i podizanje na viseći kolosek su tehnološke operacije kada može doći do unakrsne kontaminacije mesa svinja sa vodom, kojom se peru svinje pre klanja, odnosno tuširaju pre omamljivanja, ili sa površine opreme (električna klešta, površina konvejera) i to sa onom na kojoj nisu sprovedene adekvatne mere sanitacije (Dickson i sar., 2003).

Iskrvarenje veoma značajno utiče na mikrofloru ohlađenog mesa. Prljava koža, nečist nož, nepažljiv rad (presecanje jednjaka) glavni su uzroci ovoj pojavi. Mikrobiološka ispitivanja su pokazala, da se na 1 cm² nečiste kože svinja na vratu, u predelu iskrvarenja, nalazi 10⁸ aerobnih i 10⁸ anaerobnih bakterija. Na 1 cm² noža nalazi se 10⁴ do 10⁶ raznih vrsta mikroorganizama. Ukoliko se pri iskrvarenju preseče jednjak, u ranu se izlije sadržaj želuca, jako kontaminiran bakterijama. Nečistoća sa kože, noža ili jednjaka prvo zagađuje okolinu ubodne rane, a zatim, zajedno sa prisutnim mikroorganizmima, usled negativnog pritiska u krvnim sudovima, dospeva u krvotok i raznosi po celom telu, jer srce radi još nekoliko minuta posle početka iskrvarenja. Ukoliko je infekcija mala, imunološki sistem, koji je još aktivan najmanje 1 sat posle smrti životinja, inaktivira dospеле mikroorganizme u mesu. Međutim, ako je kontaminacija masovna, mikroorganizmi nasele, po pravilu, sterilno meso (Bem i Adamič, 1991).

U ispitivanjima Tamplin-a i sar. (2001), nakon iskrvarenja 80% trupova je bilo *Salmonella* pozitivno, kada je i feces bio *Salmonella* pozitivan.

Nož za iskrvarenje se mora sterilisati pre svake upotrebe (Rede i Petrović, 1997).

U Irskoj, u malim klanicama, nakon iskrvarenja utvrđeno je povećanje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija (na vratu, truhu i butu), ali ono što je još značajnije, *Salmonella* je detektovana na 50% trupova (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667; Pearce i sar., 2004). U ovom, ali i drugim slučajevima kao značajan izvor patogena, odnosno *Salmonella*, identifikovan je pod (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667; Pearce i sar., 2004; Mafu i sar., 1989; Hald i Wegener, 1999).

Prema Honikel-u (1999a), za svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj, odnosno da bi se dobio pečat kontrolisanog kvaliteta svinjskog mesa, iskrvarenje treba vršiti u ležećem položaju. U našoj zemlji iskrvarenje se obavlja u visećem položaju (Rede i Petrović, 1997).

I pored navedenih rizika koji mogu uticati na mikrobiološki kvalitet mesa, primenom adekvatnih (striktnih) mera, odnosno implementacijom dobre proizvođačke prakse (DPP), u ovim tehnološkim operacijama, taj rizik se u potpunosti može eliminisati. U USDA – FSIS opštem HACCP planu za proizvodnju svinjskog mesa (USDA – FSIS, 1999a) operacije omamljivanja, podizanja na viseći kolosek i iskrvarenja nisu identifikovane kao kritične kontrolne tačke. U Irskoj (Bolton i sar., 2002 – Final Report, Project RMIS No. 4667) i Švedskoj, Norveškoj i Danskoj (Borch i sar., 1996), operacija iskrvarenja u okviru HACCP plana, takođe, nije identifikovana kao kritična kontrolna tačka.

U USDA – FSIS opštem HACCP planu za proizvodnju svinjskog mesa (USDA – FSIS, 1999a) operacija šurenja, takođe, nije identifikovana kao kritična kontrolna tačka. Šurenje je u stvari operacija u kojoj se, zbog primene viših temperatura, može značajno redukovati populacija mikroorganizama (dekontaminacija trupova), u odnosu na njihov broj pre šurenja (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667; Pearce i sar., 2004), odnosno predstavlja značajni antimikrobni proces u proizvodnji mesa. Savremena varijanta šurenja podrazumeva prskanje trupa toplom vodom (od 60 do 65°C) u vise ćem položaju u trajanju od 5 do 6 minuta (Rede i Petrović, 1997).

Primenom metodologije propisane u Odluci Evropske Unije za određivanje mikrobiološkog kvaliteta polutki (Commission Decision 2001/471/EC), Spescha i sar. (2006) su ispitivanjem mikrobiološke kontaminacije polutki svinja tokom klanja, u dve klanice u Švajcarskoj, koje su verifikovane od strane Evropske Unije, utvrdili da tokom šurenja dolazi do smanjenja ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija, mikroorganizama iz porodice *Enterobacteriaceae* i koagulaza pozitivnih stafilokoka.

Do unakrsne kontaminacije trupova svinja, odnosno do nepoželjnog ishoda, može doći ako se trupovi šure potapanjem u bazen (Bem i Adamič, 1991; Dickson i sar., 2003), dok srce još radi, kada se kao i kod iskrvarenja, u krvotok usisava voda iz bazena za šurenje u kojoj se nalazi najveći deo nečistoće sa kože i mikroorganizmi suspendovani u njoj (Bem i Adamič, 1991). Pored toga, bazenska voda može biti aspirirana u pluća, što ih čini neupotrebljivim za ljudsku ishranu (Rede i Petrović, 1997).

U Irskoj, gde su, u malim klanicama, operacije šurenja (potapanjem u bazen, odnosno vodu temperature najmanje 62°C) i skidanja čekinja spojene, utvrđeno je smanjenje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija (na vratu, truhu i butu) i smanjenje učestalosti pojavljivanja *Salmonella* na trupovima svinja sa 50 na 0% (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667). U velikim klanicama, u kojima se operacija šurenja obavlja potapanjem u bazen, odnosno vodu temperature 61°C, oko 8 minuta, utvrđeno je smanjenje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija i ukupnog broja koliformnih bakterija (na vratu, truhu i butu) i smanjenje učestalosti pojavljivanja *Salmonella* sa 31 na 1%, ali kada je voda bila temperature 61°C, odnosno kada u bazenu za šurenje nije bila prisutna *Salmonella* (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667; Pearce i sar., 2004).

Ako je temperatura vode u bazenu za šurenje dovoljno visoka (iznad 60 – 62°C) bakterije kao što su *Salmonella*, *Escherichia coli* i *Campylobacter* u vodi i na površini trupova uništavaju se tokom šurenja (Snijders, 1975; Sörqvist i Danielsson-Tham, 1990; Mafu i sar., 1989; Hald i sar., 1999; Davies i sar., 1999). Gerats i sar. (1981) su, takođe, utvrdili smanjenje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija nakon šurenja, dok Berends i sar. (1997) u bazenu za šurenje, sa vodom temperature 60°C, nisu utvrdili mikroorganizme iz roda *Salmonella*. Sörqvist i Danielsson-Tham (1990) su utvrdili smanjenje ukupnog broja mikroorganizama iz roda *Salmonella* na 60°C nakon 1.7 do 2.2 minuta.

Na osnovu rezultata već spomenutog projekta i rezultata dobijenih u istraživanjima Hald i sar. (1999) u kojima je utvrđeno da *Salmonella* preživljava u bazenu za šurenje kada je temperatura vode ispod 61°C zaključeno je da je to kritična granica temperature vode za šurenje, u HACCP planu koji se sprovodi u Irskoj operacija šurenja je identifikovana kao kritična kontrolna tačka za redukciju *Salmonella*, odnosno zaključeno je da temperatura vode u bazenu za šurenje mora biti iznad 61°C, da bi se sprečila unakrsna kontaminacija trupova svinja (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667; Pearce i sar., 2004). Suprotno, Borch i sar. (1996), na osnovu identifikacije rizika koju su sprovedi na linijama klanja svinja u Švedskoj, Norveškoj i Danskoj, smatraju da šurenje nije kritična kontrolna tačka.

Prema Honikel-u (2002), za svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj, odnosno da bi se dobio pečat kontrolisanog kvaliteta svinjskog mesa, između klanja i šurenja mora da prođe minimum 5 minuta i takođe se preporučuje šurenje u visećem položaju sa temperaturom vode iznad 60°C.

Skidanje čekinja je operacija kojom se značajno može redukovati mikrobiološka populacija na površini trupa svinja, odnosno koži (Sörqvist i Danielsson-Tham, 1990), jer se mehaničkim odstranjivanjem dlaka, sa kože skida i najveći deo nečistoće, a sa njom i najveći deo mikroorganizama (Bem i Adamič, 1991). Sa druge strane, oprema koja se koristi (mašina za skidanje čekinja) može biti izvor bakterijske unakrsne kontaminacije (Morgan i Krautil, 1989; Nerbrink i Borch, 1989; Gill i Bryant, 1992; Gill i Bryant, 1993; Gill i Jones, 1995; Davies i sar., 1999; Yu i sar., 1999; Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667; Pearce i sar., 2004), od strane mikroorganizama (posebno iz porodice *Enterobacteriaceae*, odnosno rodova *Salmonella* i *Escherichia coli*) koji su preživeli operaciju šurenja i kontaminirali opremu.

Primenom metodologije propisane u Odluci Evropske Unije za određivanje mikrobiološkog kvaliteta polutki (Commission Decision 2001/471/EC), Spescha i sar. (2006) su ispitivanjem mikrobiološke kontaminacije polutki svinja tokom klanja u dve klanice u Švajcarskoj, koje su verifikovane od strane Evropske Unije, u jednoj klanici utvrdili da tokom operacije skidanja čekinja dolazi do smanjenja ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija i mikroorganizama iz porodice *Enterobacteriaceae*, dok broj koagulaza pozitivnih stafilokoka ostaje na istom nivou kao i pre skidanja čekinja, dok je u drugoj klanici, u kojoj su operacije skidanja čekinja i opaljivanja spojene, utvrđeno povećanje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija, mikroorganizama iz porodice *Enterobacteriaceae* i koagulaza pozitivnih stafilokoka.

Operacija opaljivanja, uglavnom, ima antimikrobni efekat (dekontaminacija trupa) na bakterijsku populaciju (Nerbrink i Borch, 1989; Troeger, 1993; Gill i Bryant, 1993; Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667, 2002; Pearce i sar., 2004). U peći za opaljivanje, kratkotrajnim delovanjem visokih temperatura (od 600 do 800°C, Rede i Petrović, 1997; od 800 do 1200°C, Bem i Adamič, 1991), spaljuju se zaostale dlake i reducira broj prisutnih mikroorganizama (Bem i Adamič, 1991; Berends i sar., 1997; Davies i sar., 1999; Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667; Pearce i sar., 2004), odnosno u potpunosti eliminiše (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No.4667, 2002; Pearce i sar., 2004) prisustvo nekih mikroorganizama (*Salmonella*), s obzirom da temperatura površine polutki svinja može da poraste i do 100°C (Borch i sar., 1996).

Međutim, u ispitivanjima Gill-a i Bryant-a (1992) tokom operacije opaljivanja broj i sastav mikroorganizama na površini polutki ostao je nepromenjen.

Primenom metodologije propisane u Odluci Evropske Unije za određivanje mikrobiološkog kvaliteta polutki (Commission Decision 2001/471/EC), Spescha i sar. (2006) su ispitivanjem mikrobiološke kontaminacije polutki svinja tokom klanja u dve klanice u Švajcarskoj, koje su verifikovane od strane Evropske Unije, u klanici u kojoj su operacije skidanja čekinja i opaljivanja razdvojene utvrdili da tokom operacije opaljivanja dolazi do smanjenja ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija i mikroorganizama iz porodice *Enterobacteriaceae*, dok broj koagulaza pozitivnih stafilokoka ostaje na istom nivou, kao i pre opaljivanja.

Poliranje trupa može dovesti do unakrsne kontaminacije (Gill i Bryant, 1993), odnosno do rekontaminacije polutki nakon opaljivanja (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667; Pearce i sar., 2004), pri čemu može da dođe do unakrsne kontaminacije trupa sa opremom koja se koristi

(Huis In't Veld i sar., 1992) i/ili do redistribucije bakterijske kontaminacije koja se nalazi na polutkama, nakon opaljivanja (Snijders i sar. 1984; Gill i sar., 1995; Hald i sar., 1999). Prema Gill-u i sar. (1995) poliranje ima dekontaminacioni efekat samo ako je voda temperature 85°C ili više.

Primenom metodologije propisane u Odluci Evropske Unije za određivanje mikrobiološkog kvaliteta polutki (Commission Decision 2001/471/EC), Spescha i sar. (2006) su ispitivanjem mikrobiološke kontaminacije polutki svinja tokom klanja u dve klanice u Švajcarskoj, koje su verifikovane od strane Evropske Unije, u jednoj klanici utvrdili da tokom operacije poliranja dolazi do povećanja, a u drugoj do smanjenja ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija, dok broj mikroorganizama iz porodice *Enterobacteriaceae* i broj koagulaza pozitivnih stafilokoka ostaje na istom nivou, kao i pre poliranja.

Smanjenje broja mikroorganizama tokom operacije poliranja utvrdili su i Gill i Bryant (1992).

Operacije skidanja čekinja, opaljivanja, struganja sagorele čekinje i pokožice i poliranja u USDA – FSIS opštem HACCP planu za proizvodnju svinjskog mesa (USDA – FSIS, 1999a) nisu identifikovane kao kritične kontrolne tačke, mada prema opštem HACCP planu kod operacije skidanja čekinja može doći do biološke (*Salmonella*) unakrsne kontaminacije.

Borch i sar. (1996), na osnovu identifikacije rizika koju su sprovedi na linijama klanja svinja u Švedskoj, Norveškoj i Danskoj, takođe, smatraju da operacije skidanja čekinja, opaljivanja i poliranja nisu kritične kontrolne tačke.

Prema HACCP planu za proizvodnju svinjskog mesa u Irskoj (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667; Pearce i sar., 2004) operacije skidanja čekinja i poliranja nisu identifikovane kao kritične kontrolne tačke, s obzirom da čišćenje i dezinfekcija opreme za skidanje čekinja i poliranje, kao deo implementacije programa dobre proizvođačke prakse (DPP), treba da spreči unakrsnu kontaminaciju. Međutim, operacija opaljivanja identifikovana je kao kritična kontrolna tačke, s obzirom da se ovom operacijom može značajno redukovati broj mikroorganizama, odnosno u potpunosti eliminisati prisustvo nekih mikroorganizama (*Salmonella*) na površini trupa.

Evisceracija trupova svinja je tehnološka operacija u kojoj postoji veliki potencijal za kontaminaciju mesa mikroorganizmima (Dickson i sar., 2003).

Pri nestručnom i nepažljivom radu oštećuju se creva, pa dolazi do razlivanja crevnog sadržaja na okolna tkiva. Na taj način bakterijske vrste iz roda *Salmonella* i *Clostridium*, ali i drugi uzročnici alimentarnih toksikoinfekcija dospevaju na, odnosno u meso (Bem i Adamič, 1991; Gill i Bryant, 1992; Berends i sar., 1997; Davies i sar., 1999; Hald i sar., 1999; Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667; Pearce i sar., 2004). Sa druge strane, Nerbrink i Borch (1989) su utvrdili da se populacija *Enterobacteriaceae* bitno ne menja nakon evisceracije.

Da bi se smanjila mogućnost kontaminacije mesa mikroorganizmima, sa sadržajem creva u toku evisceracije, životinje se, neposredno pred klanje, podvrgavaju gladovanju radi smanjenja količine sadržaja želuca i creva (Bem i Adamič, 1991; Miller i sar., 1997; Rede i Petrović, 1997). Takođe, nije preporučljivo klanje životinja sa prepunjenim organima za varenje, jer, neposredno pre iskrvarenja, iz njih u krv, odnosno jetru i eventualno mišićno tkivo, zajedno sa hranom, mogu prodrati mikroorganizmi i u tom slučaju proizvedeno meso nije sterilno u dubini, pa je njegova održivost usled toga smanjena (Bem i Adamič, 1991; Rede i Petrović, 1997).

Prema Honikel-u (1999a), za svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj, odnosno da bi se dobio pečat kontrolisanog kvaliteta svinjskog mesa, ne dozvoljava se hranjenje svinja 12 sati pre transporta. Isti standard definisan je i u Irskoj (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667).

Iako je evisceracija operacija koja može dovesti do biološke kontaminacije u USDA – FSIS opštem HACCP planu za proizvodnju svinjskog mesa (USDA – FSIS, 1999a) nije identifikovana kao kritična kontrolna tačka. Ovakvo stanovište većina autora, uglavnom, objašnjavaju činjenicom da do oštećenja unutrašnjih organa tokom evisceracije dolazi retko, ali i činjenicom da ne postoji adekvatna korektivna mera, te da je operaciju evisceracije bolje kontrolisati implementacijom standardne operativne procedure i dobre proizvođačke prakse (DPP). Suprotno, Borch i sar. (1996), na osnovu identifikacije rizika koju su sproveli na linijama klanja svinja u Švedskoj, Norveškoj i Danskoj, smatraju da je evisceracija kritična kontrolna tačka. Do istog zaključka došlo se i u studiji koja je urađena u Irskoj (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667; Pearce i sar., 2004), iako nije utvrđeno povećanje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija, ali je utvrđena rekontaminacija, sa mikroorganizmima iz roda *Salmonella* i to samo u velikim klanicama.

Promena u broju mikroorganizama na površini polutki tokom operacije evisceracije nije utvrđena ni u ispitivanjima Gill-a i Bryant-a (1992).

Završne operacije na kraju linije klanja svinja predstavljaju veterinarski pregled polutki, obrezivanje (trimovanje) delova koji vise, krvavog mesa i zaprljanih, odnosno kontaminiranih delova, nakon čega se polutke usmeravaju na pranje (Rede i Petrović, 1997).

Prema Borch-u i sar. (1996) na linijama klanja svinja u Švedskoj, Norveškoj i Danskoj, završni pregled polutki je kritična kontrolna tačka.

Kod operacije obrezivanja posebno je važno obezbediti sterilnost noževa da bi se sprečila unakrsna kontaminacija trupova (Peel i Simmons, 1978).

Ukoliko u operaciji evisceracije dođe do izlivanja sadržaja organa za varenje na okolno tkivo, najbolje je da se zagađeno područje očisti papirom za brisanje ruku, a posle toga iseče. Takve polutke treba hladiti izolovano od ostalog mesa i dati ga neiskoštenog u maloprodaju (Bem i Adamič, 1991).

U USDA – FSIS opštem HACCP planu za proizvodnju svinjskog mesa (USDA – FSIS, 1999a) operacije završnog pregleda i obrezivanja nisu identifikovane kao kritične kontrolne tačke.

Završno pranje, hladnom ili toplom vodom, primarno se primenjuje za uklanjanje izdrobljenih kostiju i ugrušaka krvi (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667) i nema značajnog uticaja na dekontaminaciju polutki (Gill i sar. 1995; Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667). Međutim, pranje polutki sa vodom temperature 85°C, u trajanju od 20 sekundi (Gill i sar., 1995), odnosno sa vodom temperature 80°C, u trajanju od 14 do 16 sekundi (Jensen i Christensen, 2000) ili pranje toplom vodom u kombinaciji sa antimikrobnim tretmanom, odnosno uz dodatak organskih kiselina (Barkate i sar., 1993; Fu i sar., 1994) su efikasni metodi za dekontaminaciju polutki svinja. U Evropskoj Uniji pranje polutki uz dodatak organskih kiselina se ne primenjuje [Regulation (EC) No 853/2004].

U USDA – FSIS opštem HACCP planu za proizvodnju svinjskog mesa (USDA – FSIS, 1999a) operacija završnog pranja u kombinaciji sa antimikrobnim tretmanom preporučuje se kao kritična kontrolna tačka, dok u HACCP planu za proizvodnju svinjskog mesa u Irskoj (Bolton i sar., 2002b – Final Report,

Project RMIS No. 4667) operacija završnog pranja hladnom vodom nije identifikovana kao kritična kontrolna tačka, iako je utvrđen nešto veći ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija nakon pranja.

U USDA – FSIS opštem HACCP planu za proizvodnju svinjskog mesa (USDA – FSIS, 1999a) pored navedene kritične kontrolne tačke (završno pranje u kombinaciji sa antimikrobnim tretmanom), kao kritične kontrolne tačke, na liniji klanja, identifikovane su i antimikrobno pranja pre evisceracije, antimikrobno pranje glava, koje se odvajaju pre evisceracije i antimikrobno pranje iznutrica.

U svakom slučaju treba istaći da postoje izvesne razlike između Evropskog i Američkog HACCP plana za proizvodnju svinjskog mesa, s obzirom da postoje razlike i u samom procesu proizvodnje svinjskog mesa, odnosno u redosledu, broju i načinu izvođenja tehnoloških operacija, pa samim tim, kritične kontrolne tačke su identifikovane na drugačiji način.

Mikroflora proizvedenog svinjskog mesa

Proizvedeno meso u polutkama je kontaminirano na površini sa mešovitom florom koja se sastoji od bakterija, plesni i kvasaca (Bem i Adamič, 1991; Rede i Petrović, 1997).

Dominantnu mikrofloru svežeg mesa na kraju linije klanja predstavlja sekundarna flora, koja je dospela na meso naknadnom kontaminacijom u toku proizvodnje mesa, kao posledica neadekvatno odabranog postupka, nehigijenskog i nepažljivog rada, loših sanitarnih uslova opreme, alata i predmeta koji dolaze u dodir sa mesom i korišćenjem vode slabog higijenskog kvaliteta (Bem i Adamič, 1991; Rede i Petrović, 1997). Mikrofloru toplog mesa čine uglavnom mezofilni mikroorganizmi iz rodova *Micrococcus*, *Brevibacter*, *Moraxella*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Streptococcus*, a manje iz rodova *Acinetobacter*, *Leuconostoc*, *Mycobacterium* i *Pseudomonas* (Rede i Petrović, 1997).

Pod uticajem hlađenja (niske temperature, sasušivanja površine polutki, biohemijskih promena u mesu, a pre svega snižavanjem vrednosti pH) dolazi do promena u odnosima među populacijama prisutne mikroflora. Vrste iz roda *Pseudomonas* postaju dominantne. Na suvljim delovima polutki intenzivnije se razmnožavaju *Micrococcaceae*, predstavnici roda *Lactobacillus* i *Brochothrix thermosphacta*. Na mesu sa visokim vrednostima pH *Acinetobacter* može postati značajan mikroorganizam (Bem i Adamič, 1991).

Ohlađeno meso koje potiče od zdravih životinja, koje su pravilno pripremljene za klanje, u dubini, po pravilu, je sterilno, odnosno ne sadrži ili sadrži veoma malo bakterija (do 100/g). U dubini mesa se mogu naći anaerobne, fakultativno anaerobne i mikroaerofilne bakterije iz rodova *Clostridium*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus* i eventualno *Enterobacteriaceae* (Bem i Adamič, 1991).

Na površini ohlađenih polutki svinja, u zavisnosti od higijene tehnološkog procesa i vlažnosti površine nalazi se od 10^4 do 10^5 mikroorganizama po 1 cm^2 (Bem i Adamič, 1991).

U dominantnu mikrofloru površine ohlađenog mesa spadaju predstavnici rodova *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Lactobacillus*, *Brochothrix thermosphacta*, i neki rodovi iz porodice *Enterobacteriaceae*. U manjem broju su izolovane vrste iz rodova *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Vibrio*, *Aeromonas* i *Arthrobacter*. Od plesni na površini mesa mogu se naći: *Penicillium*, *Cladosporium*, *Thamnidium*, *Chrysosporium*, *Mucor*, *Rhizopus* i *Aspergillus*. Izolovani su i kvasci: *Torulopsis*, *Rhodotorula*, *Candida* i *Cryptococcus* (Bem i Adamič, 1991).

Meso se može kvariti u dubini i na površini. Površinski kvar ohlađenog mesa pod aerobnim uslovima izazivaju najčešće predstavnici rodova: *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium* i predstavnici porodice *Enterobacteriaceae*. Ove bakterijske vrste se brzo razmnožavaju na ohlađenom mesu i potiskuju druge mikroorganizme, koji se takođe mogu razmnožavati pri niskim temperaturama. Najčešći vid površinskog kvara mesa je sluzavost. Pojavljuje se, pre svega, na vlažnom mestu u hladnjači, kao posledica razlaganja ugljenih hidrata, stvaranja sluzi, sinteze dekstrana, razlaganja proteina i konfluiranja izraslih kolonija mikroorganizama. Uzročnici su *Pseudomonas* vrste (najčešće), neke vrste iz porodica *Enterobacteriaceae*, *Micrococcaceae*, *Leuconostoc* i *Pediococcus*, plesni i kvasci. Pri višim temperaturama skladištenja sluzavost mogu izazvati i mezofilne aerobne bakterije kao što su: *Proteus*, *Bacillus*, *Escherichia* i *Micrococcaceae*. Na površini mogu se pojaviti i pigmentirane mrlje, a pri dužem skladištenju na površini mesa se mogu pojaviti i naslage plesni (Bem i Adamič, 1991).

Anaerobni uslovi u dubini mesa pružaju mogućnost za razmnožavanje anaerobnih vrsta mikroorganizama. Anaerobno kvarenje mesa pri "visokim temperaturama" (od 25 do 40°C), odnosno ako se meso uopšte ne hladi, u početku uzrokuje *Clostridium perfringens*, a kasnije njegovo mesto zauzimaju *Clostridium oedematiens*, *Clostridium bifermentans*, *Clostridium histolyticum* i *Clostridium sporogenes*. Anaerobno kvarenje mesa pri "srednjim temperaturama" (od 15 do 25°C), poznato kao "bone taint", ka da se javljaju promene lokalizovane oko kostiju, uzrokuju bakterije iz rodova *Bacillus*, *Clostridium*, *Streptococcus*, a kod svinja najčešće *Clostridium perfringens*. Anaerobni kvar mesa pri "niskim temperaturama" (oko 0°C), najčešće se pojavljuje u mesu pakovanom pod vakuumom, a uzrokuju ga *Alteromonas putrefaciens*, *Enterobacter liquefaciens* ili, eventualno, *Brochothrix thermosphacta* (Bem i Adamič, 1991).

Prema Honikel-u (1999a), za svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj, odnosno da bi se dobio pečat kontrolisanog kvaliteta svinjskog mesa, definisan je traženi higijenski minimum (Tabela 2.3.14).

Tabela 2.3.14. Broj mikroorganizama koji se zahteva za svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj (Honikel, 1999a)

Vreme u toku proizvodnje i prerade mesa	Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija (po cm ²)*	<i>Enterobacteriaceae</i> (po cm ²)*
2 sata <i>post mortem</i>	< 10 ⁴	-
24 sata <i>post mortem</i>	< 10 ⁴	< 10 ²
Na trupu pre rasecanja	< 5 x 10 ⁵	< 10 ²
Na otkošenom komadu mesu	< 5 x 10 ⁴	< 10 ²
Na komadu mesa za maloprodaju pre pakovanja	< 10 ⁶	< 10 ³

* Srednja vrednost najmanje 20 trupova sa četiri definisana položaja. Merenja moraju da se obave najmanje jednom mesečno, u različitim periodima u toku dana i svaki put u drugom danu sedmice.

Odlukom Evropske Unije broj 2001/471/EC od 8. juna 2001. godine (Commission Decision 2001/471/EC) i ispravke te Odluke Evropske Unije broj 2004/379/EC od 26. aprila 2004. godine (Commission Decision 2004/379/EC) propisana je kontrola opštih higijenskih uslova proizvodnje, koje se moraju pridržavati radnici u objektima za proizvodnju mesa, a na osnovu prethodne Direktive Evropske Unije broj 64/433/EEC (Council Directive 64/433/EEC) i u skladu sa HACCP principima. Ovom odlukom definisan je broj mikroorganizama na površini polutki goveda, svinja, ovaca, koza i konja, u cilju poboljšanja higijene proizvodnje mesa. U tekstu odluke detaljno je opisana metoda uzorkovanja (destruktivni ili ne destruktivni –

metod brisa), mesta uzorkovanja (četiri mesta na polutki – obraz, trbuh, leđa, but), procedura uzorkovanja i broj uzetih uzoraka, mikrobiološki metod za ispitivanje uzoraka, evidencija rezultata, mikrobiološki kriterijumi za uzete uzorke, verifikacija kriterijuma, kao i faktori koji mogu dovesti do loših rezultata. Na osnovu ove odluke na uzorcima uzetim destruktivnom ili nedestruktivnom metodom potrebno je odrediti ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija (TVC – "total viable counts") i ukupan broj *Enterobacteriaceae* (Tabela 2.3.15), nakon obrade polutki na liniji klanja, ali pre hlađenja. Međutim, važno je napomenuti da se metodom brisa uklanja samo deo (često 20% ili manje) ukupne mikroflore koja se nalazi na površini polutki, s toga je metoda brisa samo indikator površinske higijene. Prema Reid-u i sar. (2002) metodom brisa se sakupi samo deo (od 1 do 89%) mikroflore polutki, u poređenju sa destruktivnom metodom.

Tabela 2.3.15. Dnevna srednja log vrednost* za prihvatljive, marginalne i neprihvatljive rezultate za ispunjenje mikrobioloških kriterijuma (u jedinicama – cfu/cm²) za goveda, svinje, ovce, koze i konje, za uzorke uzete destruktivnom metodom (Commission Decision 2001/471/EC; Commission Decision 2004/379/EC)

		Prihvatljivi raspon		Marginalni raspon	Neprihvatljivi raspon
		Govedo/ovca/koza/konj	Svinja	Govedo/svinja/ovca/koza/konj	Govedo/svinja/ovca/koza/konj
Dnevna srednja log vrednost	Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija	< 3.5	< 4.0	< 3.5 (svinja: 4.0) – 5.0	> 5.0
	<i>Enterobacteriaceae</i>	< 1.5	< 2.0	1.5 (svinja: 2.0) – 2.5 (svinja: 3.0)	> 2.5 (svinja: > 3.0)

* Dnevna srednja log vrednost izračunava se tako što se prvo izračuna log (log₁₀) svakog pojedinačnog rezultata testa i zatim se izračunava aritmetička srednja vrednost tih log vrednosti.
"cfu" – "colony forming units" (broj obrazovanih kolonija).

Regulativom Evropske Unije broj 2073/2005 od 15. novembra 2005 [Commission Regulation (EC) No 2073/2005], koji predstavlja integralni deo implementacije HACCP sistema, definisani su mikrobiološki kriterijumi za hranu, odnosno kriterijumi za bezbednost i kriterijumi za higijenu procesa, od kojih su u tabelama 2.3.16. i 2.3.17. prikazani samo oni koje se odnose na meso (svinjsko meso).

Tabela 2.3.16. Mikrobiološki kriterijumi za bezbednost svinjskog mesa [Commission Regulation (EC) No 2073/2005]

Kategorija hrane	Mikroorganizmi / njihovi toksini, metaboliti	Plan uzorkovanja		Granice*		Analitička referentna metoda	Faza u kojoj se kriterijum primenjuje
		n	c	m	M		
Usitnjeno meso	<i>Salmonella</i>	5	0	Odsustvo u 25 g		EN/ISO 6579	Tokom roka upotrebe
Mehanički separisano meso	<i>Salmonella</i>	5	0	Odsustvo u 10 g		EN/ISO 6579	Tokom roka upotrebe

* m – zadovoljavajuće, M – nezadovoljavajuće, m = M; n – broj uzetih uzoraka koji čine uzorak, c – broj uzoraka sa vrednostima između m i M.
Kada se utvrđuje prisustvo *Salmonella*, da bi rezultati bili zadovoljavajući, uzorkovanje je neophodno sprovesti 30 nedelja uzastopno.

Tabela 2.3.17. Mikrobiološki kriterijumi higijene procesa za polutke svinja nakon obrade, ali pre hlađenja, za uzorke uzete destruktivnom metodom, odnosno za svinjsko meso i proizvode od mesa na kraju procesa proizvodnje [Commission Regulation (EC) No 2073/2005]

Kategorija hrane	Mikroorganizmi / njihovi toksini, metaboliti	Plan uzorkovanja		Granice*		Analitička referentna metoda	Akcija u slučaju nezadovoljavajućeg rezultata
		n	c	m	M		
Polutke svinja	Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija			4.0 log cfu/cm ² kao dnevna srednja log vrednost	5.0 log cfu/cm ² kao dnevna srednja log vrednost	ISO 4833	Poboljšanje higijene klanja i provera procesne kontrole
	<i>Enterobacteriaceae</i>			2.0 log cfu/cm ² kao dnevna srednja log vrednost	3.0 log cfu/cm ² kao dnevna srednja log vrednost	ISO 21528-2	Poboljšanje higijene klanja i provera procesne kontrole
	<i>Salmonella</i>	50	5 ⁽¹⁾	Odsustvo sa ispitivane površine polutke		EN/ISO 6579	Poboljšanje higijene klanja i provera procesne kontrole, poreklo životinja i biosigurnosne mere na farmama
Usitnjeno meso	Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija	5	2	5 x 10 ⁵ cfu/g	5 x 10 ⁶ cfu/g	ISO 4833	Poboljšanje proizvodne higijene i poboljšanje selekcije i/ili porekla sirovine
	<i>Escherichia coli</i> ⁽²⁾	5	2	50 cfu/g	500 cfu/g	ISO 16649-1 ili 2	Poboljšanje proizvodne higijene i poboljšanje selekcije i/ili porekla sirovine
Mehanički separisano meso	Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija	5	2	5 x 10 ⁵ cfu/g	5 x 10 ⁶ cfu/g	ISO 4833	Poboljšanje proizvodne higijene i poboljšanje selekcije i/ili porekla sirovine
	<i>Escherichia coli</i> ⁽²⁾	5	2	50 cfu/g	500 cfu/g	ISO 16649-1 ili 2	Poboljšanje proizvodne higijene i poboljšanje selekcije i/ili porekla sirovine

* m – zadovoljavajuće, M – nezadovoljavajuće; n – broj uzetih uzoraka koji čine uzorak, c – broj uzoraka sa vrednostima između m i M (prihvatljivo); Dnevna srednja log vrednost izračunava se tako što se prvo izračuna log (log₁₀) svakog pojedinačnog rezultata testa i zatim se izračunava aritmetička srednja vrednost tih log vrednosti.

⁽¹⁾ broj uzoraka u kojima je detektovana *Salmonella* (m = M).

⁽²⁾ indikator fekalne kontaminacije.

"cfu" – "colony forming units" (broj obrazovanih kolonija).

Kada se utvrđuje prisustvo *Salmonella*, da bi rezultati bili zadovoljavajući, uzorkovanje je neophodno sprovesti 30 nedelja uzastopno, a kada se ispituje ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, odnosno *Enterobacteriaceae* i prisustvo *Escherichia coli*, da bi rezultati bili zadovoljavajući, uzorkovanje je neophodno sprovesti 6 nedelja uzastopno.

U našoj zemlji, prema Pravilniku o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Službeni list SRJ, broj 26, 1993. i izmena i dopuna broj 53, 1995. i broj 46, 2002) sirovo meso trupova, polutki i četvrtina ne sme u dubini mišića sadržavati u 1 g bakterije: koagulaza pozitivne stafilokoke, sulfitoredukujuće klostridije, *Proteus* vrste i *Escherichia coli*, a *Salmonella* vrste u 25 g. Ukupan broj mikroorganizama ne sme biti veći od 1000 u 1 g. Sirovo meso u manjim komadima ili konfekcionirano meso ne sme sadržavati sulfitoredukujuće klostridije u 0.1 g.

Pored ovih navedenih minimalnih uslova, da bi meso bilo dobrog higijenskog kvaliteta, odnosno da bi HACCP sistem u proizvodnji svinjskog mesa mogao da funkcioniše neophodno je da se sprovede striktna pravila i kontrola (Honikel, 1999a), odnosno dobra poljoprivredna praksa – DPP (Good Agricultural Practice – GAP), dobra veterinarska praksa – DVP (Good Veterinary Practice – GVP), dobra higijenska praksa – DHP (Good Hygienic Practice – GHP), dobra proizvođačka praksa (DPP) i dobra laboratorijska praksa – DLP (Good Laboratory Practice – GLP) (Honikel, 1999a; Aćamović i Kljajić, 2003).

2.3.4.2. Rezidue – faktori higijensko-toksikološkog kvaliteta svinjskog mesa

Savremeni uzgoj životinja ne može se zamisliti bez upotrebe različitih hemioterapeutika kako u cilju prevencije i lečenja bolesti, tako i u cilju boljeg iskorišćavanja hrane. Ilegalna i/ili neadekvatna primena, nepoštovanje propisanih doza i karenci, može imati za posledicu kontaminaciju namirnica životinjskog porekla ostacima tih jedinjenja. Takođe, u lanac ishrane mogu dospeti i kontaminanti okoline, posebno u industrijski razvijenim oblastima (Janković i sar., 2008).

Pod reziduama u namirnicama životinjskog porekla podrazumevaju se ostaci različitih supstanci sa kojima životinje tokom života, preko hrane ili tretmana, dolaze u kontakt i koji zaostaju u tkivima životinja posle klanja ili u njihovim primarnim proizvodima i kao takve ulaze u čovekov lanac ishrane (Spirić, www.vet.bg.ac.yu).

Kontaminanti su nepoželjna jedinjenja koja do životinja i biljaka dospevaju bez znanja ili direktne aktivnosti čoveka – preko vazduha, vode ili hrane (Spirić, www.vet.bg.ac.yu).

Monitoring rezidua u životinjama i primarnim proizvodima životinjskog porekla predstavlja sistematsko ispitivanje odgovarajućeg broja uzoraka tkiva i/ili organa, ekskreta životinja, hrane i vode za napajanje životinja i primarnih proizvoda životinjskog porekla radi utvrđivanja prisustva rezidua veterinarskih lekova, fitosanitarnih preparata i kontaminenata životne sredine (Janković i sar., 2008).

Kontrola rezidua i kontaminenata ima za cilj zaštitu zdravlja potrošača i osiguranje uslova za nesmetanu trgovinu životinjama i proizvodima životinjskog porekla. Kontrole se sprovode u cilju otkrivanja zabranjenih supstanci ili proizvoda koji se primenjuju na životinjama u svrhu tova ili nedopuštenog lečenja, odnosno u otkrivanju prisustva kontaminenata. Prisustvo rezidua i kontaminenata u namirnicama životinjskog porekla su posledica: upotrebe lekova u veterini, upotrebe pesticida u veterini i poljoprivredi i zagađenja okoline (Spirić, www.vet.bg.ac.yu).

U Evropskoj Uniji osnovu Monitoring programa prvenstveno čini Direktiva Evropske Unije broj 96/23/EC (Council Directive 96/23/EC), kojom se definišu principi i zadaci monitoringa, grupe farmakoloških aktivnih supstanci i kontaminenata koje treba ispitati, utvrđuje se strategija uzorkovanja (obim i učestalost uzorkovanja), kao i mere koje treba preduzeti ukoliko se utvrdi prisustvo nedozvoljene količine rezidua.

Aneksom I Direktive Evropske Unije broj 96/23/EC (Council Directive 96/23/EC) sve supstance koje se ispituju podjeljene su u dve grupe (grupa A i grupa B). U grupu A spadaju supstance čija je primena u veterinarskoj medicini zabranjena ili je ograničena na izuzetna patološka stanja, uz striktnu kontrolu, a rezidue takvih supstanci ne smeju biti prisutne u namirnicama (Tabela 2.3.18). Cilj kontrole supstanci iz grupe A je sprečavanje ilegalne primene anabolika i lekova, pa se stoga uzorkovanje obavlja i na farmama, a rezidue ispituju u odgovarajućem matriksu (urin, krv, voda za napajanje životinja, hrana za životinje). Grupa A je podjeljena u 6 podgrupa. Grupu A1 čine stilbeni derivati stilbena i njihove soli i estri (dietilstilbestrol – DES i njegove soli heksestrol, dienestrol); u grupu A2 spadaju tireostatici (tiouracil, metiltiouracil, propiltiouracil i feniltiouracil); grupu A3 čine steroidi (prirodni i sintetski hormoni); grupa A4 predstavljena je laktonima rezorcilne kiseline, uključujući i zeranol; U grupu A5 spadaju beta-agonisti (klenbuterol, salbutamol i drugi), dok su u grupi A6 supstance čija je primena zabranjena, a pripadaju različitim vrstama hemijskih jedinjenja. Postoje i druge supstance čija je upotreba zabranjena, a nisu navedene u grupi A6, već su svrstana u druge grupe, kao što su malahit zeleno (upotrebljava se ilegalno kao antiektoparazitik kod riba), zatim olakvindoks i karbadoks (antibiotici koji se u svojstvu stimulatora rasta dodaju hrani za životinje) i nitrofurani nifursol (Janković i sar., 2008).

Tabela 2.3.18. Supstance, odnosno grupe supstanci čije se rezidue kontrolišu u okviru monitoringa (Council Directive 96/23/EC)

Grupa A – Supstance koje imaju anaboličko dejstvo i nedozvoljene supstance	
A1	Stilbeni, derivati stilbena i njihove soli i estri
A2	Antitireoidne supstance
A3	Steroidi
A4	Laktoni rezorcilne kiseline, uključujući zeranol
A5	Beta-agonisti
A6	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aristolochia</i> spp. i proizvodi od iste • hloramfenikol • hlороform • hlорpromazin • kolhicin • dapson • dimetridazol • metronidazol • nitrofurani, uključujući furazolidon • ronidazol
Grupa B – Veterinarski lekovi i kontaminanti okoline	
B1	Antibakterijske supstance, uključujući sulfonamide i hinolone
B2	Drugi veterinarski lekovi <ol style="list-style-type: none"> a) Antihelmintici b) Kokcidiostatici, uključujući nitroimidazole c) Karbamati i piretrioidi d) Sedativi e) Nesteroidni antiinflamatorni lekovi f) Druge farmakološki aktivne supstance
B3	Druge supstance i kontaminanti okoline <ol style="list-style-type: none"> a) Organohlorna jedinjenja, uključujući polihlorovane bifenile (PCB) b) Organofosforna jedinjenja c) Hemijski elementi d) Mikotoksini e) Boje f) Druge zabranjene supstance

U grupu B su svrstane farmakološki aktivne supstance koje se mogu koristiti u profilaksi i lečenju životinja, kao i kontaminanti okoline. Slično kao i grupa A i grupa B je, takođe, podeljena na više podgrupa (Tabela 2.3.18). Monitoringom supstanci iz grupe B se kontroliše i sprečava neadekvatna primena lekova (način aplikovanja, doze, poštovanje karance) i prati nivo perzistentnih kontaminanata okoline u tkivima i organima životinja i primarnim proizvodima životinjskog porekla. Za supstance iz grupe B1, B2 i B3b, u Evropskoj Uniji, postoje definisane maksimalno dozvoljene količine (MDK), koje su obuhvaćene aneksima I, II i III Regulative Evropske Unije broj 2377/90 (Council Regulation No 2377/90). Te se vrednosti redovno preispituju i usaglašavaju sa najnovijim naučnim, farmakokinetičkim i drugim saznanjima.

Maksimalno dozvoljene količine rezidua pesticida (grupa B3a) navedene su u Direktivi Evropske Unije broj 86/363/EEC (Council Directive 86/363/EEC), dok su maksimalno dozvoljene količine ostalih kontaminanata: nitrata, mikotoksina (aflatoksini, ohratoksin A i patulin), teških metala (olovo, kadmijum, živa), 3-monohloropropan-1,2-diola (3-MCPD), dioksina i dioksinu sličnih polihlorovanih bifenila i neorganskog kalaja, navedene u osnovnoj Regulativi Evropske Unije broj 466/2001 (Commission Regulation (EC) No 466/2001), odnosno u izmenama i dopunama ove Regulative [Commission Regulation (EC) No 2375/2001, No 221/2002, No 257/2002, No 472/2002, No 563/2002, No 1425/2003, No 2174/2003, No 242/2004, No 455/2004, No 655/2004, No 683/2004, No 684/2004, No 78/2005, No 123/2005, No 208/2005, No 856/2005, No 1822/2005, No 199/2006].

Aneksom II Direktive Evropske Unije broj 96/23/EC (Council Directive 96/23/EC) definiše se za koje je vrste životinja i primarnih proizvoda životinjskog porekla neophodno, odnosno preporučeno, ispitivanje pojedinih grupa iz Aneksa I (Tabela 2.3.19).

Tabela 2.3.19. Prikaz supstanci, odnosno grupa supstanci čije se rezidue određuju prema vrstama životinja i namirnicama životinjskog porekla (Council Directive 96/23/EC)

Vrsta životinje, životinjskih namirnica, stočna hrana i voda	Goveda, ovce, koze, svinje, konji	Živina	Životinje akvakulture	Mleko	Jaja	Meso kunića i meso divljači* i tovne divljači	Med
Grupe supstanci							
A1	X	X	X			X	
A2	X	X				X	
A3	X	X	X			X	
A4	X	X				X	
A5	X	X				X	
A6	X	X	X	X	X	X	
B1	X	X	X	X	X	X	X
B2a	X	X	X	X		X	
B2b	X	X			X	X	
B2c	X	X				X	X
B2d	X					X	
B2e	X	X		X		X	
B2f							
B3a	X	X	X	X	X	X	X
B3b	X			X			X
B3c	X	X	X	X		X	X
B3d	X	X	X	X			
B3e			X				
B3f							

* kada je u pitanju divljač iz slobodne prirode kontrolišu se samo ostaci teških metala

Minimalni broj uzoraka koje treba uzimati za ispitivanje, na godišnjem nivou, u okviru plana sistematske kontrole rezidua, po vrsti životinje, odnosno proizvoda, definisan je u Aneksu IV Direktive Evropske Unije broj 96/23/EC (Council Directive 96/23/EC) i u Odluci Evropske Unije broj 97/747/EC (Commission Decision 97/747/EC), a zasnovan je na proizvodnji u prethodnoj godini.

U našoj zemlji monitoring rezidua sprovodi se od 1972. godine, kada je započela kontrola prisustva teških metala, organohlornih pesticida i antibiotika u tkivima zaklanih životinja. Danas je kontrolisanje prisustva rezidua regulisano Državnim programom sistematskog ispitivanja rezidua veterinarskih lekova, anabolika i zagađivača iz okoline u tkivima životinja i primarnim proizvodima životinjskog porekla (Janković i sar., 2008).

Količine ostataka pesticida, teških metala i nemetala, anabolika, veterinarskih lekova, mikotoksina, policikličnih aromatičnih ugljovodonika, polihlorovanih bifenila i drugih kontaminanata u namirnicama koje se stavljaju u promet u Saveznoj Republici Jugoslaviji (Srbiji) propisane su Pravilnikom o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama (Službeni list SRJ, broj 5, 1992. i ispravka broj 11, 1992. i izmena broj 32, 2002).

Od ukupno 252 pesticida koja su navedena u Pravilniku (Službeni list SRJ, broj 5, 1992. i ispravka broj 11, 1992. i izmena broj 32, 2002) za 20 pesticida je definisana maksimalno dozvoljena količina u mesu i proizvodima od mesa (Tabela 2.3.20).

Tabela 2.3.20. Dozvoljene količine pesticida u mesu i proizvodima od mesa

Redni broj	Naziv	Dozvoljena količina u mg/kg
1	Acifluorfen	0.02
2	Aldrin i dieldrin ¹	0.20
3	Atrazin	0.02
4	Cipermetrin	0.01
5	DDT i derivati	1.00
6	Diflubenzuron	0.05
7	Dihlorvos	0.05
8	Endosulfan ²	0.10
9	Endrin	0.05
10	Etofumesat	0.05
11	Fenitroton	0.05
12	HCB	0.10
13	HCH	0.10
14	Heptahlor i heptahlor-epoksid ³	0.10
15	Hlordan	0.05
16	Hlortal-dimetil	0.02
17	Karbaril	0.20 (0.50 ⁴)
18	Lindan	0.1 (0.5 ⁵)
19	Propoksur	0.05
20	Trihlorfon	0.10

¹ pojedinačno ili kombinovano, ² zajedno sa alfa i beta endosulfanom i endosulfan sulfatom, ³ izraženi kao heptahlor, ⁴ meso živine, ⁵ meso pitomih zečeva i divljači i njihovi proizvodi

Sadržaj pesticida ispituje se u goveđem, konjskom, kozijem, ovčijem, svinjskom i mesu divljači (pernate i dlakave) u mišićnom tkivu (sa vezanim masnim tkivom), goveđoj, ovčijoj i svinjskoj masti (masno tkivo ili mast) i goveđim jarećim, svinjskim i ovčijim iznutricama (jetra, jezik, mozak, pluća, srce, bubreg) u

tkivu iznutrica (Pravilnik, Službeni list SRJ, broj 5, 1992. i ispravka broj 11, 1992. i izmena broj 32, 2002). Ostaci pesticida u mesu i proizvodima od mesa sa sadržajem masti više od 10% iskazuju se na sadržaj masti. U mesu i proizvodima od mesa sa sadržajem masti 10% ili manje, ostaci pesticida iskazuju se na ukupnu masu bez kostiju – maksimalni limit je za 10 puta manji od granice utvrđene u mesu i proizvodima od mesa sa sadržajem masti više od 10%, ali ne sme biti ispod 0.01 mg/kg. U istom Pravilniku (Službeni list SRJ, broj 5, 1992. i ispravka broj 11, 1992. i izmena broj 32, 2002) prikazane su dozvoljene količine metala i nemetala i nekih specifičnih kontaminenata u mesu i proizvodima od mesa (Tabela 2.3.21).

Tabela 2.3.21. Dozvoljne količine metala i nemetala u mesu i proizvodima od mesa (mg/kg)

Grupa	Olovo	Kadmijum	Živa	Metil – Živa	Cink	Kalaj	Arsen	Bakar	Gvožđe
Sveže meso	0.1	0.05	0.03				0.1		
Iznutrice	0.5	0.5 (1.0*)	0.1				0.5	80**	
Konjsko meso									
Konzerve	1	0.1	0.05		100	100	0.3		
Proizvodi od iznutrica	1	0.5	0.1		100***	100***	0.5		
Ostali mesni proizvodi	1	0.1	0.05				0.3		

* u bubrezima, ** u jetri, *** u konzervi

Na dalje, prema istom Pravilniku (Službeni list SRJ, broj 5, 1992. i ispravka broj 11, 1992. i izmena broj 32, 2002) namirnice životinjskog porekla mogu se stavljati u promet ako ne sadrže količine anabolika (hormone i druge supstancije sa hormonalnim i anabolnim delovanjem) u količinama koje se mogu dokazati propisanim ili priznatim metodama. Namirnice životinjskog porekla mogu se stavljati u promet ako ne sadrže:

- supstancije sa tireostatskim delovanjem,
- trankilanse i beta-blokatore,
- hemioterapeutike (nitrofurane, karbadoks, dimetridazol i dr.) u količinama koje se mogu dokazati propisanim ili priznatim metodama.

Meso i proizvodi od mesa mogu se stavljati u promet ako ne sadrže količine antibiotika u količinama koje se mogu dokazati propisanim ili priznatim metodama i ako ne sadrže ostatke sulfonamida u količinama većim od 0.10 mg/kg. Meso (živinsko, svinjsko, goveđe, ovčije) i njihovi proizvodi ne smeju sadržavati više od 2.0 mg/kg polihlorovanih bifenila. Meso i proizvodi od mesa ne smeju sadržavati više od 0.5 µg/kg aflatoksina (B1 + G1) i više od 10 µg/kg ohratoksina. Količina benzo(a) pirena u dimljenim proizvodima ne sme biti veća od 5 µg/kg.

Na žalost, sem za hemijske elemente, naša zemlja nije, do sada, uskladila propisane maksimalno dozvoljene količine sa propisima Evropske Unije, što otežava interpretaciju rezultata realizacije nacionalnog programa kontrole rezidua (Janković i sar., 2008).

2.4. Hlađenje svinjskog mesa

Svrha hlađenja je odvođenje toplote iz polutki, odnosno snižavanje temperature sa 38 – 40°C (Rede i Petrović, 1997), odnosno sa 38 – 39°C (Honikel, 1999a), do zadate krajnje interne temperature u najdubljim

delovima, što se ostvaruje transferom toplote sa polutki u atmosferu ili neki drugi medijum i to sa dva mehanizma prenosa toplote: kondukcijom i konvekcijom (Rede i Petrović, 1997; Huff-Lonergan i Page, 2001). Oduzimanje toplotne energije mesu može se ostvariti korišćenjem dva osnovna načina poznata u tehnici hlađenja: indirektnog hlađenja i direktnog hlađenja (Rede i Petrović, 1997). Kod indirektnog hlađenja toplotna energija mesa se preko posrednika (najčešće vazduha – suvi postupci hlađenja i vode – vlažni postupci hlađenja predaje nekom radnom fluidu, dok se kod direktnog hlađenja meso dovodi u direktan kontakt, najčešće potapanjem, sa nekim radnim fluidom (led, suvi led, tečni ugljen dioksid, tečni azot, etilen glikol, propilen glikol) kojem predaje toplotnu energiju (Dransfield i Lockyer, 1985; Rede i Petrović, 1997; Springer i sar., 2003). Indirektni postupci mogu biti jednofazni, bez i sa prisilnom cirkulacijom vazduha, i dvofazni (kombinacija vlažnog i suvog postupka), odnosno, dok su direktni postupci u pravilu dvofazni, s tim da je druga faza stacionarna faza (suvi postupak) u kojoj dolazi do ujednačavanja temperature (Rede i Petrović, 1997).

Danas se u komercijalnoj praksi za hlađenje svinjskog mesa uglavnom koristi konvencionalno, sprej i brzo hlađenje. Dodatne metode za brže snižavanje temperature u polutkama podrazumevaju popuštanje kože i masnog tkiva na toplo (Meade i Miller, 1990; Frederick i sar., 1994; Owen i sar., 2000; Milligan i sar., 1998; Huff-Lonergan i Page, 2001) i optimizaciju uslova držanja svinja pre klanja (Rede i Petrović, 1997; Huff-Lonergan i Page, 2001; Honikel, 2002; Rosenvold i Andersen, 2003).

Konvencionalno hlađenje se tradicionalno najčešće koristi. Kod većine konvencionalnih sistema hlađenja primenjuju se temperature blizu 1°C, sa brzinom strujanja vazduha od 0.5 m/s do 1.0 m/s, tokom noći, odnosno do 24 sata *post mortem* (Huff-Lonergan i Page, 2001), odnosno sa temperaturom vazduha u početku ciklusa hlađenja oko 0°C, a zatim se temperatura manje ili više povećava, a potom opet opada, sa brzinom strujanja vazduha od 0.5 m/s do 1.0 m/s, u sporijim varijantama, ili čak do 1 do 4 m/s, u bržim varijantama, sa relativnom vlažnošću vazduha koja prosečno iznosi 80% i sa vremenom hlađenja od 20 do 25 sati, u sporijim varijantama, i 16 do 20 sati, u bržim varijantama (Rede i Petrović, 1997).

Zbog opasnosti od mikrobiološkog kvara, hlađenje mesa je neophodno započeti što je moguće pre nakon iskrvarenja i to dovoljno brzo (Rede i Petrović, 1997; Honikel, 1999a; Huff-Lonergan i Page, 2001), u protivnom mogu se na mesu, kao što je napred već opisano (Poglavlje 2.3.4.1), razmnožavati tehnološki i zdravstveno nepoželjne vrste mikroorganizama (Bem i Adamič, 1991). Održivost mesa je obrnuto srazmerna temperaturi (Bem i Adamič, 1991).

Snižavanjem temperature do iznad krioskopske tačke (od 0 do 4°C) usporava se aktivnost endogenih i mikrobioloških enzima. Različiti mikroorganizmi se različito ponašaju u odnosu na temperaturu medija u kojem se nalaze. Na temperaturama izvan raspona između minimalne i maksimalne moguće temperature opstanka prestaje rast i razmnožavanje mikroorganizama. Naglo snižavanje temperature deluje štetno ili čak letalno na neke mikroorganizme. To dejstvo se najjače ispoljava na mezofilne vrste, iako su i neki psihrotrofni i psihrofilni mikroorganizmi osetljivi na brzo hlađenje. Konzervišući efekat hlađenja objašnjava se između ostalog oštećenjem ćelijskih membrana, praćenim gubitkom niskomolekulskih jedinjenja koja migriraju iz unutrašnjosti ćelija, i poremećajem u sintezi DNK (Rede i Petrović, 1997).

Da bi se meso sačuvalo od kvarenja nije neophodno da se unište sve bakterije koje se na njemu nalaze, ali se mora sprečiti njihovo razmnožavanje (Bem i Adamič, 1991).

Prema Direktivi Evropske Unije broj 64/433/EEC (Council Directive 64/433/EEC) za sveže meso, a u cilju proizvodnje zdravstveno bezbednog mesa, rasecanje i otkošavanje svinjskog mesa, odnosno otprema mesa, počinje nakon dostizanja konačne vrednosti interne temperature (dubina buta) od 7°C i nižih (Gigiel i sar., 1989; Dransfield i sar., 1991; Brown i James, 1992; James, 1996; Honikel, 1999a), s obzirom da mikroorganizmi opasni po zdravlje ljudi počinju da rastu i da se razmnožavaju, uglavnom, na temperaturama višim od 7°C (Honikel, 1999a). Pod ohlađenim svinjskim mesom, u našoj zemlji (Pravilnik o kvalitetu zaklanih svinja i kategorizaciji svinjskog mesa, Službeni list SFRJ, broj 2, 1985, i izmena i dopuna broj 12, 1985. i broj 24, 1986), podrazumeva se svinjsko meso u trupovima, polutkama, osnovnim delovima polutke ili manjim komadima, koje je neposredno posle klanja ohlađeno do temperature od najviše 4°C, mereno pored kosti mesa, ako je meso sa kostima, ili u središnjem delu mesa bez kostiju i usitnjenog mesa. Uslovi koje moraju da ispunjavaju objekti u kojima se obavlja hlađenje mesa, u našoj zemlji, regulisano je Pravilnikom o uslovima koje mora da ispunjavaju objekti za klanje životinja, obradu, preradu i uskladištenje proizvoda životinjskog porekla (Službeni list SFRJ, broj 53, 1989. i Pravilnik o veterinarsko-sanitarnim uslovima objekta za proizvodnju i promet hrane životinjskog porekla, Službeni glasnik RS, broj 11, 2008).

Prema Honikel-u (1999a), za svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj, odnosno da bi se dobio pečat kontrolisanog kvaliteta svinjskog mesa, odnos između temperature i vremena *post mortem* je posebno definisan (Tabela 2.4.1) i to u skladu sa zahtevima propisa Evropske Unije. Ovim preporukama definiše se vreme početka hlađenja, brzina pada temperature u polutki, kao i konačna temperatura i vreme hlađenja, radi postizanja traženog higijenskog minimuma (Poglavlje 2.3.4.1) i tehnološkog kvaliteta svinjskog mesa (Poglavlje 2.3.1).

Tabela 2.4.1. Brzina pada temperature u polutkama koja se zahteva za sertifikovano svinjsko meso u Nemačkoj (Honikel, 1999a)

Karakteristika	Anatomski deo (mišić)	Vreme <i>post mortem</i>			
		45 minuta	1.5 sat	4 sata	24 sata
T (°C)	<i>M. longissimus dorsi</i>	< 40	< 35	10 – 20	< 7
	<i>M. semimembranosus</i>	< 40	< 36	< 22	< 7

Prema USDA – FSIS opštem HACCP planu za proizvodnju svinjskog mesa (USDA – FSIS, 1999a) hlađenje mora započeti najkasnije 1 sat nakon iskrvarenja i najkasnije do 24 sata *post mortem* mora se dostići interna temperatura od 40°F (4.4°C) ili niža.

U ispitivanjima Gill-a i Bryant-a (1992) utvrđeno je smanjenje nivoa gram negativnih bakterija tokom konvencionalnog hlađenja, kao rezultat sasušivanja površine polutki.

Hlađenjem se mogu značajno redukovati i samo pojedine grupe ili vrste mikroorganizama, na primer, kao u slučaju bakterija iz roda *Campylobacter*, koje su posebno osetljive na sasušivanje površine polutki i niske temperature pod aerobnim uslovima (Borch i sar., 1996).

Primenom metodologije propisane u Odluci Evropske Unije za određivanje mikrobiološkog kvaliteta polutki (Commission Decision 2001/471/EC), Spescha i sar. (2006) su ispitivanjem mikrobiološke kontaminacije polutki svinja u dve klanice u Švajcarskoj, koje su verifikovane od strane Evropske Unije, tokom konvencionalnog hlađenja utvrdili da dolazi do smanjenja ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija, mikroorganizama iz porodice *Enterobacteriaceae* i koagulaza pozitivnih stafilocoka.

Suprotno, u studiji koja je urađena u Irskoj tokom konvencionalnog hlađenja (na 2 do 4°C, tokom noći) u malim klanicama utvrđeno je značajno povećanje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija (na vratu, truhu i butu) (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667), dok je u velikim klanicama, takođe, utvrđeno numeričko, ali ne i značajno povećanje (osim u predelu vrata) u ukupnom broju aerobnih mezofilnih bakterija i ukupnom broju koliformnih bakterija na truhu i butu (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667; Pearce i sar., 2004).

Gill i Jones (1997) su utvrdili da tokom konvencionalnog hlađenja može doći i do značajnog smanjenja i do značajnog povećanja ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija na polutkama.

Kontradiktorni rezultati uticaja hlađenja na mikrobiološki kvalitet, odnosno razlike u trendu i nivou promena u ukupnom broju bakterija na površini polutki, mogu se objasniti različitim parametrima hlađenja. Faktori kao što su: brzina strujanja vazduha, relativna vlažnost, temperaturni profil pojedinačnih polutki (masa polutki, inicijalna temperatura, debljina masnog tkiva) i rastojanje između polutki, mogu značajno uticati na brzinu hlađenja, a samim tim i na broj i status bakterija na ohlađenim polutkama (Feldhusen i sar., 1992; Sheridan, 2000).

Zbog mogućnosti prevencije razmnožavanja mikroorganizama na površini toplih polutki, u studiji koja je urađena u Irskoj (Bolton i sar., 2002b – Final Report, Project RMIS No. 4667), hlađenje je identifikovano kao kritična kontrolna tačka.

U USDA – FSIS opštem HACCP planu za proizvodnju svinjskog mesa (USDA – FSIS, 1999a) hlađenje je, takođe, identifikovano kao kritična kontrolna tačka, s obzirom da može doći do biološkog rizika, ako nije sprovedena odgovarajuća procedura hlađenja.

Dodatne metode za ostvarivanje boljeg konzervišućeg efekta hlađenja i bolje održivosti mesa, podrazumevaju smanjenje inicijalnog broja mikroorganizama, odnosno striktno sprovođenje pripreme stoke za klanje i pravilno izvođenje pojedinih tehnoloških operacija na liniji klanja, da bi se sekundarna kontaminacija svela na minimum, i optimizaciju hlađenja (primenjena temperatura i trajanje hlađenja) (Rede i Petrović, 1997; Honikel, 2002).

Pored higijenskih zahteva, sa tehničko-ekonomskog stanovišta primenjenim sistemom hlađenja potrebno je obezbediti: što kraće vreme hlađenja, što manji gubitak mase (pošto se hlađenje mesa, u pravilu, obavlja indirektnim postupkom), što niža investiciona ulaganja i što niže troškove eksploatacije (Rede i Petrović, 1997).

Brzina odvođenja toplote, odnosno brzina pada temperature, a samim tim i vrednosti pH, ima uticaj i na ostale faktore kvaliteta mesa (tehnološke, senzorne) (Rede i Petrović, 1997; Honikel, 1999a; Huff-Lonergan i Page, 2001; Savell i sar., 2005). Samo neki osnovni sastojci mesa kao što su sadržaj proteina, masti, vitamina i minerala, kao i prisustvo rezidua nisu pod uticajem temperature i vrednosti pH (Honikel, 1999a).

2.4.1. Ubrzano hlađenje svinjskog mesa

Sa higijenskog i ekonomskog stanovišta, brzo hlađenje je poželjno, jer sa bržim padom temperature umnoži se manje mikroorganizama i manje vode ispari iz mesa. Sa stanovišta potrošača koji želi meko

meso, poželjno je zrenje na višim temperaturama. Ova različita gledišta i pristupi su uveli više različitih procedura hlađenja (Honikel, 1999a).

Danas su u komercijalnoj praksi uglavnom instalirani dvofazni srednje brzi sistemi hlađenja. U Danskoj, na primer, u prvoj intenzivnoj fazi, u tunelu za hlađenje temperatura je od -18 do -22°C , dok je brzina strujanja vazduha od 3 do 5 m/s. Nakon 70 minuta ovako niskih temperatura polutke se iz protočnog tunela, nošene konvejerom, unose u komoru sa stacionarnim hlađenjem. U drugoj stacionarnoj fazi hlađenja, odnosno u komorama za egalizaciju temperature, dolazi do izjednačavanja temperatura između površine i najdubljih slojeva mesa. U komorama za egalizaciju održavaju se sledeći mikroklimatski uslovi: temperatura od 4.5°C , brzina strujanja vazduha od 0.1 do 0.2 m/s, relativna vlažnost od 85 do 95%, vreme egalizacije od 16 do 20 sati. U Švedskoj se u tunelu za hlađenje primenjuje temperatura od -16°C , u trajanju od 70 minuta (Josell i sar., 2003).

Veoma brzo vazdušno hlađenje, takođe, se odvija u dve faze (Brown i James, 1992; Rede i Petrović, 1997). Kod ovakvih sistema vazdušnog hlađenja u prvoj (početnoj) intenzivnoj fazi hlađenja primenjuju se veoma niske temperature (od -15 do -70°C , James, 1996; od -15 do -30°C , Rede i Petrović, 1997; od -20 do -40°C , Huff-Lonergan i Page, 2001), često sa brzinom strujanja vazduha od 3 do 5 m/s, u trajanju od 1 do 3 sata, nakon čega se nastavlja konvencionalno ili sprej hlađenje (Huff-Lonergan i Page, 2001). U komorama za egalizaciju temperatura iznosi 0°C , brzina strujanja vazduha je svega 0.1 do 0.2 m/s, a vreme zadržavanja do izjednačavanja na oko 2 do 3°C iznosi 16 sati (Rede i Petrović, 1997).

Sprej hlađenjem se, takođe, snižava temperatura polutke mnogo brže, nego konvencionalnim hlađenjem, ali sporije nego kod brzih sistema hlađenja. Kod sprej hlađenja se koristi hladna voda temperature od 1 do 5°C kojom se periodično prskaju polutke (na primer, prskanje polutke svakih 15 minuta u trajanju od 60 sekundi) u kombinaciji sa hladnim vazduhom sa brzinom strujanja od 0.5 do 1.0 m/s, 10 sati (Jones i sar., 1993; Huff-Lonergan i Page, 2001).

Kriogeno hlađenje polutke, u prvoj fazi hlađenja, podrazumeva potapanje polutke u tečni azot na temperaturi od 196°C u trajanju od 1 do 3 minuta, a zatim se nastavlja konvencionalno hlađenje. Kriogeno hlađenje, uglavnom, se primenjuje u naučno-istraživačke svrhe (Borchert i Briskey, 1963; Jones i sar., 1991; Huff-Lonergan i Page, 2001).

Ubrzanim vazdušnim hlađenjem smanjuje se brzina isparavanje vode sa površine polutke, odnosno smanjuje se kalo hlađenja (Poglavlje 2.4.2), tako da i pored većih investicionih i eksploatacionih troškova koji su neophodni za brzo vazdušno hlađenje, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem, u ekonomskoj evaluaciji koju je uradio Bawater (www.fjb.co.uk) za svinjsko meso, manji kalo polutke od 0.7% mase polutke koji je utvrđen brzim hlađenjem, pri kapacitetu klanja od 3000 svinja na dan, na nivou cele godine donosi dobit od oko 500.000 £.

Primenom različitih sistema ubrzanog hlađenja, odnosno sistema za brzo snižavanje temperature polutke, utvrđeno je da to može biti jedan od vrlo efikasnih postupaka za smanjenje ili preveniranje pojavljivanja BMV mesa (Borchert i Briskey, 1963; Honikel i Reagan, 1987a; Milligan i sar., 1998; Petrović i sar., 1990; Zagorac, 1994; Petrović i sar., 1996; Huff-Lonergan i Page, 2001; Springer i sar., 2003; Savell i sar., 2005).

Najvažniji faktori koji utiču na kvalitet mesa su vrednost pH i brzina pada *post mortem*, zajedno sa temperaturom i njenim padom (Honikel, 1999a). Odnos između brzine pada temperature i vrednosti pH direktno utiče na ostale faktore kvaliteta mesa, odnosno sposobnost vezivanja vode, boju, mekoću (Rede i

Petrović, 1997; Huff-Lonergan i Page, 2001; Savell i sar., 2005). Ubrzanim hlađenjem, odnosno brzim snižavanjem temperature, i to što je moguće pre nakon iskrvarenja, usporavaju se biohemijski procesi, odnosno usporava se pad vrednosti pH i na taj način se minimizira mogućnost da u mišićima dođe do kombinacije visoke temperature i niske vrednosti pH rano *post mortem*, odnosno da dođe do denaturacije proteina koja je najintenzivnija u prvih sat vremena *post mortem*. Usporavanjem brzine pada vrednosti pH, a samim tim i smanjenjem denaturacije proteina, poboljšava se sposobnost vezivanja vode i boja mišića, odnosno prevenira se ili smanjuje pojavljivanje BMV mesa (Wismer-Pedersen, 1959; Briskey, 1964; Borchert i Briskey, 1964; Offer, 1991; Petrović i sar., 1996; Lawrie, 1998; Huff-Lonergan i Page, 2001).

³¹P-NMR spektroskopijom uzoraka *M. longissimus dorsi* hlađenih na dva načina (konvencionalno i ubrzano), u model ispitivanjima, utvrđeno je da je vreme polu-raspada *post mortem* kreatin fosfata (CP) značajno kraće kod brzo hlađenih mišića, dok u brzini degradacije adenzin trifosfata (ATP) nije utvrđena razlika (Bertram i sar., 2001). Ranije se smatralo da ubrzano hlađenje polutki nema značajan uticaj ili da vrlo malo utiče na krajnju koncentraciju mlečne kiseline, ali da utiče na smanjenje brzine nastajanja mlečne kiseline (Wismer-Pedersen, 1987). Međutim, u model ispitivanjima Bertram i sar. (2001) su utvrdili da je direktan uticaj temperature na pufer kapacitet mišića najznačajniji faktor koji dovodi do razlike u vrednosti pH između brzo i konvencionalno hlađenih mišića (*M. longissimus dorsi*), dok je doprinos temperaturno izazvanog odloženog nastajanja laktata *post mortem* neznatan. U istim ispitivanjima (Bertram i sar., 2001) utvrđena je 2.5 puta manja denaturacija miozina u uzorcima *M. longissimus dorsi* koji su brzo hlađeni, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*.

Uticaj brzog hlađenja na poboljšanje sposobnosti vezivanja vode objašnjava se ili sa biohemijskim uticajem, odnosno sa direktnim uticajem temperature na *post mortem* energetski metabolizam ili sa uticajem na strukturu, odnosno sa temperaturno izazvanim uticajem na mobilnost i distribuciju vode u mišićima ili sa kombinacijom oba (Belton i sar., 1973; Fung i McGaughy, 1979; Peemoeller i sar., 1980).

Taylor (1971) i Taylor i Dant (1971) su ubrzanim hlađenjem svinjskog mesa utvrdili poboljšanje sposobnosti vezivanja vode, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem, što je kasnije potvrđeno i u drugim radovima (Poglavlje 2.4.2). Prema Rosenvold-u i Andersen-u (2000) negativnom uticaju "cold shortening-a" na sposobnost vezivanja vode pod specifičnim uslovima protivteži delotvoran uticaj brzog hlađenja na denaturaciju proteina.

Boja mesa ne zavisi uvek od denaturacije proteina, kao ni od apsorpcionih karakteristika mioglobina. Na smanjenje rasipanja svetlosti sa površine mesa kod ubrzano hlađenih mišića utiče viša krajnja vrednost pH, smanjenje denaturacije proteina i smanjenje dužine sarkomera (Shaw i Powell, 1995; Lawrie, 1998). Takođe, veruje se da smanjenje slobodne vode na površini ćelija smanjuje reflektancu dajući meso tamnijeg izgleda (Pearson i Dutson, 1985). Sa druge strane, prema zaključcima Savell-a i sar. (2005) različita temperatura između površine i dubine polutki kod brzog hlađenja rezultira dvobojnim mišićima.

Tamnija boja, odnosno poboljšanje boje, kao rezultat ubrzanog hlađenja, takođe je utvrđena u brojnim ispitivanjima (Poglavlje 2.4.2).

Na dalje, ubrzanim hlađenjem skraćuje se vreme hlađenja, odnosno proces proizvodnje svinjskog mesa (Gigiel i sar., 1989; Dransfield i sar., 1991; Petrović i sar., 1997; Savell i sar., 2005), što dovodi do mogućnosti započinjanja prerade mesa ranije *post mortem* (Okanović, 1993; Petrović i sar., 1997; Okanović i sar., 1998), takođe, može doći i do smanjenja nivoa kontaminacije polutki i mesa mikroorganizmima i produženja održivosti mesa u maloprodaji (Wernberg, 1972; Dann, 1972; Price i sar., 1976; Bowater,

www.fjb.co.uk). Navedeni pozitivni uticaji ubrzanog hlađenja na kvalitet mesa u konačnom zbiru rezultiraju višestrukim benefitom za industriju svinjskog mesa.

Međutim, u literaturi postoje i podaci koji ukazuju da je uticaj ubrzanog hlađenja na parametre tehnološkog i mikrobiološkog kvaliteta svinjskog mesa limitiran. Kerth i sar. (2001) su i kod karea i kod butova utvrdili smanjenje pojavljivanja PSE mesa kod stres osetljivih svinja nakon ubrzanog vazdušnog hlađenja, ali ne i kod stres rezistentnih svinja. Suprotno od navedenih autora, Hambrecht i sar. (2004) zaključuju da brzo vazdušno hlađenje ne može sprečiti nastanak inferiornog kvaliteta svinjskog mesa prouzrokovanog intenzivnim stresom pred klanje. Slično, Eilert (1997) navodi da se većinom postupaka brzog hlađenja ne može sprečiti nastanak BMV mesa, s obzirom da su te promene na mesu već nastupile pre započinjana hlađenja. Isto tako u pogledu poboljšanja mikrobiološkog kvaliteta polutke i mesa, odnosno produženja održivosti svinjskog mesa u maloprodaji, nije uvek utvrđen pozitivan efekat primenom brzog hlađenja (Greer i Dilts, 1987; Gigiel i sar., 1989; Jones i sar., 1991).

2.4.1.1. Skraćivanje mišića na hladnoći – "cold shortening"

Jedan od problema koji može nastati primenom ubrzanog hlađenja je ireverzibilni fenomen koji se zove "cold shortening" (skraćivanje mišića na hladnoći), koji se može razviti kada je pad temperature veoma brz, dok je energetska nivo, odnosno nivo adenozin trifosfata (ATP), u mišiću još uvek visok. Snižavanjem temperature mišića na 10 do 15°C rano *post mortem*, odnosno dok se mišići nalaze još uvek u prerigor uslovima (vrednost pH oko 6.0 do 6.4), javlja se tendencija skraćivanja sarkomera, odnosno povećanja tvrdoće mesa nakon kuvanja (Locker i Hagyard, 1963).

"Skraćivanje mišića na hladnoći" dužina sarkomera se ireverzibilno skрати i do 50%, što uzrokuje značajno pogoršanje mekoće (tvrđe meso) nakon zagrevanja, odnosno kuvanja (Rede i Petrović, 1997; Honikel, 1999a).

Miofibrili, odnosno mišići, mogu da se kontrahuju i posle smrti ukoliko se kalcijumovi joni oslobode iz sarkoplazmatskog retikuluma, pre nego što nastane *rigor mortis*, u vremenskom periodu kada je ATP još uvek prisutan u dovoljnoj količini. Ovo se dešava kada se mišići brzo hlade, usled povećanog spontanog oslobađanja kalcijumovih jona iz sarkoplazmatskog retikuluma, pošto kalcijumova pumpa koja za rad troši izuzetno mnogo ATP više ne funkcioniše (Honikel, 1999a).

Kada se temperatura mišića snizi na 0 do 15°C, pre početne faze *rigor mortis*-a, sarkoplazmatski retikulum ne funkcioniše uobičajeno, odnosno ne može da veže kalcijum, što dovodi do nagomilavanja kalcijuma u sarkoplazmi, odnosno u okolini miofibrila, i to u koncentraciji koja je 30 do 40 puta veća, nego obično. S obzirom da se ATP još uvek nalazi u mišiću, mišićna kontrakcija je maksimalna, što uzrokuje skraćivanje sarkomera (spajanje tankih i debelih miofilamenta), odnosno eliminaciju I-segmenta sarkomere. Na internim temperaturama od 1 do 2°C sarkoplazmatski retikulum gotovo da i ne funkcioniše (Aberle i sar., 2001).

Dakle, može se konstatovati da na nežnost mesa *post mortem* najviše utiču stepen skraćivanja mišića tokom *rigor mortis*-a i zrenje mesa nakon *rigor mortis*-a. Takođe, može se konstatovati da su mehanizmi skraćivanja mišića i zrenja mesa (Poglavlje 2.2.3) *post mortem* potpuno jasni i potpuno različiti i da se odvijaju u različitim fazama proizvodnje mesa, odnosno obično potpuno odvojeno, posebno u komercijalnoj

produkciji. Međutim, prema Dransfield-u (1994) postoji izvesna veza između "cold shortening-a" i zrenja mesa (proteolize), odnosno prema ovom autoru uslovi koji dovede do "cold shortening-a" mogu dovesti do smanjenja proteolize i to prvenstveno smanjenjem aktivnosti kalpain proteinaza. Zamora i sar. (1997) su utvrdili da između mišića koju su hlađeni u "cold shortening" uslovima (na 0°C do 24 sata *post mortem*) i kontrolnih mišića (na 15°C do 24 sata *post mortem*), do 24 sata *post mortem*, nema razlike u nivou kalpaina, ali da niska temperatura, koja u mišićima inicira "cold shortening", dovodi do manje aktivnosti kalpaina u prvih 24 sata, kao i do većeg nivoa kalpastatina (gotovo da nema smanjenja nivoa kalpastatina), proteina koji inhibira delovanje kalpaina, što zajedno dovodi do usporavanja proteolize. U istim ispitivanjima, kod mišića koji su hlađeni u "cold shortening" uslovima, u poređenju sa kontrolnim mišićima, utvrđen je veći nivo kalpastatina i nakon 5 dana kondicioniranja (na 4°C), što samo može dovesti do daljeg usporavanja proteolize sa kalpain enzimskim sistemom.

U zavisnosti od vrste životinja, tipa mišića (crveni ili beli mišići) i položaja mišića, kombinacija vremena, temperature i vrednosti pH je različita u različitim mišićima i takođe je različita u različitim delovima istog mišića. Generalno, "cold shortening" se mnogo ređe javlja kod svinjskog i pilećeg mesa, nego kod goveđeg i jagnječeg mesa, s obzirom da su kod svinjskog mesa pretežno zastupljena bela mišićna vlakna u kojima je mnogo brža postmortalna glikoliza, odnosno brži pad vrednosti pH *post mortem*, s obzirom da bela mišićna vlakna sadrže veću količinu glikogena, ali i zbog zaštite (izolacije) koju mišićima pruža koža i subkutana masnoća (Bendall, 1973; Bendall, 1975; Huff-Lonergan i Page, 2001; Hannula i Puolanne, 2004), te se usled toga sporije hlađe.

Takođe, postoje dokazi i da se u uslovima izuzetno brzog hlađenja kada se u vremenu od 2 do 7 sati *post mortem* mišići ohlađe do između 0 i -2°C, a vrednost pH opadne ispod vrednosti 6.1, aktivnost kalpaina povećava uzrokujući mali broj "lomova" duž proteinskih lanaca, koji onda sprečavaju pojavu "cold shortening-a" (Joseph, 1996).

Iako ne postoji način da se spreči pojava *rigor mortis*-a i skraćanja sarkomera, postoje načini da se smanji tvrdoća ubrzanog hlađenog mesa. Kondicioniranje i elektrostimulacija su dva najčešće korišćena postupka. Elektrostimulacija, odnosno propuštanje električne struje kroz polutke, kada električni signal ima isti efekat kao nervni nadražaj za života, najkasnije jedan sat *post mortem*, odnosno pre početka *rigor mortis*-a, izaziva intenzivnu kontrakciju pri visokim temperaturama i razgradnju, odnosno utrošak jedinjenja bogatih energijom (ATP) čime se isključuje mogućnost ekstremne kontrakcije kasnije pri intenzivnom hlađenju, a time i pojava tvrdoće mesa (Rede i Petrović, 1997; Savell i sar., 2005).

Kod različitih vrsta mesa, u dostupnoj literaturi, za prevenciju skraćivanja mišića na hladnoći, različito su i definisani granični uslovi *post mortem* (vreme, temperatura i vrednost pH). Za prevenciju "cold shortening-a" kod svinjskog mesa, takođe, postoji nekoliko definisanih režima hlađenja.

Za prevenciju "cold shortening-a" preporučuje se da se svinjsko meso ne hladi ispod 10°C u prvih 5 sati *post mortem* (Honikel i Reagan, 1987b; Bowater, 1997), odnosno da se ne hladi ispod 5°C dok je vrednost pH mišića veća od 6.0 (Honikel, 1999b), što korespondira sa vremenom *post mortem* i vrednošću pH kada započinje *rigor mortis* kod mišića sa normalnim tokom glikolize. Naučna ispitivanja koja su obavili u laboratorijskim (Dransfield i Lockyer, 1985) i komercijalnim uslovima (Barton-Gade i sar., 1987) ukazuju da brzo hlađenje može indukovati skraćenje mišićnih vlakana (sarkomera) i rezultirati tvrdoćom mesa, ako je temperatura mišića ispod 10°C već 3 sata posle klanja, a vrednost pH mišića iznad 6.0, odnosno kada je usporen pad vrednosti pH (Møller i Vestergaard, 1987).

2.4.2. Uticaj brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na kalo hlađenja i kvalitet svinjskog mesa

Uticaj ubrzanog hlađenja na kvalitet mesa, svakako, da prvenstveno zavisi od režima hlađenja. Hlađenje je poslednja operacija u procesu proizvodnje mesa i poslednja operacija kojom se još uvek može uticati na krajnji kvalitet mesa. Iz tog razloga uticaj hlađenja na krajnji kvalitet proizvedenog mesa u velikoj meri zavisi i od ostalih premortalnih i postmortalnih faktora proizvodnje. Postojanje velikog broja faktora proizvodnje koji utiču na krajnji kvalitet mesa, kao i primena različitih režima ubrzanog hlađenja objašnjava rezultate i mišljenja prema kojima ubrzanim hlađenjem nije uvek utvrđen pozitivan uticaj na kvalitet mesa, odnosno da postoji mogućnost da dođe i do negativnog (štetnog) uticaja na kvalitet mesa.

Ispitivanjem uticaja tuširanja svinja pre klanja i brzog vazdušnog hlađenja polutki zimi (na -20°C , sa brzinom strujanja vazduha od 0.5 m/s, u trajanju od 3 sata ili na -20°C , sa brzinom strujanja vazduha od 0.5 m/s, u trajanju od 2 sata, i zatim na 3°C , sa relativnom vlažnošću vazduha od 85 do 90%, do 19 sati *post mortem*) i leti (na -20°C , sa brzinom strujanja vazduha od 0.5 m/s, u trajanju od 3 sata i zatim na 3°C , sa relativnom vlažnošću vazduha od 85 do 90%, do 19 sati *post mortem*), u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem (na 3°C , do 19 sati *post mortem*), Long i Tarrant (1990) su utvrdili značajno smanjenje ($P < 0.01$) kala hlađenja od 26.5, 16.7 i 29.2%. Kod brzo hlađenih polutki interna temperatura od 10°C u sredini *M. longissimus dorsi* utvrđena je 4 sata ranije, a u dubini buta 3 sata ranije, primenom većih brzina hlađenja, odnosno 2 sata i 1 sat ranije, primenom manje brzine hlađenja, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem ($P < 0.01$). Brzo hlađenje značajno je uticalo ($P < 0.05$) i na usporavanje pada vrednosti pH u *M. longissimus dorsi* i *M. semimembranosus* i u zimskom i u letnjem periodu. Značajno ($P < 0.05$) tamnija boja (manja reflektanca utvrđena "fibre optic probe" – "FOP" uređajem) tokom i na kraju hlađenja utvrđena je samo kod *M. longissimus dorsi*, a ne i kod *M. semimembranosus*, i to i u zimskom i u letnjem periodu, ali primenom veće brzine hlađenja. Postupak hlađenja nije značajno uticao ($P > 0.05$) na "drip loss" *M. longissimus dorsi* i *M. semimembranosus*. Merenjima samo na *M. longissimus dorsi* nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) između kala kuvanja i vrednosti sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća) različitih hlađenih mišića.

Jones i sar. (1993) su ispitivali uticaj nekoliko režima brzog vazdušnog hlađenja polutki na kalo hlađenja, promenu brzine pada temperature i vrednosti pH i boju ($L^*a^*b^*$ vrednosti), "drip loss", rastvorljivost proteina, vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća) i dužinu sarkomera *M. longissimus dorsi* i *M. semimembranosus*. Primenom viših temperatura, odnosno manjih brzina hlađenja (na -20°C , sa brzinom strujanja vazduha od 5 m/s, u trajanju od 1, 2 i 3 sata i zatim sprej/konvencionalno po 60 sekundi na svakih 15 minuta sa ohlađenom vodom na 1°C , ukupno 40 ciklusa, na 1°C i sa brzinom strujanja vazduha od 1 m/s i zatim na 1°C , do 24 sata *post mortem*), u poređenju sa sprej/konvencionalnim hlađenjem, nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) u kalu hlađenja, s tim da se kalo hlađenja povećavao sa povećanjem brzine hlađenja. Suprotno, primenom nižih temperatura, odnosno većih brzina hlađenja (na -40°C i identičnim ostalim uslovima hlađenja) sa produženjem vremena brzog hlađenja kalo hlađenja se smanjivao, dok je kod polutki koje su najbrže hlađene (3 sata na -40°C) utvrđen prirast u masi polutki (zbog istovremenog sprej hlađenja). Sa produženjem vremena brzog hlađenja, utvrđeno je značajno snižavanje ($P < 0.05$) temperatura i u brzo hlađenim *M. longissimus dorsi* i u brzo hlađenim *M. semimembranosus* tokom hlađenja (3 sata i 6 sati *post mortem*), u poređenju sa sprej/konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi* i u *M. semimembranosus*, s tim da na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*) značajna razlika u temperaturama

između sprej/konvencionalno i brzo hlađenih polutki nije utvrđena ($P > 0.05$) samo kod *M. longissimus dorsi* koji su hlađeni na nižoj temperaturi (na -20°C), u poređenju sa sprej/konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*. Kod *M. longissimus dorsi*, nezavisno od temperature hlađenja, nakon 3 sata brzog hlađenja utvrđeno je značajno usporavanje ($P < 0.05$) brzine pada vrednosti pH, zatim i 6 sati *post mortem* i na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*), u poređenju sa sprej/konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*, dok je kod *M. semimembranosus* značajno ($P < 0.05$) usporavanje brzine pada vrednosti pH utvrđeno na višoj temperaturi hlađenja (-20°C) tokom hlađenja (3 sata *post mortem*) i na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*), a na nižoj temperaturi hlađenja (-40°C) samo tokom hlađenja (3 sata *post mortem*), u poređenju sa sprej/konvencionalno hlađenim *M. semimembranosus*. Kod *M. longissimus dorsi*, koji su hlađeni na višoj temperaturi (-20°C), u trajanju od 3 sata, u poređenju sa sprej/konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*, na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*) utvrđena je značajno ($P < 0.05$) tamnija boja (manja L^* vrednost), značajno manje ($P < 0.05$) a^* i b^* vrednosti, značajno manji ($P < 0.05$) "drip loss", značajno veća ($P < 0.05$) vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća) i značajno skraćanje ($P < 0.05$) dužine sarkomera, dok su pri istim uslovima hlađenja, kod brzo hlađenih *M. semimembranosus* utvrđene značajno manje ($P < 0.05$) a^* i b^* vrednosti i značajno veća ($P < 0.05$) vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća), u poređenju sa sprej/konvencionalno hlađenim *M. semimembranosus*. U istim ispitivanjima primenom nižih temperatura hlađenja (na -40°C), nakon 3 sata brzog hlađenja, kod brzo hlađenih *M. longissimus dorsi*, na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*), u poređenju sa sprej/konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*, utvrđena je značajno ($P < 0.05$) tamnija boja (L^* vrednost) i značajno manja ($P < 0.05$) b^* vrednost, dok je, pri istim uslovima hlađenja, kod brzo hlađenih *M. semimembranosus* utvrđena značajno ($P < 0.05$) tamnija boja (L^* vrednost) i značajno manje ($P < 0.05$) a^* i b^* vrednosti, u poređenju sa sprej/konvencionalno hlađenim *M. semimembranosus*.

Van der Wal i sar. (1995) su ispitivanjem uticaja dva režima ubrzanog vazdušnog hlađenja polutki (na -5°C , u trajanju od 2 sata i na -30°C , u trajanju od 30 minuta, sa brzinama strujanja vazduha od 1, 2 i 4 m/s i zatim na 0 do 4°C , sa brzinom strujanja vazduha od 0.5 m/s, do 24 sata *post mortem*), na kalo hlađenja i krajnji kvalitet svinjskog mesa, utvrdili da je kod konvencionalno hlađenih polutki (na 0 do 4°C , sa brzinom strujanja vazduha od 0.5 m/s do 24 sata *post mortem*) i ubrzano hlađenih polutki (na -5°C , u trajanju od 2 sata *post mortem*), na svim brzinama strujanja vazduha, kalo hlađenja oko 2.0 % (oko 0.9 kg po polutki), dok je kod ubrzano hlađenih polutki (na -30°C , u trajanju od 30 minuta), u poređenju sa ostalim režimima hlađenja, utvrđen značajno manji ($P < 0.001$) kalo hlađenja, s tim da se sa povećanjem brzine strujanja vazduha kalo hlađenja dodatno smanjivao. Tokom hlađenja, kod ubrzano hlađenih polutki na nekoliko pozicija utvrđena je značajno niža temperatura ($P < 0.001$), u poređenju sa temperaturama izmerenim na istim pozicijama u konvencionalno hlađenim polutkama. U istim ispitivanjima uticaja ubrzanog hlađenja na brzinu pada vrednosti pH, na sposobnost vezivanja vode ("drip loss" i filter papir metoda), kalo kuvanja, boju, dužinu sarkomera i vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća) *M. longissimus dorsi*, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*, utvrđeno je da se sa povećanjem brzine strujanja vazduha, kod ubrzano hlađenih polutki, značajno usporava ($P < 0.05$) brzina pada vrednosti pH i značajno smanjuje ($P < 0.05$) "drip loss" i to samo primenom jednog režima ubrzanog hlađenja (-5°C , 4 m/s), odnosno značajno povećava ($P < 0.05$) vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća) i značajno skraćuje ($P < 0.10$) dužina sarkomera i to primenom drugog režima ubrzanog hlađenja (-30°C , 4 m/s), što kako navode autori rada dovodi do povećanog rizika od pojave "cold shortening-a". Brzina hlađenja polutki nije značajno uticala

($P > 0.05$) na kalo kuvanja, sposobnost vezivanja vode (filter papir metoda) i boju (L^* vrednost) *M. longissimus dorsi*.

Ispitivanjem uticaja brzog višefaznog hlađenja polutki (na -15°C , u trajanju od 50 minuta, za tim na 5°C , u trajanju od 5 sati, zatim na -2°C , u trajanju od 6 sati i zatim na 5°C , do 24 sata *post mortem*) u poređenju sa sporim višefaznim hlađenjem (na 5°C , u trajanju od 7 sati, zatim na -2°C , u trajanju od 6 sati i zatim na 5°C , do 24 sata *post mortem*) Josell i sar. (2003) su utvrdili kod brzo hlađenih polutki značajno smanjenje kala hlađenja ($P \leq 0.001$), koji je iznosio 1.46%, u poređenju sa sporim hlađenjem kod kojeg je utvrđen kalo hlađenja od 1.89%. U istim ispitivanjima temperatura od 10°C u centru *M. longissimus dorsi* utvrđena je 3.5 sata *post mortem*, kod brzo hlađenih polutki, odnosno 8 sati *post mortem*, kod sporo hlađenih polutki. U sredini *M. semimembranosus* temperatura od 10°C utvrđena je 11.5 sati *post mortem*, kod brzo hlađenih polutki, odnosno 14 sati *post mortem*, kod sporo hlađenih polutki. Značajno usporavanje ($P \leq 0.05$) pada vrednosti pH tokom i na kraju hlađenja polutki (24 sata *post mortem*) utvrđeno je i kod brzo hlađenih *M. longissimus dorsi* (5, 7 i 24 sata *post mortem*), u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*, i kod brzo hlađenih *M. semimembranosus* (3, 5, 7 i 24 sata *post mortem*), u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. semimembranosus*. Brzo hlađenje polutki značajno je uticalo ($P = 0.002$) na tamniju boju (manja reflektanca utvrđena "FOP" uređajem) *M. longissimus dorsi*, u poređenju sa sporo hlađenim *M. longissimus dorsi*, ali navedeni uticaj nije ispoljen i na boju *M. semimembranosus* ($P > 0.05$). Merenjima samo na *M. longissimus dorsi*, između različito hlađenih mišića, nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) u sposobnosti vezivanja vode ("drip loss"), kalu kuvanja, vrednosti sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća), sočnosti, dužini sarkomera i dužini miofibrila, koja je merena 4 dana *post mortem*.

U ponovljenim ispitivanjima (Dransfield i sar., 1991) uticaja brzog hlađenja polutki (prema prethodno definisanom režimu: na -15°C , sa brzinom strujanja vazduha od 1.2 m/s, do dostizanja temperature od 10°C u sredini *M. longissimus dorsi*, odnosno do oko 3 sata od klanja, i zatim na 1°C , do 24 sata *post mortem*; Dransfield i Lockyer, 1985) na kvalitet svinjskog mesa, u poređenju sa konvencionalno hlađenim polutkama (na 1°C , sa brzinom strujanja vazduha od 0.5 m/s, do 24 sata *post mortem*) interna temperatura u dubini buta od 7°C kod konvencionalno hlađenih polutki dostignuta je 18 sati nakon klanja, a kod brzo hlađenih polutki 12 sati nakon klanja. Na početku (40 minuta *post mortem*) i na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*) nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) između vrednosti pH merenim u *M. longissimus dorsi* i *M. semimembranosus*, ali je tokom hlađenja (3 sata *post mortem*) utvrđeno značajno ($P < 0.05$) usporavanje pada vrednosti pH i to samo kod brzo hlađenih *M. longissimus dorsi*, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*. Između *M. longissimus dorsi* i između *M. semimembranosus*, sa konvencionalno i brzo hlađenih polutki, nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) u sposobnosti vezivanja vode ("drip loss"), ali je boja (reflektanca utvrđena "FOP" uređajem), koja je merena samo na *M. longissimus dorsi*, bila značajno ($P < 0.05$) tamnija (manja reflektanca utvrđena "FOP" uređajem) kod brzo hlađenih *M. longissimus dorsi*, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*. Brzina hlađenja polutki nije značajno ($P > 0.05$) uticala ni na tvrdoću mesa (Volodkevitch test) određenu nakon 3 dana kondicioniranja i to na oba mišića (*M. longissimus dorsi* i *M. semimembranosus*), odnosno nakon 7 dana kondicioniranja (tvrdoća merena samo na *M. longissimus dorsi*).

McFarlane i Unruh (1996) su primenjenim režimom brzog vazdušnog hlađenja polutki (na -25°C , u trajanju od 1 sata i zatim na 1°C , do 24 sata *post mortem*) već 2 sata *post mortem*, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem (na 1°C , do 24 sata *post mortem*), utvrdili značajno nižu ($P < 0.05$) temperaturu u *M. longissimus dorsi*, dok u isto vreme *post mortem* nije bilo značajnih razlika ($P > 0.05$) u brzinama pada

vrednosti pH između različito hlađenih *M. longissimus dorsi*. Na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*) nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) u temperaturama *M. longissimus dorsi*, ali je kod brzo hlađenih *M. longissimus dorsi* utvrđena tendencija značajno više ($P = 0.06$) vrednosti pH, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*. U istim ispitivanjima utvrđeno je da brzina hlađenja nema značajan uticaj ($P > 0.05$) na vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća) i količinu eksudata – iscedka kod *M. longissimus dorsi*, ali je, isto tako, kod ubrzano hlađenih *M. longissimus dorsi* utvrđena tendencija manjeg ($P = 0.09$) kala kuvanja, odnosno značajno manji ($P < 0.05$) ukupan kalo (eksudat i kalo kuvanja).

Milligan i sar. (1998) su ispitivanjem uticaja ubrzanog vazdušnog hlađenja (na -32°C , u trajanju od 100 minuta, sa brzinom strujanja vazduha od $2\text{ m}^3/\text{s}$ i zatim na 2°C , do 24 sata *post mortem*) na kvalitet svinjskog mesa, kod brže hlađenih polutki, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem (na 2°C do 24 sata *post mortem*), tokom celog hlađenja (1.5, 2.5, 3.5, 4.5 i 5.5 sati *post mortem*) i na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*) utvrdili značajno nižu temperaturu u dubini buta ($P < 0.01$). Primenjeni režim ubrzanog hlađenja rezultirao je i značajnim usporavanjem ($P < 0.05$) brzine pada vrednosti pH u *M. longissimus dorsi*, tokom hlađenja (4.5 i 5.5 sati) i na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*), u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*. U istim ispitivanjima uticaja ubrzanog hlađenja na boju (senzorno i instrumentalno), teksturu (senzorno), čvrstinu (senzorno), sposobnost vezivanja vode ("drip loss", količina eksudata – iscedka, sadržaj vode i procenat slobodne, vezane i imobilizirane vode), kalo kuvanja, rastvorljivost proteina i vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća) *M. longissimus dorsi* i *M. semimembranosus*, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi* i *M. semimembranosus*, kod ubrzano hlađenih *M. longissimus dorsi* utvrđene su značajno veće vrednosti ($P < 0.05$) za boju (senzorno), teksturu i čvrstinu, kao i značajno veća ($P < 0.05$) količina eksudata, zatim značajno manja ($P < 0.05$) $L^*a^*b^*$ vrednost i značajno veća vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća), dok je kod ubrzano hlađenih *M. semimembranosus* utvrđen značajno veći sadržaj vode ($P < 0.05$). U istim ispitivanjima, između ubrzano i konvencionalno hlađenih *M. longissimus dorsi* i između ubrzano i konvencionalno hlađenih *M. semimembranosus*, nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) u "drip loss-u", sadržaju slobodne, vezane i imobilizirane vode, odnosno brzina hlađenja nije imala značajan ($P > 0.05$) uticaj na kalo kuvanja, rastvorljivost proteina i na sadržaj vode u različito hlađenim *M. longissimus dorsi* i količinu eksudata i boju ($L^*a^*b^*$ vrednosti) različito hlađenih *M. semimembranosus*.

Kerth i sar. (2001) su u ispitivanjima uticaja ubrzanog vazdušnog hlađenja polutki na kvalitet mesa stres rezistentnih i stres osetljivih svinja, utvrdili da je ubrzano hlađenje polutki (na -20°C , u trajanju od 1.5 sat, sa brzinom strujanja vazduha od $0.1\text{ m}^3/\text{s}$ i zatim na 4°C , do 24 sata *post mortem*), u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem (na 4°C , do 24 sata *post mortem*), značajno uticalo ($P < 0.05$), do 21 sat *post mortem*, na brži pad temperature i u kareu i u butu, dok je na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*) značajno niža ($P < 0.05$) temperatura utvrđena samo u butu ubrzano hlađenih polutki, u poređenju sa konvencionalno hlađenim polutkama. Primenjeni režim ubrzanog hlađenja nije značajno uticao ($P > 0.05$) na usporavanje pada vrednosti pH u kareu i u butu, u bilo koje vreme *post mortem*. U istim ispitivanjima, nezavisno od genotipa, utvrđeno je da ubrzano hlađenje polutki, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem, značajno utiče ($P < 0.05$) na senzorni kvalitet karea i buta, odnosno na tamniju boju i veću čvrstinu, dok isti uticaj nije utvrđen ($P > 0.05$) za boju (određenu instrumentalno), odnosno za $L^*a^*b^*$ vrednosti, zatim "drip loss" i kalo kuvanja. Sa druge strane, povećanjem brzine hlađenja polutki utvrđeno je značajno smanjenje ($P < 0.05$) pojavljivanja BMV mesa i kod karea (sa 38 na 17 %, odnosno za 21.4 %) i kod butova (sa 32 na 10 %, odnosno za 21.9 %), kod stres osetljivih svinja, ali ne i kod stres rezistentnih svinja, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem.

U laboratorijskim ispitivanjima koja su izveli Rees i sar. (2002) između *M. longissimus dorsi* koji su otkošteni 30 minuta *post mortem* i koji su zatim kondicionirani u vodenom kupatilu na različitim temperaturama (0, 7, 14 i 21°C) do 60 minuta nakon početka *rigor mortis*-a (pH < 5.8), utvrđena je značajna razlika ($P < 0.001$) u brzini pada temperature, između svih tretmana, već nakon 1 sat od klanja, pa sve do kraja kondicioniranja, tako da su mišići kondicionirani na 0°C imali najnižu temperaturu, a mišići kondicionirani na 21°C su imali najvišu temperaturu. Na početku i na kraju kondicioniranja i nakon 4 dana *post mortem* (vakuum upakovani *M. longissimus dorsi* i držani na 2°C) nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) u vrednosti pH različito kondicioniranih *M. longissimus dorsi*. Brzina pada vrednosti pH tokom kondicioniranja bila je slična u svim tretmanima ($P > 0.05$). Kod mišića koji su kondicionirani na 0°C utvrđen je značajno veći ($P < 0.01$) "drip loss", u poređenju sa mišićima koji su kondicionirani na 21°C. Na kraju perioda kondicioniranja nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) u boji (L^* vrednost) između različito kondicioniranih *M. longissimus dorsi*, ali je 4 dana *post mortem*, sa povećanjem temperature kondicioniranja, utvrđeno povećanje L^* vrednosti, odnosno svetlija boja ($P < 0.001$). Vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća) na kraju perioda kondicioniranja nije se značajno razlikovala ($P > 0.05$) između različito kondicioniranih *M. longissimus dorsi*, ali jeste 4 dana *post mortem*, tako što sa povećanjem temperature kondicioniranja značajno smanjivala ($P < 0.01$) vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća), odnosno mišići kondicionirani na 0°C su bili mnogo tvrdi od mišića koji su kondicionirani na višim temperaturama. Suprotan trend, u odnosu na mekoću, utvrđen je za indeks fragmentacije miofibrila, odnosno na kraju perioda kondicioniranja nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) u indeksu fragmentacije miofibrila različito kondicioniranih *M. longissimus dorsi*, ali je 4 dana *post mortem*, sa povećanjem temperature kondicioniranja, utvrđeno značajno povećanje ($P < 0.01$) indeksa fragmentacije miofibrila. Dužina sarkomera bila je značajno kraća ($P < 0.01$) kod *M. longissimus dorsi*, koji su kondicionirani na 0°C, na kraju perioda kondicioniranja i 4 dana *post mortem*, u poređenju sa ostalim tretmanima. Sadržaj katepsina B, na kraju perioda kondicioniranja, bio je značajno manji ($P < 0.05$) kod *M. longissimus dorsi* koji su kondicionirani na 21°C, u poređenju sa ostalim tretmanima, dok u sadržaju enzima katepsina B, katepsina B + L i katepsina D, na kraju perioda kondicioniranja, nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$), između različitih tretmana. SDS-PAGE analizom, koja je urađena prvog i četvrtog dana *post mortem*, utvrđeno je da različiti uslovi kondicioniranja nisu doveli do razlika u degradaciji proteina, odnosno miofibrila, s tim da je četvrtog dana *post mortem* utvrđena degradacija konektina (titina), nebulina i troponina-T, kod svih tretmana.

U ponovljenim laboratorijskim ispitivanjima Rees i sar. (2003) su otkoštavanjem *M. longissimus dorsi* 30 minuta *post mortem* i zatim kondicioniranjem u vodenom kupatilu na dve različite temperature (2 ili 14°C) do 60 minuta nakon početka *rigor mortis*-a (pH < 5.8), utvrdili značajno brži pad temperature ($P < 0.001$) i značajno sporiji pad vrednosti pH ($P < 0.01$), odnosno značajno duže vreme ($P < 0.01$) do početka *rigor mortis*-a, kod *M. longissimus dorsi* koji su kondicionirani na 2°C. Kod *M. longissimus dorsi* koji su kondicionirani na 2°C utvrđena je značajno veća ($P < 0.01$) vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća) 2, 4 i 8 dana *post mortem*, ali ne i nakon završenog kondicioniranja ($P > 0.05$). Mekoća, ocenjena senzorno 2 dana *post mortem*, takođe je bila značajno manja ($P < 0.01$) kod *M. longissimus dorsi* koji su kondicionirani na 2°C. Na ostale ispitane parametre kvaliteta ("drip loss", boja – $L^*a^*b^*$ vrednosti, ukus, sočnost) na kraju kondicioniranja, odnosno 4 dana *post mortem*, nije utvrđen značajan uticaj ($P > 0.05$) uslova kondicioniranja. Nakon završenog kondicioniranja između različito hladjenih *M. longissimus dorsi* nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) u rastvorljivosti sarkoplazmatskih proteina, dužini sarkomera i indeksu

fragmentacije miofibrila, međutim četvrtog dana *post mortem* kod *M. longissimus dorsi* koji su hlađeni na 2°C utvrđena je značajno manja dužina sarkomera ($P < 0.05$) i značajno manji indeks fragmentacije miofibrila ($P < 0.01$), u poređenju sa *M. longissimus dorsi* koji su hlađeni na 14°C. SDS-PAGE analizom, koja je urađena na kraju kondicioniranja i četvrtog dana *post mortem*, utvrđeno je da različiti uslovi kondicioniranja nisu doveli do razlika u degradaciji proteina, odnosno miofibrila, odnosno da sporiji režim hlađenja nije uticao na denaturaciju proteina. SDS-PAGE analizom koja je urađena četvrtog dana *post mortem* utvrđena je degradacija konektina (titina) i troponina-T, nezavisno od uslova kondicioniranja.

Springer i sar. (2003) su ispitivanjem uticaja ubrzanog vazdušnog hlađenja polutki na poboljšanje kvaliteta svinjskog mesa utvrdili da sa produženjem vremena ubrzanog hlađenja u tunelu (na -32°C, sa brzinom strujanja vazduha od 2 m³/s, u trajanju od 60, 90, 120 i 150 minuta i zatim na 2°C, do 24 sata *post mortem*), u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem (na 2°C, sa brzinom strujanja vazduha od 1.2 m³/s, do 24 sata *post mortem*), dolazi do značajno bržeg pada temperature ($P < 0.05$) i u sredini *M. longissimus dorsi* i u dubini buta i to tokom i na kraju hlađenja (1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5 i 24 sati *post mortem*), s tim da je značajno brži pad temperature ($P < 0.05$) utvrđen već nakon 60 minuta ubrzanog hlađenja u tunelu. Primenjenim režimima ubrzanog hlađenja 3.5 sata *post mortem* utvrđena je značajno viša ($P < 0.05$) vrednost pH u *M. longissimus dorsi* koji su ubrzano hlađeni 90 i 120 minuta, dok je 4.5 i 5.5 sati *post mortem* utvrđena značajno viša ($P < 0.05$) vrednost pH u *M. longissimus dorsi* koji su ubrzano hlađeni 90, 120 i 150 minuta, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*, s tim da na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*) nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) u vrednostima pH različito hlađenih *M. longissimus dorsi*. Suprotno, kod *M. semimembranosus* značajno viša ($P < 0.05$) vrednost pH utvrđena je samo 1.5 sat *post mortem* i to kod konvencionalno hlađenih mišića, u poređenju sa ubrzano hlađenim *M. semimembranosus*, dok u ostalim vremenima *post mortem* između različito hlađenih *M. semimembranosus* nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) u vrednostima pH. U istim ispitivanjima utvrđen je pozitivan uticaj ubrzanog hlađenja na nekoliko važnih parametara kvaliteta svinjskog mesa i to prvenstveno kod *M. longissimus dorsi*. U poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*, kod ubrzano hlađenih *M. longissimus dorsi*, senzorno je utvrđena značajno tamnija boja, bolja tekstura i bolja čvrstina ($P < 0.05$), ali ne i bolja sočnost ($P > 0.05$). Boja (L^* vrednost) je bila značajno tamnija ($P < 0.05$) kod svih ubrzano hlađenih *M. longissimus dorsi*, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*, s tim da su *M. longissimus dorsi* koji su ubrzano hlađeni 120 i 150 minuta bili značajno ($P < 0.05$) tamniji i od *M. longissimus dorsi* koji su ubrzano hlađeni 60 minuta. Na istim mišićima (*M. longissimus dorsi*) nije utvrđen značajan uticaj ubrzanog hlađenja na a^* vrednost ($P > 0.05$), ali jeste na b^* vrednost. Kod svih ubrzano hlađenih *M. longissimus dorsi*, utvrđeno je značajno ($P < 0.05$) smanjenje b^* vrednosti, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*. U istim ispitivanjima kod *M. semimembranosus* nije utvrđen značajan uticaj ($P > 0.05$) ubrzanog hlađenja na boju (senzorna ocena i $L^*a^*b^*$ vrednosti), teksturu i čvrstinu, ali jeste za inicijalnu sočnost ($P < 0.05$). Značajan uticaj ubrzanog hlađenja ($P > 0.05$) nije utvrđen ni za "drip loss", kao ni za količinu eksudata – iscedka kod *M. longissimus dorsi*, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus*, kao ni između različito hlađenih *M. semimembranosus*. Navedeni uticaj nije utvrđen ni za sadržaj vode, procenat slobodne, vezane i imobilizirane vode između različito hlađenih *M. longissimus dorsi*, ali jeste kod *M. semimembranosus* nakon 120 i 150 minuta ubrzanog hlađenja ($P < 0.05$), tako što je utvrđen veći sadržaj vode, manji procenat slobodne vode, veći procenat vezane vode i veći procenat imobilizirane vode, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. semimembranosus*.

Hambrecht i sar. (2004) su primenom trofaznog brzog vazdušnog hlađenja polutki (na -15°C , sa brzinom strujanja vazduha od 3 m/s, u trajanju od 15 minuta, zatim na -10°C , sa brzinom strujanja vazduha od 2 m/s, u trajanju od 38 minuta i zatim na -1°C , sa brzinom strujanja vazduha od 2 m/s, u trajanju od 38 minuta i zatim na 4°C , do 22 sata *post mortem*), u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem (na 4°C , sa brzinom strujanja vazduha od 0.5 m/s, do 22 sata *post mortem*), u oba ispitana mišića (*M. longissimus dorsi* i *M. semimembranosus*) tokom hlađenja (2.5, 4.5 i 6.5 sati *post mortem*) utvrdili značajno ($P < 0.05$) nižu temperaturu, ali ne i na kraju hlađenja, odnosno 24 sata *post mortem* ($P > 0.05$). Primenjenim režimom brzog hlađenja tendencija značajnog usporavanja ($P = 0.061$) pada vrednosti pH utvrđena je samo kod *M. semimembranosus* i to u toku, ali ne i na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*), u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. semimembranosus*, dok kod različito hlađenih *M. longissimus dorsi* nije utvrđena značajna razlika u brzini pada vrednosti pH ($P > 0.05$). U istim ispitivanjima, između brzo i konvencionalno hlađenih *M. longissimus dorsi*, nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) u boji, iskazanoj preko $L^*a^*b^*$ vrednosti, i sposobnosti vezivanja vode ("drip loss" i "filter paper press" metoda), ali jeste u boji koja je iskazana preko "FOP" vrednosti (reflektanca), tako što je kod brzo hlađenih *M. longissimus dorsi* utvrđena značajno veća vrednost ($P < 0.05$), odnosno svetlija boja, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*. Brzim hlađenjem polutki, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem, značajno se smanjila ($P < 0.05$) električna provodljivost kod *M. longissimus dorsi*.

Zhang i sar. (2006) su ispitivali uticaj brzog vazdušnog hlađenja polutki (na -20°C , sa brzinom strujanja vazduha od 3 do 4 m/s, u trajanju od 1 sata i zatim na 2°C , do 24 sati *post mortem*) na kvalitet *M. longissimus dorsi*, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem (na 2°C , sa brzinom strujanja vazduha od 1 do 2 m/s do 24 sati *post mortem*). Tokom i na kraju hlađenja (3, 5 i 24 sata *post mortem*) kod brzo hlađenih polutki utvrđen je značajno brži pad temperature ($P < 0.05$) u sredini *M. longissimus dorsi*. Primenjenim režimom brzog hlađenja tokom (3 i 5 sati *post mortem*) hlađenja utvrđeno je značajno ($P < 0.05$) usporavanje pada vrednosti pH, ali na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*) nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) u vrednostima pH različito hlađenih *M. longissimus dorsi*. Kod brzo hlađenih *M. longissimus dorsi* utvrđen je značajno manji ($P < 0.05$) "drip loss", u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*, dok na ostale parametre kvaliteta (količinu iscedka, kalo kuvanja, vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća) i boju – $L^*a^*b^*$ vrednosti) postupak hlađenja nije značajno uticao ($P > 0.05$).

Bertram i sar. (2001) su u model ispitivanjima uticaja brzine hlađenja na *post mortem* energetski metabolizam i dinamiku pada vrednosti pH, simulirajući komercijalno sporo i komercijalno brzo hlađenje, utvrdili da brzo hlađenje značajno ubrzava pad temperature i da značajno usporava brzinu pada vrednosti pH, s tim da je najveća razlika (0.25 jedinica) između različito hlađenih *M. longissimus dorsi* utvrđena 150 minuta *post mortem*. U istim ispitivanjima utvrđen je i značajan uticaj brzog hlađenja na poboljšanje sposobnosti vezivanja vode.

Prema rezultatima Møller i Vestergaard (1987), koji su ispitivali uticaj brzine hlađenja na mekoću svinjskog mesa, samo kod *M. longissimus dorsi* sa višim inicijalnim vrednostima pH (definisan kao $\text{pH}_{45\text{min}}$ od 6.1 do 6.5), a ne i kod *M. longissimus dorsi* sa nižim inicijalnim vrednostima pH (definisan kao $\text{pH}_{45\text{min}}$ od 5.7 do 6.1), bez ili sa odloženim hlađenjem od 2 sata (na 2 do 4°C) pre ubrzanog vazdušnog hlađenja polutki u tunelu (na -28 do -22°C , u trajanju od 65 min i zatim od 2 do 4°C) i zatim otkošenih 3 sata (bez odloženog hlađenja) i 5 sati *post mortem* (sa odloženim hlađenjem od 2 sata), dolazi do povećanja vrednosti sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća), dok je značajno manja dužina sarkomera utvrđena samo kod mišića otkošenih 3 sata *post mortem* (bez odloženog hlađenja), u poređenju sa mišićima sa konvencionalno

hlađenih polutki (od 2 do 4°C), pri čemu je koeficijent korelacije između dužine sarkomera i vrednosti sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća) iznosio –0.57. U istim ispitivanjima utvrđeno je da ni odloženo hlađenje polutki od 2 sata pre ubrzanog hlađenja nema značajan uticaj ($P > 0.05$) na poboljšanje mekoće mišića sa višim inicijalnim vrednostima pH kada su mišići otkošteni 30 sati *post mortem*, ali odloženo hlađenje polutki od 4 sata značajno ($P < 0.05$) poboljšava mekoću merenu 30 sati *post mortem*. Vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća) i dužina sarkomera nije se značajno razlikovala ni 7 sati *post mortem* između ubrzano (sa odloženim hlađenjem od 4 sata) i konvencionalno hlađenih *M. longissimus dorsi*. Indeks miofibrilarne fragmentacije, koji je meren 3, 5 i 7 sati *post mortem*, nije se značajno razlikovao ($P > 0.05$) između različito hlađenih *M. longissimus dorsi*.

U laboratorijskim ispitivanjima koja su obavili Feldhusen i Kühne (1992) utvrđen je značajan uticaj brzog hlađenja (na –20°C, u trajanju od 25 do 35 minuta, sa brzinom strujanja vazduha od 3 m/s i relativnom vlažnošću od 100% i zatim na 5°C, sa brzinom strujanja vazduha od 0.2 m/s i relativnom vlažnošću od 90%), u poređenju sa kontrolnim hlađenjem (na 5°C, sa brzinom strujanja vazduha od 0.2 m/s i relativnom vlažnošću od 90%), na smanjenje dužine sarkomera 3 sata i 45 minuta i 24 sata *post mortem* ($P < 0.05$ i $P < 0.01$) kod brzo hlađenih mišića sa normalnom brzinom glikolize (*M. longissimus dorsi*: pH_{45min} od 5.6 do 6.45 i *M. semimembranosus*: pH_{45min} od 5.8 do 6.5), a značajno povećanje vrednosti sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća) takođe je utvrđeno 3 sata i 45 minuta ($P < 0.01$) i 24 sata *post mortem* ($P < 0.05$) kod brzo hlađenih *M. longissimus dorsi* i samo 3 sata i 45 minuta *post mortem* ($P < 0.01$) kod brzo hlađenih *M. semimembranosus*, u poređenju sa kontrolno hlađenim *M. longissimus dorsi* i *M. semimembranosus*. Značajne razlike u mekoći nisu utvrđene ($P > 0.05$) između različito hlađenih *M. longissimus dorsi* i *M. semimembranosus* sa normalnom brzinom glikolize nakon tenderizacije od 48 i 72 sata *post mortem*, niti u bilo koje vreme *post mortem* kod *M. longissimus dorsi* i *M. semimembranosus* sa ubrzanim tokom glikolize (*M. longissimus dorsi*: pH_{45min} < 5.6 i *M. semimembranosus*: pH_{45min} < 5.8). Dubina penetracije, kod mišića sa normalnom brzinom glikolize, značajno je bila manja kod brzo hlađenih *M. longissimus dorsi* ($P < 0.01$) i *M. semimembranosus* ($P < 0.05$) 3 sata i 45 minuta *post mortem*, u poređenju sa kontrolno hlađenim *M. longissimus dorsi* i *M. semimembranosus*, ali ne i 72 sata *post mortem*, dok kod mišića sa ubrzanim tokom glikolize nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) za ovaj parametar mekoće, u bilo koje vreme *post mortem*. Različite brzine hlađenja nisu značajno uticale ($P > 0.05$) na promenu brzine pada vrednosti pH u *M. longissimus dorsi* i u *M. semimembranosus*, ni kod mišića sa normalnom, ni kod mišića sa ubrzanom glikolizom.

Gigiel i sar. (1989) su ispitivali uticaj nekoliko različitih alternativnih postupaka hlađenja (hlađenje sa visokom relativnom vlažnošću vazduha: temperatura od 4°C, relativna vlažnost vazduha od 97%, brzina strujanja vazduha od 0.37 m/s, u trajanju od 23 sata; odloženo hlađenje u kombinaciji sa visokom relativnom vlažnošću: temperatura od 10°C, relativna vlažnost vazduha od 98%, brzina strujanja vazduha od 0.55 m/s, u trajanju od 2 sata i zatim na temperaturi od 4°C, sa relativnom vlažnošću vazduha od 97%, brzinom strujanja vazduha od 0.37 m/s, u trajanju od 21 sat; odloženo hlađenje u kombinaciji sa sprej hlađenjem: temperatura od 10°C, relativna vlažnost vazduha od 98%, brzina strujanja vazduha od 0.71 m/s, u trajanju od 2 sata i zatim na temperaturi od 4°C, sa relativnom vlažnošću vazduha od 97%, brzinom strujanja vazduha od 0.31 m/s, u trajanju od 21 sat, s tim da je sprej hlađenje primenjeno u prvih 6 sati od klanja na svakih 20 minuta; brzo hlađenje u kombinaciji sa visokom relativnom vlažnošću: temperatura od –20°C, brzina strujanja vazduha od 2.57 m/s, u trajanju od 1.5 sata i zatim na temperaturi od 4°C, sa relativnom vlažnošću vazduha

od 97%, brzinom strujanja vazduha od 0.30 m/s, u trajanju od 21.5 sat; brzo hlađenje u kombinaciji sa konvencionalnim hlađenjem: temperatura od -20°C , brzina strujanja vazduha od 2.73 m/s, u trajanju od 1.5 sata i zatim na temperaturi od 4°C , sa relativnom vlažnošću vazduha od 92%, brzinom strujanja vazduha od 0.41 m/s, u trajanju od 21.5 sat) na mogućnost skraćivanja hlađenja i kala hlađenja, zatim na vrednost pH (40 minuta i 24 sata *post mortem*), sposobnost vezivanja vode ("drip loss"), boju (reflektanca utvrđena "FOP" uređajem, 40 minuta i 24 sata *post mortem*), kalo kuvanja i teksturu (mekoću) *M. longissimus dorsi* i mikrobiološki kvalitet polutki (ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija), u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem (temperatura od 4°C , relativna vlažnost vazduha od 92%, brzina strujanja vazduha od 0.33 m/s, u trajanju od 23 sata). Kod svih postupaka hlađenja, hlađenje je započelo 1 sat *post mortem*. Primenjenim postupcima hlađenja interna temperatura od 7°C utvrđena je u intervalu od 15.7 (brzo hlađenje u kombinaciji sa konvencionalnim) do 19.0 sati (odloženo hlađenje u kombinaciji sa visokom relativnom vlažnošću vazduha), dok je kalo hlađenja iznosio od 0.95 (odloženo hlađenje u kombinaciji sa sprej hlađenjem) do 2.17% (konvencionalno hlađenje). Značajno veća ($P < 0.05$) vrednost za teksturu, utvrđena je kod *M. longissimus dorsi* koji su brzo hlađeni i zatim konvencionalno i to u poređenju sa svim ostalim postupcima hlađenja. Između ostalih pokazatelja tehnološkog kvaliteta, različito hlađenih *M. longissimus dorsi*, utvrđene razlike nisu bile značajne ($P > 0.05$). Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija nije se značajno razlikovao ($P > 0.05$) između lateralne i medijalne strane polutki pre hlađenja, niti između lateralne i medijalne strane polutki posle hlađenja, odnosno pre i posle hlađenja polutki, nezavisno od primenjenog režima hlađenja.

Kriogenim hlađenjem polutki (potapanjem polutki u tečni azot u trajanju od 1 ili 3 minuta i zatim na 1°C , do 24 sata *post mortem*), u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem (na 1°C , sa brzinom strujanja vazduha od 0.5 m/s, do 24 sata *post mortem*), Jones i sar. (1991) su sa povećanjem brzine hlađenja, 6 sati *post mortem* i na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*), utvrdili značajno ($P < 0.05$) smanjenje kala hlađenja. Sa povećanjem brzine hlađenja, već 2 sata i zatim 6 sati *post mortem* utvrđen je i značajno brži pad temperature ($P < 0.05$) u *M. longissimus dorsi*, ali na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*) nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) u temperaturi različito hlađenih *M. longissimus dorsi*. Povećanje brzine hlađenja uticalo je i na promenu brzine pada vrednosti pH. Kod *M. longissimus dorsi* sa polutki koje su potapane u tečni azot (3 minuta), 6 sati *post mortem*, utvrđen je značajno ($P < 0.05$) sporiji pad vrednosti pH, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*, ali na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*) nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) u vrednostima pH *M. longissimus dorsi* sa različito hlađenih polutki. U istim ispitivanjima nije utvrđen značajan uticaj ($P > 0.05$) veće brzine hlađenja na boju ($L^*a^*b^*$ vrednosti), "drip loss", rastvorljivost proteina i dužinu sarkomera, ali je kod *M. longissimus dorsi* sa polutki koje su bile potopljene u tečni azot, u trajanju od 1 minuta, utvrđena značajno ($P < 0.05$) veća vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća), u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. longissimus dorsi*. Takođe, značajna razlika ($P > 0.05$) nije utvrđena ni u ukupnom broju aerobnih mezofilnih bakterija, na površini različito hlađenih polutki, odnosno poređenjem ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija na početku i na kraju hlađenja. Ni konvencionalno hlađenje, ni hlađenje tečnim azotom, nema značajan uticaj na promenu ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija na površini polutki. U istim ispitivanjima, primenom nešto drugačijeg režima hlađenja, na kraju konvencionalnog hlađenja u *M. semimembranosus* jedino je značajno porastao ($P < 0.05$) broj bakterija *P. fragi* Ju 7, u poređenju sa brojem bakterija pre početka hlađenja. U poređenju sa brojem bakterija pre hlađenja i u poređenju sa brojem bakterija nakon konvencionalnog hlađenja u *M. semimembranosus* sa polutki koje su hlađene potapanjem u tečni azot (3 minuta) utvrđen je

značajno manji ($P < 0.05$) broj bakterija *Pseudomonas* D23, *Pseudomonas fragi* Ju 7, *Pseudomonas fragi* Ju 14, *Brochotrix thermospacta* B2, *E. coli* ATCC 11775 i *Salmonella typhimurium* ATCC 14028, dok broj bakterija *Alteromonas putrefaciens* ATCC 8071, *Lactobacillus divergens* M2 i *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, iako je bio manji, nije značajno smanjen ($P > 0.05$).

Okanović (1993) je ispitivanjem uticaja brzog hlađenja polutki (na -30°C , sa intenzivnom cirkulacijom vazduha, u trajanju od 2 sata i zatim na 2°C) i ran ijeg otkoštavanja polutki (6 i 8 sati *post mortem*), nakon brzog hlađenja, na kvalitet *M. semimembranosus*, koji su bili namenjeni izradi kuvane šunke, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem (na 2°C do 24 sata *post mortem*), kod kojeg je utvrđen kalo hlađenja od 1.67%, utvrdili značajno manji kalo hlađenja ($P < 0.01$) kod brzo hlađenih polutki (0.44 i 0.50%), koje su otkoštene ranije, odnosno 6 i 8 sati *post mortem*. Tokom hlađenja, odnosno do 6 i do 8 sati *post mortem* utvrđena je značajno niža ($P < 0.001$) temperatura u dubini buta, kod brzo hlađenih polutki, u poređenju sa konvencionalno hlađenim polutkama. Na kraju hlađenja nije utvrđena značajna razlika u vrednosti pH ($P < 0.05$) različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih *M. semimembranosus*. Kod brzo hlađenih *M. semimembranosus*, koji su otkoštani 6 i 8 sati *post mortem*, utvrđen je značajno veći ($P < 0.05$) sadržaj glikogena i značajno manja ($P < 0.01$) ukupna rastvorljivost proteina, odnosno kod *M. semimembranosus* koji su otkoštani 6 sati *post mortem* utvrđen je značajno manji ($P < 0.05$) sadržaj mineralnih materija, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. semimembranosus*. U istim ispitivanjima nije utvrđen značajan uticaj ($P > 0.05$) postupka hlađenja i vremena otkoštavanja *post mortem* na ostale ispitane parametre hemijskog i tehnološkog kvaliteta *M. semimembranosus* (sadržaj vode, sadržaj proteina, sadržaj masti, sposobnost vezivanja vode, plastičnost). Po svojoj strukturi vlakna *M. semimembranosus*, koji su otkoštani 24 sata *post mortem*, bila su manjeg dijametra, opružena i sa uočljivim razmacima između vlakana, dok je kod *M. semimembranosus* koji su brzo hlađeni i ranije otkoštani (6 i 8 sati *post mortem*) uočena znatna valovitost, zbijenost i zaobljenost vlakana. Ispitivanjem mikrobiološkog kvaliteta mišića buta, u dubini, najveći broj (više od dozvoljenog broja) ukupnih aerobnih mezofilnih bakterija utvrđen je u uzorcima mišića otkoštenih 6 sati *post mortem*, zatim nešto manji (više od dozvoljenog broja) u uzorcima mišića otkoštenih 8 sati *post mortem*, a značajno manji (manje od dozvoljenog broja) u uzorcima mišića otkoštenih 24 sata *post mortem*. No, iako je nađen veći ukupni broj aerobnih mezofilnih bakterija od maksimalno dozvoljenog, značajno je da ni u jednom od ispitanih uzoraka nije utvrđeno prisustvo patogenih mikroorganizama (*Escherichia coli*, *Proteus*, *Salmonella*, koagulaza pozitivne stafilokoke, sulfitoredujuće klostridije).

Ispitivanjem uticaja brzog hlađenja polutki (na -30°C , bez intenzivne cirkulacije vazduha, i na -35°C , sa intenzivnom cirkulacijom vazduha, u trajanju od 2 sata i zatim na 0 do 4°C , do 22 sata *post mortem*) na kvalitet *M. semimembranosus*, koji su bili namenjeni izradi kuvane šunke, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem (na 0 do 4°C do 22 sata *post mortem*) Zagorac (1994) je utvrdila značajno ($P < 0.01$) brži pad temperature u dubini buta tokom, ali ne i na kraju hlađenja ($P > 0.05$). Vrednost pH 3 sata *post mortem* je bila viša, odnosno sadržaj glikogena značajno viši ($P < 0.01$) kod brže hlađenih *M. semimembranosus*, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *M. semimembranosus*. Brzim hlađenjem količina mesa BMV kvaliteta izdvojenog sa buta, namenjenog za izradu kuvane šunke, smanjena je sa 29.43%, koliko je utvrđeno kod butova sa konvencionalno hlađenih polutki, na 19.75%, odnosno na 17.25%, koliko je utvrđeno kod butova sa brzo hlađenih polutki. Kod svih ispitanih grupa mišića buta, nezavisno od postupka hlađenja, i na površini i u dubini mišića, utvrđen je dobar mikrobiološki kvalitet, odnosno ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija bio je ispod maksimalno dozvoljenog i nešto manji kod *M. semimembranosus* sa brzo hlađenih polutki, u poređenju sa *M. semimembranosus* sa konvencionalno hlađenih polutki, a prisustvo patogenih

mikroorganizama nije registrovano (*Escherichia coli*, *Proteus*, *Salmonella*, *Streptococcus faecalis*, sulfitoreredukujuće klostridije).

Ingram i Roberts (1976) su utvrdili konzistentno smanjenje populacija *Enterobacteriaceae* i koliformnih bakterija, kao i smanjenje broja polutki pozitivnih na *Escherichia coli*, nakon brzog hlađenja, u poređenju sa stanjem pre hlađenja.

Carr i sar. (1998) su u ispitivanjima uticaja brzog vazdušnog hlađenja polutki svinja (od -10 do -25°C , u trajanju od 45 minuta do 1 sat, i zatim na 2°C , do 23 sata *post mortem*), u kombinaciji sa popuštanjem kože i masnog tkiva na toplo, na mikrobiološku populaciju butova i karea, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem (na 2°C , do 24 sata *post mortem*), utvrdili da postupak hlađenja i popuštanje masnog tkiva na toplo nema značajan uticaj ($P > 0.05$) na ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija. Takođe, značajna razlika ($P > 0.05$) nije utvrđena ni u broju koliformnih bakterija između konvencionalno i brzo hlađenih polutki sa kojih je popuštena koža i masno tkivo na toplo. Međutim, na polutkama koje su konvencionalno hlađene, bez popuštanja kože i masnog tkiva na toplo, utvrđen je značajno veći ($P \leq 0.05$) broj koliformnih bakterija, u poređenju sa brzo hlađenim polutkama, sa kojih, takođe, nije popušteno masno tkivo na toplo. U istim ispitivanjima utvrđeno je da postupak hlađenja mnogo više utiče na broj mlečno kiselih bakterija (smanjuje ga brzo hlađenje polutki, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem polutki), nego popuštanje masnog tkiva na toplo. Međutim, utvrđene razlike nisu značajne ($P > 0.05$). Na dalje, utvrđeno je da brzo hlađenje, kada sa polutki nije popuštena koža i potkožno masno tkivo, u poređenju sa konvencionalno hlađenim polutkama, sa kojih takođe nije popuštena koža i potkožno masno tkivo, značajno smanjuje broj populacija *Staphylococcus*-a, ali ne i na polutkama kada su koža i potkožno masno tkivo popušteni na toplo.

Brzim hlađenjem polutki svinja smanjuje se broj *Escherichia coli* za 1 log jedinicu, a broj *Salmonella* pozitivnih polutki se smanjile sa 33%, koliko je utvrđeno pre brzog hlađenja, na 17%, koliko je utvrđeno posle brzog hlađenja (Jensen i Christensen, 2000). Isti autori (Jensen i Christensen, 2000) izračunali su da se kombinacijom dekontaminacije polutki toplom vodom i brzog hlađenja smanjuje broj mikroorganizama više nego samo primenom dekontaminacije. Broj *Escherichia coli* na polutkama svinja brzim hlađenjem, dekontaminacijom toplom vodom (80°C) i kombinacijom dekontaminacije toplom vodom i brzog hlađenja smanjuje se za manje od 1, više od 2 i više od 2.7 log jedinica, dok se kombinacijom dekontaminacije toplom vodom i brzog hlađenja smanjuje prisustvo *Salmonella* na polutkama svinja na nivo ispod granice detekcije u 90% slučajeva.

Gill i sar. (2000) su u ispitivanjima različitih tehnološkog postupka obrade trupova svinja na liniji klaja i postupka hlađenja (brzo vazdušno hlađenje i sprej hlađenje ili njihova kombinacija) u osam različitih klanica, utvrdili da tokom hlađenja, na površini polutki, dolazi do značajnog povećanja, značajnog smanjenja ili ostaje nepromenjen broj ukupnih aerobnih mezofilnih bakterija, koliformnih bakterija i *Escherichia coli*.

Chang i sar. (2003) su ispitivali uticaj konvencionalnog (na 4°C do 24 sata *post mortem*) i brzog hlađenja (na -15°C , 4 sata i zatim na 4°C do 24 sata *post mortem*) na smanjenje bakterijske populacije i to na način što su pre početka hlađenja polutke svinja, sa ili bez kože, inokulirali sa fecesima svinja u kojima je bio prisutan manji, odnosno veći ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija i u kojima su bile ili nisu bile prisutne patogene bakterije. U poređenju sa nivoom kontaminacijom pre hlađenja, postupak hlađenja kod polutki koje su inokulirane sa fecesom u kojem se nalazio manji broj bakterija, nezavisno od prisustva ili odsustva kože sa polutki, nije značajno uticao na smanjenje mezofilnih aerobnih bakterija, koliformnih bakterija, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* i *Salmonella typhimurium*. Međutim, u istim ispitivanjima

utvrđeno je da je i brzo i konvencionalno hlađenje mnogo efikasnije u smanjenju bakterijske populacije kada je površina polutki inokulirana sa fecesom u kojem se nalazi veći broj bakterija. Brzim hlađenjem prisustvo *Campylobacter coli* na polutkama svinja je smanjeno na nivo ispod granice detekcije.

2.5. Rasecanje i otkoštavanje svinjskog mesa

Rasecanje i otkoštavanje ohlađenih polutki vrši se u posebnim prostorijama, smeštenim u neposrednoj blizini prostorija za hlađenje. Uslovi koje moraju da ispunjavaju objekti u kojima se obavlja rasecanje i četvrtanje polutki, u našoj zemlji, regulisano je Pravilnikom o uslovima koje moraju da ispunjavaju objekti za klanje životinja, obradu, preradu i uskladištenje proizvoda životinjskog porekla (Službeni list SFRJ, broj 53, 1989) i Pravilnikom o veterinarsko-sanitarnim uslovima objekta za proizvodnju i promet hrane životinjskog porekla (Službeni glasnik RS, broj 11, 2008). Prema Pravilniku o veterinarsko-sanitarnim uslovima objekta za proizvodnju i promet hrane životinjskog porekla (Službeni glasnik RS, broj 11, 2008) u prostorijama za rasecanje i obradu mesa mora da se održava temperatura vazduha do 12°C, odnosno pri rasecanju, otkoštavanju i obradi (na primer, rezanje, sečenje na kocke i drugo), kao i tokom umotavanja i pakovanja mesa papkara, kopitara i krupne divljači, odnosno gajene divljači, mora da se održava temperatura do 7°C. Međutim, ako je prostorija za rasecanje i obradu mesa u sastavu objekta za klanje životinja, meso može da se otkoštava i raseca pre postizanja temperature od 7°C, ako je to potrebno ra di tehnološkog postupka.

Honikel (1999a) navodi da rasecanje polutki počinje posle dostizanja konačne vrednosti pH i temperature (7°C). Rasecanje ohlađenog mesa ne bi trebalo da poveća temperaturu mesa. Makro- i mikrokonfencionirano meso za maloprodaju mora biti ohlađeno na 4°C (svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj). Temperatura mora da bude niža, što se duže meso skladišti.

Prostorija za otkoštavanje i obradu mesa namenjenog izradi polutrajnih konzervi (konzervi od mesa u komadima – kuvanih šunki), a koje se izrađuju u posebnim prostorijama odvojenim od ostalih proizvodnih prostorija, mora biti funkcionalno povezana sa ostalim prostorijama za proizvodnju polutrajnih konzervi (konzervi od mesa u komadima – kuvanih šunki) (Pravilnik o uslovima koje moraju da ispunjavaju objekti za klanje životinja, obradu, preradu i uskladištenje proizvoda životinjskog porekla, Službeni list SFRJ, broj 53, 1989).

But se od polutke odvaja poprečnim rezom između poslednjeg slabinskog i prvog krsnog pršljena i presecanjem trbušnog zida uz san but, a od kolenice rezom u kolenom zglobu, pri čemu veliki ribić (*M. gastrocnemius*) ostaje u sastavu mesa buta (Pravilnik o kvalitetu zaklanih svinja i kategorizaciji svinjskog mesa, Službeni list SFRJ, broj 2, 1985, i izmena i dopuna broj 12, 1985. i broj 24, 1986). Prema istom Pravilniku (Službeni list SFRJ, broj 2, 1985, i izmena i dopuna broj 12, 1985. i broj 24, 1986) besi buta je označeno kao meso I kategorije. Meso buta (I kategorija mesa) koje se koristi za izradu kuvane šunke definisano je i standardizovano kao meso koje sadrži najviše do 5% masti (Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa, Službeni list SCG, broj 33, 2004).

Prema Kodeks alimentarius standardu za kuvanu salamurenu šunku – "COOK CURED HAM" (Codex Alimentarius Standard for Cooked Cured Ham, Codex Stan 96-1981, Rev. 1 – 1991) ovaj proizvod se izrađuje od mesa zadnje noge svinja odvojene transversalno od preostalog dela polutke i to ne dalje od kraja

karlične kosti. Sve kosti, hrskavice, tetive i ligamenti moraju biti uklonjeni. Koža i masno tkivo mogu, ali i ne moraju biti uklonjeni.

Otkoštavanjem buta dobija se nekoliko većih komada mesa koje čine pojedini mišići ili grupe mišića, a to su kapak – spoljna strana buta (*M. gluteus superficialis*, *M. gluteus medius*, *M. gluteus profundus*), ruža (*M. quadriceps femoris*), frikando (*M. semitendinosus*), švansla (*M. biceps femoris*), šol – unutrašnja strana buta (*M. gracilis*, *M. semimembranosus*, *M. sartorius*, *M. adductor*, *M. pectineus*) (Rede i Petrović, 1997).

Za proizvodnju šunke u konzervi meso butova se odvaja sa kostiju, a sa njega se izdvaja masno i vezivno tkivo. Svi mišići buta mogu se upotrebiti za izradu šunki u konzervi. Međutim, pošto su mišići buta veoma često različite boje (npr. *M. quadriceps femoris* i *M. semimembranosus* su tamno crvene boje, a *M. biceps femoris* izrazito svetlo crvene boje) to je podesnije da se ne sastavljaju zajedno u jednu konzervu, jer bi takav proizvod u tom slučaju bio sastavljen od delova različite boje, što se smatra nedostatkom. Da bi se izbegla pojava ovog nedostatka mišići se odvajaju u grupe u zavisnosti od boje. Obično se odvajaju u tri ili četiri grupe. (Rahelić i sar., 1980).

2.6. Proizvodnja i karakteristike kvaliteta kuvane šunke

2.6.1. Pojam i opšte karakteristike kvaliteta kuvane šunke

Kuvana šunka je proizvod od mesa kojeg treba prvenstveno da karakteriše sočnost, boja i održivost (Müller, 1989).

U našoj zemlji, prema Pravilniku o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa (Službeni list SCG, broj 33, 2004), pod Konzervama se podrazumevaju proizvodi dobijeni od različitih vrsta mesa, masnog i vezivnog tkiva i iznutrica, a mogu im se dodati, voda, kuhinjska so, zamene za so, aditivi, začini, ekstrakti začina, ugljeni hidrati, belančevinasti proizvodi i namirnice, koji se posle različitih vidova obrade i prerade pune i hermetički zatvaraju u posude ili odgovarajuće omotače i konzervišu postupcima sterilizacije, kuvanja i pasterizacije.

Konzerve moraju da ispunjavaju sledeće zahteve:

- 1) da su hermetične;
- 2) da nisu deformisane;
- 3) da je spoljna površina čista i bez znakova korozije;
- 4) da su dno i poklopac neznatno ulegnuti, da pod pritiskom ne federiraju, osim kod limenki sa poklopcem od aluminijuma koji je narezan i otvara se na potez (tir hop), koje mogu blago federirati i dno može biti ravno ili neznatno izbočeno, kao i da su posude napunjene;
- 5) da su dupli šavovi limenke pravilno formirani, bez deformacija na šavovima i u njihovoj okolini;
- 6) da je uzdužni šav limenke preklopni ili dupli, s tim što limenke s preklopnim uzdužnim šavom moraju biti zaštićene dopunskim slojem laka posle izrade uzdužnog šava;
- 7) da su unutrašnje površine limenke zaštićene prevlakom laka koja mora biti hemijski otporna prema dejstvu sadržaja limenke i imati dobru athezivnost;
- 8) da mrke ili crne mrlje ne prelaze na sadržaj;

9) da su izgled, sastav, ukus, miris, boja, konzistencija i tekstura svojstveni za odgovarajuću vrstu proizvoda.

Prema vrsti upotrebene sirovine i načinu proizvodnje, konzerve se proizvode i stavljaju u promet kao konzerve od mesa u komadima, konzerve od mesa u sopstvenom soku, konzerve od usitnjenog mesa, kobasice u konzervi i jela u konzervi.

Savremena proizvodnja kuvane šunke sastoji se od nekoliko osnovnih operacija: klasiranja i pripreme mesa, salamurenja ubrizgavanjem, mehaničke obrade, punjenja, termičke obrade i hlađenja gotovog proizvoda (Slika 2.6.1) (Scheid, 1984; 1986; Xargayó i sar., 2007a).

Konzerve od mesa u komadima su proizvodi dobijeni od različitih vrsta mesa, a mogu im se dodati voda, kuhinjska so, zamene za so, aditivi, ugljeni hidrati i belančevinasti proizvodi.

Konzerve dobijene od većih komada mesa, koje čine celi mišići ili grupe mišića, u svom nazivu imaju reč "kuvane", konzerve dobijene od manjih komada mesa u svom nazivu imaju reč "oblikovane", a mogu da se proizvode i druge vrste srodnih proizvoda. U proizvodnji konzervi od većih komada mesa može da se upotrebljava usitnjeno meso iste vrste i kategorije u količini koja ne sme biti veća od 5%. U nazivu proizvoda od svinjskog mesa ne navodi se vrsta mesa, a u nazivu proizvoda od drugih vrsta mesa mora biti navedena vrsta mesa od kojeg je dobijen proizvod. Proizvodi koji se stavljaju u promet u omotačima u svom nazivu moraju da nose i oznaku "u crevu" ili "u omotu".

Konzerve od mesa u komadima moraju da ispunjavaju sledeće zahteve:

- 1) da imaju boju, miris i ukus, koji su svojstveni kuvanom salamurenom mesu;
- 2) da je meso u gotovom proizvodu čvrste konzistencije i da su delovi mesa međusobno povezani.

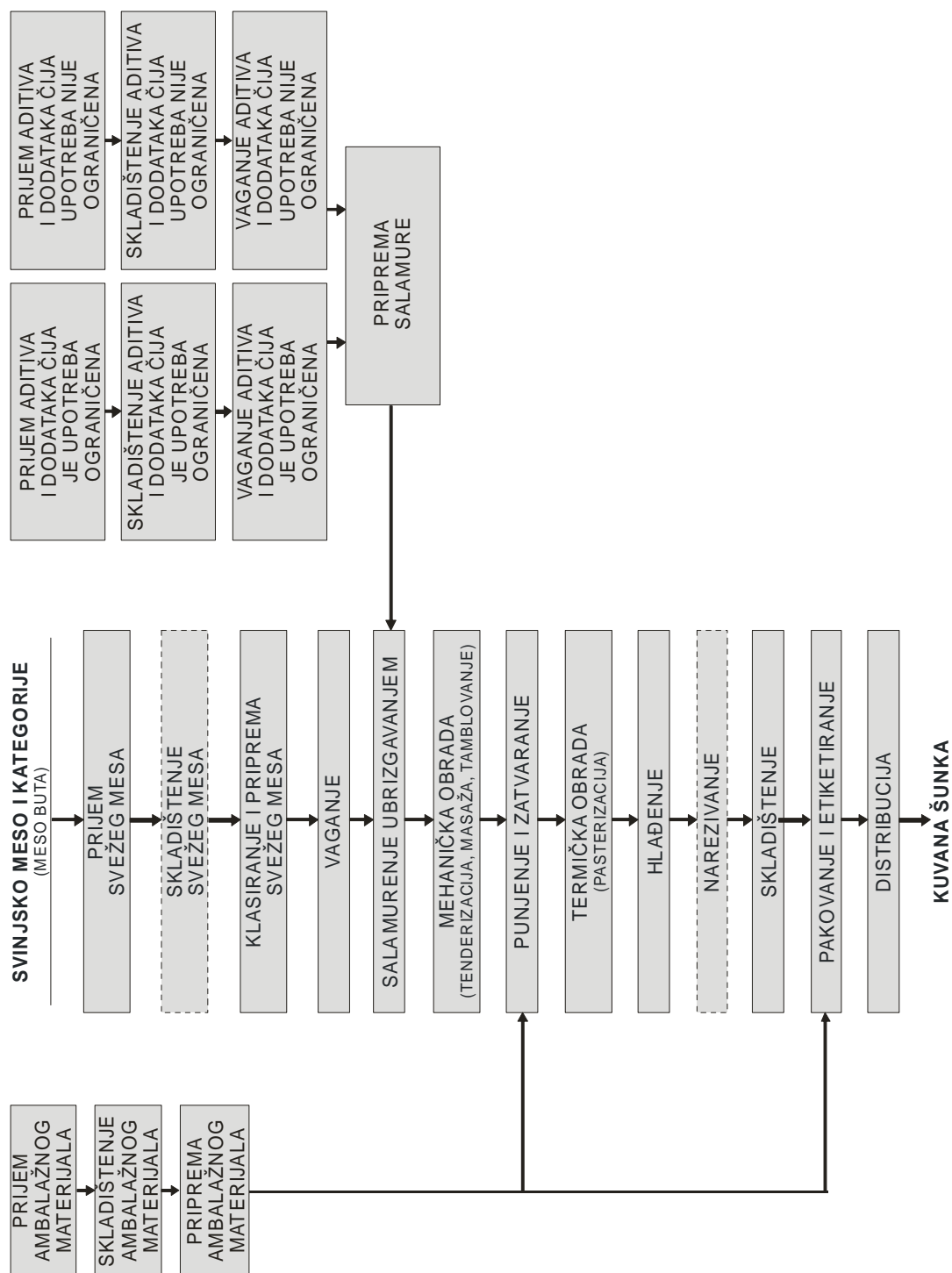
Kuvana šunka je proizvod dobijen od mesa svinjskog buta, vode, kuhinjske soli ili zamene za so, šećera i aditiva. U proizvodu pod nazivom kuvana šunka minimalni sadržaj proteina mesa ne sme biti manji od 16%.

Druge vrste srodnih proizvoda dobijaju se od različitih vrsta mesa I kategorije, a mogu im se dodati voda, kuhinjska so, zamene za so, aditivi, začini, ugljeni hidrati i belančevinasti proizvodi. U nazivu proizvoda navodi se vrsta mesa i proizvoda. U ovim proizvodima minimalni sadržaj ukupnih proteina ne sme biti manji od 10% (Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa, Službeni list SCG, broj 33, 2004).

Prema Kodeks alimentarius standardu za kuvanu salamurenu šunku – "COOK CURED HAM" (Codex Alimentarius Standard for Cooked Cured Ham, Codex Stan 96-1981, Rev. 1 – 1991) meso mora biti salamureno, a može biti i dimljeno, začinjeno i/ili sa dodatkom arome.

Prema istom standardu (Codex Alimentarius Standard for Cooked Cured Ham, Codex Stan 96-1981, Rev. 1 – 1991) osnovne ingredijencije koje se koriste u proizvodnji kuvane salamurene šunke su nesalamureno meso i salamura, koja se sastoji od vode, kuhinjske soli i natrijum ili kalijum nitrita. Kao opcione ingredijencije mogu se koristiti:

- saharoza, invertni šećer, dekstroza (glukoza), laktoza, maltoza, glukozni sirup (uključujući i kukuruzni sirup), med,
- začini, ostale soli za salamurenje i dodaci,
- u vodi rastvorljivi proteini, aromatizovani hidrolizati proteina,
- želatin.



Slika 2.6.1. Dijagram toka proizvodnje kuvane šunke, odnosno konzervi od mesa u komadima, u industrijskim objektima za preradu mesa u Srbiji

Deklaracija proizvoda pored naziva kuvana šunka treba da sadrži i oznake: sa kožom, u ili sa sopstvenim sokom, zatim uz dodatak želatina, agara, alginata ili karagenana, da li je dimljena, odnosno da li su dodate komponente dima (Codex Alimentarius Standard for Cooked Cured Ham, Codex Stan 96-1981, Rev. 1 – 1991).

Prema Kodeks alimentarius standardu za kuvanu salamurenu šunku (Codex Alimentarius Standard for Cooked Cured Ham, Codex Stan 96-1981, Rev. 1 – 1991) prosečan sadržaj proteina mesa u nemasnom delu proizvodu mora biti $\geq 18\%$, odnosno najmanji sadržaj proteina mesa u nemasnom delu proizvodu mora biti 16.5%.

Prema međunarodnom (Američkom) standardu (USDA – MIPS, 1992) kvalitet, odnosno klasa kuvane šunke (Tabela 2.6.1) od 1984. godine određuje se na osnovu "PFF" ("Protein Fat Free") vrednosti koja predstavlja sadržaj proteina mesa izražen kao procenat nemasnog dela gotovog proizvoda, jer dodati sastojci smanjuju sadržaj proteina u obezmašćenom proizvodu u odnosu na taj sadržaj u svežem nesalamurenom mesu. Ta minimalna količina proteina označava se kao "PFF" i odražava prisustvo dodatih ingredijencija, uključujući i vodu. "PFF" se dobija na osnovu utvrđenog sadržaja proteina i masti:

$$PFF = \frac{\% \text{ proteina}}{100 - \% \text{ masti}} \times 100$$

Tabela 2.6.1. Minimalna zahtevana "PFF" vrednost za različite klase kvaliteta kuvane šunke (USDA – MIPS, 1992)

Naziv proizvoda	Minimalna "PFF" vrednost (%)
"COOK HAM"	20.5
"COOK HAM with natural juice"	18.5
"COOK HAM water added"	17
"COOK HAM and water product"	<17

Krajnji hemijski sastav, biološka vrednost i tehnološki i senzorni kvalitet kuvane šunke, odnosno klasa proizvoda, zavisi od kvaliteta upotrebljene sirovine, sastava i količine dodate salamure, stepena mehaničke obrade i vremena termičke obrade i primenjene temperature (Delahunty i sar. 1997).

2.6.2. Osnovne tehnološke operacije u proizvodnji kuvane šunke

Klasiranje i priprema svežeg mesa

Scheid (1984) preporučuje da meso pre salamurenja treba da bude ohlađeno na 4°C. Istu optimalnu temperaturu mesa navodi i Oluški (1973) i smatra da temperatura mesa u toku proizvodnje ne sme da bude iznad 7°C, kao i da od temperature mesa i od primenjenog hlađenja u narednim operacijama zavisi izgled, održivost, ukus, konzistencija i boja kuvane šunke. Ukoliko je meso niže temperature, prema istom autoru (Oluški, 1973), meso ne prima salamuru, te se dobija proizvod nepoželjnih senzornih svojstava. Prema Xargayó i sar. (2007c) optimalna temperatura mesa pre salamurenja je u intervalu od 1 do 4°C.

Prema USDA – FSIS opštem HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) planu za proizvodnju termički obrađenih, odnosno pasterizovanih proizvoda od mesa (kuvana šunka), za koje je neophodno održavanje "hladnog lanca" tokom skladištenja i distribucije (USDA – FSIS, 1999b) sveže svinjsko meso se, sve vreme, do prerade, mora čuvati na temperaturi ispod 4.4°C (40°F), s obzirom da na višim temperaturama postoji biološki rizik, odnosno može da dođe do rasta patogenih mikroorganizama (*Salmonella*, *Listeria monocytogenes*) i iz tog razloga je skladištenje svežeg svinjskog mesa identifikovano kao kritična kontrolna tačka.

Prema Müller-u (1989) najvažniji faktor pri izboru sirovine za izradu kuvane šunke je vrednost pH, dok su prema Xargayó (2007b) najvažniji faktori pri izboru sirovine za izradu kuvane šunke: vrednost pH, prisustvo (odsustvo) masnog tkiva i zrelost mesa. Za izradu kuvane šunke najbolje je meso sa krajnjim vrednostima pH između 5.6 i 6.3 (Xargayó, 2007b), odnosno prema Müller-u (1989) za izradu kuvane šunke najbolje je ohlađeno meso sa vrednostima pH u intervalu između 5.8 i 6.2, što predstavlja optimalni, odnosno kompromisni interval vrednosti pH. Meso sa niskim vrednostima pH (vrednost pH < 5.8) ima slabu sposobnost vezivanja vode i svetlu boju ("otvorena struktura"), dok meso sa visokim vrednostima pH (vrednost pH > 6.2) ima dobru sposobnost vezivanja vode, ali i suviše tamnu boju, slabiju održivost i neadekvatan miris i ukus (Müller, 1989). Sa druge strane, meso sa relativno niskim vrednostima pH ("otvorena struktura") bolje apsorbuje soli salamure, dok meso sa relativno visokim vrednostima pH usporava konverziju nitrita u azot monoksid (Müller, 1989). Slično, prema Honikel-u (1999a) visoke vrednosti pH (vrednosti pH > 5.85) poboljšavaju vezivanje vode što prilično odgovara prerađivačima mesa. Meso sa nižim vrednostima pH ima slabiju sposobnost vezivanja vode i svetliju boju (BMV meso), dok su nedostaci mesa sa višim vrednostima pH (TČS meso) slabija održivost i suviše tamna boja (Honikel, 1999a).

U Sjedinjenim Američkim Državama se zahteva da ovaj tip proizvoda bude gotovo bez masti ("free of fat"), dok takvi zahtevi ne postoje, na primer, u Italiji i Francuskoj. U Španiji kuvana šunka se proizvodi od mesa svinja sa telesnom masom od 80 do 90 kg i to nakon zrenja mesa najmanje 48 do 72 sata nakon klanja, odnosno nakon popuštanja *rigor mortis*-a, dok u nekim zemljama gde je uobičajen produžen tov svinja (telesna masa od 120 do 150 kg), zbog tvrdih mišićnih vlakana, zrenje traje i duže (Xargayó, 2007b).

Slično, prema Barton-Gade-ovoj (1985) najbolji kvalitet salamurenih, termički obrađenih, proizvoda dobija se ako meso nije BMV kvaliteta, ako ima visok sadržaj proteina i malu količinu intramuskularne masti i ako je sa srednjom ili većom količinom pigmenata.

Značaj izdvajanja i uticaj mesa izmenjenog kvaliteta na kvalitet kuvane šunke

Za proizvodnju konzervi od mesa u komadima (kuvane šunke) veoma je važno obezbediti kvalitetnu sirovinu. S obzirom da se u proizvodnji kuvane šunke koriste svi mišići buta, osim mišića kolenice, a neki od njih su izmenjenih svojstava, primarni zadatak je odabiranje sirovine, odnosno izdvajanje BMV mišića. Ukoliko se ne izdvoje iz sirovine, BMV mišići se u gotovom proizvodu, dobijenom standardnom tehnologijom, uočavaju po vrlo bleđoj boji i gruboj teksturi i vlaknastoj strukturi (Uzelac i sar, 1987). Slično, Townsend i sar. (1980) i Wirth (1986) takođe konstatuju da se upotreba BMV mišića u gotovom proizvodu manifestuje bledom bojom, malom sposobnošću vezivanja vode, lošom emulgujućom sposobnošću masti, malim prinosom, zrnastom i mrvičastom teksturom i lošom konzistencijom.

Još je Wirt (1972) pisao o teškoćama u proizvodnji kuvane šunke, ako se ne izdvoji BMV meso, čije su osobine, kao što su: smanjena sposobnost vezivanja vode, promene u mogućnosti primanja salamure, slabo razvijanje i zadržavanje boje i promene u ukusu, neprihvatljive u ovom proizvodu. Upotreba mesa ovakvog kvaliteta daje proizvod sa ozbiljnim nedostacima i prema zaključku Wirt-a (1972) ne preporučuje se korišćenje BMV mesa za kuvane salamurene proizvode.

O'Neill i sar. (2003), takođe, zaključuju da BMV meso, u poređenju sa mesom normalnog kvaliteta, nepovoljno utiče na kvalitet kuvane šunke, što se prvenstveno odražava na značajno slabiju sposobnost vezivanja vode, kao kuvanja, mogućnost narezivanja, boju i oksidaciju lipida. U ovom ispitivanju izračunato je da kuvana šunka proizvedena od BMV mesa ima za 50% nižu cenu, odnosno vrednost (IRL£ 4.90), u poređenju sa kuvanom šunkom proizvedenom od mesa normalnog kvaliteta (IRL£ 9.80).

Honkavaara (1989) je utvrdio da je sposobnost vezivanja vode kuvane šunke proizvedene od BMV mesa manja za 33% od proizvoda napravljenog od mesa normalnog kvaliteta, kao i da dodatak fosfata (0.2 – 0.3%) ne poboljšava sposobnost vezivanja vode BMV mesa. Takođe, tehnološki prinos kuvane šunke od BMV mesa bio je za 4.7% ispod normalnog.

Barton-Gade-ova (1985) navodi da tehnološki nedostaci BMV mesa nisu toliko značajni ako se u proizvodnji koriste različiti aditivi i odgovarajuća mehanička obrada, jer je u svojim ispitivanjima utvrdila gubitak pri termičkoj obradi (% želea) manji od 1% čak i kada je sirovina bila 100% BMV meso. Sa druge strane, autorka zaključuje da BMV meso uvek daje svetliju boju i uslovljava slabiju sposobnost narezivanja kod gotovog proizvoda.

SFR Jugoslavija je bila jedan od većih evropskih proizvođača kuvane šunke koje je, uglavnom, plasirala na tržište SAD. Jedan od najznačajnijih problema u izradi tog proizvoda je bio neujednačenost kvaliteta sirovine, odnosno velika učestalost pojavljivanja mišića BMV kvaliteta. Tako, Okanović i sar. (1992a) iznose podatke dugogodišnjeg kontinuiranog praćenja kvaliteta mesa u proizvodnji polutrajnih konzervi u IM "Mitros", prema kojima količina mišića zahvaćena BMV promenama veoma zavisi od godišnjeg doba, te da se usled ove pojave značajno smanjuje količina sirovine za izradu kuvane šunke za SAD i to za: 18.5% u zimskom, 21.9% u letnjem, 30.4% u jesenjem i 35.6% u prolećnom periodu. Dalje, Okanović (1991) i Okanović i sar. (1992b) zaključuju, na bazi opsežnih ispitivanja, da se od mišića BMV svojstava ne može proizvesti polutrajna konzerva u foliji, po uobičajenom tehnološkom postupku, traženog kvaliteta za tržište SAD. Iz tog razloga autori su modifikovali postupak salamurenja BMV mišića primenom proteinskih aditiva na bazi hidrolizata kožica i krvne plazme i intenziviranjem mehaničke obrade, radi korekcije izrazito slabe sposobnosti vezivanja vode i boje mišića BMV svojstava. Zaključili su da se učinjenim modifikacijama tehnologije proizvodnje kuvane šunke uspelo proizvesti konzervu optimalnog spoljnog izgleda i sa minimalnim gubitkom soka i želea, međutim boja je ocenjena samo kao prihvatljiva, a ukus kao ne prihvatljiv.

Ispitujući mogućnost kombinovanja BMV mesa (0, 25, 50, 75, 100%) i mesa normalnog kvaliteta (100, 75, 50, 25, 0%) u proizvodnji toplo dimljenih salamurenih proizvoda od svinjskog mesa uz dodatak različitih kombinacija koncentrata proteina soje, natrijum kazeinata i modifikovanih skrobova Schilling i sar. (2004) zaključuju da se sa dodatkom BMV mesa u količini od 25% još uvek mogu dobiti proizvodi visokog kvaliteta.

Na bazi utvrđenog slabijeg tehnološkog prinosa i senzornog kvaliteta kuvanih šunki proizvedenih od BMV mesa, u poređenju sa kuvanim šunkama proizvedenim od mesa normalnog kvaliteta, Honkavaara (1988) predlaže mogućnost mešanja BMV mesa sa mesom normalnog kvaliteta u proizvodnji suvih fermentisanih kobasica.

2.6.3. Salamurenje mesa

Salamurenje se sastoji od niza hemijskih procesa koji se odvijaju između sastojaka salamure i proteina mišića. U tim procesima učestvuju primarno proteini miofilamenata i mioglobin iz sarkoplazme (Rahelić i sar., 1980).

Dopremanje soli za salamurenje radi odigravanja procesa salamurenja je difuziono – osmotski proces (Rahelić i sar., 1980).

Difuzija soli u mesu zavisi od više činilaca kao što su količina soli, odnosno koncentracija soli u salamuri, postupak salamurenja, odnos između količine mesa i salamure, osobine mesa (građa, hemijski sastav i vrednost pH), temperatura, veličina i masa mesa, a posebno trajanja salamurenja. Bez obzira na sve činioce difuzija soli u mesu je spora i treba da traje onoliko vremena koliko je potrebno da se u mesu postigne određeni sadržaj soli (Vuković, 2006).

Da bi se stvorili uslovi za odvijanje procesa salamurenja potrebno je da se sastojci salamure dovedu u neposredan dodir sa sastojcima mišića sa kojim reaguju. Dovođenje soli salamure u dodir sa reaktivnim komponentama mesa može biti različito, dok su sami procesi koji se odvijaju tokom salamurenja isti bez obzira na koji način je omogućeno njihovo odvijanje. Razlike u dovođenju komponenta salamure u dodir sa proteinima mesa su posledica različitih postupaka koji se primenjuju. Tok procesa salamurenja uslovljen je brzinom prodiranja soli u meso (Rahelić i sar., 1980).

U uslovima proizvodnje dodir između salamure i mesa se uspostavlja na različite načine, odnosno suvim soljenjem i salamurenjem i vlažnim salamurenjem, koje može biti potapanjem u salamuru ili ubrizgavanjem salamure (Rahelić i sar., 1980).

Soljenjem i salamurenjem mesa ne dobijaju se gotovi proizvodi, već se meso konzerviša i priprema za druge vidove prerade (Vuković, 2006).

Vremenom, odnosno razvitkom efikasnijih postupaka konzervisanja, konzervišući učinak soli kod proizvoda koji se vlažno salamure, zbog čega je taj postupak primarno i uveden u praksu, postao je manje značajan. Najizrazitiji dokaz promene značaja u primeni salamurenja su konzerve, jer se meso za te proizvode više ne salamuri primarno zbog konzervišućeg efekta, koji se postiže termičkom obradom, već sa ciljem da proizvod dobije specifična senzorna svojstva, odnosno određenu slanost, mekoću, sočnost i specifičnu crveno ružičastu boju (Rahelić i sar., 1980).

Proces salamurenja značajno, pozitivno ili negativno, utiče na miris i ukus, boju i stabilnost boje, čvrstinu i prinos kuvanih salamurenih proizvoda (Müller, 1989).

Najstariji postupak vlažnog salamurenja je potapanje mesa u rastvor salamure (Rahelić i sar., 1980). Meso se čuva potopljeno u salamuri sve dok se u njemu ne postigne određeni sadržaj soli (oko 2%), a količina salamure treba da je 1.5 do 2 puta veća od količine mesa. Na početku salamurenja soli difunduju u meso, a voda iz mesa prelazi u salamuru. Difuzija soli je brža na početku salamurenja, kada je razlika između sadržaja soli u salamuri i mesu najveća. S povećanjem sadržaja soli u mesu, povećava se kapacitet hidracije proteina miofibrila i meso ponovo vezuje vodu iz salamure. Usled vezivanja soli i vode povećava se masa salamurenog mesa za 10 do 20% (Vuković, 2006).

U želji za još većim skraćanjem trajanja salamurenja, odnosno difuziono – osmotskih procesa, uveden je postupak ubrizgavanja salamure u mišića uz naknadnu mehaničku obradu mesa. Difuziono – osmotski procesi u mesu salamurenom ubrizgavanjem salamure mnogoigonom ubrizgivačem mnogo se

menjaju u odnosu na te procese u mesu potopljenom u salamuru. Kada se ovakav postupak ubrizgavanja kombinuje sa mehaničkom obradom mesa, sa ili bez vakuuma, onda je ta pojava još više izražena (Rahelić i sar., 1980).

2.6.3.1. Ingredijencije (aditivi i dodaci) za salamurenje i njihovo doziranje

Svaka komponenta smeše za salamurenje ima određeno delovanje. Zahvaljujući tome, kombinacijom raznih jedinjenja prave se salamure određenih poželjnih svojstava. Na taj način utiče se i na kvalitet salamurenog mesa (Rahelić i sar., 1980).

Prema Pravilniku o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine (Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005) sledi da je aditiv svaka supstanca koja se, bez obzira na njenu hranljivu vrednost, ne koristi kao namirnica, niti predstavlja karakteristični sastojak namirnica, ali se iz tehnoloških razloga dodaje u toku proizvodnje, prerade, pripreme, obrade, pakovanja, transporta ili čuvanja, i direktno ili indirektno preko svojih međuproizvoda postaje ili može da postane njen sastojak. Mešavina aditiva je proizvod dobijen mešanjem dva ili više pojedinačnih aditiva, istih ili različitih funkcionalnih svojstava, i odgovarajućih nosača, pod uslovom da je takvo mešanje tehnološki opravdano.

Prema ovom Pravilniku (Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005) za pojedine aditive je propisana maksimalno dozvoljena količina aditiva koja može biti prisutna u namirnici, odnosno njihova upotreba je ograničena, dok za pojedine aditive maksimalno dozvoljena količina aditiva nije propisana (princip *quantum satis*) i tada se aditiv koristi prema principima dobre proizvođačke prakse (DPP), u količini koja nije veća od potrebne da se postigne željeni tehnološki efekat, pri čemu aditiv ne menja prirodu, sastav i kvalitet proizvoda.

U aditive koji se primenjuju u proizvodnji kuvane šunke spadaju: stabilizatori (različite vrste fosfata), konzervansi (nitriti, nitrati, sorbati, benzoati i rapahidroksibenzoati), antioksidansi (askorbinska kiselina, natrijum askorbat i natrijum eritorbat), boje (najčešće se koristi košenila), stabilizatori (karagenan, ksantan guma, guma iz semena rogača, itd) i pojačivači aroma (mononatrijum glutaminat, dinatrijum guanilat, dinatrijum inozitat) (Freixanet, 2007a).

U dodatke koji se primenjuju u proizvodnji kuvane šunke, pored vode, spadaju: kuhinjska so, proteini (animalni i biljni), skrobovi, šećeri i arome (likeri i vina, voćni sokovi, hidrolizati biljnih proteina, derivati oleorizina iz prirodnih začina, voće, povrće, ekstrakti dima i dr.) (Freixanet, 2007a).

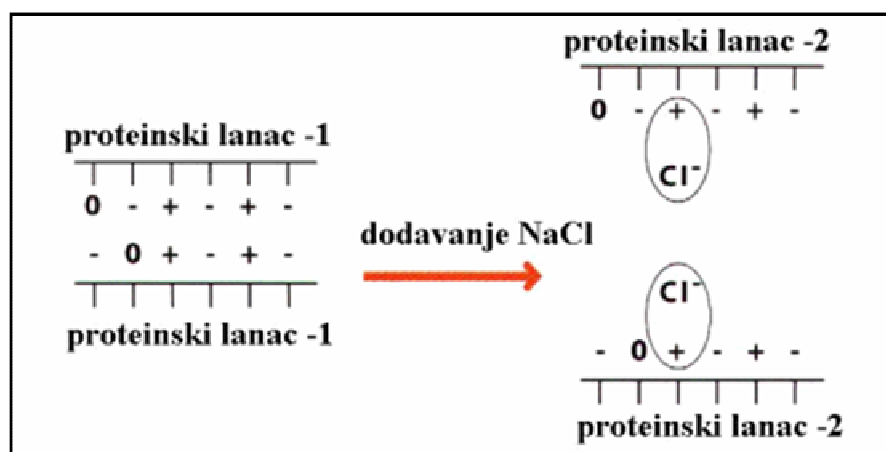
Standardne komponente salamure, koje su po svojoj prirodi neorganske soli i koje direktno učestvuju u procesu salamurenja, su (Schneider i Rede, 1999): kuhinjska so, fosfati i nitriti.

Kuhinjska so kao osnovna ingredijencija salamure

Kada se razmatra delovanje sastojaka salamure na meso na prvom mestu treba napomenuti kuhinjsku so. Ta so utiče višestruko na meso. Najznačajnija svojstva su joj da menja ukus i sposobnost vezivanja vode. Pored toga kuhinjska so poseduje i konzervišuće svojstvo (Rahelić i sar., 1980).

Soljena hrana dobija prijatan slankast ukus, čime se skrivaju ili ublažavaju drugi nepoželjni ukusi. Pored toga, kuhinjska so je sastojak neophodan za normalno odvijanje fizioloških funkcija organizma (Rahelić i sar., 1980; Desmond, 2006).

U količinama u kojima se obično dodaje (2 – 3%) kuhinjska so deluje na proteine mesa u smislu povećanja njihove sposobnosti vezivanja vode. Delovanje kuhinjske soli na sposobnost vezivanja vode objašnjava se aktivitetom jona hlora (Slika 2.6.2). Joni hlora u mesu normalne vrednosti pH, odnosno iznad izoelektrične tačke proteina, kidaju jonske mostove između amino i karboksilnih grupa ostataka amino kiselina u lancu proteina. Na oslobođene amino grupe vezuju se joni hlora, neutrališući njihov naboj, dok oslobođene karboksilne grupe ostaju sposobne da vežu dipolne molekule vode. Prekidanjem jonskih mostova prekidaju se veze između lanaca proteina tako da se oni odmiču jedni od drugih pa se povećava prostor među proteinskim lancima. U tako razlabavljenoj strukturi lanaca proteina ima mesta za uglavljivanje više molekula vode koje se tamo zadržavaju mehanički imobilizirane. Efekat delovanja kuhinjske soli je utoliko veći ukoliko je vrednost pH mesa udaljeniji od izoelektrične tačke (Hamm, 1960; Rahelić i sar., 1980; Schneider i Rede, 1999).



Slika 2.6.2. Šematski prikaz uticaja dodavanja NaCl na sposobnost vezivanja vode mišićnih proteina (Degussa Texturant Systems)

Ukoliko se kuhinjska so doda pre nastanka mrtvačke ukočenosti (*rigor mortis*), ona sprečava formiranje aktomiozinskog kompleksa. U mesu pre nastupa *rigor mortis*-a se nalazi dovoljna količina adenzin trifosfata (ATP) koji veže dvovalentne katjone. Iz tog razloga ti katjoni se ne vezuju na negativne naboje postranih ostataka proteina i ne stvaraju negativne veze. Zahvaljujući tom stanju lanci proteina su razmaknuti jedni od drugih i na pozitivno nabijene ostatke aminokiselina vezuju se joni hlora, neutrališući ih. Na taj način, lanci proteina ostaju razmaknuti jedni od drugih tako da se kalcijumovi joni, kada se oslobode pri razgradnji ATP-a, u kasnijoj fazi *post mortem*, ne mogu vezati na njih i stvarati metalne veze (Hamm, 1960; Rahelić i sar., 1980; Schneider i Rede, 1999).

Kuhinjska so je glavni činilac povećanja jonske jačine salamurenog mesa. Dodavanjem soli jonska jačina se povećava od normalne vrednosti ($\mu = 0.25$) za oko 0.30 – 0.35, tako da ona dostiže vrednost od oko 0.50. Pri jonskoj jačini od 0.25 fibrilarni proteini su nerastvorljivi. Za njihovu rastvorljivost je potrebna jonska jačina od najmanje 0.40 (Hamm, 1960; Rahelić i sar., 1980; Schneider i Rede, 1999).

Kako navode Rahelić i sar. (1980) u ispitivanjima Rahelić-a i Rede-a koji su ispitivali uticaj kuhinjske soli na sposobnost vezivanja vode usitnjenih mišića plečke svinja, 3 sata *post mortem*, dodavanjem 2, 4, 5, 6

i 8% kuhinjske soli sa dodatkom 50% vode, utvrđeno je da se sa povećanjem količine dodate kuhinjske soli povećava i sposobnost vezivanja vode, a najveća je kod uzoraka sa dodatkom 6 i 8% kuhinjske soli.

Najveće promene u povećanju sposobnosti vezivanja vode pod delovanjem soli se postižu salamuram koncentracije od 8 – 10% NaCl. Daljim povećanjem koncentracije efekat soli se smanjuje, tako da kod salamure sa iznad 22% soli dolazi čak do smanjenja sposobnosti vezivanja vode (Cate, 1961; Schneider i Rede, 1999). Uticaj povećanih koncentracija kuhinjske soli na smanjenje sposobnosti vezivanja vode objašnjava se činjenicom da joni neutralne soli prisutni u većim koncentracijama privlače molekule vode i na taj način ih odvajaju od proteina. Pored toga veće koncentracije kuhinjske soli denaturišu proteine tako da njihova sposobnost vezivanja vode opada (Hamm, 1972; Rahelić i sar., 1980).

Povećavajući sposobnost vezivanja vode kuhinjska so utiče povoljno i na teksturu, odnosno mekoću i sočnost mesa (Rahelić i sar., 1980).

Kuhinjska so nepovoljno utiče na promenu boje salamurenog mesa. Razlog tome je što ubrzava oksidaciju hema u mioglobinu, stvarajući metmioglobin. Zbog toga se boja salamurenog mesa menja i ona postaje mrko siva, različitih nijansi. Ova so podstiče i oksidaciju masti, pogotovo pri nižim vrednostima pH i njenoj većoj koncentraciji (Rahelić i sar., 1980).

Kuhinjska so, povećanjem jonske jačine u mesu smanjuje direktno ili indirektno, preko rastvaranja proteina, aktivnost vode (a_w vrednost), a time se pozitivno utiče na održivost (Schneider i Rede, 1999).

Količina kuhinjske soli u gotovom proizvodu nije zakonski regulisana (princip *quantum satis*), već je njeno dodavanje rezultat dobre proizvođačke prakse (DPP) (Codex Alimentarius Standard for Cooked Cured Ham, Codex Stan 96-1981, Rev. 1 – 1991). Uobičajena količina kuhinjske soli u kuvanoj šunki je oko 2.8% (Desmond, 2006). Postoji tendencija da se u ovom proizvodu do 2010. godine količina kuhinjske soli smanji na 2.5%, odnosno da količina natrijuma bude do 1% (Food Standard Agency, 2006), a sve u cilju da unos kuhinjske soli u ljudski organizam ne bude veći od 6 g dnevno. Prema Scheid-u (1986) i Müller-u (1989) količina kuhinjske soli u ovom proizvodu treba da bude između 1.8 i 2.5%, kako bi proizvod imao dobru sposobnost vezivanja vode i dobar ukus, odnosno prema Freixanet-u (2007a) oko 2%. Sa druge strane, dokazano je da smanjenje kuhinjske soli u gotovom proizvodu, bez primene drugih konzervišućih mera, smanjuje održivost proizvoda (Sofos, 1985).

Uticaj NaCl na sposobnost vezivanja vode i druga svojstva komada mesa (ukus, boju, konzervišući efekat) zavisi od brzine prodiranja soli u meso, a na nju utiču mnogi faktori: vrsta mišića, sposobnost vezivanja vode, rastvorljivost proteina, permeabilnost membrana, kao i vreme i temperatura salamurenja, način pripreme salamure, primena vakuuma, koncentracija soli u salamuri i odnos meso/salamura (Schneider i Rede, 1999).

Fosfati kao osnovne ingredijencije salamure

Stabilizatori su supstance koje održavaju fizičko-hemijsko stanje namirnice uključujući homogenu disperziju dve ili više supstanci koje se ne mešaju, kao i supstance koje stabilizuju, održavaju ili pojačavaju postojeću boju namirnice, kao i supstance koje povećavaju kapacitet vezivanja sastojaka u namirnici, uključujući i formiranje unakrsnih veza između proteina čime se omogućava povezivanje sastojaka u rekonstituisanoj namirnici (Pravilnik o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine, Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005).

Fosfati su neophodan i najefikasniji dodatak za povećanje sposobnosti vezivanja vode u svim slučajevima kada se koristi post-rigor meso (Schneider i Rede, 1999). Odnosno, glavna uloga fosfata u procesu salamurenja je povećanje količine rastvorljivih proteina mesa i povećanje sposobnosti vezivanja vode mišićnih proteina (Pearson i Tauber, 1984).

Smatra se da je delovanje fosfata posledica menjanja vrednosti pH mesa (puferska sposobnost), pošto rastvori fosfata, u zavisnosti od vrste soli, mogu da reaguju neutralno, bazno ili kiselo, zatim nespecifičnog efekta jonske jačine (proizilazi iz koncentracije i naelektrisanja jona) koji usled visokog naelektrisanja anjona fosfata može da bude veoma visok, kao i specifičnog delovanja anjona fosfata koje se zasniva na određenom dejstvu između anjona fosfata i proteina miofibrila (Hamm, 1974).

Delovanje fosfata je zasnovano na nekoliko funkcionalnih svojstava (Schneider i Rede, 1999):

- povećanju vrednosti pH,
- povećanju jonske jačine,
- vezivanju bivalentnih katjona i kidanju mostova među lancima proteina,
- disocijaciji aktomiozina.

Danas postoji čitava paleta fosfata (monofosfati – E 339 i E 340, difosfati – E 450, trifosfati – E 451, polifosfati – E 452) koji se međusobno razlikuju po osnovnim svojstvima (Schneider i Rede, 1999):

- sadržaju P_2O_5 ,
- rastvorljivosti u vodi,
- vrednosti pH rastvora,
- kapacitetu puferovanja i vezivanja katjona,
- uticaju na sposobnost vezivanja vode,
- uticaju na rastvorljivost mišićnih proteina.

Monofosfati imaju najveći kapacitet puferovanja (najčešće povećavaju vrednost pH, odnosno pomeraju vrednost pH dalje od izoelektrične tačke), polifosfati imaju najveću sposobnost vezivanja katjona i najviše deluju na rastvorljivost mišićnih proteina, dok di- i trifosfati imaju najveći uticaj na sposobnost vezivanja vode (kidaju mostove koje uspostavljaju bivalentni katjoni zemnoalkalnih metala među lancima proteina i vezuju se za te katjone). Nijedan od fosfata ne poseduje sva željena svojstva već se kombinacijom različitih fosfata dobijaju fosfatni preparati podesni za određeni vid prerade (Rahelić i sar., 1980; Schneider i Rede, 1999).

Mešavine raznih fosfata imaju sledeće prednosti (Schneider i Rede, 1999):

- imaju odličnu rastvorljivost u salamuri,
- optimalno rastvaraju mišićne proteine,
- omogućavaju primenu savremene tehnologije,
- ujednačavaju sirovinu različitog kvaliteta,
- poboljšavaju senzorna svojstva proizvoda,
- omogućavaju primenu viših temperatura termičke obrade.

Kao što je napred opisano (Poglavlje 2.2.2) u blizini izoelektrične tačke proteini imaju najmanju sposobnost vezivanja vode. Odnosno, kako se vrednost pH udaljava od izoelektrične tačke povećava se sposobnost vezivanja vode. Prema tome, ako se koristi alkalni fosfatni preparat koji će izazvati povećanje vrednosti pH mesa, odnosno udaljiti ga od izoelektrične tačke, delovaće time i na povećanje sposobnosti vezivanja vode. Anjoni fosfata kidaju mostove koje uspostavljaju bivalentni katjoni zemnoalkalnih metala

(uglavnom kalcijum i magnezijum) među lancima proteina. Tako odvojeni dvovalentni katjoni stvaraju komplekse sa fosfatima, a oslobođeni negativni naboji proteina (sa kojih su ovi katjoni odvojeni) odbijaju se međusobno i ostaju slobodni za zadržavanje i vezivanje dipolnih molekula vode. Zahvaljujući takvom delovanju povećava se sposobnost vezivanja vode (Hamm, 1960; 1972; 1974; Rahelić i sar., 1980; Schneider i Rede, 1999).

Međutim, kada se dodaju samo fosfati ne dolazi do odbijanja polarnih grupa, pa struktura proteina i dalje ostaje zbijena. Tek u prisustvu dovoljne količine kuhinjske soli, posle vezivanja jona hlora ostvaruju se uslovi za razlabavljenje strukture. Ova dva sastojka salamure ispoljavaju sinergističko delovanje na sposobnost vezivanja vode (Rahelić i sar., 1980; Schneider i Rede, 1999). Istovremenim dodavanjem natrijum hlorida (2 – 3%) i fosfata (0.3 – 0.5%) postiže se bolji efekat na sposobnost vezivanja vode, nego što se to ostvaruje dodavanjem samo natrijum hlorida ili samo fosfata (Schneider i Rede, 1999).

Polifosfati dovode do disocijacije aktomiozina, nastalog zbog smanjenja koncentracije ATP-a u mišićima. Ovo specifično delovanje fosfata se objašnjava time da se oni vezuju za miozin na istom mestu na kome je bio vezan i ATP, a posle njegove razgradnje aktin. Pri tome dolazi do razdvajanja tankih i debelih miofilamenata, čime se povećava prostor za imobilizaciju vode. Kada se tome doda i efekat razlabavljenja strukture fibrilarnih proteina zbog kidanja mostova između lanaca proteina, onda se može shvatiti pozitivan efekat delovanja fosfata i kuhinjske soli (Schneider i Rede, 1999).

Polifosfati dodati u meso ne ostaju nepromenjeni. Mišićno tkivo sadrži enzime, koji mogu da razgrade difosfat i trifosfat, difosfatazu i trifosfatazu, koji cepaju složene molekule do monofosfata. Natrijum hlorid aktivira di-, a koči trifosfatazu, dok je hidroliza obe ove soli u salamurenom komadu mesa umanjena (Rahelić i sar., 1980).

Prema Pravilniku o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine (Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005, tabela V u prilogu) maksimalan sadržaj dodatih fosfata u proizvodu je 5 g/kg pojedinačno ili u kombinaciji, izražen kao procenat fosfor pentoksida. U proizvodima od mesa u čijoj je proizvodnji Pravilnikom (Službeni list SCG, broj 56, 2003. i i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005) dozvoljena upotreba fosfata, sadržaj ukupnih fosfata u gotovom proizvodu, izražen kao procenat fosfor pentoksida, ne sme biti veći od 7.0 g/kg (Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa, Službeni list SCG, broj 33, 2004). Fosfati su po Kodeks alimentarius standardu za kuvanu salamurenu šunku (Codex Alimentarius Standard for Cooked Cured Ham, Codex Stan 96-1981, Rev. 1 – 1991), ograničeni na 8 g/kg prirodno prisutnih plus dodatih (izraženo kao procenat fosfor pentoksida), odnosno 3 g/kg dodatih fosfata, pojedinačno ili u kombinaciji, u gotovom proizvodu.

Nitriti i nitrati kao osnovne ingredijencije salamure

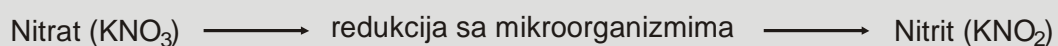
Konzervansi su supstance koje produžavaju trajnost namirnica i štite ih od kvarenja prouzrokovanog mikroorganizmima (Pravilnik o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine, Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005).

Nitriti (kalijumove – E 249 i natrijumove soli – E 250) su jedinjenja koja u reakciji sa mioglobinom stvaraju specifičnu crvenu boju salamurenog mesa, ispoljavaju bakteriostatsko i baktericidno delovanje i utiču na miris i ukus mesa, odnosno proizvoda (Rahelić i sar., 1980; Honikel, 2008).

Nitrit je jedinjenje koje se dodaje u salamuru da osigura stvaranje nitrozilmioglobina (NOMb), nosioca prijatne crvene boje salamurenog mesa. Crvena boja salamurenog mesa nastaje vezivanjem veoma reaktivnog azot monoksida (NO), koji nastaje iz nitrita, za gvožđe u hemu porfirinskog prstena mioglobina (Rahelić i sar., 1980; Vuković, 2006; Freixanet, 2007a; Honikel, 2008).

Pri formiranju boje salamurenog mesa između mioglobina i nitrita odvija se složena reakcija, čija brzina zavisi od vrednosti pH, temperature i redoks potencijala. Reakcija teče brže pri nižoj vrednosti pH, višoj temperaturi i nižem redoks potencijalu, a optimalna vrednost pH je 5.5. U prvom kontaktu s mesom, nitriti oksidišu oksimioglobin i meso dobija smeđu boju, a deo nitrita oksidiše se u nitrate. U reakcijama koje potom slede treba da se redukuju metmioglobin u mioglobin i ostatak nitrita u azot monoksid, koji se sjedinjuju u nitrozilmioglobin (Vuković, 2006).

Azot monoksid nastaje sledećim hemijskim reakcijama (Honikel, 2008):



Redukciju nitrata katalizuju nitratreduktaze, enzimi bakterija iz rodova *Bacillus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Corynebacterium*, *Pseudomonas* i *Escherichia*. Za redukciju nitrata u mesu od značaja su vrsta i broj redukujućih bakterija i uslovi povoljni za njihovu aktivnost. Pošto su ovi činioци promenljivi, dobijena količina nitrita nije uvek poznata, pa nitrati predstavljaju nekontrolisani izvor nitrita (Vuković, 2006).

Reakcijom između azot monoksida i mioglobina nastaje nitrozilmioglobin (Rahelić i sar., 1980; Vuković, 2006; Freixanet, 2007a; Honikel, 2008):



Nitrozilmioglobin se formira najbrže u proizvodima koji se obrađuju toplotom (Vuković, 2006).

Međutim, poznato je da samo jedan deo dodatog nitrita stupa u reakciju nastajanja nitrozilmioglobina, dok znatan deo ili ostaje nepromenjen, odnosno zaostaje kao rezidualni nitrit, ili oksidira u nitrat, ili opet, ulazi

u neke druge reakcije. Möhler (1971) navodi sledeće podatke o udelu dodatog nitrita u hemijskim reakcijama u mesu:

- 12% se redukuje u azot monoksid i veže sa mioglobinom u nitrozilmioglobin,
- 17% oksidira u NO_3^- ,
- 54% zaostaje nepromenjeno kao rezidualni nitrit,
- 17% sudeluje u "nepoznatim" reakcijama (jedna od tih reakcija je nastajanje nitrozoamina).

Prema Freixanet-u (2007a) nastali azot monoksid koji se ne fiksira za mioglobin jednim delom ispari, jednim delom se redukuje u azot i takođe ispari, jednim delom reaguje sa mišićnim proteinima i mastima, a preostali deo reaguje sa antioksidativnim aditivima, posebno sa askorbatima i eritorbatima.

Nedovoljno razvijanje crvene boje salamurenog mesa može biti posledica nedostatka dodatog nitrita ili kratkog vremena salamurenja (Rahelić i sar., 1980).

Nitriti se zbog svoje potencijalne štetnosti za zdravlje ljudi, odnosno zbog mogućnosti nastanka kancerogenih supstanci (nitrozoamini), dodaju u najmanjim mogućim količinama, ali njihova primena nije napuštena. Nitriti sprečavaju razmnožavanje nekih vrsta mikroorganizama (*Enterobacteriaceae*, *Clostridium perfringens* i *Staphylococcus aureus*), veoma opasnih i štetnih po ljudsko zdravlje i na taj način doprinose boljem mikrobiološkom kvalitetu proizvoda od mesa. Posebno se ističe inhibitorno delovanje nitrita na rast veoma termorezistentnog mikroorganizma *Clostridium botulinum*, tako da je dodavanje nitrita praktično jedini način da se spreči pojava botulizma u proizvodima od mesa (Rahelić i sar., 1980; Schneider i Rede, 1999; Freixanet, 2007a; Honikel, 2008).

Dodatkom od 125 do 200 mg/kg nitrita, zavisno od tipa i postupka proizvodnje kuvane šunke, može se garantovati dobra boja i stabilnost boje ovog proizvoda (Freixanet, 2007a).

Prema Pravilniku o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine (Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005, tabela IV u prilogu) ulazne količine nitrita u salamurene proizvode od mesa uključujući i konzerve mogu biti do 150 mg/kg, odnosno do 100 mg/kg rezidualnih količina u trenutku prodaje krajnjem konzumentu, izraženo kao natrijum nitrit. Prema Kodeks alimentarius standardu u kuvanu šunku (Codex Alimentarius Standard for Cooked Cured Ham, Codex Stan 96-1981, Rev. 1 – 1991) najviše se sme dodati 200 mg/kg nitrita, odnosno u gotovom proizvodu ne sme biti više od 125 mg/kg nitrita, izraženo kao natrijum nitrit.

Pored uticaja nitrita na boju i mikrobiološki kvalitet salamurenog mesa, nitriti učestvuju i u procesu aromatizacije proizvoda i time doprinose njihovom karakterističnom ukusu. Opšte je uverenje da je delovanje nitrita na miris i ukus mesa posledica stvaranja čvrstog kompleksa između nitrita i gvožđa u porfirinskom prstenu hema mioglobina čime je sprečeno njegovo katalitičko delovanje na oksidaciju nezasićenih masnih kiselina (Rahelić i sar., 1980).

Nitrati (kalijumove – E 251 i natrijumove soli – E 252) su uglavnom rezervni materijal iz kog se redukovanjem stvara nitrit i na taj način održava određena koncentracija potrebna za odvijanje procesa salamurenja. Nitrat redukuju bakterije (*Lactobacillus*, *Enterobacteriaceae*), odnosno njihovi enzimi. Međutim, redukovanje se odvija i pod delovanjem enzima tkiva (Rahelić i sar., 1980; Freixanet, 2007a; Honikel, 2008).

S obzirom na vremenski kratak proces proizvodnje kuvane šunke (ne duži od 72 sata) tokom salamurenja i termičke obrade kod ovog proizvoda konverzija nitrata u nitrit je minimalna. Sa druge strane,

tokom termičke obrade se uništi većina prisutne bakterijske flore, ali ne i sva, što dovodi do dalje, minimalne, konverzije nitrata u nitrit tokom skladištenja proizvoda. Iz tog razloga, odnosno zbog izvesne regeneracije pigmentata i stabilnosti boje u salamuru se zajedno sa nitritima mogu dodavati i nitrati i to u količini od 75 do 150 mg/kg (Freixanet, 2007a).

Prema Pravilniku o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine (Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005, tabela IV u prilogu) ulazne količine nitrata u salamurene proizvode od mesa uključujući i konzerve mogu biti do 300 mg/kg, odnosno do 250 mg/kg rezidualnih količina u trenutku prodaje krajnjem konzumentu, izraženo kao natrijum nitrat.

Ingredijencije za usmeravanje procesa salamurenja

Antioksidansi su supstance koje produžavaju trajnost namirnica i štite ih od kvarenja prouzrokovanog oksidacijom, kao što su užeglost masti i promena boje, uključujući i sinergiste antioksidanasa (Pravilnik o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine, Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005).

Askorbinska kiselina (E 300), eritorbinska kiselina (E 315) i njihove soli (natrijum askorbat – E 301 i njegov optički izomer natrijum eritorbat – E 316) su značajni redukciono-oksidativni sistemi koji imaju važnu ulogu u biološkim procesima. Askorbinska kiselina i njene soli vežu kiseonik i na taj način sprečavaju oksidaciju jedinjenja podložnih oksidaciji, odnosno predstavljaju jaka redukciona sredstva i redukuju oksidirana jedinjenja (Rahelić i sar., 1980; Freixanet, 2007a).

Tri su osnovna razloga dodavanja navedenih antioksidanasa u procesu proizvodnje kuvane šunke. Prisustvo ovih soli ubrzava redukciju nitrita i stvaranje azot monoksida, odnosno nitrozilmioglobina, čime se ubrzava razvijanje crvene boje. Na ovaj način skraćuje se vreme salamurenja, odnosno moguća je brza proizvodnja salamurenih proizvoda od mesa. Analitički je dokazano da je nivo rezidualnih nitrita u gotovom proizvodu mnogo manji kada je u salamuru dodat askorbat. Drugo, askorbati doprinose stabilnosti boje krajnjeg proizvoda. Ispoljavajući antioksidativni efekat askorbati inhibiraju nastajanje peroksid radikala, koji su uglavnom odgovorni za razgradnju pigmentata, na površini proizvoda, koja je izložena delovanju ultravioletne svetlosti i kiseonika. I konačno, askorbati imaju ulogu u prevenciji nastajanja nitrozoamina, promotera kancerogenih jedinjenja, blokiranjem nastajanja diazot trioksida (N_2O_3) koji potiče od azot monoksida (Freixanet, 2007a).

Zbog burne reakcije između askorbinske kiseline i nitrita, odnosno azotaste kiseline, u vodenoj kiselj sredini, uz oslobađanje azot monoksida, askorbati se uvek u salamuru dodaju u obliku soli (Skenderović i Rahelić, 1974; Muller, 1989). Askorbati reaguju sa nitritom slično kao askorbinska kiselina, ali znatno sporije, tako da su postojaniji, bar jedan dan, u prisustvu nitrita u salamuri pri temperaturi od 10°C i vrednosti pH od 6 do 7 (Skenderović i Rahelić, 1974). Zbog moguće reakcije sa nitritima vrednost pH salamure pre dodavanja askorbinske kiseline mora biti slabo alkalna, što se postiže prethodnim dodavanjem fosfata (Freixanet, 2007a).

Prema Pravilniku o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine (Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16,

2005, tabela II u prilogu) upotreba askorbinske kiseline i njenih soli je definisana prema principu *quantum satis*, odnosno rezultat je dobre proizvođačke prakse (DPP). Prema istom Pravilniku (Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005, tabela IV u prilogu) maksimalno dozvoljena količina eritorbinske kiseline (izoaskorbinske kiseline) i natrijum eritorbata (natrijum izoaskorbat) u gotovom proizvodu ograničena je na 500 mg/kg izraženo kao eritorbinska kiselina. Prema Kodeks alimentarius standardu u kuvanoj salamurenoj šunki (Codex Alimentarius Standard for Cooked Cured Ham, Codex Stan 96-1981, Rev. 1 – 1991) količina askorbinske kiseline i njenih soli (pojedinačno ili u kombinaciji) ograničena je na 500 mg/kg, dok Müller (1989) preporučuje količinu natrijum askorbata u kuvanoj šunki od 0.03 do 0.05%.

S obzirom da su askorbati nerastvorni u mastima, njihov antioksidativni uticaj na masti je minimalan. Vrste antioksidanasa kao što su tokoferoli (E 307, E 308 i E 309), butilhidroksianizol (E 320, BHA) i butilhidroksitoluen (E 321, BHT) u proizvodnji kuvane šunke se ne primenjuju. Od supstanci klasifikovanih kao antioksidansi (pojačavači antioksidativnog delovanja), u proizvodnji kuvane šunke još se mogu primenjivati trinatrijum citrat (E 331) i natrijum laktat (E 325) (Freixanet, 2007a).

Boje su supstance koje se koriste za bojenje namirnica, a mogu da budu ekstrakti prirodnih sirovina i sintetski proizvedena jedinjenja, isključujući: namirnice (u osušenom ili koncentrovanom obliku), arome koje sekundarno mogu da boje prehrambene proizvode i boje koje se koriste samo za bojenje nejestivih spoljašnjih delova prehrambenih proizvoda (kora sira, omotači za kobasice i sl.) (Pravilnik o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine, Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005).

Košenila, karminska kiselina, karmini (E 120) je univerzalna, najčešće korišćena prirodna boja u proizvodnji kuvane šunke. Ova boja daje šunki prirodan izgled sa ružičastim tonom. Od ostalih prirodnih boja koje se dodaju u proizvode od mesa (kuvana šunka) treba spomenuti anato biksin – norbiksin (E 160b), betanin (E 162), stabilizovani hemoglobin (sterilisani i dehidratisani) i karamel (E 150). Najčešće primenjivana veštačka boja je eritrozin (E 127), a od ostalih treba spomenuti: crveno 2G (E 128), alura crveno AC – crveno 40 (E 129) i ponso 4R (E 124). U celom svetu postoji tendencija da se zabrani upotreba veštačkih (sintetskih) boja u proizvodnji kuvane šunke (Freixanet, 2007a).

Međutim, u našoj zemlji, prema Pravilniku o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine (Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005), nije dozvoljeno dodavanje košenile u konzerve (kuvanu šunku).

Stabilizatori su supstance koje održavaju fizičko-hemijsko stanje namirnice uključujući homogenu disperziju dve ili više supstanci koje se ne mešaju, kao i supstance koje stabilizuju, održavaju ili pojačavaju postojeću boju namirnice, kao i supstance koje povećavaju kapacitet vezivanja sastojaka u namirnici, uključujući i formiranje unakrsnih veza između proteina čime se omogućava povezivanje sastojaka u rekonstituisanoj namirnici (Pravilnik o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine, Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005).

Najčešće primenjivani stabilizator (polisaharidni hidrokolid) u proizvodnji kuvane šunke je karagenan (E 407), ekstrakt crvenih algi (Freixanet, 2007a). Prema Pravilniku o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine (Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005) karagenan je zgušnjivač, sredstvo za želiranje, stabilizator i emulgator. Prema istom Pravilniku (Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005) pod zgušnjivačima se podrazumevaju supstance koje povećavaju viskozitet namirnica, dok su sredstva za želiranje supstance koje namirnici daju konzistenciju gela.

Hidrokoloidi su hidrosolubilni makromolekuli koji modifikuju reološka svojstva pasterizovanih konzervi od mesa u komadima dajući strukture sa velikom količinom uklopljene vode. Ukoliko makromolekuli nisu dobro umreženi, povećava se aktivnost vode. U suprotnom, ukoliko su dobro umreženi, stvaraju trodimenzionalne strukture poznate kao gelovi (Degussa Texturant Systems). Kada se tome doda da se ti efekti postižu korišćenjem izuzetno malih količina hidrokoloida, jasno je da je njihovo korišćenje i ekonomski opravdano (Oluški, 1985).

Komercijalne smeše hidrokoloida na bazi karagenana se obično sastoje od tri frakcije karagenana (kapa, lambda i jota), uz dodatak malih količina guma i nekih soli. Sastav smeše utiče na karakteristike formiranog gela, odnosno na njegovu čvrstinu, fleksibilnost, transparentnost, boju i sinerezis. Na primer, dodatak kalijum hlorida u smešu hidrokoloida povećava čvrstinu formiranog gela. U kombinaciji sa karuba gumom (gumom iz semena rogača, E 410) značajno se povećava sposobnost vezivanja vode karagenanskog gela i smanjuje sinerezis (Freixanet, 2007a).

U proizvodnji kuvane šunke upotreba hidrokoloida nije ograničena (princip *quantum satis*), već zavisi od dobre proizvođačke prakse (DPP). U salamurene kuvane proizvode od mesa najčešće se karagenan dodaje u koncentracijama, računato na krajnji proizvod, od 2 do 5 g/kg (Freixanet, 2007a), odnosno za prinose od 130 do 160% potrebne su koncentracije karagenana od 0.3 do 0.6% (Schneider i Rede, 1999).

Pored polisaharidnih hidrokoloida u hidrokoloide spadaju i proteini i hidrolizati proteina (animalni i biljni), dodaci koji se u proizvodnji kuvane šunke dodaju iz dva razloga: povećanja sadržaja ukupnih proteina i zbog njihove sposobnosti vezivanja vode (Freixanet, 2007a).

Proteini koji se koriste u prehrambenoj industriji u svojstvu hidrokoloida, mogu se svrstati u devet grupa (Pravilnik o kvalitetu belančevinastih proizvoda i mešavina belančevinastih proizvoda za prehrambenu industriju, Službeni list SFRJ, broj 41, 1985):

- 1) belančevinasti proizvodi od jaja;
- 2) belančevinasti proizvodi od kvasaca;
- 3) belančevinasti proizvodi od krvi;
- 4) belančevinasti proizvodi od mleka;
- 5) belančevinasti proizvodi biljnog porekla;
- 6) belančevinasti proizvodi od uljarica (soje);
- 7) strukturne belančevine;
- 8) hidrolizati biljnih belančevina;
- 9) belančevinasti proizvodi iz žita.

Najčešće primenjivani funkcionalni animalni proteini u proizvodnji kuvane šunke su:

- proteini mleka (proteini surutke, laktoalbumini i kazeinati),
- proteini krvi (krvna plazma),

- hidrolizati kožica i
- proteini jaja,

dok su najčešće primenjivani funkcionalni biljni proteini u proizvodnji kuvane šunke proteini soje (izolati i koncentрати) (Freixanet, 2007a).

U proizvodnji proizvoda od mesa kao belančevinasti proizvodi mogu da se upotrebljavaju želatin, suva krvna plazma, drugi belančevinasti proizvodi, hidrolizati belančevinastih proizvoda i njihove mešavine (Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa, Službeni list SCG, broj 33, 2004).

Prema Pravilniku o deklarisanju i označavanju upakovanih namirnica (Službeni list SCG, broj 4, 2004. i izmena i dopuna broj 12, 2004. i broj 48, 2004), u našoj zemlji, dodatak stranih proteina se mora deklarirati.

Dodavanje stranih proteina u proizvod pod nazivom kuvana šunka u našoj zemlji nije dozvoljen (Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa, Službeni list SCG, broj 33, 2004), a slično je i u velikom broju drugih zemalja.

Osnovni nedostatak upotrebe stranih proteina u proizvodnji kuvane šunke je njihov uticaj na senzorna svojstva proizvoda, odnosno na miris, ukus i boju (Freixanet, 2007a).

U zemljama u kojima je upotreba skroba u preradi mesa dozvoljena (Pravilnik o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine, Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005), i to prema principu *quantum satis*, skrob se dodaje zbog svoje sposobnosti vezivanja vode. Na taj način je moguće ostvariti visoke prinose, odnosno ubrizgati znatne količine salamure (vode) u meso. Skrob je polisaharid koji tokom zagrevanja želira stvarajući trodimenzionalnu mrežu koja zadržava velike količine vode. Većina skrobova želira na temperaturama između 65 i 75°C. Naj češće primenjivani skrobovi su poreklom iz pšenice, krompira i kukuruza (Freixanet, 2007a).

Kod običnih skrobova pri ponovljenom zagrevanju ili pri smrzavanju dolazi do retrogradacije, odnosno do gubitka svojstva rastvorljivosti i želiranja. Zbog toga se danas primenjuju modifikovani skrobovi, kod kojih je usled umrežavanja sprečena retrogradacija (Schneider i Rede, 1999).

Modifikovani skrobovi su supstance dobijene hemijskim tretmanom jestivih skrobova koje mogu da pretrpe fizički ili enzimski tretman. U ovu grupu ne spadaju beli i žuti dekstrin, pečeni i dekstrinirani skrobovi, izbeljeni skrobovi, fizički modifikovani skrobovi i skrobovi tretirani amilolitičkim enzimima (Pravilnik o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine, Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005).

Šećeri se koriste u salamurenju mesa iz više razloga. Osnovna im je funkcija da koriguju ukus koji proizvodu daju soli salamure (Rahelić i sar., 1980; Müller, 1989). Nitrit i nitrat, kao i kuhinjska so, odnosno fosfati, mogu dati salamurenom proizvodu, ako se upotrebe u većoj količini, gorak i opor ukus, što se koriguje šećerom. Zatim deluju kao redukujući agensi i služe kao supstrat pogodan za razmnožavanje određenih poželjnih bakterija i na taj način se smanjuje mogućnost razmnožavanja truležnih bakterija. Redukciono svojstvo, posebno dekstroza, značajno je i za formiranje i stabilizaciju boje salamurenog mesa. Razni šećeri mogu pri povišenim temperaturama stupiti u reakciju sa nekim sastojcima mesa (Maillard-ova reakcija), što, takođe, može imati uticaja na ukus i boju salamurenog mesa (Rahelić i sar., 1980).

Najčešće upotrebljavani šećeri u proizvodnji kuvane šunke su: saharoza, dekstroza, laktoza i fruktoza, zatim glukozni sirup i dekstrini (Freixanet, 2007a).

Navedeni šećeri se dobro rastvaraju u vodi i imaju sladak ukus, ali ne svi u jednakoj meri. U proizvodnji kuvane šunke upotreba šećera nije ograničena (princip *quantum satis*), već zavisi od dobre proizvođačke prakse (DPP) (Pravilnik o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine, Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005).

Preporučuje se da količina saharoze u gotovom proizvodu ne prelazi 0.8 – 0.9%, odnosno dekstroze 3% (Freixanet, 2007a). Prema istom autoru (Freixanet, 2007a) upotreba fruktoze je ograničena zbog jakog zaslađujućeg efekta u odnosu na druge šećere. Upotreba glukoznog sirupa, u odnosu na glukozu i dekstrozu, je ekonomski opravdanija i uključuje manji rizik od bakterijskog kvara posebno u zemljama sa toplijom klimom.

Primeri različitih sastava salamura

Sastav soli za salamurenje, odnosno sastavi salamura, razlikuju se veoma mnogo. Upotrebljavaju se različitog sastava salamure za salamurenje istog proizvoda u različitim pogonima. U narednim tabelama (Tabele 2.6.2, 2.6.3. i 2.6.4) prikazano je nekoliko sastava salamura namenjenih izradi kuvane šunke. U tabeli 2.6.2. prikazani su sastavi salamura u odnosu na različite procenat ubrizgavanja (Gillett i sar., 1982).

Tabela 2.6.2. Sastav salamure u odnosu na procenat ubrizgavanja

Ingredijencije (%)	% ubrizgavanja			
	20%	25%	30%	35%
Voda	81.46	85.17	87.64	89.42
Kuhinjska so	12.10	9.68	8.07	6.91
Šećer	3.30	2.64	2.20	1.88
Natrijum tripolifosfat	2.75	2.20	1.83	1.57
Natrijum eritorbat	0.30	0.24	0.20	0.17
Natrijum nitrit	0.086	0.069	0.057	0.049

U tabeli 2.6.3. prikazan je sastav salamure pri ubrizgavanju od 20% (Desmond i sar., 2000) i 30% (Milligan i sar., 1998).

Tabela 2.6.3. Sastav salamure pri ubrizgavanju od 20% i 30%

Ingredijencije	% ubrizgavanja	
	20% (%)	30% (kg)
Voda	84.3	11.34
Kuhinjska so	6.69	1.31
Nitritna so	5.03	0.13
Natrijum tripolifosfat	2.34	0.15
Dekstroza	1.47	0.82
Šećer		0.15
Natrijum askorbat	0.13	0.022

U tabeli 2.6.4. prikazan je uobičajeni sastav korišćene salamure pri proizvodnji kuvanih šunki za tržište Sjedinjenih Američkih Država ("PFF" > 18.5%) (Okanović, 1993; Zagorac, 1994)

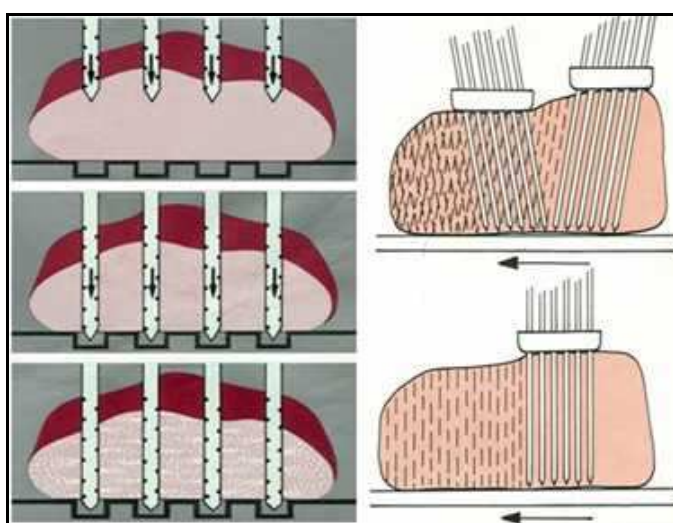
Tabela 2.6.4. Sastav salamure za proizvodnju kuvanih šunki za tržište Sjedinjenih Američkih Država

Ingredijencije (%)	Okanović (1993)	Zagorac (1994)
Voda	70.30	70.435
Kuhinjska so	21.66	21.666
Šećer	4.16	4.166
Polifosfat	3.75	3.6
Natrijum nitrit	0.13	0.133
Natrijum askorbat	0.05	

2.6.3.2. Salamurenje ubrizgavanjem

U savremenoj proizvodnji kuvanih šunki svinjsko meso se salamuri kombinacijom ubrizgavanja salamure mnogoigaoim ubrizgivačem ("pickl injector") u mišiće sa naknadnim mehaničkim obrađivanjem, sa ili bez vakuuma. Na ovaj način, u poređenju sa ostalim postupcima vlažnog salamurenja (salamurenje potapanjem), ostvaruje se veća preciznost u procentu ubrizgavanja salamure, ravnomernije rasprostiranje salamure kroz meso i značajno skraćenje, odnosno značajna promena toka difuziono-osmotskih procesa, čime se proces salamurenja završava za oko 24 sata i kraće (Rahelić i sar., 1980).

Mnogo puta je pokazano da korektno ubrizgavanje salamure u mišićno tkivo ima prvorazredan značaj, a to znači da se salamura ubrizga što ravnomernije (Slika 2.6.3). Neravnomerna raspodela salamure u mišićnom tkivu znači, sa jedne strane, suviše malo ingredijencija salamure, što izaziva probleme sa bojom i teksturom, gubitkom ukusa i rizika prilikom čuvanja, i sa druge strane, na pojedinim mestima javljaju se suviše velike količine salamure, što je povezano sa problemima održivosti boje i povećanog sadržaja vode ili prisustva izdvojene vode (Scheid, 1986).



Slika 2.6.3. Šematski prikaz ubrizgavanja salamure u meso pod pritiskom (Metalquimia i Inject star – prospektni materijal)

Rahelić i Vičević (1978) i Vičević i Rahelić (1979) su detaljno opisali učinak ubrizgavanja salamure u meso i mehaničke obrade na tok salamurenja. U ovom postupku ubrizgavanja salamure pod pritiskom (2 – 2.5 atm) u meso, ispoljavaju se dva oblika mehaničkog delovanja:

- 1) oštećenja tkiva ubadanjem igala u meso uz kidanje sarkoleme i
- 2) odvajanje mišićnih vlakana pod delovanjem pritiska ubrizgane salamure.

Razdvajajući mišićna vlakna jedna od drugih salamura prodire između njih kroz tkivo tako da se u komadima mesa stvaraju uslovi pojedinačnog potapanja mišićnih vlakana u salamuru, a pošto su vlakna i mehanički oštećena, pri sečenju mesa, kao i ubodima igala ubrizgivača, to ingredijencije salamure direktno prodiru u sarkoplazmu vlakana, odnosno do proteina mesa.

U zavisnosti od vrste mesa i mišića optimalna količina dodate salamure, odnosno količina salamure koja pozitivno utiče na senzorna svojstva proizvoda je između 5 i 20% (Xargayó i sar., 2007c).

Prema Müller-u (1989) optimalna temperatura salamure, pre ubrizgavanja, je ispod 5°C.

2.6.3.3. Mehanička obrada

Sledeća operacija kojoj se izlaže meso, u koje je prethodno ubrizgana salamura, je mehanička obrada. Mehanička obrada sastoji se od dve u osnovi različite tehnike i to: tenderizacije (oštećenja površine salamurenog mesa) i masaže i tamblovanja (Scheid, 1986).

Tenderizacija

Postupak tenderizacije se sprovodi pre ili, češće, neposredno posle ubrizgavanja salamure, a pre masiranja i tamblovanja. Tenderizacija ili mehanička aktivacija proteina je mehanički efekat kojim se želi postići oštećenje površine mesa, odnosno mnoštvo rezova na površini mesa kako bi se povećala njegova površina. U tu svrhu koriste se tenderizatori sa valjcima ili sa iglama (Scheid, 1986; Xargayó, 2007b). Propuštanjem komada mesa između dva valjka (kada dolazi do gnječenja) ili ubadanjem igala, pored značajnog povećanja površine mesa i mnoštva rezova na površini mesa, prema Hamm-u (citat Scheid-a, 1986) tokom tenderizacije dolazi do daljeg razbijanja strukture mišićnih vlakana, čime se, u tako otvorenoj strukturi mesa stvaraju uslovi za ekstrakciju mišićnih miofibrilarnih proteina i za brzu i homogenu apsorpciju salamure u aktinsko-miozinsku strukturu, tokom sledećih operacija, što značajno skraćuje ukupno vreme salamurenja (Scheid, 1986; Xargayó, 2007b).

Takođe, ne treba zaboraviti da se tenderizacijom delimično razbija i kolagenska struktura mesa, koja ima značajan uticaj u deformaciji komada mesa tokom termičke obrade, odnosno na ovaj način se prevenira retrakcija tokom termičke obrade (Siegel, 1982; Xargayó, 2007b). Ovo je posebno važno kod proizvodnje konzervi od mesa u komadima u hermetički zatvorenoj ambalaži (Siegel, 1982).

Kako navodi Scheid (1986) u velikom broju eksperimenata, koji su izvedeni u pogonima, potvrđeno je da mehanička aktivacija proteina poboljšava kohezivnost kuvane šunke, što je od posebne važnosti pri narezivanju ovog proizvoda.

Masiranje i tamblovanje

Masiranje i tamblovanje, u poređenju sa tenderizacijom, su mnogo nežniji procesi, zatim odigravaju se u dubini mišića i u mnogo dužem vremenskom periodu (Scheid, 1986). Masiranjem i tamblovanjem se dalje labavi već i onako prethodno narušena struktura mišića, uz istovremeno mehaničko pomeranje salamure kroz masu mesa. Masiranje i tamblovanje mesa ima za posledicu brže i jednakomernije raspoređivanje soli salamure u mesu, pa samim tim i stvaranje uslova za ubrzavanje reakcija između proteina mesa i soli salamure. Razlog da se ovim operacijama toliko skraćuje salamurenje je u tome što se mehaničkom obradom mesa joni salamure brzo približe strukturnim proteinima sarkomere i mioglobinu. Značaj mehaničke obrade je ispoljen i na labavljenju hemijskih veza u strukturi proteina, pa je time delovanje kuhinjske soli i fosfata na strukturu proteina miofilamenata brže. Pored toga, masiranjem i tamblovanjem, oštećuje se, dodatno, površina komada mesa, pa uz delovanje soli salamure ona se prekrije slojem gela, koji se stvori razgradnjom proteina pod delovanjem soli salamure, koji obezbeđuje dobro povezivanje kada se komadi mesa slažu u limenke i proizvode konzerve (Rahelić i sar., 1980).

Rahelić i Vičević (1978) su ispitivali uticaj mehaničke obrade mišića svinja na strukturu i mekoću. Utvrđeni rezultati pokazuju da je meso mekanije ako se najpre salamuri ubrizgavanjem i potom mehanički obrađuje, nego ako se mehanički obradi a onda salamuri potapanjem. Produženjem mehaničke obrade, meso postaje mekanije, a i histološki se uočavaju izrazitije promene strukture. Analizom histoloških preparata iz uzoraka oba eksperimenta uočljivo je menjanje strukture sa produžetkom trajanja mehaničke obrade mišića. Na transversalnom i longitudinalnom preseku salamurenog, ali ne i mehanički tretiranog uzorka vidi se da mišićna vlakna priležu jedna uz druge. Suprotno, na preparatima uzoraka mehanički tretiranih, poprečna prugavost je samo mestimično dobro izražena, dok mestimično nestaje, ili je potpuno nestala. Takođe, vidi se da su mišićna vlakna razmaknuta jedna od drugih i da su poprečno oštećena – od fisura do potpunog kidanja. Histološkim pregledom ispitanih uzoraka utvrđeno je da su dužom mehaničkom obradom mišića oštećenja njihove strukture veća.

Uređaji za masiranje i tamblovanje mogu biti različitog tipa. Jedan tip uređaja su četvrtasti statički masir uređaji sa tri rotirajuća peraja na vertikalno postavljenoj osovinu, obično zapremine 800 litara. Osovina uređaja se okreće sopstvenim elektromotorom po programu koji se odredi. U ovom tipu uređaja dolazi do mehaničke obrade na principu masaže. Masaža je nežniji proces, u poređenju sa tamblovanjem, u kojem se željeni efekti ostvaruju u najvećoj meri uzajamnom frikcijom između komada mesa, koja se obavlja pomoću rotirajućih peraja. Drugi tip uređaja (tambler) se nakon punjenja zatvori i počne okretati (rotacioni bubanj) prema određenom programu. Pri okretanju bubnja meso se prevrće, odnosno zbog centrifugalne sile se zadrži do izvesnog stepena okretanja posude na ivici, a onda kada prevlada sila gravitacije komad mesa pada. Tamblovanje, odnosno mehanička obrada padanjem mesa, je relativno intenzivnija fizička obrada od masaže i primenjuje se za veće prinose (Rahelić i sar., 1980; Scheid, 1986; Xargayó, 2007d).

U praksi se koriste dve varijante tamblovanja: sa i bez primene vakuuma (Scheid, 1986). Generalno, ako se meso u koje je ubrizgana salamura mehanički obrađuje u tamblerima pod vakuumom (smanjenim atmosferskim pritiskom) ispoljava se pozitivan uticaj na tok salamurenja (Rahelić i sar., 1980; Scheid, 1986). Solomon i sar. (1980) su eksperimentalno utvrdili da primena vakuuma deluje povoljno na apsorpciju salamure (bržu distribuciju u mesu) i da je kohezivnost slajsovanog proizvoda bolja. Ove rezultate potvrdili su, takođe, i Reichert (prema citatu Scheid-a, 1986) i Reichert i sar. (prema citatu Scheid-a, 1986) u svojim eksperimentima. Ovakvi rezultati objašnjavaju se evakuacijom vazduha koji se inicijalno nalazio između

komada mesa i u eksudatu, tako da tokom termičke obrade ne dolazi do ekspaniranja zaostalog vazduha i samim tim i kidanja veza između komada mesa (Scheid, 1986). Dakle, vakuum tamblovanjem sprečava se stvaranje pene koja je uzrokovana prisustvom vazduha, i veće količine slobodne salamure, i koja se ne može odstraniti u toku punjenja i zatvaranja salamurene mase u limenku, nezavisno od visine primenjenog vakuuma tokom ovih operacija (Scheid, 1986; Müller, 1989). Formiranje pene dovodi do pojave rupica na preseku u masi koja povezuje komade mesa, te ona deluje suđerasto i svetlije boje. U najgorem slučaju formiranje pene može dovesti do slabe povezanosti i raspadanja pri narezivanju (Uzelac i sar., 1987).

Efekat tamblovanja (mehaničke obrade) na kvalitet kuvane šunke zavisi od niza faktora kao što su: količina materijala koji se tambluje, vreme tamblovanja (ukupno vreme tamblovanja minus vreme mirovanja), karakteristika, odnosno konstrukcija samog tamblera, veličina komada mesa, prethodnog tretmana mesa, količina dodate salamure i konačno od upotrebljenih soli za salamurenje (Scheid, 1986).

Reichert i sar. (prema citatu Scheid-a, 1986) su utvrdili pozitivan uticaj vakuuma na aromu salamurenih proizvoda i za 2 do 3% veći prinos, u poređenju sa rezultatima koji su dobijeni tamblovanjem bez vakuuma.

Kako navodi Scheid (1986), tamblovanjem pod vakuumom u velikom broju radova utvrđen je pozitivan uticaj vakuuma na boju salamurenog mesa, odnosno finalnog proizvoda, koji Scheid (1986) prvenstveno objašnjava eliminacijom oksidativnih procesa, u ovoj relativno dugoj fazi proizvodnje kuvane šunke, koji negativno utiču na crvenu boju salamurenog mesa.

Takođe, nedvosmisleno je utvrđeno da se bolji efekti mehaničke obrade (tamblovanja) dobijaju ako je salamureno meso izloženo mehaničkoj obradi u dužem periodu sa prekidima, u poređenju sa neprekidnim tamblovanjem u kraćem vremenskom periodu. Prvi postupak mehaničke obrade daje proizvod bolje kohezivnosti i manjeg kala kuvanja (Scheid, 1986), odnosno bolju raspoređenost soli salamure u dubini mesa (Cassidy i sar., 1978).

Slično, Krause i sar. (1978) su utvrdili za 2.33% veći prosečan prinos kod tamblovanja sa intervalima (18 sati, sa okretanjem 10 min/h), u poređenju sa, takođe, tamblovanjem sa intervalima, ali kraćim (9.5 sati, sa okretanjem 10 min/h), i kontinuiranim tamblovanjem u trajanju od 3 sata.

Theno i sar. (1978) su potvrdili veća oštećenja mišićnih vlakana sa produženjem vremena mehaničke obrade, što prema autorima stvara odlične preduslove za dobro vezivanje vode. Slično Stiebing (1989) je sa produženjem mehaničke obrade utvrdio smanjenje čvrstine i povećanje prinosa.

Gillett i sar. (1981) su u laboratorijskim uslovima utvrdili da sa produženjem vremena mehaničke obrade (masažom) sa 4 na 8, 12, 16, 20 i 24 sata (30 minuta napred i 30 minuta unazad, na 4°C) dolazi do poboljšanja uniformnosti i intenziteta boje i sposobnosti vezivanja vode, dok je Stiebing (1989) sa produženjem vremena mehaničke obrade sa 8 na 16 i 32 sata (10 minuta rada i 20 pauze) utvrdio smanjenje čvrstine i povećanje prinosa.

Pizza i Pedrielly (1992) su izučavajući efekat dužine tamblovanja na kvalitet konzervi od mišića buta skraćivali vreme tamblovanja i produžavali vreme odmora. Zaključili su da je vreme odmora važnije za formiranje prihvatljive senzorne ocene, a naročito za kohezivne karakteristike gotovog proizvoda (povezanost i mogućnost narezivanja).

U svom radu Müller (1989) iznosi da dužina tamblovanja treba da se definiše posebno za svaki uređaj i svaki tehnološki postupak. Ipak, generalno Müller (1989) zaključuje da je za dobar proizvod potrebno između 4000 i 8000 obrtaja, jer je 2000 obrtaja minimum obrtaja kojim će se dobiti proizvod dobro povezanih mišića i koji se dobro narezuje, a veći broj obrtaja od 8000 povećava prinos.

Eksperimentalno je utvrđeno da je temperatura tamblovanja u direktnoj vezi sa prinosom, bojom i kohezivnošću gotovog proizvoda. Prema Scheid-u (1983), u većini eksperimenata kao optimalna temperatura mehaničke obrade navodi se temperatura između 6 i 8°C. Slično, Xargayó (2007d) navodi da je optimalna temperatura mehaničke obrade između 4 i 8°C, odnosno prema Gillett-u i sar. (1982) idealna temperatura mehaničke obrade je između 4.4 i 10°C. Petrović i Okanović (1999) navode da se u uslovima prakse faza mehaničke obrade obavlja na temperaturi od 4 do 8°C. Više temperature u fazi mehaničke obrade, odnosno više temperature dodate salamure, mogu dovesti do neželjenog rasta mikroorganizama, dok niže temperature mogu usporiti postmortalne biohemijske procese (Petrović i Okanović, 1999). Ovakvi uslovi mogu se postići hlađenjem (kondicioniranjem) prostorije u kojoj se odvija mehanička obrada ili korišćenjem vakuum tamblera sa hlađenjem.

2.6.4. Punjenje i zatvaranje

Konzerve od mesa u komadima tradicionalno se proizvode u pojedinačnoj ambalaži (limenkama) od belog lima ili, u manjoj meri, od aluminijumskog lima (Vujković, 1999; Freixanet, 2007b).

Limenke mogu biti različitih standardizovanih oblika (flet, pulman i mandolina). U praksi su najzastupljenije flet limenke, a u manjoj meri pluman i mandolina oblik. Uobičajeno je, da se limenke (konzerve) označavaju neto masom sadržaja izraženom u librama – lb (1 lb ≈ 454 g) (Vujković, 1999). Pojedinačna neto masa kuvanih šunki obično je od 3 do 10 kg (Freixanet, 2007b).

Radi sprečavanja kontakta sa limenkom, proizvodi se pune u kesice od polimernih materijala, pre svega polietilena i kopolimera etilena. Ove kesice, pored sprečavanja kontakta mase sa ambalažom imaju i određenu tehnološku funkciju. Kada su kesice proizvedene od termoskupljajućih materijala u fazi termičke obrade se skupljaju oko sadržaja, čime smanjuju ili onemogućavaju izdvajanje tečne faze (želea) (Vujković, 1999).

U poslednje vreme se sve više ovih proizvoda pakuje u fleksibilnu ambalažu proizvedenu od ambalažnih materijala na bazi polimernih materijala i drugih fleksibilnih ambalažnih materijala (Vujković, 1999; Freixanet, 2007b). Najviše su zastupljene termooblikovane ambalažne jedinice (kesice) od višeslojnih polimernih i kombinovanih materijala, a koriste se i veštački omotači proizvedeni od polimernih ili višeslojnih kombinovanih materijala (Vujković, 1999). Oblik ovih konzervi može biti veoma različit, od prirodnog oblika buta do nepravilnog (Freixanet, 2007b).

Proizvodi se u limenke, polimernu i kombinovanu ambalažu pune ručno ili automatski, kontinualno ili diskontinualno, i sa ili bez vakuumskih punilica (Vujković, 1999; Freixanet, 2007b).

Uobičajeno je da se konzerve od mesa u komadima zatvaraju pod vakuumom. Hermetičnost proizvoda se obezbeđuje formiranjem dvostrukog (kružnog) spoja tela limenke, odnosno kada se koristi ambalaža od polimernih i kombinovanih materijala hermetičnost se obezbeđuje zavarivanjem ili klipsanjem ili pod pritiskom i klipsanjem (Scheid, 1984; Vujković, 1999).

Proizvodi napunjeni u polimernu ili kombinovanu ambalažu postavljaju se u metalne kalupe i tako termički obrađuju (Vujković, 1999).

2.6.5. Termička obrada

Ispravnost i održivost konzervi od salamurenog svinjskog mesa obezbeđuje se uništavanjem patogenih mikroorganizama i izazivača kvara (vegetativnih mikroorganizama), a kvalitet proizvoda postizanjem stabilne boje, arome, strukture i teksture za vreme termičke obrade. Pošto prilikom pasterizacije ne mogu biti uništene spore bakterija iz rodova *Bacillus* i *Clostridium* uključujući i *Clostridium botulinum*, proizvodi treba da se hlade i da se skladište na hladnoći (Vuković, 1999; Lagares, 2007).

Pasterizacija proizvoda od salamurenog svinjskog mesa u hermetički zatvorenim posudama (kuvana šunka) u praksi se najčešće obavlja u zatvorenim pasterizatorima sa cirkulacijom medijuma za zagrevanje (najčešće vodom) ili u otvorenim kazanima u kojima voda ne cirkuliše. Termički proces može da se obavlja pri konstantnoj temperaturi ili pri temperaturama koje rastu postepeno za vreme procesa (Vuković, 1999).

Za razliku od konvencionalnog postupka pasterizacije koji se izvodi pri konstantnoj temperaturi, kod delta-T postupka temperatura pasterizacije povećava se postepeno, pri čemu se tokom termičkog procesa održava stalna razlika između temperature u dubini proizvoda i temperature uređaja. Proces pasterizacije počinje pri nižoj temperaturi koja bitnije ne menja površinu proizvoda, tako da se toplota brže prenosi kroz sadržaj tokom zagrevanja i termički proces traje kraće. Pri delta-T postupku izbegavaju se nepovoljni uticaji visoke temperature na kvalitet proizvoda i stoga je pogodan za zagrevanje konzervi kroz koje se toplota sporije prenosi (Eisner, 1979).

Pasterizovani proizvodi od mesa zagrevaju se pri temperaturi medijuma od 75 do 85°C, a u dubini proizvoda treba ostvariti temperaturu između 65 i 75°C (Wirth, 1979).

Prema Appel-u i Löfqvist-u (1978) i Reichert (prema citatu Scheid-a, 1986) pasterizacijom u centru proizvoda treba da se dostigne temperatura od 70°C, odnosno od 70 do 72°C (u zavisnosti od veličine konzerve), u centru proizvoda (Baytchev, 1982).

Prema Pravilniku o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa (Službeni list SCG, broj 33, 2004) pasterizacija je postupak konzervisanja proizvoda na temperaturi nižoj od tačke ključanja vode, pri čemu je u termalnom centru proizvoda ostvarena temperatura od najmanje 70°C, ako to nije druga čije propisano ovim Pravilnikom (Službeni list SCG, broj 33, 2004).

U USDA – FSIS opštem HACCP planu za proizvodnju termički obrađenih, odnosno pasterizovanih proizvoda od mesa (kuvana šunka), za koje je neophodno održavanje "hladnog lanca" tokom skladištenja i distribucije (USDA – FSIS, 1999b), definisano je da se pasterizacijom mora dostići interna temperatura od 70°C (158°F). Prema istom HACCP planu (USDA – FSIS, 1999b) termička obrada je identifikovana kao kritična kontrolna tačka, s obzirom da u toku ovog procesa, ukoliko se ne sprovodi na adekvatan način, postoji biološki rizik da dođe do preživljavanja i/ili rasta patogenih mikroorganizama (*Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*), odnosno preživljavanja *Trichinella spiralis*.

Prema Vukoviću (1999) letalnost režima pasterizacije (F-vrednost) pri kojoj se broj termorezistentnih streptokoka (*Streptococcus faecium*) u salamurenom svinjskom mesu može smanjiti za 4 decimalne redukcije, za konzerve neto mase 6350 g (14 lb) iznosi 40.7 minuta. U ovom izračunavanju Vuković (1999) kao početni broj fekalnih streptokoka uzima ekstremno visoku kontaminaciju salamurenog mesa bakterijama od 10^6 /g, a kao njihov krajnji broj, odnosno prosečan broj bakterija koji u polukonzervama preživljava pasterizaciju uzima kontaminaciju od 10^2 /g.

Lagares (2007) navodi da se kod kuvanih salamurenih proizvoda od mesa optimalna mikrobiološka stabilnost postiže zagrevanjem termalnog centra na konstantnu temperaturu od 68 do 70°C, u trajanju od 30 do 60 minuta.

Kako Reichert i sar. (1979) i Reichert (prema citatu Scheid-a, 1986) navode F-vrednost između 30 i 50 minuta obezbeđuje mikrobiološka stabilnost kuvanih šunki.

Toplota se kroz kompaktan sadržaj konzervi koji čine komadi salamurenog svinjskog mesa prenosi uglavnom kondukcijom. Zbog toga proces pasterizacije polukonzervi (konzervi od mesa u komadima) traje više časova (7 do 10 sati). Dužina termičkog procesa, odnosno brzina zagrevanja zavisi od sastava proizvoda. Konzerve se brže zagrevaju i termički proces traje srazmerno kraće ako proizvod sadrži više vode, što je slučaj, na primer, kod ubrizgavanja veće količine salamure u meso, a naročito kod primene hidrokoloida, koji za sebe mogu vezati znatnu količinu vode (Vuković, 1999).

Prema Burfoot-u i sar. (1990) vreme pasterizacije, kuvanih šunki mase oko 7 kg, do 70°C, na temperaturi vode od 80°C iznosi 278 minuta.

Prilikom cirkulacije vode u pasterizatoru temperatura od 69°C u centru konzervi postiže se u periodu zagrevanja između 4²⁰ i 4³⁰ sati, a tokom hlađenja temperatura opada do 69°C posle 60 do 70 minuta, odnosno posle 5³⁰ sati od početka pasterizacije, dok termički proces traje ukupno 7³⁰ sati. U slučaju kada voda u pasterizatoru ne cirkuliše, uočavaju se veće razlike u kontrolisanim parametrima. U tim konzervama temperatura od 69°C se postiže u periodu od 4³⁰ do 6, odnosno 7¹⁰ sati, a tokom hlađenja temperatura u konzervama opada do 69°C u periodu od 8¹⁰ do 8⁴⁰ sati (Kiš i sar., 1996).

Reichert (prema citatu Scheid-a, 1986) je u svojim ispitivanjima došao do zaključka da se proizvod najboljeg kvaliteta dobija ako je pri pasterizaciji razlika temperatura (ΔT) u centru proizvoda i temperature okoline (temperature medijuma) 25°C, s tim da se za vršna temperatura medijuma ograniči na 75°C. Ukoliko nije moguće primeniti termički režim sa definisanom kontrolom temperature treba primeniti konstantnu temperaturu medijuma takođe od 75°C. Po ovom autoru (Reichert) postoji samo jedna optimalna kombinacija temperatura/vreme za svaku veličinu proizvoda. Svako odstupanje od nje znači smanjenje kvaliteta i povećanje troškova proizvodnje.

Slično, Appel i Löfqvist (1978) su postepenim zagrevanjem medijuma (uređaja), odnosno temperaturnom kontrolom temperature medijuma (uređaja), utvrdili značajno bolji prinos i kvalitativne karakteristike kuvane šunke, u poređenju sa prinosom i kvalitetom kuvane šunke kod koje je termički proces obavljen na konstantnoj temperaturi od 90°C.

Baytchev (1982) je u ispitivanjima uticaja termičkog režima na konstantnoj temperaturi medijuma (uređaja) na kvalitet kuvane šunke utvrdio da termički režim u trajanju od 315 minuta na 75°C, u poređenju sa termičkim režimom u trajanju od 265 minuta na 78°C, odnosno duži termički režim od 50 minuta sa samo 3°C manjom temperaturom medijuma (uređaja), značajno poboljšava prinos proizvoda, čvrstinu i kohezivnost slajsovanog proizvoda.

Za nastanak i stabilizaciju strukture kuvanih salamurenih proizvoda od mesa (kuvana šunka) odgovorne su dve mišićne komponente: miofibrilarni proteini (aktin i miozin) i kolagen. Mišićni proteini, koju su rastvoreni u prethodnim fazama proizvodnje kombinovanim efektom dodavanja ingredijencija (fosfati i kuhinjska so) i postupkom mehaničke obrade, tokom termičke obrade denaturišu, što dovodi do smanjenja intercelularnih prostora, zbijanja denaturisanih vlakana i stvaranja trodimenzionalne mreže sposobne da zadrži vodu, dajući finalnom proizvodu konzistenciju, čvrstinu i dobru povezanost (Lagares, 2007).

Na nastanak i stabilizaciju mirisa i ukusa kuvane šunke utiču dodate ingredijencije (aditivi i dodaci), zatim stvaranje odgovarajućih prekursora aromatičnih jedinjenja (masne kiseline, trigliceridi, fosfolipidi, peptidi, amino kiseline, šećeri, itd) u operacijama pre termičke obrade i transformacija nastalih prekursora primenom toplote u aromatične komponente (aldehidi, ketoni, laktoni, zasićeni i nezasićeni alkoholi, furani, itd). Dakle, primenom toplote omogućava se serija reakcija (oksidacija, esterifikacija, Millard-ove reakcije, itd) između komponenata salamurenog mesa, čime nastaje proizvod novog sastava, koji je veće svarljivosti, i nastaje karakteristični miris i ukus kuvanog salamurenog mesa (Lagares, 2007).

Toplotnom obradom, na primer, pri temperaturi od 70°C za jedan do dva časa nastane oko 70% nitrozil pigmenta. Nitrozilmioglobin nastaje brže pri višim temperaturama, ali se ne povećava bitnije njegova količina. Za vreme toplotne obrade mesa redukujuće uslove stvara sumpor vodonik koji se oslobađa oksidacijom sulfhidrilnih (-SH) grupa miozina. Upotrebom antioksidanasa reduktivni uslovi u mesu postaju povoljniji, reakcije teku brže i formira se više nitrozilmioglobina (Vuković, 2006). Toplotom se, takođe, denaturišu i crveni pigment u salamurenom mesu (nitrozilmioglobin), odnosno denaturišu globin, transformišući se u svetlo crveni (ružičasti) pigment karakterističan za ove proizvode (nitrozilmiohromogen) (Vuković, 2006; Lagares, 2007). Stabilizacija ovog pigmenta odvija se u završnoj fazi kuvanja, odnosno na temperaturama iznad 65°C (Lagares, 2007). Prilikom zagrevanja hem može da se odvoji od globina, a za gvožđe se tada vezuju dva molekula azot monoksida i dobija se najstabilniji pigment salamurenog mesa dinitrozilhemohrom (Vuković, 2006). Dakle, nastajanje i stabilizacija boje je još jedan razlog zbog kojeg je optimalna temperatura termičke obrade između 65 i 75°C (Lagares, 2007).

2.6.6. Hlađenje i skladištenje

Nakon termičke obrade (pasterizacije) kuvane šunke se hlade. Hlađenje treba započeti što je moguće pre nakon termičke obrade i to do temperature ispod 5°C (Kenny i sa r., 2002). Nakon čega je proizvod spreman za prodaju.

Prema USDA – FSIS opštem HACCP planu za proizvodnju termički obrađenih, odnosno pasterizovanih proizvoda od mesa (kuvana šunka), za koje je neophodno održavanje "hladnog lanca" tokom skladištenja i distribucije (USDA – FSIS, 1999b), hlađenje ovih proizvoda treba započeti najkasnije 90 minuta nakon termičke obrade.

Konvencionalni postupci hlađenja obuhvataju hlađenje potapanjem u vodu koja cirkuliše, zatim vazdušno hlađenje ili njihovu kombinaciju (Zheng i Sun, 2004).

Ukoliko hlađenje nije dovoljno brzo, naročito pasterizovanih proizvoda od mesa velike mase, preživele spore mikroorganizama mogu se razmnožavati, rasti i proizvoditi toksine (McDonald, 1999).

Prema USDA – FSIS opštem HACCP planu za proizvodnju termički obrađenih, odnosno pasterizovanih proizvoda od mesa (kuvana šunka), za koje je neophodno održavanje "hladnog lanca" tokom skladištenja i distribucije (USDA – FSIS, 1999b), hlađenje ovih proizvoda je identifikovano kao kritična kontrolna tačka, s obzirom da u toku ovog procesa, ukoliko se ne sprovodi na adekvatan način, postoji biološki rizik, odnosno može doći do toksigeneze od strane mikroorganizama (*Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*) koji su preživeli termičku obradu.

Vlada Irske (Food Safety Advisory Committee, 1991) i vlada Ujedinjenog Kraljevstva (Department of Health and Social Security, 1989) izdale su preporuke prema kojima u bolnicama i za catering usluge komade

kuvanog mesa mase manje od 2.5 kg i/ili debljine manje od 100 mm, nakon završene termičke obrade, treba ohladiti u dubini sa temperature od 74°C na temperaturu ispod 10°C za manje od 2.5 sata, s tim da hlađenje mora započeti najkasnije 30 minuta nakon termičke obrada (Desmond i sar., 2000). Međutim, ovim preporukama nije obuhvaćen veliki broj komercijalnih proizvoda u ovom tipu koji iz ekonomskih razloga imaju veću masu (čak i preko 8 kg).

Prema USDA – FSIS opštem HACCP planu za proizvodnju termički obrađenih, odnosno pasterizovanih proizvoda od mesa (kuvana šunka), za koje je neophodno održavanje "hladnog lanca" tokom skladištenja i distribucije (USDA – FSIS, 1999b), vreme hlađenja dubine proizvoda (termalnog centra) sa temperature od 48.8°C (120°F) na temperaturu od 12. 7°C (55°F) treba da bude manje od 6 sati, nakon čega treba nastaviti hlađenje do temperature od 4.4°C (40°F).

U izveštaju "Campden and Chorleywood Food Research Association" o mikrobiološkom aspektu hlađenja termički obrađenih proizvoda od mesa velike mase, zaključeno je da je najkritičnija faza hlađenja u intervalu temperatura od 40°C do 15°C i da vreme hlađenja u tom intervalu temperatura treba da bude kraće od 4 sata (Gaze i sar., 1998). Na osnovu rezultata istraživanja u navedenom izveštaju u Ujedinjenom Kraljevstvu date su preporuke za vremena hlađenja kuvane šunke (Kenny i sar., 2002), odnosno termički obrađene proizvode od mesa velike mase, i druge po veličine slične salamurene i nesalamurene proizvode u industrijskim uslovima (Tabela 2.6.5). Ovaj standard prihvaćen je u velikom broju zemalja (Australija, Novi Zeland, Irska, itd).

Tabela 2.6.5. Vremena hlađenja (sati) salamurenih i nesalamurenih proizvoda od mesa (Kenny i sar., 2002)

	Salamureni proizvodi od mesa		Nesalamureni proizvodi od mesa	
	Dobra praksa	Maksimum	Dobra praksa	Maksimum
do 50°C	1.25	3.25	1	2.5
od 50°C do 12°C	7.50	7.50	6	6.0
od 12°C do 5°C	1.25	1.75	1	1.5
ukupno vreme do 5°C	10	12.5	8	10

Prema James-u (1990) komercijalni postupci hlađenja kuvanih šunki traju suviše dugo, duže od 21 sata, pri čemu krajnja temperatura u dubini proizvoda ostaje iznad 15 do 20°C. Prema Burfoot-u i sar. (1990) vreme hlađenja kuvanih šunki, mase oko 7 kg, sa 70 na 10°C je duže od 5 sati, potapanjem u vodu temperature 0°C, odnosno duže od 7 sati, primenom vakuumsnog hlađenja, dok vreme vakuum hlađenja iznosi 50 minuta.

Da bi se ostvarila odgovarajuća brzina hlađenja termički obrađenih proizvoda od mesa, naročito onih sa velikom masom (kuvana šunka) u poslednje vreme dosta se ispituje mogućnost primene vakuum hlađenja ovih proizvoda. Desmond i sar. (2000) su u laboratorijskim uslovima primenom vakuum hlađenja utvrdili značajno skraćanje ($P < 0.05$) vremena hlađenja sa 70 na 4°C i to sa 14.3 sata (sporo vazdušno hlađenje) i 11.7 sati (brzo vazdušno hlađenje) na 1.9 sati (vakuum hlađenje). Ispitivanja su obavljena na kuvanim šunkama mase od 5 do 6 kg u kojima je dodato 20% salamure i koje su neposredno pre hlađenja izvađene iz ambalaže. Međutim, u istim ispitivanjima kod vakuum hlađenih kuvanih šunki utvrđen je značajno veći ($P < 0.05$) calo hlađenja (11.3%), u poređenju sa sporo i brzo vazdušno hlađenim (4.4 i 4.7%) kuvanim šunkama. Veći calo hlađenja vakuum hlađenih kuvanih šunki uticao je na značajno manji ($P < 0.05$) sadržaj vode, odnosno značajno veći ($P < 0.05$) sadržaj proteina, značajno veću ($P < 0.05$) vrednost sile smicanja (mekoću), određenu na Kramer uređaju, kao i značajno veću ($P < 0.05$) tvrdoću, odnosno značajno manju (P

< 0.05) sočnost određenu senzorno, u poređenju sa vazdušno hlađenim kuvanim šunkama. Brzina hlađenja nije imala značajan uticaj ($P > 0.05$) na boju ($L^*a^*b^*$ vrednosti) kuvanih šunki. U sličnim ispitivanjima istih autora (Desmond i sar., 2002) utvrđeno je da količina ubrizgane salamure (20 i 30%) nema uticaja na brzinu vakuum ili sporog vazdušnog hlađenja kuvanih šunki.

Kod vakuum hlađenih proizvoda od goveđeg mesa velike mase (u istom tipu kao i kuvana šunka), nakon nekoliko dana skladištenja, utvrđen je značajno manji ukupan broj psihrofilnih i aerobnih mezofilnih bakterija, u poređenju sa proizvodima koji su brzo vazdušno hlađeni (McDonald i Sun, 1999). Suprotno, Burfoot i sar. (1990) su utvrdili da postupak hlađenja (potapanjem u vodu, vazdušno i vakuum hlađenje), proizvoda od mesa velike mase, ne utiče značajno na bakterijsku populaciju.

Ukoliko se kuvana šunka isporučuje narezana, prema USDA – FSIS opštem HACCP planu za proizvodnju termički obrađenih, odnosno pasterizovanih proizvoda od mesa (kuvana šunka), za koje je neophodno održavanje "hladnog lanca" tokom skladištenja i distribucije (USDA – FSIS, 1999b), operacija narezivanja je identifikovana kao kritična kontrolna tačka, s obzirom da u toku ove operacije, ukoliko se ne sprovodi na adekvatan način, postoji biološki rizik, odnosno potencijalna kontaminacija mikroorganizmima (*Listeria monocytogenes*) iz spoljašnje sredine.

Pasterizovane konzerve čuvaju se na temperaturi do 4°C (Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa, Službeni list SCG, broj 33, 2004). Lagares (2007) preporučuje temperaturu skladištenja kuvanih šunki u intervalu od 2 do 4°C. Na temperaturi od 2 do 4°C održivost kuvane šunke je oko četiri meseca (Scheid, 1984).

Prema USDA – FSIS opštem HACCP planu za proizvodnju termički obrađenih, odnosno pasterizovanih proizvoda od mesa (kuvana šunka), za koje je neophodno održavanje "hladnog lanca" tokom skladištenja i distribucije (USDA – FSIS, 1999b), skladištenje kuvane šunke je identifikovano kao kritična kontrolna tačka, s obzirom da u toku ovog procesa, ukoliko se ne sprovodi na adekvatan način, postoji biološki rizik za rast psihrofilnih patogenih mikroorganizama (*Listeria monocytogenes*) i iz tog razloga kuvana šunka se mora čuvati na temperaturi koja ne prelazi 4.4°C (40°F), odnosno između -1 i 4.4°C (od 30 do 40°F).

2.7. Higijensko-toksikološki kvalitet kuvane šunke

U našoj zemlji, uslovi koje mora da ispunjava kuvana šunka, odnosno konzerve od mesa u komadima, kao i ostale namirnice, u pogledu zdravstvene ispravnosti propisani su Zakonom o zdravstvenoj ispravnosti životnih namirnica i predmeta opšte upotrebe (Službeni list SFRJ, broj 53, 1991. i izmena broj 24, 1994, broj 28, 1996. i broj 37, 2002). Ovi uslovi prikazani su u poglavlju 2.3.4.

Prema Pravilniku o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Službeni list SRJ, broj 26, 1993. i izmena i dopuna broj 53, 1995. i broj 46, 2002) šunka u limenci i ostale vrste pasterizovanih konzervi koje se čuvaju na temperaturi do 10°C ne smeju sadržavati u 0.1 g bakterije: *Escherichia coli* i *Proteus* vrste, koagulaza pozitivne stafilokoke i sulfitoredujuće klostridije, a *Salmonella* vrste u 25 g.

Regulativom Evropske Unije broj 2073/2005 od 15. novembra 2005 [Commission Regulation (EC) No 2073/2005], koji predstavlja integralni deo implementacije HACCP sistema, definisani su mikrobiološki

kriterijumi za hranu, odnosno kriterijumi za bezbednost i kriterijumi za higijenu procesa, od kojih su u tabelama 2.7.1. i 2.7.2. prikazani samo oni koje se odnose na proizvode od mesa.

Tabela 2.7.1. Mikrobiološki kriterijumi za bezbednost proizvoda od mesa
[Commission Regulation (EC) No 2073/2005]

Kategorija hrane	Mikroorganizmi / njihovi toksini, metaboliti	Plan uzorkovanja		Granice*		Analitička referentna metoda	Faza u kojoj se kriterijum primenjuje
		n	c	m	M		
Usitnjeno meso i proizvodi od mesa koji se termički obrađuju	<i>Salmonella</i>	5	0	Odsustvo u 10 g		EN/ISO 6579	Tokom roka upotrebe

* m – zadovoljavajuće, M – nezadovoljavajuće, m = M; n – broj uzetih uzoraka koji čine uzorak, c – broj uzoraka sa vrednostima između m i M.

Kada se utvrđuje prisustvo *Salmonella*, da bi rezultati bili zadovoljavajući, uzorkovanje je neophodno sprovesti 30 nedelja uzastopno.

Tabela 2.7.2. Mikrobiološki kriterijumi higijene procesa za proizvode od mesa na kraju procesa proizvodnje
[Commission Regulation (EC) No 2073/2005]

Kategorija hrane	Mikroorganizmi / njihovi toksini, metaboliti	Plan uzorkovanja		Granice*		Analitička referentna metoda	Akcija u slučaju nezadovoljavajućeg rezultata
		n	c	m	M		
Proizvodi od mesa	<i>Escherichia coli</i> ⁽¹⁾	5	2	500 cfu/g ili cm ²	5000 cfu/g ili cm ²	ISO 16649-1 ili 2	Poboljšanje proizvodne higijene i poboljšanje selekcije i/ili porekla sirovine

* m – zadovoljavajuće, M – nezadovoljavajuće; n – broj uzetih uzoraka koji čine uzorak, c – broj uzoraka sa vrednostima između m i M (prihvatljivo).

⁽¹⁾ indikator fekalne kontaminacije.

"cfu" – "colony forming units" (broj obrazovanih kolonija).

Kada se ispituje prisustvo *Escherichia coli*, da bi rezultati bili zadovoljavajući, uzorkovanje je neophodno sprovesti 6 nedelja uzastopno.

Količine ostataka pesticida, teških metala i nemetala, anabolika, veterinarskih lekova, mikotoksina, policikličnih aromatičnih ugljovodonika, polihlorovanih bifenila i drugih kontaminenata u namirnicama koje se stavljaju u promet u Saveznoj Republici Jugoslavija (Srbiji) propisane su Pravilnikom o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama (Službeni list SRJ, broj 5, 1992. i ispravka broj 11, 1992. i izmena broj 32, 2002). Maksimalno dozvoljene količine pojedinih rezidua i kontaminenata koje se smeju naći u kuvanoj šunki, odnosno u mesu i proizvodima od mesa, prikazane su u poglavlju 2.3.4.2.

U Evropskoj Uniji Direktivom broj 96/23/EC (Council Directive 96/23/EC) propisana je kontrola prisustva rezidua samo u primarnim proizvodima životinjskog porekla (Tabele 2.3.18. i 2.3.19, Poglavlje 2.3.4.2).

Prema Kodeks alimentarius standardu za kuvanu salamurenu šunku (Codex Alimentarius Standard for Cooked Cured Ham, Codex Stan 96-1981, Rev. 1 – 1991) sadržaj olova u kuvanoj šunki ne sme biti veći od 0.5 mg/kg, dok sadržaj kalaja u kuvanoj šunki u kalajnim limenkama ne sme biti veći od 200 mg/kg, odnosno ne sme biti veći od 50 mg/kg u kuvanim šunkama u drugim limenkama (drugoj ambalaži).

2.8. Uticaj brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja na kvalitet kuvane šunke

Kao što je napred opisano (Poglavlja 2.4.1. i 2.4.2) ubrzanim hlađenjem polutki svinja (svinjskog mesa) skraćuje se ukupno vreme hlađenja i u zavisnosti od primenjene brzine hlađenja moguće je značajno ranije započinjanje otkoštavanja mesa i samim tim značajno ranije započinjanje operacija prerade mesa.

Nasuprot želji da se proces proizvodnje kuvanih šunki značajno skрати (salamurenjem toplog mesa) u praksi je prihvaćeno uverenje da se samo potpuno ohlađeno meso može uspešno salamuriti, odnosno nakon razvitka punog *rigor mortis*-a i završetka glikolize. Tom uverenju doprinosila je i Callow-a (1933, 1937, 1956) teorija promena stanja i svojstava mišića *post mortem*. Neposredno *post mortem* vrednost pH mišića je visoka, mišić je dobre sposobnosti vezivanja vode, tamnije je boje i slabije provodi električnu struju. Pored toga, meso u tom stanju slabije zadržava salamuru. To stanje je autor nazvao "zatvorenom strukturom" mišića. Napredovanjem postmortalnih procesa menja se i to stanje, pa kasnije *post mortem* vrednost pH opada, sposobnost vezivanja vode slabi, mišić postaje svetlije boje i bolje provodi električnu struju. Tako izmenjenu strukturu mišića kasnije *post mortem* ovaj autor je nazvao "otvorenom strukturom". Voda je kod mišića sa "otvorenom strukturom" potisnuta iz miofibrila u sarkoplazmu, a delom i u međucelijske prostore, pa u te mišiće so brže prodire nego u one sa visokom sposobnošću vezivanja vode, odnosno mišić bolje zadržava salamuru.

Sa druge strane, kao što je napred opisano (Poglavlja 2.4.1. i 2.4.2) rasecanje i otkoštavanje brzo ohlađenog mesa u polutkama, u fazi posle *rigora*, povoljan je postupak sa stanovišta mikrobiologije mesa. U tim okolnostima temperatura mesa brzo opada ispod graničnih vrednosti koje omogućavaju razvoj mezofilnih (oko 10°C) i psihrotrofnih (do 4°C) mikrobnih vrsta. Ta temperatura se postiže na površini mesa za nekoliko sati hlađenja. To, dalje, znači da se kontaminentna mezofilna, a najvećim delom psihrotrofna mikroflora, kojim grupama uglavnom i pripadaju uzročnici kvara i alimentarnih trovanja, sistira u razvoju pre nastupa logaritamске faze razmnožavanja. Kako je temperatura primarni faktor koji uslovljava razvoj mikroorganizama, drugi faktori koji bi u ovoj tehnologiji mogli nepovoljno delovati u mikrobiološkom smislu ne dolaze do izražaja. Pri ovako brzom padu temperature u mesu se mogu razvijati samo psihrofilne i neke psihrotrofne bakterijske vrste, koje se mogu razmnožavati i na temperaturi ispod 4°C kao i plesni i kv asci (Beganović, 1985). Neophodni higijenski minimumi, u pogledu mikrobiološkog kvaliteta, koji se zahtevaju kod svinjskog mesa prikazani su u poglavlju 2.3.4.1.

Ispitivanjem uticaja ubrzanog vazdušnog hlađenja polutki (na -32°C, u trajanju od 100 minuta, sa brzinom strujanja vazduha od 2 m³/s i zatim na 2°C, do 24 sata *post mortem*) na kvalitet svinjskog mesa, odnosno kvalitet kuvanih šunki, u poređenju sa kuvanim šunkama proizvedenim od svinjskog mesa sa konvencionalno hlađenih polutki (na 2°C do 24 sata *post mortem*), proizvedenim po identičnom tehnološkom postupku (u vakuum tamberu), Milligan i sar. (1998) su utvrdili da postupak hlađenja ne utiče značajno ($P > 0.05$) na sadržaj vode, kalo kuvanja, vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća), boju ($L^*a^*b^*$

vrednosti), uniformnost boje, mogućnost narezivanja i senzorni kvalitet (mekoću, sočnost i miris i ukus) kuvanih šunki.

Springer i sar. (2003) su ispitivanjem uticaja ubrzanog vazdušnog hlađenja polutki (na -32°C , sa brzinom strujanja vazduha od $2\text{ m}^3/\text{s}$, u trajanju od 60, 90, 120 ili 150 minuta i zatim na 2°C , do 24 sata *post mortem*), u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem (na 2°C , sa brzinom strujanja vazduha od $1.2\text{ m}^3/\text{s}$, do 24 sata *post mortem*), na poboljšanje kvaliteta svinjskog mesa, odnosno kvaliteta kuvanih šunki, proizvedenim po identičnom tehnološkom postupku (u vakuum tamberu) utvrdili da postupak hlađenja, odnosno produženje vremena brzog hlađenja, ne utiče značajno ($P > 0.05$) na sadržaj vode, procenat slobodne, vezane i imobilizirane vode u kuvanim šunkama, kalo kuvanja, zatim na vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća), boju ($L^*a^*b^*$ vrednosti), uniformnost boje, mogućnost narezivanja i senzorni kvalitet (sočnost, mekoću, boju i miris i ukus).

Ispitivanjem uticaja brzog hlađenja polutki (na -30°C , bez intenzivne cirkulacije vazduha, i na -35°C , sa intenzivnom cirkulacijom vazduha, u trajanju od 2 sata i zatim na 0 do 4°C , do 22 sata *post mortem*) na kvalitet *M. semimembranosus* i proizvedenih kuvanih šunki, u poređenju sa kvalitetom *M. semimembranosus*, odnosno kuvanom šunkom proizvedenom od konvencionalno hlađenih polutki (na 0 do 4°C do 22 sata *post mortem*), Zagorac (1994) je utvrdila da su ogledne i kontrolne kuvane šunke veoma ujednačenog osnovnog hemijskog sastava (sadržaj vode, sadržaj proteina, sadržaj masti i sadržaj mineralnih materija; $P > 0.05$), odnosno "PFF" vrednosti ($P > 0.05$), zatim ujednačenih pokazatelja salamurenja i tehnološkog kvaliteta (sadržaj ukupnih pigmenata, sadržaj nitrozilmioglobina, vrednosti boje – Y, Č, λ; $P > 0.05$). U istim ispitivanjima, količina izdvojenog soka, zatim vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler (mekoća) i senzorni kvalitet (spoljni izgled, izgled na preseku, boja, mekoća, sočnost i ukus), takođe, se nisu značajno razlikovali ($P > 0.05$) između oglednih i kontrolne grupe proizvedenih kuvanih šunki. Kod kontrolne i oglednih grupa kuvanih šunki utvrđen je dobar mikrobiološki kvalitet, odnosno ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija bio je ispod maksimalno dozvoljenog ($< 1000/\text{g}$), a prisustvo patogenih mikroorganizama (*Escherichia coli*, *Proteus*, *Salmonella*, koagulaza pozitivne stafilokoke i sulfitoredujuće klostridije) nije registrovano.

Okanović (1993) je ispitivanjem uticaja brzog hlađenja polutki (na -30°C , sa intenzivnom cirkulacijom vazduha, u trajanju od 2 sata i zatim na 2°C) i ran ijeg otkoštavanja polutki (6 i 8 sati *post mortem*) nakon brzog hlađenja na kvalitet *M. semimembranosus*, koji su bili namenjeni izradi kuvane šunke, u koje je bila ubrizgana salamura temperature -10°C (polovina mišića otkoštenih 6 i 8 sati *post mortem*) i salamura temperature 5°C (druga polovina mišića otkoštenih 6 i 8 sati *post mortem*) i koji su mehanički obrađivani 16 (cca 6000 obrtaja; polovina mišića salamurenih na temperaturi -10°C) i 20 sati (cca 7500 obrtaja; druga polovina mišića salamurenih na temperaturi -10°C), u poređenju sa kuvanom šunkom proizvedenom od konvencionalno hlađenih polutki (na 2°C do 24 sata *post mortem*), odnosno *M. semimembranosus*, koji su salamureni salamutom temperature 5°C i koji su mehanički obrađivani 16 sati (cca 6000 obrtaja) utvrdio da se modifikacijom tehnološkog postupka uspelo proizvesti kuvanu šunku traženog kvaliteta, i to u pogledu teksture i spoljnog izgleda, od mišića otkoštenih 6 sati *post mortem*, salamurenih salamutom temperature -10°C i mehanički obrađivanih 20 sati, a u pogledu boje od mišića otkoštenih 8 sati *post mortem* salamurenih salamutom temperature -10°C i mehanički obrađivanih 20 sati i da prednost zbog teže konverzije boje treba dati kasnijem otkoštavanju *post mortem* (8 sati *post mortem*). U navedenom ispitivanju, kuvane šunke proizvedene od mišića otkoštenih u različito vreme *post mortem*, salamurenih salamutom različite temperature i različito mehanički obrađivanih imale su veoma ujednačen osnovni hemijski sastav (sadržaj vode, sadržaj proteina, sadržaj masti i sadržaj mineralnih materija; $P > 0.05$), odnosno "PFF" vrednosti ($P >$

0.05), zatim ujednačene pokazatelje salamurenja i tehnološkog kvaliteta (sadržaj natrijum hlorida, sadržaj ukupnih pigmenata, sadržaj nitrozilmioglobina, vrednosti boje – $L^*a^*b^*$ i Y, Č, λ, vrednost pH, sposobnost vezivanja vode; $P > 0.05$). U istim ispitivanjima količina izdvojenog soka i želea bila je veća ($P > 0.05$), odnosno značajno veća ($P < 0.05$; $P < 0.01$) kod svih oglednih grupa u poređenju sa kontrolnom grupom kuvanih šunki. Nadalje, kod kuvanih šunki proizvedenih od *M. semimembranosus* koji su otkošteni 8 sati *post mortem*, salamureni salamutom temperature 5°C i koji su mehanički obrađivani 20 sati, utvrđena je značajno manja ($P < 0.05$) plastičnost u poređenju sa kuvanim šunkama kontrolne grupe. Značajno veća ($P < 0.05$) vrednost čvrstoće u poređenju sa kontrolnom grupom, utvrđena je kod kuvanih šunki proizvedenih od *M. semimembranosus* koji su otkošteni 8 sati *post mortem*, salamureni salamutom temperature 5°C i koji su mehanički obrađivani 16 sati, dok između ostalih pokazatelja teksture (vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler, odnosno mekoće, i kompresije) nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$), s tim da je sa produženjem vremena mehaničke obrade utvrđeno poboljšanje teksture. Senzornom analizom spoljnog izgleda i izgleda na preseku proizvedenih grupa kuvanih šunki utvrđeno je da samo konzerve proizvedene od mišića otkoštenih 6 sati *post mortem*, salamurenih salamutom temperature –10°C i mehanički obrađivanih 20 sati, imaju prihvatljiviji izgled, u odnosu na konzerve kontrolne grupe. Senzorna ocena boje kuvanih šunki proizvedenih od mišića otkoštenih 8 sati *post mortem*, salamurenih salamutom temperature –10°C i mehanički obrađivanih 16 i 20 sati, nije se razlikovala, u odnosu na boju konzervi kontrolne grupe, a neujednačenija boja je utvrđena kod konzervi proizvedenih od mišića otkoštenih 6 sati *post mortem*, salamurenih salamutom temperature –10°C i mehanički obrađivanih 20 sati, dok su sve ostale grupe kuvanih šunki bile još lošije boje. Senzornom analizom mekoće i sočnosti utvrđeno je da su najbolje mekoće i sočnosti kuvane šunke proizvedene od mišića otkoštenih 6 sati *post mortem*, salamurenih salamutom temperature –10°C i mehanički obrađivanih 20 sati. Kod svih ispitanih grupa kuvanih šunki utvrđen je dobar mikrobiološki kvalitet, odnosno ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija bio je ispod maksimalno dozvoljenog (< 1000/g), a prisustvo patogenih mikroorganizama (*Escherichia coli*, *Proteus*, *Salmonella*, koagulaza pozitivnih stafilokoka i sulfitoredujućih klostridija) nije registrovano. U istim ispitivanjima utvrđeno je da je struktura salamurenih mišića u gotovom proizvodu vrlo slična strukturi mišića pre salamurenja. Na preparatima gotovog proizvoda proizvedenog od *M. semimembranosus* otkoštenih 6 sati *post mortem* uočena se zaobljena vlakna, koja su uglavnom zbijena i nabubrela. Na preparatima gotovog proizvoda proizvedenih od *M. semimembranosus* otkoštenih 8 sati *post mortem* ove karakteristike su nešto manje izražene, odnosno uočeni su veći razmaci između mišićnih vlakana. Na preparatima gotovog proizvoda proizvedenog od *M. semimembranosus* otkoštenih 24 sati *post mortem* uočene su zaobljena i nabubrela mišićna vlakna nešto manjeg dijametra, sa manjim razmacima između njih.

Sa druge strane, mnogi autori, suprotno Callow-oj (1937) teoriji nisu utvrdili razliku brzine penetracije salamure u meso sa raznim vrednostima pH. Prvi su Mullins i sar. prema navodu Arganosa i Henrickson-a (1969) tvrdili da salamura ne prodire značajno brže u mišić u "otvorenoj" strukturi nego u "zatvorenoj". Rahelić i sar. (1974) su obimnim ispitivanjima uticaja vremena *post mortem* na salamurenje svinjskog mesa dokazali da salamura prodire brže u mišić ako se salamuri kasnije *post mortem*, ali da razlika između toka prodiranja salamure u meso salamureno rano i kasno *post mortem* nije značajna. Dakle, kako zaključuju Rahelić i sar. (1974), Callow-a (1937) teorija o uticaju strukture mišića na tok salamurenja je tačna, ali je taj uticaj veoma slabo izražen.

Budući da je problem pogodnosti vremena salamurenja *post mortem* značajan i s praktičnog stanovišta, više je autora ispitivalo da li vreme salamurenja *post mortem* utiče na kvalitet finalnog proizvoda. Prema Rahelić-u i sar. (1980) tim ispitivanjima, uglavnom, je utvrđeno da ne postoje značajne razlike u kvalitetu kuvanih šunki u limenci proizvedenih od mesa salamurenog u "toplom" stanju ili nakon hlađenja, odnosno da na kvalitet ne utiče da li je meso salamureno u "zatvorenoj" ili "otvorenoj" strukturi.

Mandigo i Henrickson (1966) i Weiner i sar. (1966) su utvrdili da proizvodi pripremljeni od toplog mesa imaju manji gubitak mase, odnosno procenat izdvojenog želea.

Hamm (1982) navodeći dotadašnja iskustva ubrizgavanja salamure u meso otkoštenu rano *post mortem* namenjenog proizvodnji kuvane šunke tvrdi da ovaj postupak ne uzrokuje pogoršanje kvaliteta (ukus i boja) i daje proizvod sa boljom sposobnošću vezivanja vode i smanjenom količinom izdvojenog soka i želea.

U našoj zemlji, još sedamdesetih godina započela su prva ispitivanja mogućnosti salamurenja svinjskog mesa rano *post mortem*, pre rigora, odnosno toplog mesa, radi skraćanja procesa proizvodnje kuvanih šunki.

Skenderović (1970) i Skenderović i Rahelić (1970) su ispitivali mogućnost hlađenja butova svinja neposredno nakon klanja pomoću salamure, kao i uticaj tog postupka hlađenja i salamurenja na tok biohemijских procesa u mesu. Pored toga, ispitivali su kako taj postupak utiče na kvalitet i higijensku ispravnost kuvanih šunki. Zaključili su da se butovi svinja koji su odvojeni od polutke 2 sata *post mortem* i hlađeni potapanjem u salamuru 0°C, ohlade brže do 10°C u sredini buta (za 3.5 sata) nego hlađenjem uobičajenim postupkom u hladnjači (11 sati). Dalje, isti autori su utvrdili da ne postoje izražene razlike u kvalitetu kuvanih šunki ($P > 0.05$), utvrđenom ocenjivanjem količine i svojstava izdvojenog soka, spoljnog izgleda, povezanosti, mekoće, sočnosti, slanosti i mirisa i ukusa, a da je od senzornih svojstava jedino boja značajno intenzivnija i ujednačenija u kuvanim šunkama proizvedenim od butova hlađenih potapanjem u salamuru 2 sata *post mortem*, nego u onim proizvedenim od butova hlađenih i salamurenih uobičajenim postupkom. Takođe, zaključili su da je ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u kuvanim šunkama proizvedenim potapanjem u salamuru, uglavnom, podjednak sa brojem bakterija utvrđenim u kuvanim šunkama proizvedenim uobičajenim načinom hlađenja i salamurenja, te da su svi izrađeni proizvodi higijenski ispravni.

Vičević i sar. (1983) veliku neujednačenost kvaliteta finalnih proizvoda izrađenih od toplo salamurenih komada mesa, objašnjavaju činjenicom da se svojstva mišića znatno razlikuju u raznim vremenima *post mortem*, pa čak i u istom mišiću raznih životinja, te da će ta različitost u stanju mišića u razno vreme *post mortem* uticati različito i na "primanje" salamure, a što autori potvrđuju histološkom slikom mišića u koje je salamura ubrizgana u istoj količini i istim postupkom u različito vreme *post mortem*.

Slično je zaključio i Kočovski (1990), mada je ispitujući svojstva kuvanih šunki dobijenih salamurenjem i masiranjem "prerigoralnog" i "postrigoralnog" mesa utvrdio da je korišćenje mišića butova iskoštenih rano *post mortem* u proizvodnji kuvanih šunki opravdano u ekonomskom, tehnološkom i higijenskom pogledu. Od "prerigoralnog" mesa, u odnosu na "postrigoravno" dobijeni su proizvodi (kuvane šunke) koji su bolje povezanosti, mekše konzistencije, intenzivnije i ujednačenije boje i prijatnijeg i boljeg mirisa i ukusa. Ali, nešto veći procenat izdvojene tečnosti nakon termičke obrade objašnjava određenim strukturnim promenama proteina toplog mesa, koje bi se verovatno mogle, kako autor pretpostavlja, izbeći bržim snižavanjem temperature mesa neposredno posle klanja i intenzivnijom mehaničkom obradom neposredno posle ubrizgavanja salamure.

Plimpton i sar. (1991) su ispitivali uticaj upotrebe mesa buta pre rigora, kraćeg ili dužeg vremena tamblovanja i različitog nivoa dodate soli na fizička i hemijska svojstva i kvalitet kuvanih šunki. Razaranje ćelija i rastvorljivost proteina u slanom rastvoru bili su više izraženi kod salamurenog mesa pre rigora. Tamblovanje sa prekidima, pre rigor mesa, u dužini od 18 sati dalo je gotov proizvod sa ujednačenijom bojom i boljeg izgleda na preseku.

Van Laack i sar. (1989) su uporedili efekte proizvodnje konzervi od mesa (od mesa plečke i buta) koje je salamureno, sa ili bez fosfata, pre i posle rigora. Meso pre rigora otkoštano je 30 minuta *post mortem* i u njega je ubrizgana salamura temperature -6°C , dok su ostali uslovi proizvodnje bili identični. Obe grupe mišića, i buta i plečke, od toplog i hladnog mesa daju proizvode sa jednakim gubitkom mase pri kuvanju i jednakim senzornim kvalitetom. U istim ispitivanjima utvrđeno je da pre rigor meso ima bolju sposobnost vezivanja vode, čime se može nadoknaditi veći gubitak soka pri kuvanju, čak i upotrebom salamure bez fosfata.

Sa druge strane, tehnologija rasecanja i otkoštavanja toplog mesa pre nastupa *rigor mortis*-a može imati za posledicu nešto lošiju mikrobiološku sliku mesa zbog povoljne temperature za razvoj inicijalne mikroflore i zbog manipulacije u toku rasecanja i obrade većih površina dobijenih komada. Međutim, većina autora (Hamm, 1982; Beganović, 1985; Van Laack i sar., 1991; Cizzolini i sar., 1992; Van Laack i Smulders, 1992) se slaže da ti nepovoljni uticaji neće doći do izražaja ako se, odgovarajućim higijenskim merama u proizvodnji, inicijalna kontaminacija svede na minimum i ako se tehnološki procesi odvijaju brzo i kontinualno po fazama.

3. ZADATAK RADA

Kao što je navedeno u Uvodu i Pregledu literature, najvažniji faktori koji utiču na kvalitet mesa su vrednost i brzina pada pH *post mortem*, zajedno sa inicijalnom temperaturom i brzinom promene temperature. Rasecanje i otkoštavanje, odnosno prerada mesa treba da započne nakon dostizanja interne temperature od 7°C ili niže i dostizanja konačne vrednosti pH. Dakle, sa jedne strane, u industrijskim uslovima proizvodnje i prerade mesa neophodno je obezbediti higijenski bezbedno meso, za šta je potrebno dugotrajno hlađenje, dok, sa druge strane, postoji stalna težnja da se vreme početka salamurenja skрати i ubrizgavanje soli za salamurenje u mišiće obavi, u trenutku kada se postmortalni biohemijski procesi odvijaju najintenzivnije, a to može da rezultira veoma neujednačenim i uglavnom nepoželjnim svojstvima gotovog proizvoda.

Podaci o učestalosti pojavljivanja bledog, mekog i vodnjikavog (BMV) mesa su brojni i pokazuju da je, u svim zemljama u kojima se ispituje kvalitet mesa svinja, utvrđeno i pojavljivanje BMV mesa. Zbog izmenjenog tehnološkog kvaliteta i nemogućnosti prerade ovakvog mesa u visokovredne proizvode (kuvana šunka), potencijalno najkvalitetnija sirovina (meso buta), usmerava se u manje vredne proizvode, što rezultira velikim ekonomskim štetama.

Ispitivanjima inostranih autora, kao i prethodnim ispitivanjima na Predmetu Tehnologija proizvodnje i prerade mesa na Tehnološkom fakultetu u Novom Sadu, utvrđeno je da se ubrzanim hlađenjem svinjskog mesa u prvim satima *post mortem* može uticati na tok biohemijskih procesa u mišićima, a time i na poboljšanje konačnog kvaliteta proizvedenog mesa. Suprotno, o uticaju ranijeg otkoštavanja polutki svinja, nakon ubrzanog hlađenja, na kvalitet mesa i proizvoda od mesa ima veoma malo podataka.

Polazeći od prethodno navedenih ograničenja i činjenica, a u cilju optimizacije proizvodnje kuvane šunke, jednog od proizvoda kroz koji bi, putem izvoza, trebalo da se valorizuje celokupna ratarska i stočarska proizvodnja (proizvodnja svinja) naše zemlje, odlučeno je da se u ovoj doktorskoj disertaciji ispita:

1. Uticaj različite brzine hlađenja, odnosno uticaj konvencionalnog hlađenja polutki (do 24 sata *post mortem*) i uticaj brzog hlađenja polutki, na temperaturi od -31°C u prvih 3 sata hlađenja *post mortem*, a zatim pod konvencionalnim uslovima (do 8 i 24 sata *post mortem*), na kvalitet i bezbednost proizvedenog mesa, odnosno na tok biohemijskih promena u mišićima i prisustvo i broj mikroorganizama u mesu. Intenziviranjem hlađenja očekuje se da će se uticati na tok i dinamiku postmortalnih biohemijskih procesa u mesu, odnosno da će se povećati udeo mesa normalnog kvaliteta namenjenog izradi kuvane šunke vrhunskog kvaliteta i smanjiti inicijalni broj mikroorganizama u mesu.

2. Uticaj vremena otkoštavanja *post mortem* na kvalitet i bezbednost mesa proizvedenog konvencionalnim hlađenjem i otkoštenog 24 sata *post mortem* i mesa proizvedenog brzim postupkom hlađenja i otkoštenog 8 sati, odnosno 24 sata *post mortem*.

Naime, intenziviranjem uslova hlađenja u prvih nekoliko sati *post mortem*, a zatim i stabilizacije temperature ispod granične vrednosti (7°C) u vremenu od oko 8 sati *post mortem* do kada su u mišićima svinja, uglavnom, završeni svi biohemijski procesi i kada se može započeti proces otkoštavanja, realno je pretpostaviti da su mišići dovedeni u stanje podesno za salamurenje, odnosno da njihova svojstva odgovaraju svojstvima mesa normalnog kvaliteta, namenjenog izradi kuvane šunke.

3. Uticaj nekih tehnoloških parametara postupka salamurenja, različito hlađenog i u različito vreme *post mortem* otkoštenog mesa, razvrstanog kao meso normalnog i manje ili više izmenjenog kvaliteta, u statičkom masir uređaju i u vakuum tumbleru na kvalitet i bezbednost kuvane šunke. Nakon ispitivanja uticaja primenjenih postupaka hlađenja i odvajanja mišića od polutki u različito vreme *post mortem* na tok biohemijskih, strukturnih i fizičko-hemijskih promena u mišićima pre salamurenja i utvrđivanja higijensko-toksikološkog i tehnološkog kvaliteta proizvedenog mesa definisaće se nova ili eventualno korigovati postojeća tehnologija salamurenja (sastav salamure, temperatura salamure, dinamika mehaničke obrade) u zavisnosti od kvaliteta proizvedenog mesa. Primenom istih tehnoloških uslova salamurenja u dva tipa uređaja ispitaće se da li primena vakuuma ima, očekivani, pozitivan uticaj na tehnološki, senzorni, hemijski i mikrobiološki kvalitet gotovog proizvoda, kada su izrađeni od mesa normalnog i manje ili više izmenjenog kvaliteta.

Konačno, ispitivanjem uticaja brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja na kvalitet i bezbednost kuvane šunke definisaće se tehnologija proizvodnje svinjskog mesa i kuvane šunke koja će po svim kriterijumima i parametrima u potpunosti odgovarati savremenim saznanjima i standardima koji važe na međunarodnom tržištu. Istovremeno, očekuje se da će navedeni uticaji ispoljiti pretpostavljene efekte, što će rezultirati smanjenjem kala hlađenja polutki i povećanjem količine mesa normalnog kvaliteta, odnosno povećanjem obima proizvodnje kuvane šunke vrhunskog kvaliteta, zatim očekuje se vremensko skraćenje procesa proizvodnje, što direktno treba da rezultira, racionalnijim korišćenjem rashladnih kapaciteta, kontinuiranim procesom proizvodnje, smanjenjem utroška pojedinih aditiva, itd. Istovremeno dalo bi se i rešenje za izradu nešto manje kvalitetnih proizvoda u tipu konzervi od mesa u komadima od mesa buta slabijeg kvaliteta. Sve ovo činilo bi proizvodnju kuvane šunke profitabilnijom i samim tim konkurentnijom na svetskom tržištu.

Da bi se utvrdio uticaj brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na tok postmortalnih biohemijskih procesa i konačan kvalitet proizvedenog mesa ispitaće se sledeći faktori i parametri kvaliteta:

1. Faktori i parametri kvaliteta proizvedenog mesa:

Tehnološki kvalitet:

1. temperatura,
2. vrednost pH,

3. kalo hlađenja,
4. rastvorljivost ukupnih, sarkoplazmatskih i miofibrilarnih proteina,
5. stanje miofibrilarnih i sarkoplazmatskih proteina,
6. sposobnost vezivanja vode i plastičnost,
7. mekoća,
8. boja,
9. sadržaj ukupnih pigmenata i
10. struktura na poprečnom preseku.

Higijensko-toksikološki kvalitet:

1. mikrobiološki status i
2. prisustvo rezidua i kontaminenata.

Nutritivni kvalitet:

1. sadržaj vode,
2. sadržaj ukupnog pepela,
3. sadržaj slobodne masti,
4. sadržaj holesterola,
5. sadržaj proteina,
6. sadržaj proteina vezivnog tkiva i
7. sadržaj mikro- i makroelemenata.

Senzorni kvalitet:

1. boja,
2. čvrstina i vlažnost,
3. mramoriranost,
4. sočnost i
5. mekoća.

Da bi se utvrdio uticaj postupka salamurenja, različito hlađenog i u različito vreme *post mortem* otkoštenog mesa, na kvalitet kuvane šunke, odnosno konzervi od mesa u komadima, ispitaće se sledeći faktori i parametri kvaliteta:

2. Faktori i parametri kvaliteta kuvane šunke, odnosno konzervi od mesa u komadima:

Tehnološki kvalitet:

1. temperatura,
2. vrednost pH,
3. sposobnost vezivanja vode i plastičnost,
4. mekoća,
5. čvrstina,
6. boja,
7. sadržaj ukupnih pigmenata i nitrozilmioglobina,
8. struktura na poprečnom preseku,
9. sadržaj hlorida,
10. sadržaj ukupnih fosfata i
11. sadržaj nitrita.

Higijensko-toksikološki kvalitet:

1. mikrobiološki status i
2. prisustvo kontaminenata.

Nutritivni kvalitet:

1. sadržaj vode,
2. sadržaj ukupnog pepela,
3. sadržaj slobodne masti,
4. sadržaj holesterola,
5. sadržaj proteina,
6. sadržaj proteina vezivnog tkiva i
7. sadržaj mikro- i makroelemenata.

Senzorni kvalitet:

1. spoljni izgled i stanje ambalaže,
2. izgled i sastav preseka,
3. boja,
4. miris i ukus,
5. sočnost i
6. mekoća.

4. MATERIJAL I METODE RADA

4.1. Materijal rada

U ovoj doktorskoj disertaciji ispitivanja su obavljena na komercijalnim mesnatim višerasnim hibridima svinjama, kastratima i ženkama, iste linije (trorasni hibridi; Petrović, 2005) i starosti (6 meseci), poreklom sa farme svinja "Čenej" koja posluje u sklopu industrije mesa "Neoplanta" iz Novog Sada. Svinje su na farmi hranjene i držane zajedno, pod identičnim uslovima. Svinje su sa mesta uzgoja do klanice dopremane sredstvima drumskog saobraćaja. Sva grla koja su dopremljena u klanicu imala su potvrdu veterinarske inspekcije o poreklu i zdravstvenom stanju. Između transporta, koji je trajao oko 30 minuta (18 km) i klanja, svinje su odmarane u depou klanice oko 2 sata. Omamljivanje je obavljeno ručno električnom strujom (220 V, 2 A, 8 – 12 sekundi) u V-restrejneru sa parnim električnim kleštima, nakon čega su životinje okačene za jednu zadnju nogu i iskrvarene u visećem položaju. Trupovi su zatim individualno šureni (5 minuta, 62°C), takođe u visećem položaju, a nakon mašinskog skidanja čekinja i opaljivanja trupovi su oprani uz ručnu doradu trupa sa nožem. Evisceracija je završena oko 30 minuta *post mortem*, a hlađenje je započelo do 45 minuta *post mortem*.

Ispitivanja su obavljena u dva ogleda. U prvom ogledu ispitan je uticaj različite brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na kvalitet svinjskog mesa (*M. semimembranosus* – SM), a u drugom uticaj postupka salamurenja, različito hlađenog i u različito vreme *post mortem* otkoštenog mesa, na kvalitet kuvane šunke, odnosno konzervi od mesa u komadima, izrađenih od mišića SM normalnog kvaliteta i ostalog mesa buta manje ili više izmenjenog kvaliteta.

I Ogled. Na kraju linije klanja desne (kontrolne – K) polutke, do ukupno 40 trupova ($\text{pH}_{30\text{min}}$ – *M. semimembranosus* > 5.8 – meso normalnog kvaliteta; Wismer-Pedersen, 1959; Müller, 1989; Feldhusen i Kuhne, 1992; Garrido i sar. 1994; Honikel, 1999a; Toldra i Flores, 2000; Džinić, 2005), sa prosečnom masom toplih polutki od 75.5 ± 3.93 kg (uključujući i glavu), debljinom masnog tkiva na poziciji P₂ – RF (koja se nalazi 70 mm od medijalne linije trupa između 3. i 4. poslednjeg rebra) od 19.7 ± 5.32 mm, prinosom mesa od $54.0 \pm 4.78\%$ i dužinom polutki (*os pubis* – *atlas*) od 95.7 ± 2.95 cm, usmerene su na konvencionalno vazdušno hlađenje na temperaturi od 2 do 4°C, sa brzinom strujanja vazduha od 2 m/s, do 24 sata *post mortem*, nakon čega je obavljeno rasecanje i otkoštavanje polutki. Leve (ogledne – O) polutke, svih 40 trupova, usmerene su na brzo vazdušno hlađenje na –31°C u tunel za smrzavanje, sa brzinom strujanja vazduha od 5 m/s, u trajanju od 3 sata, odnosno do cca 4 sata *post mortem*, nakon čega je nastavljeno konvencionalno vazdušno

hlađenje u komori za uravnoteženje na temperaturi od 2 do 4°C, sa brzinom strujanja vazduha od 0.5 m/s, do 8 sati (prva polovina oglednih polutki), odnosno do 24 sata *post mortem* (druga polovina oglednih polutki), nakon čega je obavljeno rasecanje i otkoštavanje polutki.

Na početku, tokom i na kraju hlađenja temperature su merene u dubini buta, blizu butne kosti (femur), u obe polutke svih trupova 30 minuta (T_{30min}), 4 (T_{4h}), 6 (T_{6h}), 8 (T_{8h}), odnosno 24 (T_{24h}) sata *post mortem*.

Vrednost pH je merena u centru oba mišića SM svih trupova 30 minuta (pH_{30min}), 8 (pH_{8h}), odnosno 24 (pH_{24h}) sata *post mortem*.

Masa polutki merena je na kraju linije klanja i nakon završetka hlađenja, odnosno 30 minuta *post mortem*, 8 sati i 24 sata *post mortem*.

Prinos mesa u polutkama određen je, nakon merenja vrednosti pH_{30min} i T_{30min} i mase toplih polutki na svih 40 desnih polutki prema metodologiji rada uređaja Fat-O-Meat-er (FOM). Na istim polutkama i, gotovo, u isto vreme određena je i dužina polutki.

Da bi se ispitao uticaj brzine hlađenja i vremena otkoštavanja *post mortem* na kvalitet proizvedenog mesa, sa svih ohlađenih polutki (butova) odvojena je mišićna grupa, u proizvodnoj praksi zvana "šol", koja obuhvata nekoliko manjih mišića kao i mišić SM. Izdvojeni mišići SM, sa kojih je nožem uklonjeno spoljašnje masno i vezivno tkivo, su u ručnom hladnjaku preneti do laboratorije Tehnološkog fakulteta, gde su pripremljeni za dalja ispitivanja.

U laboratorijama Tehnološkog fakulteta, 9 sati, odnosno 25 sati *post mortem*, od svežih mišića SM uzeti su uzorci za ispitivanje rastvorljivosti proteina i njihovog stanja i strukture (N = 18). Takođe, na svežim mišićima SM određena je sposobnost vezivanja vode [instrumentalno – "filter paper press" metodom (metoda kompresije), "bag" metodom ("drip loss") i senzorno – čvrstina/vlažnost], zatim određena je boja (instrumentalno i senzorno), mramoriranost (senzorno), kalo kuvanja, mekoća (instrumentalno i senzorno) i sočnost (senzorno) toplotno obrađenog mesa. Preostali deo mišića SM je homogenizovan, smrznut u polietilenskim kesama i čuvan na temperaturi od -18°C, do određivanja osnovnog hemijskog sastava, odnosno sadržaja vode, sadržaja ukupnog pepela, sadržaja slobodne masti, sadržaja holesterola, sadržaja azota, odnosno sadržaja proteina, sadržaja hidropsiprolina, odnosno sadržaja proteina vezivnog tkiva, sadržaja mikro- i makroelemenata i sadržaja ukupnih pigmenata.

II Ogled. Da bi se obezbedila dovoljna količina mesa za izradu kuvane šunke od mišića SM normalnog kvaliteta, radi utvrđivanja postupaka salamurenja različito hlađenog i u različito vreme *post mortem* otkoštenog mesa, izveden je II Ogled pod identičnim premortalnim i postmortalnim uslovima kao i u Ogledu I.

U II Ogledu su neposredno pre iskrvarenja uzeti su uzorci urina, odnosno tokom iskrvarenja uzeti su uzorci krvi za određivanje prisustva rezidua, i to od 5 životinja. Takođe, na kraju linije klanja uzeti su uzorci mišićnog (mišići SM) i masnog tkiva i unutrašnjih organa (jetra i bubreg) za određivanje prisustva rezidua i kontaminenata (N = 5).

Hlađenje desnih (kontrolnih – K) i levih (oglednih – O) polutki, svih 80 trupova (pH_{30min} – *M. semimembranosus* > 5.8 – meso normalnog kvaliteta; Wismer-Pedersen, 1959; Müller, 1989; Feldhusen i Kuhne, 1992; Garrido i sar. 1994; Honikel, 1999a; Toldra i Flores, 2000; Džinić, 2005), sa prosečnom masom toplih polutki od 72.7 ± 4.24 kg (uključujući i glavu), debljinom masnog tkiva na poziciji P₂ – RF od 12.3 ± 5.22

mm, prinosom mesa od $59.5 \pm 5.75\%$ i dužinom polutki (*os pubis – atlas*) od 93.3 ± 4.27 cm, obavljeno je na istovetan način kao i u I Ogladu.

Merenje mase toplih i ohlađenih polutki, temperature ($T_{30\text{min}}$, $T_{8\text{h}}$, odnosno $T_{24\text{h}}$), vrednosti pH ($\text{pH}_{30\text{min}}$, $\text{pH}_{8\text{h}}$, odnosno $\text{pH}_{24\text{h}}$), prinosa mesa u polutkama i dužine polutki obavljeno je na isti način i u isto vreme *post mortem* kao i u I Ogladu.

Uzimanje uzoraka sa površine polutki, metodom brisa sa 4 precizno definisana položaja (but, leđa, grudi i obraz), za ispitivanje mikrobiološkog kvaliteta polutki (ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, ukupan broj *Enterobacteriaceae* i prisustvo *Salmonella* spp) obavljeno je 2 sata *post mortem* (6 konvencionalno hlađenih desnih polutki), zatim 8 sati *post mortem* (6 brzo hlađenih levih polutki) i 24 sata *post mortem* (drugih 6 konvencionalno hlađenih desnih polutki i drugih 6 brzo hlađenih levih polutki).

Rasecanje i otkoštavanje polutki, takođe, je obavljeno na istovetan način i u isto vreme *post mortem* kao i u I Ogladu.

Da bi se ispitaio uticaj postupka salamurenja, različito hlađenog i u različito vreme *post mortem* otkoštenog mesa, na kvalitet kuvane šunke, odnosno konzervi od mesa u komadima, sa svih ohlađenih polutki, odnosno butova, u zavisnosti od brzine hlađenja i vremena otkoštavanja *post mortem*, odvojena je mišićna grupa u proizvodnoj praksi zvana "šol", koja obuhvata nekoliko manjih mišića kao i mišića SM. Sa izdvojenih, i od spoljašnjeg masnog i vezivnog tkiva očišćenih, mišića SM najpre su uzeti za ispitivanje mikrobiološkog kvaliteta (ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, ukupan broj *Enterobacteriaceae* i prisustvo *Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*) i to 12 uzoraka sa konvencionalno hlađenih polutki (butova) i 12 uzoraka sa brzo hlađenih polutki (butova) (6 uzoraka od mišića otkoštenih 24 sata *post mortem* i 6 uzorka od mišića otkoštenih 8 sati *post mortem*), a neposredno zatim su prema kriterijumu za boju (L^* vrednost > 50 ; Kauffman i sar., 1992; Warner i sar., 1997; Joo i sar., 1999; Toldra i Flores, 2000; Džinić, 2005) izdvojeni delovi mišića blede boje, a ostalo meso je označeno kao meso normalnog kvaliteta.

I Eksperiment. Od ovako dobijenih mišića SM, označenih kao meso K1 (mišići SM prve polovine konvencionalno hlađenih polutki otkošenih 24 sata *post mortem*), K2 (mišići SM druge polovine konvencionalno hlađenih polutki otkošenih 24 sata *post mortem*), O1 (mišići SM druge polovine brzo hlađenih polutki otkošenih 24 sata *post mortem*) i O2 grupe (mišići SM prve polovine brzo hlađenih polutki otkošenih 8 sati *post mortem*), proizvedene su kuvane šunke, odnosno četiri grupe kuvanih šunki (K1, K2, O1, O2).

U sve izdvojene mišići SM (grupe K1, K2, O1 i O2) ubrizgana je salamura sledećeg sastava (Salamura 1 – S1):

Ingredijencije salamure:	Sastav salamure (Gotovog proizvoda):	
Voda (led)	77.58%	
Kuhinjska so	16.50%	(2.75%)
Dekstroza	2.95%	(0.492%)
Polifosfat – Sofos 7X (E 451i, E 452i, E 450i, iii)	2.88%	(0.48%)
Natrijum nitrit (E 250)	0.09%	(0.015%)
Na 100 kg salamurene mase dodato je 0.05 kg Na-eritorbata (E 316).		

Salamura definisanog sastava pripremana je neposredno pre ubrizgavanja, odnosno dva puta, i to prvi put za ubrizgavanje u mišiće SM otkoštene 8 sati *post mortem* (Salamura 1' – S1') i drugi put za ubrizgavanje u mišiće SM otkoštene 24 sata *post mortem* (Salamura 1'' – S1'').

U 100 kg mesa ubrizgano je 20 l salamure S1 (meso : salamura = 83.3 : 16.7; 120%, Xargayó i sar., 2007c), temperature 4°C. Pritisak u iglama pri inje kovanju salamure u meso je bio 2.4 bara, s tim da su mišići dva puta injektovani (Inject Star, Type: BI-408-Cool, Austria), a zatim neposredno pre mehaničke obrade propušteni kroz "tenderajzer" (Stork Protecon, Type No: PMT41, Holland). Ukupno vreme mehaničke obrade je bilo 16 sati, pri režimu: 10 minuta rada, sa 16 obrtaja u minuti, i 20 minuta odmora. Ukupan broj obrtaja je bio 5120, s tim da je meso grupa K2, O1 i O2 mehanički tretirano u vakuum tumbleru sa hlađenjem na temperaturi 4°C (Inject Star, Type: Magnum 2600 Cool, Austria), a meso grupe K1 u statičkoj masir kadi (domaće proizvodnje) na temperaturi prostorije i to do 12°C (Pravilnik o veterinarsko-sanitarnim uslovima objekta za proizvodnju i promet hrane životinjskog porekla, Službeni glasnik RS, broj 11, 2008).

Pre ubrizgavanja uzeti su uzorci pripremljene salamure (po četiri uzorka) za ispitivanje mikrobiološkog kvaliteta (ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, ukupan broj *Enterobacteriaceae* i prisustvo *Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*). Takođe, nakon završenog salamurenja, a pre punjenja, uzeti su uzorci za ispitivanje mikrobiološkog kvaliteta salamurenog mesa (ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, ukupan broj *Enterobacteriaceae* i prisustvo *Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*) i to po šest uzorka iz svake grupe salamurenog mesa (grupe K1, K2, O1 i O2), odnosno ukupno 36 uzoraka.

II Eksperiment. Od preostalog mesa buta, nakon izdvajanja muskulature "šol-a", otkoštenog 24 sata *post mortem* proizvedene su konzerve od mesa u komadima, odnosno ukupno dve grupe konzervi (grupe K3 i O3). Preostalo meso kontrolnih, odnosno konvencionalno hlađenih butova, grupe K1 i K2, označeno je kao meso grupe K3 i od njega je proizvedena grupa konzervi od mesa u komadima označena kao K3, dok je preostalo meso oglednih, odnosno brzo hlađenih butova, grupe O1 ("šol" izdvojen 8 sati *post mortem*, a hlađenje polutki nastavljeno do 24 sata *post mortem*) i grupe O2, označeno kao meso grupe O3 i od njega je proizvedena grupa konzervi od mesa u komadima označena kao O3. Za izradu konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3) upotrebljeno je i meso blede boje izdvojeno sa mišića SM.

Meso grupa K3 i O3 je neposredno pre salamurenja usitnjeno na uređaju za usitnjavanje do veličine komada mesa od Ø 30 mm. U usitnjeno meso grupa K3 i O3 dodata je salamura sledećeg sastava (Salamura 2 – S2):

Ingredijencije salamure:	Sastav salamure (Gotovog proizvoda):	
Voda (led)	84.13%	
Kuhinjska so	6.87%	(2.75%)
Izolat soje (SUPRO EX-33)	6.53%	(2.61%)
Dekstroza	1.23%	(0.492%)
Polifosfat – Sofos 7X (E 451i, E 452i, E 450i, iii)	1.20%	(0.48%)
Natrijum nitrit (E 250)	0.0375%	(0.015%)
Na 100 kg mesa i salamure, zajedno, dodato je 2 kg skroba i 0.05 kg Na-eritorbata (E 316).		

Na 100 kg usitnjenog mesa buta dodato je 66.67 l salamure S2 (meso : salamura = 60 : 40; 166.67%), temperature 4°C. Ukupno vreme mehaničke obrade je bilo 16 sati, pri režimu: 15 minuta rada, sa 16 obrtaja u minuti, i 15 minuta odmora. Ukupan broj obrtaja je bio 7680, s tim da je meso grupa O3 mehanički tretirano u vakuum tambleru sa hlađenjem na temperaturi 4°C (Inject Star, Type: Magnum 2600 Cool, Austria), a meso grupe K3 u statičkoj masir kadi (domaće proizvodnje) na temperaturi prostorije od oko 10°C.

Pre ubrizgavanja uzeti su uzorci pripremljene salamure (četiri uzorka) za ispitivanje mikrobiološkog kvaliteta (ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, ukupan broj *Enterobacteriaceae* i prisustvo *Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*). Takođe, nakon završenog salamurenja, a pre punjenja, uzeti su uzorci za ispitivanje mikrobiološkog kvaliteta salamurenog mesa (ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, ukupan broj *Enterobacteriaceae* i prisustvo *Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*) i to po šest uzorka iz svake grupe salamurenog mesa (K3 i O3 grupa), odnosno ukupno 12 uzoraka.

Nakon završene mehaničke obrade salamureno meso svih pripremljenih grupa je punjeno na vakuum presi (Stork Protecon, Type No: VP24NVL, Holland) u flet limenke (14 lb – 6.35 kg), a nakon zatvaranja (Clemens, Type: KVH 467, Germany) konzerve su pasterizovane u paster kadama na temperaturi od 75°C do 70°C u centru (za 4 sata i 45 minuta). Konzerve su, zatim, hlađene prvo vodom iz vodovoda u paster kadama, a zatim vazdušno do 4°C (do 50°C za 1 sat i 40 minuta; od 50 do 23°C za 2 sata i 45 minuta; do 4°C za 6 sati i 30 minuta). Do momenta ispitivanja kvaliteta, proizvedene konzerve skladištene su na temperaturi na oko 4°C.

Mikrobiološki kvalitet proizvedenih konzervi (ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, ukupan broj *Enterobacteriaceae* i prisustvo *Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*) ispitan je nakon termostatiranja od 10 dana na temperaturi od 37°C (Pravilnik o veterinarsko-sanitarnim uslovima objekta za proizvodnju i promet hrane životinjskog porekla, Službeni glasnik RS, broj 11, 2008). Iz svake grupe proizvedenih konzervi (grupe K1, K2, O1, O2, K3 i O3) termostatirane su po 2 konzerve (ukupno 12 konzervi).

Od ostalih pokazatelja kvaliteta koji su planirani za ispitivanje, najpre je analiziran spoljni izgled i stanje ambalaže, zatim su konzerve otvorene i kuvane šunke, odnosno konzerve od mesa u komadima, zajedno sa termoretrahirajućom folijom izvađene iz limenke. Nakon odstranjivanja termoretrahirajuće folije i merenja mase sadržaja ($\bar{x} \pm \sigma = 6.39 \pm 0.04$ kg) svaka kuvana šunka, odnosno konzerva od mesa u komadima, je podeljena na nekoliko podjednakih delova, radi ispitivanja svih planiranih pokazatelja kvaliteta. Od svake proizvedene grupe konzervi (grupe K1, K2, O1, O2, K3 i O3) ispitano je po 6 konzervi (N = 6).

U laboratorijama Tehnološkog fakulteta ispitana je vrednost pH kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, zatim sposobnost vezivanja vode [instrumentalno – "filter paper press" metodom (metoda kompresije)], mekoća (instrumentalno – sila smicanja Warner-Bratzler uređajem i uređajem Instron i senzorno), čvrstina (instrumentalno), izgled i sastav preseka, boja (instrumentalno i senzorno), miris i ukus (senzorno) i sočnost (senzorno). Takođe, uzeti su uzorci za ispitivanje strukture (po 6 u svakoj grupi proizvedenih konzervi) kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima. Preostali delovi kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, su homogenizovani, smrznuti u polietilenskim kesama i čuvani na temperaturi od –18°C, do određivanja osnovnog hemijskog sastava, odnosno sadržaja vode, sadržaja ukupnog pepela, sadržaja slobodne masti, sadržaja holesterola, sadržaja azota, odnosno sadržaja proteina, sadržaja hidropsiprolina, odnosno sadržaja proteina vezivnog tkiva, sadržaja mikro- i makroelemenata, sadržaja ukupnih pigmenata i nitrozilmioglobina, sadržaja hlorida, sadržaja ukupnog fosfora, sadržaja nitrita i prisustva kontaminenata.

4.2. Metode rada

4.2.1. Određivanje kvaliteta polutki

Određivanje prinosa mesa

Prinos mesa u polutkama određen je prema metodologiji rada uređaja Fat-O-Meat-er (FOM) koju su definisali Petrović i sar. (1997), a na osnovu ručno uzetih linearnih mera za:

LF – debljinu masnog tkiva (sa kožom) u milimetrima, merena 8 cm od medijalne linije trupa, između 3. i 4. lumbalnog pršljena, gledano kaudo-kranijalno,

RF (P₂) – debljinu masnog tkiva (sa kožom) u milimetrima, merena 7 cm od medijalne linije trupa, između 3. i 4. rebra, gledano kaudo-kranijalno,

RM – prečnik *M. longissimus dorsi* u milimetrima, meren u isto vreme i na istom mestu kao i RF.

Linearne mere LF, RF i RM uzete su ručno pomoću lenjira, sa tačnošću od ± 1 mm.

Na osnovu utvrđenih podataka izračunat je procenat mesa u polutkama pomoću sledećeg matematičkog modela:

$$Y = 63.578 - 0.6673 \cdot LF - 0.9191 \cdot RF + 0.0192 \cdot \left(\frac{LF + RF}{2} \right)^2 + 0.2112 \cdot RM$$

Određivanje dužine polutki

Dužina polutki (*os pubis – atlas*) merena je plastičnom pantljkikom, sa tačnošću od ± 1 mm.

4.2.2. Određivanje tehnološkog kvaliteta

Određivanje temperature

Temperatura u dubini buta polutki, blizu butne kosti (femura), i temperatura kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, određena je upotrebom portabl digitalnog termometra sa iglom od 12 cm za direktno određivanje temperature u mesu i proizvodima od mesa (Consort T651, Turnhout, Belgium).

Određivanje vrednosti pH

Vrednost pH je određena upotrebom portabl pH metra (Consort C931, Turnhout, Belgium) opremljenog sa ubodnom ojačanom staklenom kombinovanom elektrodom (Mettler Toledo, Greifensee,

Switzerland) za direktno određivanje vrednosti pH u mesu i proizvodima od mesa. Pre i tokom očitavanja pH metar je kalibrisan standardnim fosfatnim puferima (pH pufera za kalibraciju je bio 7.02 i 4.00 na 20°C) i podešen na izmerenu temperaturu mišića SM, odnosno kuvanih šunki i konzervi od mesa u komadima. Kao rezultat je uzeta aritmetička sredina dve vrednosti pH izmerenih u istoj tački (SRPS ISO 2917, 2004, referentna metoda).

Određivanje kala hlađenja

Masa toplih i ohlađenih polutki, odnosno desnih i levih polutki, merena je na odgovarajućoj vagi na visećem koloseku, sa tačnošću od ± 0.05 kg. Kalo hlađenja je izračunat i izražen kao procenat gubitka mase jedne polutke trupa.

Određivanje rastvorljivosti proteina

Ukupna rastvorljivost proteina mišića SM određena je kao što su opisali Farouk i Swan (1998) i Joo i sar. (1999), sa malim modifikacijama. Za određivanje ukupnih rastvorljivih proteina, 2 g usitnjenog uzorka (mišića SM) je dodato u 40 ml ledeno ohlađenog 1.1 M kalijum jodida u 0.1 M fosfatnom puferu – Pufer 1 (pufer velike jonske jačine; pH = 7.2). Meso i Pufer 1 su homogenizovani zajedno na ledu 30 sekundi sa Ultra-Turrax TP 18/10 (Janke & Kunkel KG, IKA-Werk, Staufen, Germany) setom na najvećoj brzini, nakon čega je uzet alikvot za određivanje sadržaja proteina. Preostali deo homogenizovanog uzorka je ostavljen na 0 do 4°C tokom noći i zatim je centrifugiran (6000 g, 15 minuta, 4°C; Sorvall, Type SS-1, Newtown, Connecticut, USA), nakon čega je uzet alikvot za određivanje sadržaja proteina u bistrom supernatantu. Na ovaj način dobijen je Ekstrakt 1 u kome se nalazi većina miofibrilarnih i sarkoplazmatskih proteina. Sadržaj proteina u alikvotima uzetim nakon homogenizacije i nakon centrifugiranja određen je Kjeldahl metodom (SRPS ISO 937). Analiza je urađena u dve paralele u svakom uzorku, a aritmetička sredina je izračunata i izražena kao procenat odnosa sadržaja proteina u bistrom supernatantu i homogenizovanom uzorku.

Rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina određena je isto kao i ukupna rastvorljivost proteina, s tim da je 2 g usitnjenog uzorka (mišića SM) dodato u 40 ml ledeno ohlađenog 0.025 M fosfatnog pufera – Pufer 2 (pufer male jonske jačine; pH = 7.2). Na ovaj način dobijen je Ekstrakt 2 u kome se prvenstveno nalaze sarkoplazmatske, ali i deo miofibrilarnih proteina.

Rastvorljivost miofibrilarnih proteina određena je kao razlika između ukupne rastvorljivosti proteina i rastvorljivosti sarkoplazmatskih proteina.

SDS-PAG elektroforeza i analiza sastava dobijenih ekstrakata

SDS-PAGE analiza (SDS-PAGE – "sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis"), odnosno priprema gela, priprema uzoraka i uslovi elektroforeze, urađeni su prema postupku koji su opisali Fritz i sar. (1989). Nakon što je određen sadržaj proteina u supernatantima (Ekstrakt 1 i Ekstrakt 2), napravljena su odgovarajuća razređenja sa puferima koji su korišćeni za ekstrakciju, do koncentracije

proteina od 5 mg/ml. U alikvot od 100 μ l razređenih ekstrakata dodato je 100 μ l standardnog pufera koji sadrži 8 M uree, 2 M tiouree, 3% SDS-a, 75 mM DTT i 25 mM Tris-HCl (vrednost pH = 6.8). Ovako dobijena smeša je, zatim, zagrejana na 100°C u vodenom kupatilu u trajanju od 3 minuta, i neposredno nakon toga, odnosno pre nanošenja na gel, ohlađena na sobnu temperaturu. Na gelove je naneto po 25 μ g proteina (Ekstrakt 1), odnosno 35 μ g proteina (Ekstrakt 2), po liniji. Za razdvajanje je korišćena struja jačine 12.5 mA, u trajanju od 6 do 8 sati, na sobnoj temperaturi. Nakon završenog razdvajanja dobijeni gelovi su bojani, tokom jednog sata, sa plavom bojom (Coomassie Brilliant Blue R-250). Odbojavanje gelova je izvršeno smešom glacialne sirćetne kiseline, metanola i destilovane vode. Odbojavanje je trajalo nekoliko dana, uz često dodavanje sveže smeše za odbojavanje, sve dok trake na gelovima nisu jasno uočene.

Identifikacija razdvojenih proteina obavljena je pomoću proteinskih standarda (Sigma), odnosno miozina (205 kDa), glutamic dehidrogenaze (55 kDa), tripsinogena (24 kDa) i α -laktalbumina (14.2 kDa) i upoređivanjem dobijenih elektroforetograma sa elektroforetogramom kojeg su dobili Porzio i Pearson (1977).

Određivanje sposobnosti vezivanja vode

Sposobnost vezivanja vode mišića SM i kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, određena je instrumentalno, sa više metoda, a iskazana je na nekoliko načina.

"Drip loss" ("bag" metoda) određen je na uzorcima mesa (mišići SM) mase oko 100 g, očišćenih od spoljašnje masti i vezivnog tkiva. Uzorci su obešeni o najlonski konac i stavljeni u plastičnu vrećicu, osiguravši da meso nema kontakt sa sokom u vrećici (Honikel, 1998). "Drip loss" je prikazan kao procenat gubitka mase nakon 24 sata ("Drip loss_{24h}") i 7 dana ("Drip loss_{7d}") kondicioniranja od momenta otkoštavanja mišića na temperaturi od 4°C.

Istisnuti sok ("filter paper press" metoda – "FPPM" – metoda kompresije). Određivanje sposobnosti vezivanja vode (istisnutog soka) bazirano je na merenju oslobođene vode (soka) pod dejstvom pritiska na mišićno tkivo (Grau i Hamm, 1953; Van Oeckel i sar., 1999a). Kocka od 300 ± 5 mg mesa, iz unutrašnjosti mišića SM, je stavljena na filter papir (Schleicher & Schuell 2040 B, Dassel, Germany) između dve pleksiglas ploče (14 x 8 x 0.5 cm), a zatim su ploče istovremeno čvrsto stegnute u trajanju od 5 minuta. Analiza je urađena u dve paralele u svakom uzorku. Razlika između površina (RZ), određena mehaničkim polarnim planimetrom (REISS Precision 3005, Bad Liebenwerda, Germany), ispod filma mesa (M – plastičnost) i ukupne površine (T – površina ispod filma mesa i površina filter papira ovlažena sokom van filma mesa – površina filter papira ovlažena sokom) uzeta je kao mera istisnutog soka ili SVV (cm²). Alternativno, SVV je izražena kao odnos M i RZ i odnos M i T.

Sposobnost vezivanja vode iskazana je i kao procenat vezane vode od ukupne vode u uzorku (SVV u %), koji je izračunat prema sledećim obrascima:

$$UV \text{ (mg/0.3 g)} = 3 \cdot \% \text{ vode u mesu}$$

$$LVV \text{ (mg/0.3 g)} = \frac{SVV \text{ (cm}^2\text{)}}{0.095} - 8$$

$$SVV (\%) = \frac{UV - LVV}{UV} \times 100$$

gde je: UV – ukupan sadržaj vode u uzorku mesa (mg),

LVV – labavo vezana voda u uzorku mesa (mg).

Kalo kuvanja mišića SM je određen kao što su opisali Petrović (1978) i Honikel (1998), sa malim modifikacijama. Uzorci mesa (SM) prosečne mase od oko 150 g koji su pripremljeni u obliku kocke stavljani su u polietilensku vrećicu, a zatim kuvani u vodenom kupatilu koje je prethodno zagrejano na 90°C. Nakon 60 minuta kuvanja uzorci su izvađeni iz vodenog kupatila, a zatim i iz vrećice, nakon čega su pažljivo osušeni i ohlađeni u frižideru na temperaturi od 2 do 4°C. Nakon e kvilibracije uzorci su ponovo mereni. Kalo kuvanja je izračunat i prikazan kao procenat gubitka mase, pre i posle kuvanja.

Sposobnost vezivanja vode kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, određena je kao istisnuti sok "filter paper press" metodom ("FPPM"). Analiza je urađena u dve paralele u svakom uzorku.

Određivanje teksture

Nakon određivanja kala kuvanja, uzorci kuvanog mesa (mišića SM) su korišćeni za objektivno određivanje mekoće (Boccard i sar., 1981; Van Oeckel i sar., 1999b). Mekoća je merena kao sila smicanja (N) korišćenjem Warner-Bratzler uređaja (Model SD-50, kapaciteta 50 lb ili 25 kg, John Chatillon & Sons, New York, NY, USA). Sila smicanja svakog kuvanog uzorka određena je na najmanje 4 cilindra (Ø 1.27 cm; dužine oko 4 cm; najmanje 12 merenja) uzetih paralelno sa longitudinalnom orijentacijom mišićnih vlakana i prekidanih smicanjem sa blendom V-oblika (debljine 1 mm i sa otvorom od 60°) i sa brzinom pokretanja od 100 mm/min.

Mekoća (sila smicanja) kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, određena je, takođe, korišćenjem Warner-Bratzler uređaja, uz iste uslove rada (najmanje 20 merenja na svakom uzorku), kao i za određivanje mekoće (sile smicanja) kuvanog mesa (mišića SM), kao i na univerzalnom teksturometru INSTRON 4301, sa kontaktnim nastavkom po Warner-Bratzler-u. Teksturometrom INSTRON 4301 određena je sila smicanja (N), odnosno mekoća uzoraka, uz sledeće uslove rada: upotrebljena sila: 0.25 kN, brzina pokretanja nastavaka: 100 mm/min, dijametar uzorka: 1.27 cm (Popov-Raljić, 1999).

Čvrstina kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, takođe, je određena na univerzalnom teksturometru INSTRON 4301, kao sila probijanja (N) sa kontaktnim nastavkom sa pet igala, uz sledeće uslove rada: upotrebljena sila: 0.25 kN, brzina pokretanja nastavaka: 100 mm/min, dijametar uzorka: 2.54 cm i visina uzorka: 1 cm (Popov-Raljić, 1999). Na svakom uzorku kuvane šunke, odnosno konzervi od mesa u komadima, čvrstina je izmerena najmanje 10 puta.

Određivanje boje

Uzorci za određivanje boje uzeti su iz centralnog dela svih mišića SM, upravno na dužu osu mišića SM i sa minimalnom debljinom uzorka od 2.5 cm (Honikel, 1998). Boja mesa izmerena je na površini svakog

svežeg preseka, odnosno uzorka po četiri puta. CIE $L^*a^*b^*$ i CIE Yxy koordinate boje (CIE, 1976) određene su korišćenjem Minolta Chroma Meter CR-400 (Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan) u D-65 osvetljenju, standardnim uglom zaklona od 2° i sa 8 mm otvorom na mernoj glavi. Instrument je pre merenja zagrejan prema proizvođačkim instrukcijama i kalibrisan korišćenjem standardne procedure. CIE L^* – vrednost ukazuje na svetloću (crno bela osovina), CIE a^* – vrednost ukazuje na udeo crvene boje (crveno zeleni spektar) i CIE b^* – vrednost ukazuje na udeo žute boje (žuto plavi spektar). U CIE Yxy tristimulusnom sistemu karakteristike boje su prikazana, takođe, sa tri veličine: sjajnosti – Y vrednost (%), dominantne talasne dužine – λ (nm) i čistoće boje (%). Učestalost pojavljivanja boje mesa različitog kvaliteta (bleda boja: $L^* > 50$; crveno ružičasta boja: $L^* = 43 - 50$; tamna boja: $L^* < 43$) izračunata je na osnovu svih pojedinačnih merenja (ukupno 320) za svetloću (L^* vrednost), a prema kriterijumima za svinjsko meso koje su definisali Joo i sar. (1999) i Džinić (2005). Na isti način je utvrđena i količina mesa sa svetloćom L^* većom, odnosno manjom od 50 jedinica.

Boja kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, određena je i prikazana na potpuno istovetan način kao i kod uzoraka mišića SM, s tim da je na površini i na preseku svakog uzorka boja izmerena 18 puta.

Sadržaj ukupnih pigmenata (UP) u uzorcima mišića SM i uzorcima kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, određen je prema Möhler-ovoj (1958) modifikaciji Hornsey-eve metode (1956). Princip metode za određivanje sadržaja UP sastoji se u ekstrakciji UP iz uzorka za ispitivanje vodenim rastvorom acetona uz dodatak hlorovodonične kiseline, te fotometrijskom merenju na talasnoj dužini od 640 nm.

Analiza je urađena u dve paralele u svakom uzorku. Sadržaj ukupnih pigmenata u uzorku, izražen u mikrogramima po gramu, izračunat je prema sledećem obrascu:

$$UP (\mu\text{g/g}) = E_{640} \times 680$$

Sadržaj nitrozilmioglobina (NOMb) u uzorcima kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, određen je prema Möhler-ovoj (1958) modifikaciji Hornsey-eve (1956) metode. Princip metode za određivanje sadržaja NOMb sastoji se u ekstrakciji NOMb iz uzorka za ispitivanje vodenim rastvorom acetona, te fotometrijskom merenju na talasnoj dužini od 540 nm.

Analiza je urađena u dve paralele u svakom uzorku. Sadržaj nitrozilmioglobina u uzorku, izražen u mikrogramima po gramu, izračunat je prema sledećem obrascu:

$$NOMb (\mu\text{g/g}) = E_{540} \times 290$$

Procenat konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin izračunat je prema sledećem obrascu:

$$\% \text{ konverzije} = \frac{E_{540} \times 100}{E_{640} \times 2.5}$$

Određivanje strukture

Histološka ispitivanja strukture obavljena su na fiksiranim preparatima uzoraka mesa (mišića SM), salamurenog mesa i proizvedenih kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima. Za pripremanje fiksiranih poprečnih preseka preparata uzeti su komadići uzoraka dimenzija 1 x 1 x 1 cm. Ti komadići uzoraka su, zatim, stavljeni u 10% rastvor formalina, gde su držani oko 30 dana. Priprema uzoraka za kalupljenje obavljena je dehidratacijom u alkoholu različite koncentracije od 80 do 100% u trajanju od dva dana, nakon čega su uzorci preparirani hloroformom i parafinom četiri dana i potom kalupljeni. Kalupljenjem su dobijeni parafinski blokovi pojedinačnih uzoraka iz kojih su na mikrotomu (Reichert) sečeni tanki listovi debljine 5 mikrotona. Pre stavljanja na predmetno stakalce, listovi su stavljeni u toplu vodu da bi se parafin delimično istopio. Osušeni preparati bojeni su hematoksilin-eosinom. Preparati su potom tretirani ksilolom i 96% i 100% alkoholom, bojeni hematoksilin-eosinom i ponovo presovani i tretirani alkoholom i ksilolom istih koncentracija (Vičević, 1972). Za histološku analizu korišćen je svetlosni mikroskop Leica DLMS koji je povezan u sistem za analizu slike. Pregledanje preparata obavljeno je pri uvećanju 10 x 10. Dva softverska paketa korišćena su za analizu slike i to IM1000 (Leica Imaging Systems Ltd, Cambridge, UK) i Scion image (Scion Corporation, Maryland, USA).

Određivanje sadržaja hlorida – metoda po Volhardu

Sadržaj hlorida u uzorcima kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, određen je SRPS ISO 1841-1 metodom (1999). Princip metode sastoji se u ekstrakciji dela uzorka za ispitivanje vrućom vodom i taloženju proteina. Nakon filtracije i zakišeljavanja ekstrakta se dodaje rastvor srebrno nitrata u višku, a ovaj višak titriše rastvorom kalijum tiocijanata. Analiza je urađena u dve paralele u svakom uzorku, a aritmetička sredina je izračunata i izražena kao sadržaj natrijum hlorida i to u g/100g.

Određivanje sadržaja ukupnog fosfora

Sadržaj ukupnog fosfora u uzorcima mišića SM i u uzorcima kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, određen je SRPS ISO 13730 metodom (1999). Princip metode sastoji se u sušenju dela uzorka za ispitivanje i spaljivanju ostatka. Nakon hlađenja, hidrolizuje se pepeo pomoću azotne kiseline. Dobijeni rastvor se filtrira i razblažuje smešom amonijum monovanadata i amonijum heptamolibdata, što je praćeno stvaranjem žuto bojenog jedinjenja čiji se intezitet fotometrijski meri na talasnoj dužini od 430 nm. Analiza je urađena u dve paralele u svakom uzorku, a aritmetička sredina je izračunata i izražena kao sadržaj fosfor-pentoksida i to u g/100g.

Određivanje sadržaja nitrita

Sadržaj nitrita u uzorcima kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, određen je referentnom SRPS ISO 2918 metodom (1999). Princip metode sastoji se u ekstrakciji dela uzorka za ispitivanje toplom vodom, taloženju proteina i filtraciji. U prisustvu nitrita dobija se crveno obojenje

dodavanjem sulfanilamida i naftiletildiamin-hlorida u filtrat. Fotometrijskom merenju na talasnoj dužini od 538 nm. Analiza je urađena u dve paralele u svakom uzorku, a aritmetička sredina je izračunata i izražena kao sadržaj natrijum nitrita i to u mg/100kg.

4.2.3. Određivanje higijensko-toksikološkog kvaliteta

4.2.3.1. Određivanje mikrobiološkog kvaliteta

Uzimanje briseva sa površine polutki i priprema uzoraka

Brisevi za određivanje mikrobiološkog kvaliteta površine polutki (ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija i ukupan broj *Enterobacteriaceae*) uzeti su sa četiri (but, leđa, grudi i obraz) precizno definisana mesta na polutki i to sa ukupno 100 cm², u skladu sa Odlukom Evropske Unije broj 2001/471/EC (Commission Decision 2001/471/EC), u skladu sa zahtevima standarda ISO 17604 (2003) i u skladu sa Regulativom Evropske Unije broj 2073/2005 [Commission Regulation (EC) No 2073/2005]. Metodom brisa (nedestruktivna metoda) uzeti su uzorci pomoću sterilnog staklenog štapića na čijem se kraju nalazio sterilni tampon (vata) koji je prethodno natopljen sterilnim fiziološkim rastvorom koji sadrži 0.1% peptona i 0.85% NaCl (vlažni bris). Najpre je na određeno mesto, na površini polutke, postavljen sterilni metalni šablon površine 5 x 5 cm (25 cm²), a zatim je tamponom, koji je prethodno bio uronjen u fiziološki rastvor najmanje 5 sekundi, trljano po površini polutki i to najpre vertikalno, pa zatim horizontalno i na kraju dijagonalno, u trajanju od najmanje 20 sekundi. Nakon uzimanja vlažnih briseva isti postupak je ponovljen i sa suvim tamponima (suvi bris). Tamponi (četiri vlažna i četiri suva po svakoj polutki) su aseptički smešteni u sterilne posude za uzorke u kojima se nalazilo 100 ml pripremljenog sterilnog fiziološkog rastvora (0.1% peptona i 0.85% NaCl), što predstavlja osnovno razređenje (10⁻¹). Homogenizacija uzoraka vršena je snažnim ručnim mućkanjem u trajanju od nekoliko minuta. U osnovnom razređenju određen je ukupan broj *Enterobacteriaceae*. Za određivanje ukupnog broj aerobnih mezofilnih bakterija pripremljena su veća razređenja do 10⁻³. Uzorci za određivanje prisustva *Salmonella* spp. na površini polutki uzeti su abrazivnim sunđerom, takođe, sa površine od 100 cm². Za određivanje *Salmonella* spp, od pripremljenog uzorka, 25 ml je preneto u sterilnu Erlenmajer tikvicu od 500 ml u koju je dodato 225 ml Selenit bujona i inkubirano na temperaturi od 37 ± 1°C u trajanju od 24 sata (Pravilnik o metodama vršenja mikrobioloških analiza i superanaliza životnih namirnica, Službeni list SFRJ, broj 25, 1980).

Uzimanje i priprema uzoraka salamure

Iz pripremljenih salamura, nakon rastvaranja svih ingredijencija, pod aseptičnim uslovima su uzeti uzorci salamure (200 ml) za ispitivanje mikrobiološkog kvaliteta (ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, ukupan broj *Enterobacteriaceae* i prisustvo *Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*). Od uzetog uzorka, 20 ml je preneto u sterilnu Erlenmajer tikvicu od 500 ml u koju je dodato 180 ml sterilnog fiziološkog

rastvora, nakon čega je izvršena homogenizacija mućkanjem u trajanju od 15 minuta. Na ovaj način je dobijeno osnovno razređenje (10^{-1}) (Pravilnik o metodama vršenja mikrobioloških analiza i superanaliza životnih namirnica, Službeni list SFRJ, broj 25, 1980). U osnovnom razređenju određen je ukupan broj *Enterobacteriaceae* i utvrđeno prisustvo *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*. Za određivanje ukupnog broj aerobnih mezofilnih bakterija pripremljena su veća razređenja do 10^{-3} . Za određivanje *Salmonella* spp, od uzetog uzorka, 25 ml je preneto u sterilnu Erlenmajer tikvicu od 500 ml u koju je dodato 225 ml Selenit bujona i inkubirano na temperaturi od $37 \pm 1^\circ\text{C}$ u trajanju od 24 sata (Pravilnik o metodama vršenja mikrobioloških analiza i superanaliza životnih namirnica, Službeni list SFRJ, broj 25, 1980).

Uzimanje i priprema uzoraka mesa i salamurenog mesa

Uzorci ohlađenog i salamurenog mesa za ispitivanje mikrobiološkog kvaliteta (ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, ukupan broj *Enterobacteriaceae* i prisustvo *Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*) uzeti su tako što je najpre površina mesa, odnosno salamurenog mesa, spaljena plamenom, a zatim je koagulirani sloj debljine 2 do 3 cm odstranjen sterilnim nožem, nakon čega su sterilnim nožem, uz pomoć sterilne pincete, isečeni komadi mesa (od 50 do 70 g), odnosno salamurenog mesa (od 50 do 70 g). Uzeti uzorak je homogenizovan u sterilnom tarioniku i zatim je 20 g preneto u sterilnu Erlenmajer tikvicu od 500 ml u koju je dodato 180 ml sterilnog fiziološkog rastvora, nakon čega je izvršena homogenizacija mućkanjem u trajanju od 15 minuta. Na ovaj način je dobijeno osnovno razređenje (10^{-1}) (Pravilnik o metodama vršenja mikrobioloških analiza i superanaliza životnih namirnica, Službeni list SFRJ, broj 25, 1980). U osnovnom razređenju određen je ukupan broj *Enterobacteriaceae* i utvrđeno prisustvo *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*. Za određivanje ukupnog broj aerobnih mezofilnih bakterija pripremljena su veća razređenja do 10^{-3} . Za određivanje *Salmonella* spp, od homogenizovanog uzorka je uzeto 25 g i preneto u sterilnu Erlenmajer tikvicu od 500 ml u koju je dodato 225 ml Selenit bujona i inkubirano na temperaturi od $37 \pm 1^\circ\text{C}$ u trajanju od 24 sata (Pravilnik o metodama vršenja mikrobioloških analiza i superanaliza životnih namirnica, Službeni list SFRJ, broj 25, 1980).

Uzimanje i priprema uzoraka konzervi

Pre otvaranja spoljna površina svake konzerve je očišćena vatom natopljenom alkoholom i opaljena plamenom, a nakon toga je otvorena sterilnim kružnim nožem pored plamenika. Uzorci kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, uzeti su pored plamena sterilnim bušačem (sondom) i to iz sredine i sa krajeva proizvoda (od 50 do 70 g). Uzeti uzorak je homogenizovan u sterilnom tarioniku i zatim je 20 g preneto u sterilnu Erlenmajer tikvicu od 500 ml u koju je dodato 180 ml sterilnog fiziološkog rastvora, nakon čega je izvršena homogenizacija mućkanjem u trajanju od 15 minuta. Na ovaj način je dobijeno osnovno razređenje (10^{-1}) (Pravilnik o metodama vršenja mikrobioloških analiza i superanaliza životnih namirnica, Službeni list SFRJ, broj 25, 1980). U osnovnom razređenju određen je ukupan broj *Enterobacteriaceae* i utvrđeno prisustvo *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*. Za određivanje ukupnog broj aerobnih mezofilnih bakterija pripremljena su veća razređenja do 10^{-3} . Za određivanje *Salmonella* spp, od homogenizovanog uzorka je uzeto 25 g i preneto u sterilnu Erlenmajer tikvicu od 500 ml u koju je dodato 225 ml Selenit bujona i

inkubirano na temperaturi od $37 \pm 1^\circ\text{C}$ u trajanju od 24 sata (Pravilnik o metodama vršenja mikrobioloških analiza i superanaliza životnih namirnica, Službeni list SFRJ, broj 25, 1980).

Određivanje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija

Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija određen je na 3M PetrifilmTM-u (3M Microbiology Products 3M Health Care Ltd, France). Nakon postavljanja Petrifilm podloge na ravnu površinu i podizanja gornjeg filma, na centar donjeg filma, nanet je 1 ml uzorka odgovarajućeg decimalnog razređenja. Gornji film je, zatim, pažljivo vraćen na dole, vodeći računa da ne zaostanu mehurići vazduha, nakon čega je nežno pritisnut graničnik kako bi se uzorak ravnomerno rasporedio po kružnoj površini. Nakon formiranja gela, obavljeno je inkubiranje podloga, sa čistom stranom na gore. Inkubiranje je obavljeno na temperaturi od $35 \pm 1^\circ\text{C}$ u trajanju od 48 sati. Razvijene kolonije aerobnih mezofilnih bakterija na Petrifilm podlogama uočavaju se kao crvene kolonije različitog oblika i veličine.

Određivanje ukupnog broja *Enterobacteriaceae*

Ukupan broj *Enterobacteriaceae* određen je na 3M PetrifilmTM-u (3M Microbiology Products 3M Health Care Ltd, France). Postupak inokulacije Petrifilm podloga za ukupan broj *Enterobacteriaceae* isti je kao i postupak opisan za inokulaciju Petrifilm podloga za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija. Inkubiranje je obavljeno na temperaturi od $37 \pm 1^\circ\text{C}$ u trajanju od 24 sata. Razvijene kolonije *Enterobacteriaceae* na Petrifilm podlogama uočavaju se kao kolonije koje su okružene mehurićima gasa, crvene kolonije okružene žutom zonom i crvene kolonije okružene žutom zonom i mehurićima gasa.

Određivanje prisustva *Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*

Prisustvo *Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli* utvrđeno je na HiCrome *Salmonella* agaru (HiMedia Laboratories Pvt. Limited, India). Na pripremljenu HiCrome podlogu (razlivenu u Petri kutijama) nanet je 0.1 ml osnovnog razređenja uzoraka. Inkubiranje je obavljeno na temperaturi od $37 \pm 1^\circ\text{C}$ u trajanju od 24 sata. Razvijene kolonije *Salmonella* spp. na HiCrome *Salmonella* agaru su svetlo crvene do svetlo ružičaste boje, okrugle, ispupčene i sa ravnim obodom. Razvijene kolonije *Proteus vulgaris* na HiCrome *Salmonella* agaru su nebojene do svetlo braon boje, okrugle, ispupčene i sa ravnim obodom. Kolonije *Escherichia coli* na HiCrome *Salmonella* agaru su plave boje i, takođe, okrugle, ispupčene i sa ravnim obodom.

4.2.3.2. Određivanje prisustva rezidua i kontaminenata

Priprema uzoraka i određivanje prisustva supstanci koje imaju anaboličko delovanje

Za određivanje prisustva supstanci sa anaboličkim delovanjem korišćene su imunoenzimske – skrining (trijažne) metode.

Priprema uzorka (matriksa) za određivanje Steroidnih hormona (19-nortestosterona, etinilestradiola, progesterona, 17 β -estradiola, testosterona) izvedena je u skladu sa standardnom procedurom pripreme koja je naznačena u protokolima odgovarajućih kitova (R-Biopharm, Germany; Immunolab, Germany). **19-nortestosteron.** U 0.5 ml urina dodato je 1.5 ml acetatnog pufera, koncentracije 50 mmol/l, i 10 μ l glukuronidaze, nakon čega je sve zajedno termostatirano 2 sata na 37°C. I spiranje, odnosno priprema kolone (imunoafinitetna C18 kolona) obavljena je sa 3 ml metanola (100%), a zatim je dodato 2 ml Tris pufera koji sadrži 20% metanola, nakon čega je u kolonu dodato 2 ml prethodno termostatiranog uzorka. Kolona u koju je dodat uzorak je zatim isprana, prvo, sa 3 ml Tris pufera, koji sadrži 20% metanola, a zatim sa 3 ml metanola (100%), nakon čega je izvršeno eluiranje i to dva puta sa po 0.5 ml metanola (80%). Pod uticajem zemljine teže eluat je ispušten iz kolone i sakupljen u staklenu epruvetu, nakon čega je uparen u struji azota pri temperaturi od 40 – 70°C. Upareni suvi ostatak je rastvoren u 0.5 ml vode, uz mešanje na Vortex-u i trajanju od 1 – 2 minuta. **Etinilestradiol.** U 0.5 ml urina dodato je 3 ml natrijum acetatnog pufera, koncentracije 50 mmol/l (pH = 4.8), i 8 μ l glukuronidaza arilsulfataze nakon čega je sve zajedno termostatirano 2 sata na 37°C. Najpre je kolona (imunoafinitetna C18 kolona) prečišćena, odnosno isprana sa 3 ml metanola i ekvilibrisana sa 2 ml metanola koji sadrži 20 mM Tris HCl pufera, nakon čega je u kolonu dodato je 3.5 ml termostatiranog uzorka. Kolona u kojoj je dodat uzorak je zatim isprana, prvo, sa 2 ml metanola koji sadrži 20 mM Tris HCl pufera, a zatim sa 3 ml smeše metanola i destilovane vode (80 : 20). Nakon ispiranja, rezidue su usisane, uz pomoć vakuum pumpe, a zatim je kolona osušena negativnim pritiskom, u trajanju od 2 minuta. Eluiranje uzorka je obavljeno sa 1 ml mešavine metanola i destilovane vode (80 : 20) u novu epruvetu, pri brzini jedna kap u sekundi, a zatim je eluat rastvoren sa destilovanom vodom (1 : 2). **Progesteron i 17 β -estradiol.** Uzorak krvne plazme (1 ml) je najpre ekstrahovan sa 5 ml mešavine etra (trećijerni butilmetiletar : petrol etar = 30 : 70) u staklenoj epruveti i to mućkanjem na sobnoj temperaturi u trajanju od 20 minuta. Zatim je ekstrahovani rastvor smrznut na –25°C u trajanju od 60 minuta, nakon čega je etar (supernatant) odliven u staklenu epruvetu i uparen, u kupatilu na temperaturi od 60°C, do suvog s tanja. Dobijeni suvi ostatak je rastvoren dodavanjem 0.5 ml standardnog radnog rastvora, koji se nalazi u kitu, uz snažno mućkanje, u trajanju od 1 minuta, nakon čega je rastvoreni suvi ostatak zagrejan na 37°C, u trajanju od 5 minuta. Ova tačno-tečna ekstrakcija je ponovljena još dva puta. **Testosteron.** Uzorak krvne plazme (1 ml) je najpre ekstrahovan sa 5 ml mešavine etra (TBME : petrol etar = 30 : 70) u staklenoj epruveti i uz snažno mućkanje. Zatim je ekstrahovani rastvor smrznut na –25°C u trajanju od 60 minuta, nakon čega je etar (supernatant) odliven u staklenu epruvetu i uparen, u kupatilu na temperaturi od 60°C, do suvog s tanja. Dobijeni suvi ostatak je rastvoren dodavanjem 1 ml standardnog radnog rastvora, koji se nalazi u kitu, uz snažno mućkanje, u trajanju od 1 minuta, nakon čega je rastvoreni suvi ostatak zagrejan na 37°C, u trajanju od 5 minuta. Ova tačno-tečna ekstrakcija je ponovljena još dva puta.

Priprema uzorka (matriksa) za određivanje Laktone rezorcilne kiseline – Zeranola izvedena je u skladu sa standardnom procedurom pripreme koja je naznačena u protokolu kita (EuroClone, Italy). Priprema mišićnog tkiva za određivanje prisustva **Zeranola** obavljena je tako što je uzorak najpre fino usitnjen, a zatim je 5 g usitnjenog uzorka preneto u kivetu za centrifugiranje, zapremine 20 ml, dodato 10 ml smeše metanola i vode (80 : 20) i sve zajedno homogenizovano na Ultra-Turrax-u. Ovako dobijeni homogenizovani uzorak je zatim centrifugiran na 3500 obrtaja i to u trajanju od 15 minuta, nakon čega je u 2 ml bistrog supernatanta dodato 6 ml vode. Dalji postupak za određivanje prisustva Zeranola u tkivu mišića, odnosno urinu, identičan je kao i kod određivanja prisustva hormona 19-nortestosterona u urinu, u delu koji se odnosi na pripremu kolone i nanošenje uzorka.

Priprema uzorka (matriksa) za određivanje Beta-agonista izvedena je u skladu sa standardnom procedurom pripreme koja je naznačena u protokolu kita (EuroClone, Italy). Priprema mišićnog tkiva za određivanje prisustva **Beta-agonista** obavljena je tako što je uzorak najpre fino usitnjen, a zatim je u kivetu za centrifugiranje odmeren 1 g usitnjenog uzorka, dodato 2 ml 0.01 M HCl i sve zajedno homogenizovano 5 minuta na Ultra-Turrax-u. Ovako dobijeni homogenizovani uzorak, nakon podešavanja vrednosti pH na 6.05 – 8, je centrifugiran na 3000 obrtaja i to u trajanju od 15 minuta, a zatim je u bistar supernatant dodat radni rastvor u odnosu 1 : 1, nakon čega je sve zajedno dobro izmešano na Vortex-u. Priprema urina za određivanje prisustva Beta-agonista podrazumeva samo centrifugiranje na 3000 obrtaja i to u trajanju od 15 minuta i zatim dodavanje radnog rastvora, u bistar supernatant, u odnosu 1 : 1, nakon čega je sve zajedno dobro izmešano na Vortex-u. (Radni, odnosno standardni rastvor se kao reagens nalazi u kitu).

Imunoenzimska – skrining (trijažna) određivanja obavljena su metodom ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) testa (reakcija antigen – antitelo). Određivanje prisustva Steroidnih hormona, Zeranola i Beta-agonista, u prethodno pripremljenim uzorcima, obavljeno je pomoću odgovarajućih komercijalnih kitova, odnosno u skladu sa standardnom procedurom određivanja koja je naznačena u protokolu svakog kita. Svaki kit sadrži mikrotitarsku ploču sa određenim brojem mikrobunarčića, reagense i odgovarajuće interne standarde na osnovu kojih se formira logaritamska kalibraciona kriva. Serološke reakcije su izvedene u mikrobunarčićima koji su presvučeni specifičnim imobiliziranim antitelima prema odgovarajućem jedinjenju (antigen) koje se određuje. U mikrobunarčiće su istovremeno otpipetirani neobeleženi određivani antigen nepoznate koncentracije i obeleženi konjugovani antigen poznate koncentracije, a koji su kompetitori za ograničen broj antitela (direktna kompetitivna ELISA). Nakon izvesnog vremena uspostavljanja ravnoteže, odnosno raspoređivanja antigena i konjugovanog antigena (vezani i slobodni), koja je u zavisnosti od njihove koncentracije, nevezani materijal je ispran i uklonjen, a zatim je dodat supstrat koji dovodi do obojavanja ukoliko je prisutan vezani konjugovani antigen. Nakon perioda inkubacije, razvijanje boje je zaustavljeno dodavanjem sumporne kiseline. Kako antitelo ima isti aviditet za obeleženi i neobeleženi antigen, vezivanje antitela za obeleženi antigen je obrnuto proporcionalno koncentraciji neobeležnog antigena. Intezitet razvijene boje, koji je dakle obrnuto proporcionalan koncentraciji traženog jedinjenja u uzorku, određen je na ELISA čitaču (Multiskan Ex, Termo Electron Corporation, Vantaa, Finland), na talasnoj dužini od 450 nm.

Priprema uzoraka i određivanje nedozvoljenih supstanci, veterinarskih lekova i kontaminenata okoline

Za određivanje prisustva nedozvoljenih supstanci, veterinarskih lekova (osim penicilina, makrolida i aminoglikozida) i konaminenata okoline korišćene su konfirmativne metode. Za određivanje prisustva penicilina, makrolida i aminoglikozida korišćene su mikrobiološke – skrining (trijažne) metode.

Hloramfenikol. Homogenizovani uzorak tkiva bubrega (5.0 g) je najpre ekstrahovan sa acetonitrilom. Primarni ekstrakt je uparen do suva, a suvi ostatak je rastvoren u 0.5 mM amonijum acetatu. Dobijeni rastvor je prečišćen pentanom, a zatim reekstrahovan sa etilacetatom. Etilacetat je uparen do suva, a suvi ostatak je rastvoren u mobilnoj fazi (0.01 M mravlja kiselina : metanol, 40 : 60) i injektovan u HPLC uređaj WATERS 2695, sa reverzno faznom kolonom C18. Određivanje je izvršeno na tripl kvadropolnom masenom detektoru Quatromicro, sa kapilarnim naponom 3.35 kV i naponom na konusu od 35 V.

Hlorpromazin je određen po istoj metodologiji kao i ostali sedativi (acepromazin i propionilpromazin). **Nitroimidazoli (dimetridazol, metronidazol i ronidazol)**. Homogenizovani uzorak tkiva bubrega (5.0 g) je najpre ekstrahovan sa acetonitrilom. Primarni ekstrakt je zatim uparen do zapremine od 2 ml i zatim injektovan u HPLC (High Performance Liquid Chromatography) uređaj WATERS 2695, sa reverzno faznom kolonom C18. Mobilna faza se sastojala od amonijum acetatnog pufera, vode i acetonitrila u odnosu 10 : 70 : 20. Nitroimidazoli su određeni sa UV detektorom, na talasnoj dužini: $\lambda = 320 \text{ nm}$. **Nitrofurani (furazolidon, nitrofurazon, nitrofurantoin i furaltadon)**. S obzirom da se nitrofurani (furazolidon, furaltadone, nitrofurazon i nitrofurantoin) karakterišu brzim metabolizmom, sa vremenom poluživota *in vivo* ne dužim od nekoliko sati, detekcija nitrofurana u životinjskim tkivima je teška i nekorisna. U skladu sa tim, u ciljnom tkivu životinja, odnosno u tkivu bubrega, određeni su njihovi metaboliti: AOZ (3-amino-2-oxazolidinon), AMOZ (3-amino-5-morpholinomethyl-2-oxazolidinon), AHD (1-aminohydantoin) i SEM (Semicarbazide), čije je vreme poluživota znatno duže (od 4 do 9 dana). Metaboliti nitrofurana su najpre ekstrahovani iz 10.0 g homogenizovanog uzorka, odnosno tkiva bubrega, sa 0.4 M hlorovodoničnom kiselinom. Ekstraktu je zatim dodato derivatizaciono sredstvo – nitrobenzaldehyd, a derivatizacija je zatim izvršena na 37°C, tokom 16 sati. Nakon inkubacije, dodati su 0.1 M kalijum hidrogen fosfat i 0.5 M natrijum hidroksid, a zatim su derivati prečišćeni na kolonama LiChrolut EN. Nakon prečišćavanja, metaboliti nitrofurana su eluirani sa etilacetatom. Eluat je uparen do suva, a suvi ostatak je rastvoren u mobilnoj fazi koja se sastojala od 10 mM amonijum acetata i metanola (50 : 50). Razdvajanje metabolita nitrofurana je izvršeno na reverzno faznoj koloni C18 HPLC uređaja WATERS 2695, a određivanje na tripl kvadropolnom masenom detektoru Quatromicro, sa kapilarnim naponom 3.2 kV i naponom na konusu od 45 V. **Antibiotici. Karbadoks.** Nakon alkalne hidrolize 5.0 g prethodno homogenizovanog tkiva jetre, metabolit karbadoksa, kinoksalin-2-karboksilna kiselina (QCA), je ekstrahovan sa etilacetatom. Iz zakišeljelog primarnog ekstrakta QCA je zatim ekstrahovana sa vodom. Vodeni ekstrakt je prečišćen na jonoizmenjivačkoj koloni, a zatim je QCA esterifikovan smešom metanola i sumporne kiseline. Estar QCA je određen gasnom hromatografijom sa detektorom elektronskog zahvata na uređaju VARIAN GC 8300. **Tiamfenikol i florfenikol** su određeni po istoj metodologiji kao i hloramfenikol. **Penicilini, Makrolidi i Aminoglikozidi** su određeni metodom "četiri ploče" [mikrobiološka – skrining (trijažna) metoda]. Pri dokazivanju ostataka antibiotika kao test mikroorganizmi su korišćeni *Bacillus stearothermophilus* BGA i *Bacillus stearothermophilus* var. *calidolactic* na podlogama standard 1 (PM Indikator Agar; Difco, USA) i standard 2 (Hranjivi agar; Merck, Nemačka). Na podlogu (vrednost pH = 8.0) je naneta bakterija *Sarcina lutea*, a na podlogu u četvrtoj Petrijevoj ploči dodat je trimetoprim i bakterija *Escherichia coli* radi detekcije antibiotika. **Tetraciklini** su iz homogenizovanih uzoraka, odnosno mesa (mišići SM) i tkiva bubrega (5.0 g), najpre ekstrahovani sa Mc Ilvan-ovim puferom. Ekstrakt je zatim prečišćen na Varian BondElut C18 kolonama. Tetraciklini su eluirani sa metanolom. Eluat je zatim uparen do suva i rekonstituisan u metanolu. Razdvajanje tetracilina je izvršeno na reverzno faznoj koloni C18 HPLC uređaja WATERS 2695, sa mobilnom fazom koja se sastojala od 0.05% trifluorosirćetne kiseline i acetonitrila (50 : 50), a određeni su na tripl kvadropolnom masenom detektoru Quatromicro, sa kapilarnim naponom 3 kV i naponom na konusu od 37 V. Prisustvo tetraciklina je, takođe, određeno metodom "četiri ploče". **Sulfonamidi.** Sulfonamidi su iz homogenizovanih uzoraka, odnosno mesa (mišići SM) i tkiva bubrega (5.0 g), najpre ekstrahovani sa acetonitrilom. Ekstrakt je zatim uparen do male zapremine i prečišćen na C18 kolonama. Sulfonamidi su zatim eluirani sa kolona acetonitrilom. Razdvajanje sulfonamida je izvršeno na reverzno faznoj koloni C18 HPLC uređaja WATERS 2695, sa mobilnom fazom koja se sastojala od metanola i 0.1% mravlje kiseline (50 : 50), a određeni su na tripl kvadropolnom masenom detektoru Quatromicro sa

kapilarnim naponom 3.2 kV i naponom na konusu od 28 V. Prisustvo sulfonamida je, takođe, određeno metodom "četiri ploče". **Hinoloni (norfloksacin, enrofloksacin, flumekvin oksolinska i kiselina).** Homogenizovani uzorak tkiva bubrega (2.0 g) je najpre ekstrahovan sa vodom u ultrazvučnoj kadi. Ekstrakt je zatim prečišćen na kolonama Varian "Bond-Elut" C18. Hinoloni su sa kolone eluirani sa 1% trifluorosirćetnom kiselinom u acetonitrilu. Eluat je uparen skoro do suva i rekonstituisan u mobilnoj fazi (smeša 0.01M fosforne kiseline i acetonitrila). Razdvajanje hinolona je izvršeno na reverzno faznoj koloni C18, a određeni su na fluorescentnom detektoru sa ekscitacionim talasnim dužinama: $\lambda_{ex} = 280$ nm i 312 nm, odnosno emisionim talasnim dužinama: $\lambda_{em} = 455$ nm i 366 nm. **Benzimidazoli (albendazol, fenbendazol, oksibendazol i mebendazol).** Homogenizovani uzorak tkiva jetre (10.0 g) je najpre ekstrahovan sa etilacetatom, a zatim je ekstrakt uparen do suva. Suvi ostatak je rastvoren u heksanu, a zatim su benzimidazoli ekstrahovani smešom etanola i hlorovodonične kiseline. Sekundarni ekstrakt je uparen do suva, a suvi ostatak, koji je prethodno rastvoren u metanolu, korišćen je za HPLC analizu na uređaju WATERS 2695. Razdvajanje benzimidazola je izvršeno na reverzno faznoj C18 koloni, sa mobilnom fazom koja se sastojala od smeše metanola i 0.01 M $NH_4H_2PO_4$ (65 : 35). Detekcija je izvršena na UV detektoru, na talasnoj dužini: $\lambda = 298$ nm. **Makrociklični laktoni (abamektin, ivermektin i moksidektin).** Makrociklični laktoni su iz homogenizovanog uzorka, odnosno tkiva jetre (2.0 g), najpre ekstrahovani sa acetonitrilom. Ekstrakt je prečišćen na kolonama aluminijum oksida, a zatim na C18 kolonama za ekstrakciju. Upareni eluat je rekonstituisan u acetonitrilu, a zatim su makrociklični laktoni derivatizovani smešom metilimidazola i trifluorosirćetne kiseline. Derivati su određeni na HPLC uređaju WATERS 2695, sa reverzno faznom kolonom C18. Mobilna faza se sastojala od smeše metanola i vode (95 : 5). Detekcija makrocikličnih laktona izvršena je na fluorescentnom detektoru sa ekscitacionom talasnom dužinom: $\lambda_{ex} = 365$ nm i emisionom talasnom dužinom: $\lambda_{em} = 470$ nm. **Kokcidiostatici (monenzin i salinomycin).** Homogenizovani uzorak tkiva jetre (1.0 g) je najpre ekstrahovan sa acetonitrilom. Primarni ekstrakt je zatim uparen do suva, a suvi ostatak je rastvoren u vodi. Vodeni rastvor je prečišćen na kolonicama Waters HLB. Kokcidiostatici su zatim eluirani sa metanolom. Eluat je uparen do suva, a zatim je suvi ostatak rastvoren u smeši acetonitrila i vode (50 : 50), nakon čega je injektovan u HPLC uređaj WATERS 2695, sa reverzno faznom kolonom C18. Mobilna faza se sastojala od smeše vode i acetonitrila koja je zakišljena sa 0.1% mravljom kiselinom. Kokcidiostatici su određeni na tripl kvadropolnom masenom detektoru Quatromicro, sa kapilarnim naponom 3 kV i naponom na konusu od 30 V. **Karbamati (karbaril i propoksur).** Homogenizovani uzorak tkiva jetre (1.0 g) je najpre ekstrahovan sa acetonitrilom. Ekstrakt je zatim uparen do male zapremine i prečišćen na kolonama C18. Karbamati su sa kolone eluirani sa acetonitrilom. Eluat je uparen skoro do suva i rekonstituisan u vodi. Razdvajanje karbamata je izvršeno na reverzno faznoj koloni C18, a određivanje je obavljeno, nakon postkolonske derivatizacije sa ortoftaldialdehidom i 2-merkptoetanolom, na fluorescentnom detektoru sa ekscitacionom talasnom dužinom: $\lambda_{ex} = 339$ nm i emisionom talasnom dužinom: $\lambda_{em} = 445$ nm. **Piretroidi (permetrin, fluvalinat, deltametrin i cipermetrin).** Masno tkivo je najpre otopljeno na temperaturi od 90 do 105°C. Piretroidi su iz uzorka ekstrahovani i razdvojeni od masti raspodelom između petroletra i acetonitrila, koji je zasićen petroletrom. Ekstrakt acetonitrila, koji je zasićenog petroletrom, je zatim razblažen vodom, pri čemu rezidue piretroida prelaze u petroletar. Rezidue piretroida su zatim prečišćene hromatografijom na koloni Florisil i eluirane smešom petroletra i etiletra. Eluat je zatim koncentrovan, a kvantitativno određivanje je obavljeno primenom gasne hromatografije, sa detektorom elektronskog zahvata na gasnom hromatografu VARIAN 3800. **Sedativi (acepromazin i propionilpromazin).** Sedativi su iz homogenizovanog uzorka, odnosno tkiva bubrega (5.0 g), ekstrahovani sa kiselim acetonitrilom u ultrazvučnoj kadi. Ekstrakt je zatim

prečišćen na kolonama Varian "Bond-Elut" C18. Sedativi su eluirani sa kiselim acetonitrilom, a eluat je, nakon prečišćavanja sa heksanom, injektovan u HPLC uređaj WATERS 2695, sa reverzno faznom kolonom C18. Mobilna faza se sastojala od smeše natrijum acetata i acetonitrila (67 : 33). Sedativi su određeni sa UV detektorom na talasnoj dužini: $\lambda = 250$ nm. **Nesteroidni antiinflamatorni lekovi (fluniksin i fenilbutazon).** Fluniksin i fenilbutazon su iz homogenizovanog uzorka urina (2.0 g) ekstrahovani smešom vode, acetonitrila i etilacetata. Ekstrakt je zatim uparen do suva, rekonstituisan u smeši 0.2 M amonijum acetata i acetonitrila (50 : 50), a zatim je izvršeno injektovanje u HPLC uređaj WATERS 2695, sa reverzno faznom kolonom C18. Mobilna faza se sastojala od smeše amonijum formiata i acetonitrila. Nesteroidni antiinflamatorni lekovi su određeni snimanjem spektara na PDA (photo diode array) detektoru. **Organohlorni pesticidi (aldrin i dieldrin, DDT i derivati, hlordan, endrin, HCB, HCH – α i β izomeri, heptahlor i heptahlor-epoksid, lindan) i polihlorovani bifenili.** Masno tkivo je najpre otopljeno na temperaturi od 90 do 105°C. Hlorovani ugljovodonici su zatim ekstrahovani i razdvojeni od masti eluiranjem sa stuba delimično dezaktiviranog aluminijuma pakovanog u male staklene kolone. Dobijeni eluat je pažljivo uparen do radne zapremine, nakon čega je odgovarajući alikvot ubrizgan u gasni hromatograf VARIAN 3800, sa detektorom elektronskog zahvata radi detekcije i kvantifikacije. **Hemijski elementi (olovo, kadmijum, živa i arsen).** Homogenizovani uzorci mesa (mišići SM), tkiva jetre i bubrega, kao i kuvanih šunki (konzervi od mesa u komadima) od 0.5 g su u skladu sa uputstvom za rukovanje aparatom za mikrotalasnu digestiju razoreni mikrotalasnom digestijom u smeši azotne kiseline (8 ml) i vodonik peroksida (1 ml). Prisustvo **olova** i **kadmijuma** je određeno iz dobijenog rastvora atomskom apsorpcionom spektrofotometrijom, grafitnom tehnikom, na aparatu VARIAN SpectrAA 220 sa grafitnom peći VARIAN GTA 110. **Živa** je određena tehnikom hladnih para. Živa je iz dobijenog rastvora prevedena redukcijom sa stano hloridom u elementarnu živu na uređaju VARIAN VGA 77. Dobijena elementarna živa je određena merenjem specifične apsorpcije. Prisustvo **arsena** je određeno hidridnom tehnikom na uređaju VARIAN VGA 77. Arsen je iz dobijenog rastvora preveden redukcijom sa natrijum bor hidridom u baznoj sredini u gas arsin – AsH_3 , koji se atomizuje u plamenu. Dobijeni arsen je određen merenjem specifične apsorpcije.

4.2.4. Određivanje nutritivnog kvaliteta

Određivanje sadržaja vode

Sadržaj vode u uzorcima mišića SM i uzorcima kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, određen je referentnom SRPS ISO 1442 metodom (1998). Princip metode sastoji se u potpunom mešanju uzorka za ispitivanje sa peskom i sušenju do konstantne mase na $103 \pm 2^\circ\text{C}$. Analiza je urađena u dve paralele u svakom uzorku, a aritmetička sredina je izračunata i izražena u g/100g.

Određivanje sadržaja ukupnog pepela

Sadržaj ukupnog pepela u uzorcima mišića SM i uzorcima kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, određen je SRPS ISO 936 metodom (1999). Princip metode sastoji se u sušenju uzorka za

ispitivanje, zatim ugljenisanju i žarenju na $550 \pm 25^\circ\text{C}$. Analiza je urađena u dve paralele u svakom uzorku, a aritmetička sredina je izračunata i izražena u g/100g.

Određivanje sadržaja slobodne masti

Sadržaj slobodne masti u uzorcima mišića SM i uzorcima kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, određen je SRPS ISO 1444 metodom (1998). Princip metode sastoji se u ekstrakciji n-heksanom ili petroletrom osušenog ostatka dobijenog prema metodi određivanja sadržaja vode (SRPS ISO 1442, 1997), zatim u uklanjanju rastvarača otparavanjem, sušenju i merenju mase ekstrakta. Analiza je urađena u dve paralele u svakom uzorku, a aritmetička sredina je izračunata i izražena u g/100g.

Određivanje sadržaja holesterola

Sadržaj ukupnog holesterola u uzorcima mišića SM i uzorcima kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, određen je metodom tečne hromatografije visoke rezolucije (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) na obrnutim fazama. Homogenizovani uzorak (5.0 g) je najpre saponifikovan sa kalijum hidroksidom, a zatim je izvršena ekstrakcija holesterola sa heksanom i diizopropil etrom (Indyk, 1990). Za HPLC određivanje holesterola korišćen je aparat Liquid Chromatograph HP 1090 (Hewlett-Packard, USA). Određivanje holesterola je obavljeno pri sledećim uslovima HPLC hromatografije: Kolona: Hypersil ODS, 5 μm ; Protok: 0.2 ml/min; Mobilna faza: Metanol; DAD detektor: 212/4 nm. Analiza je urađena u dve paralele u svakom uzorku, a aritmetička sredina je izračunata i izražena u mg/100g.

Određivanje sadržaja azota – proteina

Sadržaj azota u uzorcima mišića SM i uzorcima kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, određen je referentnom SRPS ISO 937 metodom (1992). Princip metode sastoji se u digestiji uzorka za ispitivanje sa koncentrovanom sumpornom kiselinom, uz korišćenje bakar (II)-sulfata kao katalizatora da bi se organski azot preveo u amonijum jone, zatim u alkalizaciji sa natrijum hidroksidom, u destilaciji oslobođenog amonijaka u višak rastvora borne kiseline i u titraciji hlorovodoničnom kiselinom da bi se odredio amonijak vezan za bornu kiselinu. Sadržaj proteina izračunat je prema sledećem obrascu (Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa, Službeni list SCG, broj 33, 2004):

$$\text{Sadržaj proteina (\%)} = \text{N (\%)} \times 6.25$$

Analiza je urađena u dve paralele u svakom uzorku, a aritmetička sredina je izračunata i izražena u g/100g.

Određivanje sadržaja hidrosiprolina – vezivnog tkiva

Sadržaj hidrosiprolina u uzorcima mišića SM i uzorcima kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, određen je SRPS ISO 3496 metodom (2002). Princip metode se sastoji u hidrolizi dela uzorka za

ispitivanje u sumpornoj kiselini na 105°C. Filtrira nju i razblaživanju hidrolizata. Oksidaciji hidroksiprolina hloraminom-T, koja je praćena obrazovanjem jedinjenja crvene boje sa *p*-dimetilamino-benzaldehidom. Fotometrijskom merenju na talasnoj dužini od 558 nm.

Analiza je urađena u dve paralele u svakom uzorku. Sadržaj proteina vezivnog tkiva u proizvodu, izražen kao sadržaj kolagena (%), je vrednost dobijena množenjem sadržaja hidroksiprolina (%) faktorom 8 (% kolagena = % hidroksiprolina x 8) (Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa, Službeni list SCG, broj 33, 2004).

Relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva (RSPVT) u proteinima mesa, odnosno u proteinima kuvanih šunki i konzervi od mesa u komadima je vrednost izračunata pomoću sledećeg obrasca (Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa, Službeni list SCG, broj 33, 2004):

$$\text{RSPVT (\%)} = \frac{\text{sadržaj kolagena (\%)} \times 100}{\text{sadržaj proteina mesa (\%), odnosno sadržaj ukupnih proteina (\%)}}$$

Određivanje "PFF" vrednosti

"PFF" ("Protein Fat Free") vrednost je izračunata na osnovu laboratorijski utvrđenog sadržaja proteina i slobodne masti u kuvanim šunkama, odnosno konzervama od mesa u komadima, i izražena kao sadržaj proteina u odnosu na obezmašćeni deo uzorka prema sledećem obrascu (USDA – MIPS, 1992):

$$\text{"PFF" (\%)} = \frac{\% \text{ proteina} \times 100}{100 - \% \text{ slobodne masti}}$$

Određivanje sadržaja mikro- i makroelemenata

Priprema uzoraka za određivanje sadržaja mikro- (Fe, Zn, Cu, Mn) i makroelemenata (Ca, Mg, Na, K), u uzorcima mišića SM i u uzorcima kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, obavljena je postupkom suvog spaljivanja (Gorsuch, 1970). Princip suvog spaljivanja sastoji se u sušenju uzorka (5.0 g) za ispitivanje, zatim ugljenisanju i žarenju na 525°C ± 25°C. Dobijeni pepeo rastvoren je u hlorovodon ičnoj kiselini.

Sadržaj mikro- (Fe, Zn, Cu, Mn) i makroelemenata (Ca, Mg, Na, K) određen je atomskom apsorpcionom spektrofotometrijom na instrumentu Varian SpectrAA 10.

Sadržaj mikro- i makroelemenata u uzorku izražen je u mg/100g i µg/100g.

4.2.5. Određivanje senzornog kvaliteta

Senzornu analizu obavila je grupa od 5 ocenjivača na uzorcima svežeg mesa (mišići SM), na uzorcima toplotno obrađenog mesa (mišići SM) i na uzorcima kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u

komadima. Senzorna analiza svežeg mesa i kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, obavljena je na istim uzorcima na kojima je boja određena instrumentalno.

Boja mišića SM je senzorno ocenjena korišćenjem bod sistema analitičkih deskriptivnih testova na skali od 1 do 5 (1 – veoma bledo ružičasto siva; 2 – bledo ružičasto siva; 3 – crveno ružičasta; 4 – purpurno crvena; 5 – tamno purpurno crvena; NPPC, 1991), uz korišćenje standarda u boji (Slika 4.2.1).



Slika 4.2.1. Standard sa slikama u boji za senzornu ocenu boje svinjskog mesa

Čvrstina/Vlažnost. Ocenjivači su čvrstinu i vlažnost mišića SM senzorno ocenili zajedno korišćenjem bod sistema analitičkih deskriptivnih testova na skali od 1 do 5 (1 – veoma meka i veoma vodena; 2 – meka i vodena; 3 – neznatno čvrsta i vlažna; 4 – čvrsta i umereno suva; 5 – veoma čvrsta i suva; NPPC, 1991), uz korišćenje standarda u boji (Slika 4.2.2).



Slika 4.2.2. Standard sa slikama u boji za senzornu ocenu čvrstine i vlažnosti svinjskog mesa

Mramoriranost mišića SM je senzorno ocenjena korišćenjem bod sistema analitičkih deskriptivnih testova na skali od 1 do 5 (1 – bez do praktično bez; 2 – tragovi do neznatna; 3 – mala do skromna; 4 – umerena do neznatno obilna; 5 – umereno obilna do obilna; NPPC, 1991), uz korišćenje standarda u boji (Slika 4.2.3).



Slika 4.2.3. Standard sa slikama u boji za senzornu ocenu mramoriranosti svinjskog mesa

Sočnost i mekoća toplotno obrađenog mesa (mišića SM), preostalog nakon uzimanja uzoraka za određivanje mekoće (sile smicanja) Warner-Bratzler uređajem, i isečenog na kockice 1 x 1 x 1 cm, ocenjeni su korišćenjem bod sistema analitičkih deskriptivnih testova na skali od 1 do 8 (Sočnost: 1 – ekstremno suvo; 2 – veoma suvo; 3 – umereno suvo; 4 – neznatno suvo; 5 – neznatno sočno; 6 – umereno sočno; 7 – veoma

sočno; 8 – ekstremno sočno; Mekoća: 1 – ekstremno grubo; 2 – veoma grubo; 3 – umereno grubo; 4 – neznatno grubo; 5 – neznatno meko; 6 – umereno meko; 7 – veoma meko; 8 – ekstremno meko; AMSA, 1995).

Senzorna analiza kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, obavljena je tako što su ocenjivani: spoljni izgled i stanje ambalaže, boja i održivost i uniformnost boje, miris i ukus, sočnost i mekoća. Za ocenjivanje je korišćen bod sistem analitičkih deskriptivnih testova sa ocenama od 1 do 5 (Radovanović i Popov-Raljić). U tabeli 4.2.1. dati parametri i kriterijumi za senzornu analizu konzervi od mesa u komadima koji su korišćeni u prezentiranom radu.

Tabela 4.2.1. Parametri i kriterijumi za senzornu analizu konzervi od mesa u komadima

Kriterijumi (ocene)	Parametri					
	Spoljni izgled i stanje ambalaže	Izgled i sastav preseka	Boja i održivost i uniformnost boje	Miris i ukus	Sočnost	Mekoća
1	ekstremno izmenjen izgled i stanje ambalaže	ekstremno nepovezan, velike šupljine ekstremno neprosalamuren, ekstremno vlažan	ekstremno bledo ružičasta, ekstremno tamno crvena, ekstremno neujednačena	ekstremno intenzivan, odnosno ekstremno blag	ekstremno sočno, odnosno ekstremno suvo	ekstremno meko, odnosno ekstremno grubo
2	veoma izmenjen izgled i stanje ambalaže	veoma nepovezan, veće šupljine, veoma neprosalamuren, veoma vlažan	veoma bledo ružičasta, vrlo tamno crvena, vrlo neujednačena	veoma intenzivan, odnosno veoma blag	veoma sočno, odnosno veoma suvo	veoma meko, odnosno veoma grubo
3	umereno izmenjen izgled i stanje ambalaže	umereno nepovezan, manje šupljine, umereno neprosalamuren, umereno vlažan	umereno bledo crveno ružičasta, umereno tamno crveno ružičasta, umereno neujednačena	umereno intenzivan, odnosno umereno blag	umereno sočno, odnosno umereno suvo	umereno meko, odnosno umereno grubo
4	neznatno izmenjen izgled i stanje ambalaže	Neznatno nepovezan, male šupljine, neznatno neprosalamuren, neznatno vlažan	neznatno bledo crveno ružičasta, neznatno tamno crveno ružičasta, neznatno neujednačena	neznatno intenzivan, odnosno neznatno blag	neznatno sočno, odnosno neznatno suvo	neznatno meko, odnosno neznatno grubo
5	optimalan izgled i stanje ambalaže	optimalno povezan, bez šupljina, optimalno prosalamuren, optimalno vlažan	optimalno crveno ružičasta, optimalno ujednačena	optimalan miris i ukus	optimalno sočno	optimalno meko

Ponderisana ocena ukupnog senzornog kvaliteta kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, dobijena je množenjem ocena za svaki parametar senzornog kvaliteta sa koeficijentima važnosti (KV) (za spoljni izgled i stanje ambalaže – KV = 2; za izgled i sastav preseka – KV = 3; za boju i održivost i uniformnost boje – KV = 5; za miris i ukus – KV = 6; za sočnost – KV = 2; za mekoću – KV = 2), a zatim su dobijene korigovane ocene sabrane i podeljene sa zbirom koeficijenata važnosti ($\sum KV = 20$) (Pravilnik o ocenjivanju kvaliteta mesa i proizvoda od mesa na međunarodnom poljoprivrednom sajmu u Novom Sadu, 2005).

4.2.6. Statistička obrada podataka

U cilju pravilne interpretacije rezultata ispitivanja dobijeni podaci statistički su obrađeni (Hadživuković, 1991), tako što su izračunati:

- a) aritmetička sredina (\bar{x}), odnosno merilo centralne tendencije osnovnog skupa,
- b) standardna devijacija (σ), odnosno merilo apsolutne disperzije osnovnog skupa,
- c) koeficijent korelacije (r), odnosno linearna međuzavisnost između dve promenljive i
- d) značajnost razlika između aritmetičkih sredina, primenom nezavisnog t-testa, između dve aritmetičke sredine, i primenom jednodimenzionalne klasifikacije analize varijanse i višestrukog testa intervala (Dunckan–ov test), između više aritmetičkih sredina.

5. PRIKAZ REZULTATA

Rezultati ispitivanja obavljenih u okviru ove doktorske disertacije prikazani su u 27 tabela i na 10 slika.

5.1. Rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na kvalitet svinjskog mesa (*M. semimembranosus*)

U tabeli 5.1.1. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki na brzinu pada temperature u dubini buta i brzinu pada vrednosti pH u mišićima SM u I ogledu.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.1.1) se vidi da su prosečne temperature izmerene u dubini buta, blizu femura, pre početka hlađenja (30 minuta *post mortem*), i kod desnih polutki (polutke koje su zatim konvencionalno hlađene) i kod levih polutki (polutke koje su zatim brzo hlađene) identične, odnosno da iznose 41.6°C. Apsolutne disperzije pojedinačnih izmerenih vrednosti temperatura, pre početka hlađenja (30 minuta *post mortem*), takođe, su slične i iznose 0.55°C, kod desnih polutki (polutke koje su zatim konvencionalno hlađene), i 0.59°C, kod levih polutki (polutke koje su zatim konvencionalno hlađene). Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je da se prosečne temperature, desnih i levih polutki, izmerene u dubini buta, blizu femura, 30 minuta *post mortem*, odnosno pre početka hlađenja, značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.1) vidi da su 4, 6 i 8 sati *post mortem*, odnosno tokom hlađenja, kod konvencionalno hlađenih polutki, u poređenju sa brzo hlađenim polutkama, u dubini buta, blizu femura, utvrđene više prosečne temperature, koje iznose 32.7, 24.2 i 19.1°C (respektivno), dok utvrđene apsolutne disperzije pojedinačnih izmerenih vrednosti temperatura kod ovih polutki iznose 0.84, 0.74 i 0.75°C (respektivno). Odnosno, u isto vreme *post mortem* (4, 6 i 8 sati *post mortem*, odnosno tokom hlađenja), kod brzo hlađenih polutki, u poređenju sa konvencionalno hlađenim polutkama, u dubini buta, blizu femura, utvrđene su niže prosečne temperature, koje iznose 25.7, 13.0 i 6.2°C (respektivno), ali su kod ovih polutki utvrđene i veće apsolutne disperzije pojedinačnih izmerenih vrednosti temperatura, koje iznose 1.44, 1.40 i 1.16°C (respektivno). Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je da se prosečne temperature izmerene u dubini buta, blizu femura, konvencionalno i brzo hlađenih polutki, 4, 6 i 8 sati *post mortem*, odnosno tokom hlađenja, visoko značajno razlikuju sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$).

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.1) vidi se da je na kraju hlađenja, odnosno 24 sata *post mortem*, kod konvencionalno hlađenih polutki, u poređenju sa brzo hlađenim polutkama, u dubini buta, blizu femura, utvrđena viša prosečna temperatura, koja iznosi 5.1°C, dok utvrđena apsolutna disperzija

Tabela 5.1.1. Uticaj brzine hlađenja polutki na brzinu pada temperature u dubini buta i brzinu pada vrednosti pH u *M. semimembranosus*

Postupak hlađenja ¹	I OGLED	
	KH	BH
Polutka trupa	Desna	Leva
Vreme otkoštavanja <i>post mortem</i> (sati)	24	24/8
N (broj polutki / <i>M. semimembranosus</i>)	40	20/40
Aritmetička sredina ± standardna devijacija	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
Temperatura (°C)		
T _{30min}	41.6 ± 0.55	41.6 ± 0.59
T _{4h}	32.7 ^A ± 0.84	25.7 ^B ± 1.44
T _{6h}	24.2 ^A ± 0.74	13.0 ^B ± 1.40
T _{8h}	19.1 ^A ± 0.75	6.2 ^B ± 1.16
T _{24h}	5.1 ^A ± 0.36	3.8 ^B ± 0.53
Vrednost pH		
pH _{30min}	6.18 ± 0.18	6.22 ± 0.27
pH _{4h}	5.88 ^b ± 0.18	6.02 ^d ± 0.16
pH _{24h}	5.70 ± 0.19	5.77 ± 0.22

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

^{A,B} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 99% verovatnoće.

^{a,b} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 95% verovatnoće.

pojedinačnih izmerenih vrednosti temperatura kod ovih polutki iznosi 0.36°C. Odnosno, u isto vreme *post mortem* (na kraju hlađenja, odnosno 24 sata *post mortem*), kod brzo hlađenih polutki, u poređenju sa konvencionalno hlađenim polutkama, u dubini buta, blizu femura, utvrđena je niža prosečna temperatura, koja iznosi 3.8°C, ali je kod ovih polutki utvrđena i nešto veća apsolutna disperzija pojedinačnih izmerenih vrednosti temperatura, koja iznosi 0.53°C. Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je da se prosečne temperature izmerene u dubini buta, blizu femura, konvencionalno i brzo hlađenih polutki, 24 sata *post mortem*, odnosno na kraju hlađenja, visoko značajno razlikuju sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$).

Iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.1) vidi se da je prosečna vrednost pH utvrđena u mišićima SM na desnim polutkama (polutke koje su zatim konvencionalno hlađene), pre početka hlađenja (30 minuta *post mortem*) i koja iznosi 6.18, nešto niža, u poređenju sa prosečnom vrednosti pH koja je utvrđena u isto vreme *post mortem*, odnosno pre početka hlađenja, u mišićima SM na levim polutkama (polutke koje su zatim brzo hlađene), i koja iznosi 6.22. Manja apsolutna disperzija pojedinačnih izmerenih vrednosti pH (0.18) utvrđena je u mišićima SM na desnim polutkama (polutke koje su zatim konvencionalno hlađene), u poređenju sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih izmerenih vrednosti pH (0.27) koja je utvrđena u mišićima SM na levim polutkama (polutke koje su zatim brzo hlađene). Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti pH, izmerene u mišićima SM na desnim polutkama (polutke koje su zatim konvencionalno hlađene) i levim polutkama (polutke koje su zatim brzo hlađene), 30 minuta *post mortem*, odnosno pre početka hlađenja, značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.1) vidi da je 8 sati *post mortem*, odnosno tokom hlađenja, u mišićima SM na konvencionalno hlađenim polutkama utvrđena, takođe, niža prosečna vrednost pH, koja iznosi 5.88, u poređenju sa prosečnom vrednosti pH koja je utvrđena u isto vreme *post mortem*, odnosno tokom hlađenja, u mišićima SM na brzo hlađenim polutkama, koja iznosi 6.02. Utvrđene apsolutne disperzije pojedinačnih izmerenih vrednosti pH u mišićima SM i na konvencionalno i na brzo hlađenim polutkama su slične i iznose 0.18, odnosno 0.16. Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je da se prosečne vrednosti pH izmerene u mišićima SM na konvencionalno i brzo hlađenim polutkama, 8 sati *post mortem*, odnosno tokom hlađenja, značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$).

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.1) vidi se da je na kraju hlađenja, odnosno 24 sata *post mortem*, u mišićima SM na konvencionalno hlađenim polutkama, u poređenju sa mišićima SM na brzo hlađenim polutkama, utvrđena, takođe, nešto niža prosečna vrednost pH, koja iznosi 5.70, dok utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih izmerenih vrednosti pH u ovim mišićima SM iznosi 0.19. Odnosno, u isto vreme *post mortem* (na kraju hlađenja, odnosno 24 sata *post mortem*) u mišićima SM na brzo hlađenim polutkama, u poređenju sa mišićima SM na konvencionalno hlađenim polutkama, utvrđena je nešto viša prosečna vrednost pH, koja iznosi 5.77, dok utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih izmerenih vrednosti pH u ovim mišićima SM iznosi 0.22. Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je da se prosečne vrednosti pH izmerene u mišićima SM na konvencionalno i brzo hlađenim polutkama, 24 sata *post mortem*, odnosno na kraju hlađenja, značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

U tabeli 5.1.2. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na kalo hlađenja i osnovni hemijski sastav mišića SM.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.1.2) se vidi da prosečan kalo hlađenja kod konvencionalno hlađenih polutki koje su otkoštene 24 sata *post mortem* iznosi 2.0%, s tim da kod ovih polutki utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih izmerenih kala hlađenja iznosi 0.56%. Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.2) vidi da je prosečan kalo hlađenja kod brzo hlađenih polutki koje su otkoštene 24 sata *post mortem* manji, u poređenju sa prosečnim kalom hlađenja koji je utvrđen kod konvencionalno hlađenih polutki koje su otkoštene 24 sata *post mortem*, i iznosi 1.4%, s tim da kod ovih polutki utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih izmerenih kala hlađenja iznosi 0.54%. Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.2) vidi se da je prosečan kalo hlađenja kod brzo hlađenih polutki koje su otkoštene 8 sati *post mortem* najmanji, odnosno manji, u poređenju sa prosečnim kalom hlađenja koji je utvrđen kod konvencionalno i kod brzo hlađenih polutki koje su otkoštene 24 sata *post mortem*, i iznosi 0.8%, s tim da kod ovih polutki utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih izmerenih kala hlađenja iznosi 0.44%. Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečan kalo hlađenja konvencionalno hlađenih polutki otkoštenih 24 sata *post mortem* visoko značajno veći sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim kalom hlađenja brzo hlađenih polutki otkoštenih 8 sati *post mortem*. Analizom varijanse utvrđeno je, takođe, da je prosečan kalo hlađenja konvencionalno hlađenih polutki otkoštenih 24 sata *post mortem* značajno veći sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim kalom hlađenja brzo hlađenih polutki otkoštenih 24 sata *post mortem*, odnosno da je prosečan kalo hlađenja brzo hlađenih polutki otkoštenih 24 sata *post mortem* značajno veći sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim kalom hlađenja brzo hlađenih polutki otkoštenih 8 sati *post mortem*. Ostale razlike između prosečnih kala hlađenja različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih polutki nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.2) vidi da prosečni sadržaji vode u 100 g različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 75.17 g (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 75.37 g (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 75.12 g (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj vode od 0.92 g, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj vode od 0.50 g, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj vode od 1.11 g. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim sadržajima vode, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji ukupnog pepela (Tabela 5.1.2) u 100 g različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 1.02 g (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 1.03 g (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 1.04 g (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnog pepela od 0.09 g, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnog pepela od 0.07 g, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnog pepela od 0.10 g. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim sadržajima ukupnog pepela, između različito

Tabela 5.1.2. Uticaj brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na kalo hlađenja i osnovni hemijski sastav *M. semimembranosus*

Postupak hlađenja ¹	I OGLEĐ		BH Leva	BH Leva
	KH Desna	BH Leva		
Polutka trupa			24	8
Vreme otkoštavanja <i>post mortem</i> (sati)			24	20
N (broj <i>M. semimembranosus</i>)			40	20
Aritmetička sredina ± standardna devijacija			$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
Kalo hlađenja (%)	$2.0^{Aa} \pm 0.56$	$1.4^{Ab} \pm 0.54$	$0.8^{Bc} \pm 0.44$	
<i>Osnovni hemijski sastav</i>				
Sadržaj vode (g/100g)	75.17 ± 0.92	75.37 ± 0.50	75.12 ± 1.11	
Sadržaj ukupnog pepela (g/100g)	1.02 ± 0.09	1.03 ± 0.07	1.04 ± 0.10	
Sadržaj slobodne masti (g/100g)	2.01 ± 0.89	1.73 ± 0.69	2.16 ± 0.77	
Sadržaj holesterola (mg/100g)	55.25 ± 2.17	54.56 ± 1.39	55.98 ± 1.08	
Sadržaj proteina mesa (g/100g)	21.58 ± 0.73	21.64 ± 0.75	21.41 ± 0.68	
Sadržaj proteina vezivnog tkiva (g/100g)	0.63 ± 0.19	0.56 ± 0.05	0.62 ± 0.11	
Relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva (%)	2.92 ± 0.88	2.59 ± 0.21	2.90 ± 1.03	

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

^{Ab} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 99% verovatnoće.

^{Bc} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 95% verovatnoće.

hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji slobodne masti (Tabela 5.1.2) u 100 g različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 2.01 g (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 1.73 g (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 2.16 g (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj slobodne masti od 0.89 g, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj slobodne masti od 0.69 g, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj slobodne masti od 0.77 g. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim sadržajima slobodne masti, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji holesterola (Tabela 5.1.2) u 100 g različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 55.25 mg (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 54.56 mg (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 55.98 mg (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj holesterola od 2.17 mg, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj holesterola od 1.39 mg, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj holesterola od 1.08 mg. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim sadržajima holesterola, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji proteina mesa (Tabela 5.1.2) u 100 g različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 21.58 g (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 21.64 g (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 21.41 g (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj proteina mesa od 0.73 g, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj proteina mesa od 0.75 g, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj proteina mesa od 0.68 g. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim sadržajima proteina mesa, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.2) vidi da prosečni sadržaji proteina vezivnog tkiva u 100 g različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 0.63 g (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 0.56 g (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 0.62 g (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.19 g, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.05 g, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM

utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.11 g. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim sadržajima proteina vezivnog tkiva, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.2) vidi se da prosečni relativni sadržaji proteina vezivnog tkiva u različito hlađenim i u različito vreme *post mortem* otkošenim mišićima SM iznose 2.92% (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 2.59% (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 2.90% (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.88%, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.21%, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva od 1.03%. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnom relativnom sadržaju proteina vezivnog tkiva, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

U tabeli 5.1.3. prikazani su rezultati ispitivanja sadržaja mikro- i makroelemenata u različito hlađenim i u različito vreme *post mortem* otkošenim mišićima SM.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.1.3) se vidi da prosečni sadržaji gvožđa u 100 g različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 1.51 mg (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 1.40 mg (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 1.36 mg (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj gvožđa od 0.45 mg, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj gvožđa od 0.17 mg, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj gvožđa od 0.20 mg. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim sadržajima gvožđa, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.3) vidi da prosečni sadržaji cinka u 100 g različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 2.74 mg (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 2.66 mg (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 2.68 mg (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj cinka od 0.22 mg, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj cinka od 0.16 mg, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj cinka od 0.15 mg. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim sadržajima cinka, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji bakra (Tabela 5.1.3) u 100 g različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 0.32 mg (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM, brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM i brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići

Tabela 5.1.3. Sadržaj mikro- i makroelemenata u različito hlađenim i u različito vreme post morfem otkošenim *M. semimembranosus*

Postupak hlađenja ¹	I OGLED			
	KH		BH	
Polutka trupa	Desna	Leva	Leva	BH Leva
Vreme otkoštavanja post morfem (sati)	24	24	24	8
N (broj <i>M. semimembranosus</i>)	40	20	20	20
Aritmetička sredina ± standardna devijacija	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
<i>Sadržaj mikro- i makroelemenata</i>				
Sadržaj gvožđa – Fe (mg/100g)	1.51 ± 0.45	1.40 ± 0.17	1.40 ± 0.17	1.36 ± 0.20
Sadržaj cinka – Zn (mg/100g)	2.74 ± 0.22	2.66 ± 0.16	2.66 ± 0.16	2.68 ± 0.15
Sadržaj bakra – Cu (mg/100g)	0.32 ± 0.11	0.32 ± 0.09	0.32 ± 0.09	0.32 ± 0.10
Sadržaj mangana – Mn (µg/100g)	26.09 ± 5.61	24.50 ± 3.48	24.50 ± 3.48	23.64 ± 4.13
Sadržaj kalcijuma – Ca (mg/100g)	11.60 ± 1.49	10.67 ± 0.78	10.67 ± 0.78	11.42 ± 1.38
Sadržaj magnezijuma – Mg (mg/100g)	26.46 ± 1.53	25.44 ± 0.80	25.44 ± 0.80	25.73 ± 1.61
Sadržaj natrijuma – Na (mg/100g)	60.46 ± 12.07	56.36 ± 7.91	56.36 ± 7.91	61.26 ± 9.79
Sadržaj kalijuma – K (mg/100g)	286.45 ± 38.03	279.18 ± 19.24	279.18 ± 19.24	282.76 ± 32.25
Sadržaj ukupnog fosfora – P (mg/100g)	219.00 ± 15.79	215.76 ± 14.05	215.76 ± 14.05	221.59 ± 15.39

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj bakra od 0.11 mg, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj bakra od 0.09 mg, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj bakra od 0.10 mg. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim sadržajima bakra, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji mangana (Tabela 5.1.3) u 100 g različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 26.09 μg (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkoštene mišići SM), odnosno 24.50 μg (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkoštene mišići SM) i 23.64 μg (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkoštene mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj mangana od 5.61 μg , zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj mangana od 3.48 μg , dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj mangana od 4.13 μg . Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim sadržajima mangana, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji kalcijuma (Tabela 5.1.3) u 100 g različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 11.60 mg (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkoštene mišići SM), odnosno 10.67 mg (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkoštene mišići SM) i 11.42 mg (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkoštene mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalcijuma od 1.49 mg, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalcijuma od 0.78 mg, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalcijuma od 1.38 mg. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim sadržajima kalcijuma, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji magnezijuma (Tabela 5.1.3) u 100 g različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 26.46 mg (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkoštene mišići SM), odnosno 25.44 mg (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkoštene mišići SM) i 25.73 mg (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkoštene mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj magnezijuma od 1.53 mg, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj magnezijuma od 0.80 mg, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj magnezijuma od 1.61 mg. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim sadržajima magnezijuma, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji natrijuma (Tabela 5.1.3) u 100 g različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 60.46 mg (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkoštene mišići SM), odnosno 56.36 mg (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkoštene mišići SM) i 61.26 mg (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkoštene mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM

utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj natrijuma od 12.07 mg, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj natrijuma od 7.91 mg, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj natrijuma od 9.79 mg. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnom sadržaju natrijuma, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.3) vidi da prosečni sadržaji kalijuma u 100 g različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 286.45 mg (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 279.18 mg (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 282.76 mg (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalijuma od 38.03 mg, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalijuma od 19.24 mg, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalijuma od 32.25 mg. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnom sadržaju kalijuma, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.3) vidi se da prosečni sadržaji ukupnog fosfora u 100 g različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 219.00 mg (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 215.76 mg (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 221.59 mg (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnog fosfora od 15.79 mg, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnog fosfora od 14.05 mg, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnog fosfora od 15.39 mg. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim sadržajima fosfora, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

U tabeli 5.1.4. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na rastvorljivost proteina mišića SM.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.1.4) se vidi da prosečne ukupne rastvorljivosti proteina iz različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 94.31% (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 95.14% (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 95.30% (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za ukupnu rastvorljivost proteina od 1.44%, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za ukupnu rastvorljivost proteina od 1.24%, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za ukupnu rastvorljivost proteina od 0.70%. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim ukupnim rastvorljivostima proteina, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Tabela 5.1.4. Uticaj brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na rastvorljivost proteina *M semimembranosus*

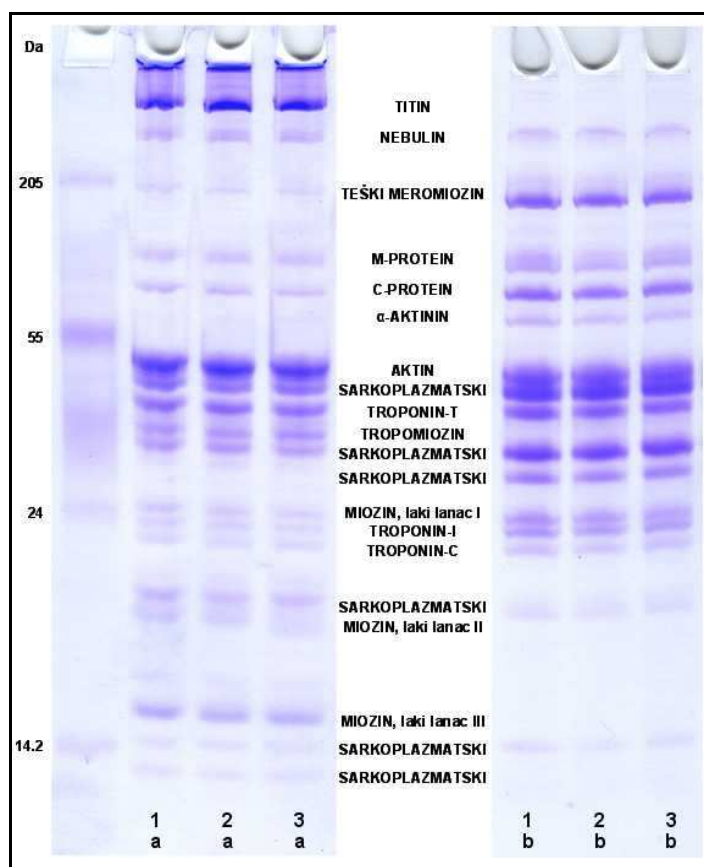
Postupak hlađenja ¹	I OGLED			
	KH		BH	
Polutka trupa	Desna	Leva	Leva	Leva
Vreme otkoštavanja <i>post mortem</i> (sati)	24	24	24	8
N (broj <i>M. semimembranosus</i>)	6	6	6	6
Aritmetička sredina ± standardna devijacija	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
<i>Rastvorljivost proteina</i>				
Ukupna rastvorljivost proteina – Ekstrakt 1 (%)	94.31 ± 1.44	95.14 ± 1.24	95.14 ± 1.24	95.30 ± 0.70
Rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina – Ekstrakt 2 (%)	43.31 ± 2.19	44.97 ± 2.01	44.97 ± 2.01	44.97 ± 2.18
Rastvorljivost miofibrilarnih proteina (%)	51.00 ± 2.26	50.17 ± 1.90	50.17 ± 1.90	50.33 ± 2.04

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.4) vidi da prosečne rastvorljivosti sarkoplazmatskih proteina iz različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 43.31% (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkoštene mišići SM) i 44.97% (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkoštene mišići SM i brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkoštene mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina od 2.19%, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina od 2.01%, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina od 2.18%. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim rastvorljivostima sarkoplazmatskih proteina, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.4) vidi se da prosečne rastvorljivosti miofibrilarnih proteina iz različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 51.00% (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkoštene mišići SM), odnosno 50.17% (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkoštene mišići SM) i 50.33% (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkoštene mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za rastvorljivost miofibrilarnih proteina od 2.26%, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za rastvorljivost miofibrilarnih proteina od 1.90%, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za rastvorljivost miofibrilarnih proteina od 2.04%. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim rastvorljivostima miofibrilarnih proteina, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Na slici 5.1.1. prikazani su elektroforetogrami Ekstrakata 1 (proteini rastvorljivi u Puferu 1, pufer velike jonske jačine) i Ekstrakata 2 (proteini rastvorljivi u Puferu 2, pufer male jonske jačine), različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM. Prva dobro razdvojena i jasno izražena, odnosno prva široka traka velikog inteziteta na elektroforetogramima Ekstrakata 1 (posmatrajući trake prema opadajućim molekulskim masama) identifikovana je kao traka proteina titina. Trake proteina titina, na elektroforetogramima Ekstrakata 1, su međusobno, gotovo, istog inteziteta i širine. Sledeća traka proteina nebulina je takođe dobro razdvojena i uočava se na elektroforetogramima oba Ekstrakta, ali je male širine, odnosno slabijeg inteziteta. Trake proteina nebulina, međusobno, na elektroforetogramima Ekstrakta 1, odnosno, međusobno, na elektroforetogramima Ekstrakta 2, su, gotovo, istog inteziteta, odnosno širine. Oba Ekstrakta sadrže frakciju teškog meromiozina, koje su na elektroforetogramima dobro razdvojene, s tim da su na elektroforetogramima Ekstrakata 1 trake ovog proteina slabo izražene, odnosno male su širine i slabog inteziteta, ali, međusobno, istog inteziteta i širine, dok su na elektroforetogramima Ekstrakta 2 trake ovog proteina jasno izražene, odnosno široke i velikog inteziteta, i takođe, međusobno, istog inteziteta i širine. Na elektroforetogramima i Ekstrakata 1 i Ekstrakata 2 identifikovani su, odnosno dobro su razdvojeni i uočavaju se, i M-protein i C-protein, s tim da su trake i M-proteina i C-proteina, na elektroforetogramima Ekstrakata 2, veće širine, odnosno jačeg inteziteta, u poređenju sa širinom, odnosno intezitetom, traka M-proteina i C-proteina, na elektroforetogramima Ekstrakata 1. Međusobno, trake M-proteina, odnosno trake C-proteina, na elektroforetogramima Ekstrakata 1, kao i trake M-proteina, odnosno trake C-proteina, na



Slika 5.1.1. Elektroforetogrami Ekstrakata 1 (a) i Ekstrakata 2 (b) *M. semimembranosus*, koji su konvencionalno hlađeni i otkošteni 24 sata *post mortem* (1), odnosno koji su brzo hlađeni i otkošteni 24 sata (2) i 8 sati (3) *post mortem*

elektroforetogramima Ekstrakata 2, su istog inteziteta i širine. Traka proteina α -aktinina, takođe, je dobro razdvojena, ali je slabijeg inteziteta i uočava se samo na elektroforetogramima Ekstrakata 2, s tim da su trake proteina α -aktinina, na ovim elektroforetogramima, međusobno iste širine i inteziteta. Proteini aktina koji je identifikovan kao miofibrilarni protein i troponin-T su dobro ekstrahovani i u Ekstraktu 1 i u Ekstraktu 2, s obzirom da se na elektroforetogramima uočavaju kao dosta široke trake velikog inteziteta. Širine traka i intezitet traka proteina aktina na elektroforetogramima Ekstrakata 1 i širine traka i intezitet traka proteina aktina na elektroforetogramima Ekstrakata 2 su, gotovo, identične, dok su širine traka i intezitet traka sarkoplazmatskog proteina i proteina troponina-T nešto šire i intenzivnije na elektroforetogramima Ekstrakata 2, u poređenju sa širinom, odnosno intezitetom, traka sarkoplazmatskog proteina i proteina troponina-T na elektroforetogramima Ekstrakata 1. Međusobno, na elektroforetogramima Ekstrakata 1, kao i na elektroforetogramima Ekstrakata 2, nema razlike u širini i intezitetu traka proteina aktina koji je identifikovanog kao miofibrilarni protein i proteina troponina-T. Sledeća, slabije vidljiva, traka koja se uočava samo na elektroforetogramima Ekstrakata 1 identifikovana je kao protein tropomiozin. Međusobno, na elektroforetogramima Ekstrakata 1, nema razlike u širini i intezitetu traka proteina tropomiozina. Sledeća, odnosno sledeće dve trake na elektroforetogramima Ekstrakata 1, odnosno Ekstrakata 2, identifikovane su kao sarkoplazmatski proteini, čije su trake dobro razdvojene i jasno se uočavaju (posebno na elektroforetogramima Ekstrakata 2). Međusobno, na elektroforetogramima Ekstrakata 1, odnosno na elektroforetogramima Ekstrakata 2, nema razlike u širini i intezitetu traka sarkoplazmatskih proteina. Proteini

miozin, laki lanac I, troponin-I i troponin-C su ekstrahovani i u Ekstraktu 1 i u Ekstraktu 2. Širine traka i inteziteti traka proteina miozina, laki lanac I, troponina-I i troponina-C na elektroforetogramima Ekstrakata 1 su nešto manje, odnosno nešto slabije, u poređenju sa širinom traka i intezitetom traka istih proteina na elektroforetogramima Ekstrakata 2. Međusobno, na elektroforetogramima Ekstrakata 1, kao i na elektroforetogramima Ekstrakata 2, nema razlike u širini i intezitetu traka proteina miozina, laki lanac I, troponina-I i troponina-C. Sledeća, i to slabo izražena, traka koja se uočava na elektroforetogramima oba Ekstrakta identifikovana je kao sarkoplazmatski protein. Međusobno, na elektroforetogramima Ekstrakata 1, odnosno na elektroforetogramima Ekstrakata 2, nema razlike u širini i intezitetu traka sarkoplazmatskog proteina. Proteini miozin, laki lanac II, i miozin, laki lanac III, ekstrahovani su samo u Ekstraktima 1, i to u maloj količini, jer se trake ovih proteina relativno slabo uočavaju na elektroforetogramima Ekstrakata 1. Međutim, međusobno, na elektroforetogramima Ekstrakata 1, nema razlike u širini i intezitetu traka proteina miozina, laki lanac II, i proteina miozina, laki lanac III. Poslednje dve razdvojene trake (elektroforetogrami Ekstrakata 1), odnosno poslednja razdvojena traka (elektroforetogrami Ekstrakata 2), koje se uočavaju, i to kao jedva vidljive, odnosno koje imaju malu širinu i koje su veoma slabog inteziteta, identifikovane su kao sarkoplazmatski proteini. Međusobno, na elektroforetogramima Ekstrakata 1, odnosno na elektroforetogramima Ekstrakata 2, nema razlike u širini i intezitetu traka sarkoplazmatskih proteina.

U tabeli 5.1.5. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na mekoću i sposobnost vezivanja vode mišića SM.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.1.5) se vidi da prosečne vrednosti za mekoću (sila smicanja – Warner-Bratzler) različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 64.3 N (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 68.5 N (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 69.6 N (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za mekoću od 13.03 N, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za mekoću od 17.74 N, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za mekoću od 11.96 N. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za mekoću (sila smicanja – Warner-Bratzler), između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.5) vidi da je na, kraju hlađenja i nakon 24 sata kondicioniranja, prosečna vrednost za "drip loss_{24h}" mišića SM sa konvencionalno hlađenih polutki koje su otkoštene 24 sata *post mortem* najveća i iznosi 1.71%, zatim da je prosečna vrednost za "drip loss_{24h}" nešto manja kod mišića SM sa brzo hlađenih polutki koje su otkoštene 24 sata *post mortem* (1.55%) i da je prosečna vrednost za "drip loss_{24h}" najmanja kod mišića SM sa brzo hlađenih polutki koje su otkoštene 8 sati *post mortem* najmanja (1.20%). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za "drip loss_{24h}" od 0.68%, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za "drip loss_{24h}" od 0.63%, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za "drip loss_{24h}" od 0.46%. Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečan "drip loss_{24h}" mišića SM sa konvencionalno hlađenih polutki otkoštenih 24 sata *post mortem* značajno veći sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim "drip loss_{24h}-om" mišića SM sa brzo hlađenih polutki otkoštenih 8 sati *post mortem*. Ostale razlike između prosečnih vrednosti za "drip

Tabela 5. 1.5. Uticaj brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na mekoću i sposobnost vezivanja vode *M. semimembranosus*

	KH		I OGLED		BH
	Desna	Leva	Leva	Leva	
Postupak hlađenja ¹					
Postupak hlađenja ¹					
Polutka trupa					
Vreme otkoštavanja <i>post mortem</i> (sati)	24	24	24	24	8
N (broj <i>M. semimembranosus</i>)	40	40	20	20	20
Aritmetička sredina ± standardna devijacija	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
Mekoća					
Sila smicanja – Warner-Bratzler (N)	64.3 ± 13.03	68.5 ± 17.74	69.6 ± 11.96		
Sposobnost vezivanja vode (SVV)					
"Drip loss _{24h} " (%)	1.71 ^a ± 0.68	1.55 ^{ab} ± 0.63	1.20 ^b ± 0.46		
"Drip loss _{7d} " (%)	5.46 ± 1.97	4.45 ± 1.25	4.82 ± 1.25		
"FPPM" – RZ – SVV (cm ²)	5.74 ± 0.71	5.57 ± 0.87	5.63 ± 0.77		
"FPPM" – M – Plastičnost (cm ²)	4.53 ± 0.54	4.78 ± 0.52	4.47 ± 0.19		
"FPPM" – M/RZ	0.81 ± 0.20	0.89 ± 0.22	0.81 ± 0.13		
"FPPM" – T – Ukupna površina (cm ²)	10.27 ± 0.43	10.35 ± 0.69	10.10 ± 0.68		
"FPPM" – M/T	0.44 ± 0.06	0.46 ± 0.06	0.44 ± 0.04		
SVV (%)	76.77 ± 3.21	77.73 ± 3.78	77.25 ± 3.46		
Kalo kuvanja (%)	42.5 ^A ± 2.57	38.1 ^B ± 4.76	37.8 ^B ± 2.89		

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

^{ab} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 99% verovatnoće.

^{ab} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 95% verovatnoće.

loss_{24h}" mišića SM, koji su različito hlađeni i u različito vreme *post mortem* otkošteni, nakon 24 sata kondicioniranja, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.5) vidi, takođe, da je na kraju hlađenja i nakon 7 dana kondicioniranja, prosečna vrednost za "drip loss_{7d}" mišića SM sa konvencionalno hlađenih polutki koje su otkoštene 24 sata *post mortem*, takođe, najveća i iznosi 5.46%, kao i da su prosečne vrednosti za "drip loss_{7d}" mišića SM sa brzo hlađenih polutki koje su otkoštene 24 sata *post mortem* i mišića SM sa brzo hlađenih polutki koje su otkoštene 8 sati *post mortem*, takođe, manje i iznose 4.45 i 4.82%. Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za "drip loss_{7d}" od 1.97%, dok je kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM i kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za "drip loss_{7d}" od 1.25%. Međutim, analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za "drip loss_{7d}", između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nakon 7 dana kondicioniranja, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečne vrednosti za sposobnost vezivanja vode (u cm²), vrednosti RZ (Tabela 5.1.5), različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 5.74 cm² (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 5.57 cm² (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 5.63 cm² (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sposobnost vezivanja vode, vrednost RZ, od 0.71 cm², zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sposobnost vezivanja vode, vrednost RZ, od 0.87 cm², dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sposobnost vezivanja vode, vrednost RZ, od 0.77 cm². Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za sposobnost vezivanja vode, vrednosti RZ, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečne vrednosti za plastičnost, vrednosti M (Tabela 5.1.5), različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 4.53 cm² (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 4.78 cm² (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 4.47 cm² (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za plastičnost, vrednost M, od 0.54 cm², zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za plastičnost, vrednost M, od 0.52 cm², dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za plastičnost, vrednost M, od 0.19 cm². Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za plastičnost, vrednosti M, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečne vrednosti odnosa plastičnosti, vrednosti M, i sposobnosti vezivanja vode, vrednosti RZ, (vrednosti M/RZ) (Tabela 5.1.5) različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 0.81 (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 0.89 (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 0.81 (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija

pojedinačnih vrednosti za odnos M/RZ od 0.20, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za odnos M/RZ od 0.22, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za odnos M/RZ od 0.13. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za odnos M/RZ, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečne vrednosti za ukupnu površinu, vrednosti T, (sposobnost vezivanja vode, vrednosti RZ, + plastičnost, vrednosti M) (Tabela 5.1.5) različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 10.27 cm^2 (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 10.35 cm^2 (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 10.10 cm^2 (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za ukupnu površinu, vrednost T, od 0.43 cm^2 , zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za ukupnu površinu, vrednost T, od 0.69 cm^2 , dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za ukupnu površinu, vrednost T, od 0.68 cm^2 . Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za ukupnu površinu, vrednost T, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečne vrednosti odnosa plastičnosti, vrednosti M, i ukupne površine, vrednosti T, (vrednosti M/T) (Tabela 5.1.5) različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 0.44 (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM i brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM) i 0.46 (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM i kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za odnos M/T od 0.06, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za odnos M/T od 0.04. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za odnos M/T, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.5) vidi da prosečne vrednosti za sposobnost vezivanja vode (u %) različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 76.77% (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 77.73% (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 77.25% (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sposobnost vezivanja vode od 3.21%, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sposobnost vezivanja vode od 3.78%, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sposobnost vezivanja vode od 3.46%. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za sposobnost vezivanja vode (u %), između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.5) vidi se da je prosečna vrednost za kalo kovanja mišića SM sa konvencionalno hlađenih polutki koje su otkoštene 24 sata *post mortem* najveća i

iznosi 42.5%, zatim da je prosečna vrednost za kalo kuvanja manja kod mišića SM sa brzo hlađenih polutki koje su otkoštene 24 sata *post mortem*, odnosno da iznosi 38.1%, i da je prosečna vrednost za kalo kuvanja najmanja kod mišića SM sa brzo hlađenih polutki koje su otkoštene 8 sati *post mortem*, odnosno da iznosi 37.8%. Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za kalo kuvanja od 2.57%, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za kalo kuvanja od 4.76%, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za kalo kuvanja od 2.89%. Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečan kalo kuvanja mišića SM sa konvencionalno hlađenih polutki otkoštenih 24 sata *post mortem* visoko značajno veći sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim kalom kuvanja mišića SM sa brzo hlađenih polutki otkoštenih 24 sata *post mortem* i u poređenju sa prosečnim kalom kuvanja mišića SM sa brzo hlađenih polutki otkoštenih 8 sati *post mortem*. Ostale razlike između prosečnih vrednosti za kalo kuvanja mišića SM, koji su različito hlađeni i u različito vreme otkošteni, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

U tabeli 5.1.6. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki i vremena otkoštanja *post mortem* na boju mišića SM.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.1.6) se vidi da prosečne vrednosti za svetloću (L^* vrednosti) različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 48.05 (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 45.74 (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 46.82 (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za svetloću (L^* vrednost) od 3.53, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za svetloću (L^* vrednost) od 4.50, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za svetloću (L^* vrednost) od 2.22. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za svetloću (L^* vrednosti), između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.6) vidi da prosečne vrednosti za udeo crvene boje (a^* vrednosti) različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 9.21 (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 9.32 (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 9.00 (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za udeo crvene boje (a^* vrednost) od 1.62, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za udeo crvene boje (a^* vrednost) od 1.37, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za udeo crvene boje (a^* vrednost) od 1.78. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za udeo crvene boje (a^* vrednosti), između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečne vrednosti za udeo žute boje (b^* vrednosti) (Tabela 5.1.6) različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 4.68 (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 4.62 (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 4.85 (brzo

Tabela 5.1.6. Uticaj brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na boju *M. semimembranosus*

Postupak hlađenja ¹	I OGLEĐ		BH	BH
	KH	BH		
Polutka trupa	Desna	Leva		
Vreme otkoštavanja <i>post mortem</i> (sati)	24	24	8	8
N (broj <i>M. semimembranosus</i>)	40	20	20	20
Aritmetička sredina ± standardna devijacija	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
<i>CIE L*a*b* sistem</i>				
L* vrednost (svetloća)	48.05 ± 3.53	45.74 ± 4.50	46.82 ± 2.22	46.82 ± 2.22
a* vrednost (udeo crvene boje)	9.21 ± 1.62	9.32 ± 1.37	9.00 ± 1.78	9.00 ± 1.78
b* vrednost (udeo žute boje)	4.68 ± 0.89	4.62 ± 1.27	4.85 ± 0.73	4.85 ± 0.73
<i>CIE Yxy sistem</i>				
Y vrednost (sjajnost) (%)	17.24 ± 2.75	15.49 ± 3.29	16.17 ± 1.74	16.17 ± 1.74
Dominantna talasna dužina – λ (nm)	590.3 ± 3.53	591.4 ± 4.37	590.6 ± 2.26	590.6 ± 2.26
Čistoća boje (%)	14.2 ± 1.56	14.5 ± 1.73	14.4 ± 1.37	14.4 ± 1.37
Sadržaj ukupnih pigmenata (µg/g)	65.2 ± 7.66	63.0 ± 11.11	60.2 ± 10.08	60.2 ± 10.08
<i>Učestalost pojavljivanja blede, crveno ružičaste i tamne boje (%)</i>				
Bleda boja (L* > 50)	39.2	31.0	22.5	22.5
Crveno ružičasta boja (L* = 43 – 50)	39.2	33.3	50.0	50.0
Tamna boja (L* < 43)	21.5	35.7	27.5	27.5

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za udeo žute boje (b^* vrednost) od 0.89, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za udeo žute boje (b^* vrednost) od 1.27, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za udeo žute boje (b^* vrednost) od 0.73. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za udeo žute boje (b^* vrednosti), između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.6) vidi da prosečne vrednosti za sjajnost (Y vrednost) različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 17.24% (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 15.49% (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 16.17% (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sjajnost (Y vrednost) od 2.75%, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sjajnost (Y vrednost) od 3.29%, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sjajnost (Y vrednost) od 1.74%. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za sjajnost (Y vrednost), između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

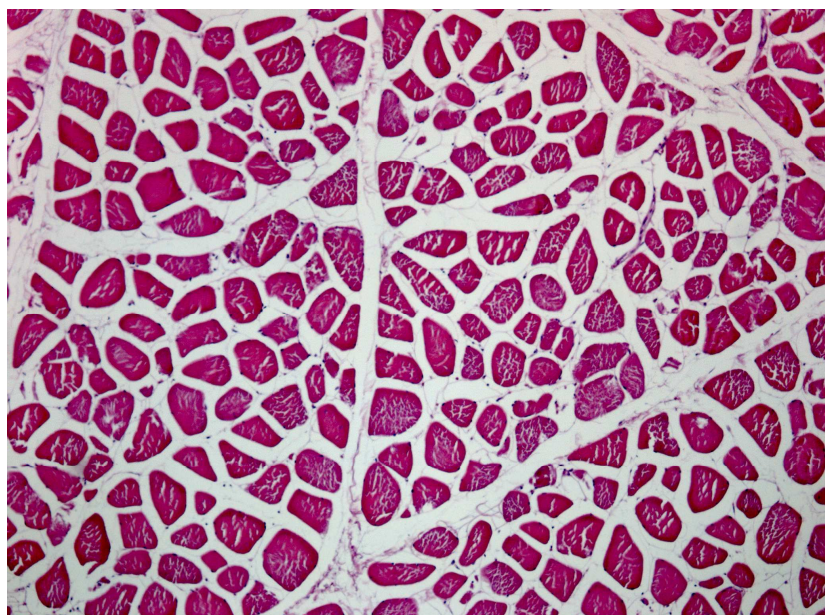
Prosečne vrednosti za dominantne talasne dužine (λ) (Tabela 5.1.6) različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 590.3 nm (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 591.4 nm (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 590.6 nm (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za dominantnu talasnu dužinu (λ) od 3.53 nm, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za dominantnu talasnu dužinu (λ) od 4.37 nm, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za dominantnu talasnu dužinu (λ) od 2.26 nm. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za dominantnu talasnu dužinu (λ), između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.6) vidi da prosečne vrednosti za sadržaj ukupnih pigmenata u različito hlađenim i u različito vreme *post mortem* otkoštenim mišićima SM iznose 65.2 $\mu\text{g/g}$ (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 63.0 $\mu\text{g/g}$ (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 60.2 $\mu\text{g/g}$ (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnih pigmenata od 7.66 $\mu\text{g/g}$, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnih pigmenata od 11.11 $\mu\text{g/g}$, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnih pigmenata od 10.08 $\mu\text{g/g}$. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za sadržaj ukupnih pigmenata, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.6) vidi se da učestalosti pojavljivanja blede boje (L^* vrednost > 50) različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 39.2% (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 31.0% (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 22.5% (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.5) vidi da učestalosti pojavljivanja crveno ružičaste boje (L^* vrednost = 43 – 50) različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 39.2% (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 33.3% (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 50.0% (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM), dok učestalosti pojavljivanja tamne boje (L^* vrednost < 43) različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 21.5% (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 35.7% (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 27.5% (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM).

Na slikama 5.1.2, 5.1.3. i 5.1.4. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki i vremena otkošavanja *post mortem* na strukturu mišića SM.

Analiziran je veći broj histoloških preparata (po 6 u svakoj grupi SM mišića), odnosno poprečnih preseka mišića SM koji su hlađeni istom brzinom i otkošteni u isto vreme *post mortem* i utvrđeno je da između različitih preparata mišića SM ne postoje razlike. Na slici 5.1.2. (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) jasno se uočavaju razmaci (ekstracelularni prostori) između mišićnih vlakana, dok se na slici 5.1.3. (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i slici 5.1.4. (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM), takođe, uočavaju razmaci (ekstracelularni prostori) između mišićnih vlakana, ali je njihova struktura zbijenija što je posebno vidljivo na slici 5.1.4, odnosno manji su ekstracelularni prostori između ovih mišićnih vlakana. Takođe, mišićna vlakna konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM vidno su manjeg dijametra i više su zaobljena (Slika 5.1.2), u poređenju sa dijametrima i zaobljenošću brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenim mišićima SM (Slika 5.1.3), odnosno u poređenju sa brzo hlađenim i 8 sati *post mortem* otkoštenim mišićima SM (Slika 5.1.4).



Slika 5.1.2. Poprečni presek konvencionalno hlađenog i 24 sata *post mortem* otkošenog *M. semimembranosus* (10 x 10)



Slika 5.1.3. Poprečni presek brzo hlađenog i 24 sata *post mortem* otkoštenog *M. semimembranosus* (10 x 10)



Slika 5.1.4. Poprečni presek brzo hlađenog i 8 sati *post mortem* otkoštenog *M. semimembranosus* (10 x 10)

U tabeli 5.1.7. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na senzorni kvalitet mišića SM.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.1.7) se vidi da prosečne vrednosti za boju različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 2.70 (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 2.90 (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 2.85 (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za boju od 0.44, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih

Tabela 5.1.7. Uticaj brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na senzorni kvalitet *M. semimembranosus*

Postupak hlađenja ¹	IOGLED			
	KH		BH	
Polutka trupa	Desna	Leva	Leva	BH
Vreme otkoštavanja <i>post mortem</i> (sati)	24	24	24	8
N (broj <i>M. semimembranosus</i>)	40	40	20	20
Aritmetička sredina ± standardna devijacija	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
Senzorni kvalitet				
Boja (skala od 1 do 5)	2.70 ± 0.44	2.90 ± 0.52	2.85 ± 0.41	
Čvrstina i vlažnost (skala od 1 do 5)	2.79 ± 0.25	2.80 ± 0.59	2.70 ± 0.42	
Mramoriranost (skala od 1 do 5)	1.53 ^{ab} ± 0.71	1.30 ^b ± 0.70	1.65 ^a ± 0.59	
Sočnost (skala od 1 do 8)	4.53 ± 1.03	4.85 ± 1.58	4.90 ± 0.91	
Mekoća (skala od 1 do 8)	4.60 ± 1.73	4.50 ± 1.78	4.30 ± 1.34	

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

^{ab} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 95% verovatnoće.

vrednosti za boju od 0.52, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za boju od 0.41. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za boju, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.7) vidi da prosečne vrednosti za čvrstinu i vlažnost različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 2.79 (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 2.80 (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 2.70 (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za čvrstinu i vlažnost od 0.25, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za čvrstinu i vlažnost od 0.59, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za čvrstinu i vlažnost od 0.42. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za čvrstinu i vlažnost, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečna vrednost za mramoriranost mišića SM (Tabela 5.1.7) sa konvencionalno hlađenih polutki koje su otkoštene 24 sata *post mortem* iznosi 1.53, i veća je, u poređenju sa prosečnom vrednošću za mramoriranost mišića SM sa brzo hlađenih polutki koje su otkoštene 24 sata *post mortem* koja iznosi 1.30, odnosno manja u poređenju sa prosečnom vrednošću za mramoriranost mišića SM sa brzo hlađenih polutki koje su otkoštene 8 sati *post mortem* koja iznosi 1.65. Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za mramoriranost od 0.71, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za mramoriranost od 0.70, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za mramoriranost od 0.59. Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečna mramoriranost mišića SM sa brzo hlađenih polutki otkošenih 24 sata *post mortem* značajno manja sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnom mramoriranošću mišića SM sa brzo hlađenih polutki otkošenih 8 sati *post mortem*. Ostale razlike između prosečnih vrednosti za mramoriranost mišića SM, koji su različito hlađeni i u različito vreme *post mortem* otkošteni, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.7) vidi da vrednosti za sočnost različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nakon toplotne obrade, iznose 4.53 (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 4.85 (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 4.90 (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sočnost od 1.03, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sočnost od 1.58, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za sočnost od 0.91. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za sočnost, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.1.7) vidi se da prosečne vrednosti za mekoću različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nakon toplotne obrade, iznose 4.60

(konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 4.50 (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 4.30 (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM). Kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za mekoću od 1.73, zatim kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je najveća apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za mekoću od 1.78, dok je kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena najmanja apsolutna disperzija pojedinačnih vrednosti za mekoću od 1.34. Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnim vrednostima za mekoću, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

U tabeli 5.1.8. prikazane su linearne međuzavisnosti između faktora nutritivnog kvaliteta i rastvorljivosti proteina mišića SM.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.1.8) se vidi da je između sadržaja vode i sadržaja slobodne masti utvrđena značajna negativna linearna međuzavisnost ($r = -0.51$), odnosno da se ova dva faktora nutritivnog kvaliteta nalaze u obrnutoj srazmeri. Dalje, utvrđeno je da se sadržaj proteina mesa i sadržaj ukupnog pepela nalaze u direktnoj srazmeri, odnosno da između ova dva faktora nutritivnog kvaliteta postoji, takođe, značajna, ali, pozitivna linearna međuzavisnost ($r = 0.50$). Između ostalih faktora nutritivnog kvaliteta mišića SM utvrđena je slabija numerička linearna međuzavisnost ($r < 0.50$, odnosno $r > -0.50$).

U tabeli 5.1.9. prikazane su linearne međuzavisnosti između faktora tehnološkog kvaliteta mišića SM.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.1.9) se vidi da je između vrednosti pH izmerenih 8 i 24 sata *post mortem* i kala kuvanja utvrđena značajna negativna linearna međuzavisnost ($r = -0.63$ i $r = -0.51$), odnosno da se ova dva faktora tehnološkog kvaliteta nalaze u obrnutoj srazmeri. Dalje, utvrđeno je da se boja, odnosno svetloća (L^* vrednost) i sjajnost (Y vrednost), i kalo kuvanja nalaze u direktnoj srazmeri, odnosno da između ovih faktora tehnološkog kvaliteta postoji značajna pozitivna linearna međuzavisnost ($r = 0.53$ i $r = 0.53$). Između ostalih faktora tehnološkog kvaliteta mišića SM utvrđena je slabija numerička linearna međuzavisnost ($r < 0.50$, odnosno $r > -0.50$).

U tabeli 5.1.10. prikazane su linearne međuzavisnosti između faktora senzornog kvaliteta mišića SM.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.1.10) se vidi da je između boje i čvrstine i vlažnosti utvrđena uska pozitivna linearna međuzavisnost ($r = 0.73$), odnosno da se ova dva faktora senzornog kvaliteta nalaze u direktnoj srazmeri. Dalje, utvrđeno je da se sočnost i mekoća nalaze, takođe, u direktnoj srazmeri, odnosno da između ovih faktora senzornog kvaliteta postoji uska pozitivna linearna međuzavisnost ($r = 0.85$). Između ostalih faktora senzornog kvaliteta mišića SM utvrđena je slabija numerička linearna međuzavisnost ($r < 0.50$, odnosno $r > -0.50$).

U tabeli 5.1.11. prikazane su linearne međuzavisnosti između faktora nutritivnog kvaliteta i faktora tehnološkog kvaliteta mišića SM.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.1.11) se vidi da je između sadržaja slobodne masti i boje određene instrumentalno utvrđena značajna linearna međuzavisnost, odnosno da se sadržaj slobodne masti nalazi u direktnoj srazmeri ($r = 0.52$ i $r = 0.52$) sa svetloćom (L^* vrednost), odnosno sa sjajnosti (Y vrednost) i u direktnoj srazmeri ($r = 0.57$) sa udelom žute boje (b^* vrednost). Dalje, utvrđeno je da se sadržaj proteina mesa i sposobnost vezivanja vode, takođe, nalaze u značajnoj linearnoj međuzavisnosti, odnosno da se sadržaj proteina mesa nalazi u obrnutoj srazmeri ($r = -0.60$) sa sposobnošću vezivanja vode iskazane u cm^2 (vrednost RZ), odnosno u direktnoj srazmeri ($r = 0.58$) sa sposobnošću vezivanja vode iskazane u %. Sadržaj proteina mesa, takođe, se nalazi obrnutoj srazmeri ($r = -0.54$) sa udelom žute boje (b^* vrednost). Na

Tabela 5.1.8. Koeficijenti korelacije između faktora nutritivnog kvaliteta i rastvorljivosti proteina *M. semimembranosus*

r	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	-0.34	-0.51	-0.48	-0.41	-0.14	-0.19	0.10
2		1	-0.18	0.50	-0.11	0.13	0.20	-0.12
3			1	-0.36	0.15	0.12	-0.33	0.41
4				1	0.34	0.26	0.19	-0.01
5					1	-0.20	0.09	-0.23
6						1	-0.19	0.09
7							1	0.04
8								1

1 – voda; 2 – ukupni pepeo; 3 – slobodna mast; 4 – proteini mesa; 5 – proteini vezivnog tkiva; 6 – ukupna rastvorljivost proteina; 7 – rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina; 8 – rastvorljivost miofibrilarnih proteina.

Tabela 5.1.9. Koeficijenti korelacije između faktora tehnološkog kvaliteta *M. semimembranosus*

r	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
9	1	0.61	0.31	-0.19	-0.16	-0.27	0.09	0.27	-0.24	0.07	-0.10	-0.12	0.21	-0.08	-0.10	0.16	-0.19
10		1	0.71	-0.21	-0.16	-0.17	0.14	0.19	-0.63	-0.03	-0.36	-0.11	0.08	-0.35	-0.04	0.17	-0.34
11			1	0.01	-0.08	-0.09	0.18	0.13	-0.51	-0.37	-0.38	-0.11	-0.09	-0.40	-0.08	0.09	-0.03
12				1	0.76	0.22	-0.11	-0.22	0.34	-0.29	0.13	0.10	-0.01	0.11	-0.06	0.02	0.02
13					1	0.36	-0.26	-0.35	0.43	-0.14	0.31	0.11	0.22	0.28	-0.19	0.21	0.00
14						1	-0.67	-1.00	0.33	0.00	0.29	0.41	0.40	0.28	0.05	0.46	0.16
15							1	0.67	-0.29	-0.16	-0.27	-0.21	-0.27	-0.26	0.06	-0.22	-0.11
16								1	-0.34	-0.02	-0.30	-0.40	-0.40	-0.29	-0.05	-0.45	-0.17
17									1	0.19	0.53	0.27	0.34	0.53	-0.06	0.23	0.26
18										1	0.19	0.06	0.36	0.21	-0.03	0.21	-0.25
19											1	-0.33	0.67	1.00	-0.65	0.08	0.03
20												1	0.16	-0.33	0.80	0.70	0.36
21													1	0.67	-0.27	0.70	0.00
22														1	-0.64	0.07	0.02
23															1	0.30	0.24
24																1	0.13
25																	1

9 – vrednost pH_{max} ; 10 – vrednost pH_{in} ; 11 – vrednost pH_{zn} ; 12 – "Drip loss_{zn}"; 13 – "Drip loss_{vd}"; 14 – RZ – SVV (cm^2); 15 – M – plastičnost; 16 – SW (%); 17 – kato kovanja; 18 – Sila smicanja – Warner-Bratzler; 19 – L* vrednost; 20 – a* vrednost; 21 – b* vrednost; 22 – Y vrednost; 23 – dominantna talasna dužina; 24 – čistoća boje; 25 – ukupni pigmenti.

Tabela 5.1.10. Koeficijenti korelacije između faktora senzornog kvaliteta *M. semimembranosus*

r	26	27	28	29	30
26	1	-0.35	0.73	0.03	0.09
27		1	-0.16	0.00	0.02
28			1	0.21	0.26
29				1	0.85
30					1

26 – boja; 27 – mramoriranost; 28 – čvrstina i vlažnost;
29 – sočnost; 30 – mekoća.

Tabela 5.1.11. Koeficijenti korelacije između faktora nutritivnog kvaliteta i faktora tehnološkog kvaliteta *M. semimembranosus*

r	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	-0.35	-0.07	0.23	0.29	0.27	0.38	-0.18	-0.31	0.15	-0.23	-0.01	0.24	-0.03	-0.03	0.08	0.11	0.09
2	0.08	-0.07	-0.30	-0.30	-0.15	-0.43	0.16	0.41	-0.06	0.16	-0.25	-0.14	-0.41	-0.25	0.06	-0.26	-0.30
3	0.24	-0.03	-0.19	-0.13	-0.02	0.12	-0.30	-0.16	0.09	0.30	0.52	-0.17	0.57	0.52	-0.36	0.20	0.12
4	0.10	0.00	-0.09	-0.10	-0.25	-0.60	0.41	0.58	-0.10	0.07	-0.43	-0.15	-0.54	-0.42	0.20	-0.41	-0.11
5	-0.10	-0.21	-0.33	-0.05	-0.05	0.08	-0.10	-0.12	0.20	0.10	0.09	0.13	0.07	0.11	0.17	-0.03	0.29
6	0.17	-0.33	-0.01	0.17	0.29	-0.14	-0.03	0.12	0.23	0.08	-0.13	0.04	-0.14	-0.16	-0.01	-0.01	0.25
7	0.26	-0.02	0.11	-0.26	-0.38	-0.42	0.29	0.41	-0.39	-0.57	-0.38	-0.43	-0.56	-0.39	-0.15	-0.54	0.47
8	-0.16	-0.20	-0.12	-0.38	-0.58	-0.33	0.32	0.33	-0.55	-0.64	-0.30	-0.46	-0.48	-0.29	0.15	-0.55	-0.31

1 – voda; 2 – ukupni pepeo; 3 – slobodna mast; 4 – proteini mesa; 5 – proteini vezivnog tkiva; 6 – ukupna rastvorljivost proteina; 7 – rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina; 8 – rastvorljivost miofibrilarnih proteina; 9 – vrednost pH_{izak}; 10 – vrednost pH_{lak}; 11 – vrednost pH_{lak}; 12 – "Drip loss_{24h}"; 13 – "Drip loss_{24h}"; 14 – RZ – SVV (cm²); 15 – M – plastičnost; 16 – SVV (%); 17 – kalo kuvanja; 18 – Sila smicanja – Warner-Bratzler; 19 – L* vrednost; 20 – a* vrednost; 21 – b* vrednost; 22 – Y vrednost; 23 – dominantna talasna dužina; 24 – čistoća boje; 25 – ukupni pigmenti.

dalje, utvrđeno je da između rastvorljivosti sarkoplazmatskih proteina i mekoće (sila smicanja – Warner-Bratzler), zatim udela žute boje (b^* vrednost) i čistoće boje postoji značajna negativna linearna međuzavisnost ($r = -0.57$, $r = -0.56$ i $r = -0.54$), odnosno da se rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina nalazi u obrnutoj srazmeri sa mekoćom (sila smicanja – Warner-Bratzler), zatim udelom žute boje (b^* vrednost) i čistoćom boje. Slično, rastvorljivost miofibrilarnih proteina nalazi se u, takođe, obrnutoj srazmeri sa mekoćom (sila smicanja – Warner-Bratzler) i čistoćom boje, ali i sa "Drip loss_{7d}-om" i kalom kuvanja, odnosno između rastvorljivosti miofibrilarnih proteina i mekoće, zatim čistoće boje, "Drip loss_{7d}-a" i kala kuvanja postoji značajna negativna linearna međuzavisnost ($r = -0.64$, $r = -0.55$, $r = -0.58$ i $r = -0.55$). Između ostalih nutritivnih i tehnoloških faktora kvaliteta mišića SM utvrđena je slabija numerička linearna međuzavisnost ($r < 0.50$, odnosno $r > -0.50$).

U tabeli 5.1.12. prikazane su linearne međuzavisnosti između faktora nutritivnog kvaliteta i faktora senzornog kvaliteta mišića SM.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.1.12) se vidi da je između sadržaja slobodne masti i boje određene senzorno utvrđena značajna negativna linearna međuzavisnost, odnosno da se sadržaj slobodne masti nalazi u obrnutoj srazmeri ($r = -0.51$) sa bojom određenom senzorno. Između ostalih nutritivnih i senzornih faktora kvaliteta mišića SM utvrđena je slabija numerička linearna međuzavisnost ($r < 0.50$, odnosno $r > -0.50$).

U tabeli 5.1.13. prikazane su linearne međuzavisnosti između faktora tehnološkog kvaliteta i faktora senzornog kvaliteta mišića SM, odnosno između instrumentalno i senzorno utvrđenih faktora kvaliteta mišića SM.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.1.13) se vidi da je između boje određene senzorno i boje određene instrumentalno utvrđena uska negativna linearna međuzavisnost, odnosno da se boja određena senzorno nalazi u obrnutoj srazmeri ($r = -0.76$ i $r = -0.77$) sa svetloćom (L^* vrednost), odnosno sa sjajnosti (Y vrednost), zatim u direktnoj srazmeri ($r = 0.52$) sa udelom crvene boje (a^* vrednost), odnosno u obrnutoj srazmeri ($r = -0.52$) sa udelom žute boje (b^* vrednost) i u direktnoj srazmeri ($r = 0.62$) sa dominantnom talasnom dužinom (λ). Dalje, utvrđeno je da se čvrstina i vlažnost, određene senzorno, i boja, određena instrumentalno, takođe, nalaze u značajnoj linearnoj međuzavisnosti, odnosno da se čvrstina i vlažnost nalazi u obrnutoj srazmeri ($r = -0.68$ i $r = -0.67$) sa svetloćom (L^* vrednost), odnosno sa sjajnosti (Y vrednost) i u, takođe, obrnutoj srazmeri ($r = -0.56$) sa udelom žute boje (b^* vrednost). Na dalje, utvrđeno je da između sočnosti, određene senzorno, i mekoće, određene instrumentalno (sila smicanja – Warner-Bratzler), postoji uska negativna linearna međuzavisnost ($r = -0.73$), odnosno, utvrđeno je da između mekoće određene senzorno i mekoće određene instrumentalno (sila smicanja – Warner-Bratzler), postoji, takođe, uska negativna linearna međuzavisnost ($r = -0.87$). Između ostalih instrumentalno i senzorno utvrđenih faktora kvaliteta mišića SM utvrđena je slabija numerička linearna međuzavisnost ($r < 0.50$, odnosno $r > -0.50$).

Tabela 5.1.12. Koeficijenti korelacije između faktora nutritivnog kvaliteta i faktora senzornog kvaliteta *M. semimembranosus*

r	1	2	3	4	5	6	7	8
26	0.27	0.20	-0.51	0.27	-0.04	0.41	0.22	0.05
27	-0.03	-0.18	0.33	-0.03	0.16	0.09	-0.30	-0.25
28	0.32	0.07	-0.37	0.32	0.13	0.22	-0.40	-0.36
29	-0.11	0.08	-0.35	-0.11	-0.34	-0.23	0.48	0.45
30	-0.02	-0.04	-0.32	-0.02	-0.17	-0.02	0.42	0.44

1 – voda; 2 – ukupni pepeo; 3 – slobodna mast; 4 – proteini mesa; 5 – proteini vezivnog tkiva; 6 – ukupna rastvorljivost proteina; 7 – rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina; 8 – rastvorljivost miofibrilarnih proteina; 26 – boja; 27 – mramoriranost; 28 – čvrstina i vlažnost; 29 – sočnost; 30 – mekoća.

Tabela 5.1.13. Koeficijenti korelacije između faktora tehnološkog kvaliteta i faktora senzornog kvaliteta *M. semimembranosus*, odnosno između instrumentalno i senzorno utvrđenih faktora kvaliteta *M. semimembranosus*

r	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
26	-0.03	0.09	0.28	-0.01	-0.05	-0.09	0.07	0.10	-0.15	-0.12	-0.76	0.52	-0.52	-0.77	0.62	0.07	0.18
27	-0.10	-0.10	-0.12	-0.17	-0.27	-0.08	0.05	0.06	-0.09	0.00	0.15	-0.18	0.05	0.15	-0.07	-0.14	0.13
28	0.02	0.13	0.27	0.02	-0.13	-0.29	0.22	0.29	-0.29	-0.25	-0.68	0.30	-0.56	-0.67	0.46	-0.08	0.33
29	0.00	0.22	0.35	0.07	-0.02	-0.12	0.16	0.15	-0.44	-0.73	-0.24	-0.29	-0.41	-0.26	-0.13	-0.32	-0.10
30	-0.03	0.17	0.43	0.18	0.04	-0.14	0.20	0.16	-0.35	-0.87	-0.21	-0.25	-0.44	-0.24	-0.10	-0.34	0.02

9 – vrednost pH_{min} ; 10 – vrednost pH_{in} ; 11 – vrednost pH_{zh} ; 12 – "Drip loss_{zh}"; 13 – "Drip loss_{id}"; 14 – RZ – SWW (cm^2); 15 – M – plastičnost; 16 – SWW (%); 17 – kalo kuvanja; 18 – Sila smicanja – Warner-Bratzler; 19 – L* vrednost; 20 – a* vrednost; 21 – b* vrednost; 22 – Y vrednost; 23 – dominantna talasna dužina; 24 – čistoća boje; 25 – ukupni pigmenti; 26 – boja; 27 – mramoriranost; 28 – čvrstina i vlažnost; 29 – sočnost; 30 – mekoća.

5.2. Rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja na kvalitet i bezbednost kuvane šunke

U tabeli 5.2.1. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki na brzinu pada temperature u dubini buta, blizu femura, i brzinu pada vrednosti pH u mišićima SM u II ogledu.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.2.1) se vidi da su prosečne temperature izmerene u dubini buta, blizu femura, pre početka hlađenja (30 minuta *post mortem*), i kod desnih polutki (polutke koje su zatim konvencionalno hlađene) i kod levih polutki (polutke koje su zatim brzo hlađene) veoma slične i da iznose 41.5 i 41.4°C. Apsolutne disperzije pojedinačnih izmerenih vrednosti temperatura, pre početka hlađenja (30 minuta *post mortem*), takođe, su slične i iznose 0.59°C, kod desnih polutki (polutke koje su zatim konvencionalno hlađene), i 0.55°C, kod levih polutki (polutke koje su zatim konvencionalno hlađene). Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je da se prosečne temperature, desnih i levih polutki, izmerene u dubini buta, blizu femura, konvencionalno i brzo hlađenih polutki, 30 minuta *post mortem*, odnosno pre početka hlađenja, značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.1) vidi da je 8 sati *post mortem*, odnosno tokom hlađenja, kod konvencionalno hlađenih polutki, u poređenju sa brzo hlađenim polutkama, u dubini buta, blizu femura, utvrđena viša prosečna temperatura, koja iznosi 17.9°C, dok utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih izmerenih vrednosti temperatura kod ovih polutki iznosi 0.75°C. Odnosno, u isto vreme *post mortem* (8 sati *post mortem*, odnosno tokom hlađenja), kod brzo hlađenih polutki, u poređenju sa konvencionalno hlađenim polutkama, u dubini buta, blizu femura, utvrđena je niža prosečna temperatura, koja iznosi 6.5°C, ali je kod ovih polutki utvrđena i veća apsolutna disperzija pojedinačnih izmerenih vrednosti temperatura, koja iznosi 1.22°C. Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je da se prosečne temperature izmerene u dubini buta, blizu femura, konvencionalno i brzo hlađenih polutki, 8 sati *post mortem*, odnosno tokom hlađenja, visoko značajno razlikuju sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$).

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.1) vidi se da je na kraju hlađenja, odnosno 24 sata *post mortem*, kod konvencionalno hlađenih polutki, u poređenju sa brzo hlađenim polutkama, u dubini buta, blizu femura, utvrđena viša prosečna temperatura, koja iznosi 5.8°C, dok utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih izmerenih vrednosti temperatura kod ovih polutki iznosi 0.62°C. Odnosno, u isto vreme *post mortem* (na kraju hlađenja, odnosno 24 sata *post mortem*), kod brzo hlađenih polutki, u poređenju sa konvencionalno hlađenim polutkama, u dubini buta, blizu femura, utvrđena je niža prosečna temperatura, koja iznosi 3.4°C, dok utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih izmerenih vrednosti temperatura kod ovih polutki iznosi 0.44°C. Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je da se prosečne temperature izmerene u dubini buta, blizu femura, konvencionalno i brzo hlađenih polutki, 24 sata *post mortem*, odnosno na kraju hlađenja, visoko značajno razlikuju sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$).

Iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.1) vidi se da je prosečna vrednost pH utvrđena u mišićima SM na desnim polutkama (polutke koje su zatim konvencionalno hlađene), pre početka hlađenja (30 minuta *post mortem*) i koja iznosi 6.18, nešto niža, u poređenju sa prosečnom vrednosti pH koja je utvrđena u isto vreme *post mortem*, odnosno pre početka hlađenja, u mišićima SM na levim polutkama (polutke koje su zatim brzo hlađene), i koja iznosi 6.21. Manja apsolutna disperzija pojedinačnih izmerenih

Tabela 5.2.1. Uticaj brzine hlađenja polutki na brzinu pada temperature u dubini buta i brzinu pada vrednosti pH u *M. semimembranosus*

Postupak hlađenja ¹	II OGLEĐ	
	KH	BH
Polutka trupa	Desna	Leva
Vreme otkošavanja <i>post mortem</i> (sati)	24	24/8
N (broj polutki / <i>M. semimembranosus</i>)	40	20/40
Aritmetička sredina ± standardna devijacija	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
Temperatura (°C)		
T _{30min}	41.5 ± 0.59	41.4 ± 0.55
T _{8h}	17.9 ^A ± 0.75	6.5 ^B ± 1.22
T _{24h}	5.8 ^A ± 0.62	3.4 ^B ± 0.44
Vrednost pH		
pH _{30min}	6.18 ± 0.18	6.21 ± 0.23
pH _{8h}	5.80 ^B ± 0.20	5.95 ^A ± 0.19
pH _{24h}	5.65 ± 0.17	5.71 ± 0.16

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

^{A/B} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 99% verovatnoće.

vrednosti pH (0.18) utvrđena je u mišićima SM na desnim polutkama (polutke koje su zatim konvencionalno hladene), u poređenju sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih izmerenih vrednosti pH (0.23) koja je utvrđena u mišićima SM na levim polutkama (polutke koje su zatim brzo hladene). Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti pH, izmerene u mišićima SM na desnim polutkama (polutke koje su zatim konvencionalno hladene) i levim polutkama (polutke koje su zatim brzo hladene), 30 minuta *post mortem*, odnosno pre početka hlađenja, značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.1) vidi da je 8 sati *post mortem*, odnosno tokom hlađenja, u mišićima SM na konvencionalno hlađenim polutkama utvrđena, takođe, niža prosečna vrednost pH, koja iznosi 5.80, u poređenju sa prosečnom vrednosti pH koja je utvrđena u isto vreme *post mortem*, odnosno tokom hlađenja, u mišićima SM na brzo hlađenim polutkama, koja iznosi 5.95. Utvrđene apsolutne disperzije pojedinačnih izmerenih vrednosti pH mišića SM i na konvencionalno i na brzo hlađenim polutkama su slične i iznose 0.20, odnosno 0.19. Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti pH izmerene u mišićima SM na konvencionalno i brzo hlađenim polutkama, 8 sati *post mortem*, odnosno tokom hlađenja, visoko značajno razlikuju sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$).

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.1) vidi se da je na kraju hlađenja, odnosno 24 sata *post mortem*, u mišićima SM na konvencionalno hlađenim polutkama, u poređenju sa mišićima SM na brzo hlađenim polutkama, utvrđena, takođe, nešto niža prosečna vrednost pH, koja iznosi 5.65, dok utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih izmerenih vrednosti pH u ovim mišićima SM iznosi 0.17. Odnosno, u isto vreme *post mortem* (na kraju hlađenja, odnosno 24 sata *post mortem*) u mišićima SM na brzo hlađenim polutkama, u poređenju sa mišićima SM na konvencionalno hlađenim polutkama, utvrđena je nešto viša prosečna vrednost pH, koja iznosi 5.71, dok utvrđena apsolutna disperzija pojedinačnih izmerenih vrednosti pH u ovim mišićima SM iznosi 0.16. Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je da se prosečne vrednosti pH izmerene u mišićima SM na konvencionalno i brzo hlađenim polutkama, 24 sata *post mortem*, odnosno na kraju hlađenja, značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

U tabeli 5.2.2. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na mikrobiološki kvalitet površine polutki.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.2.2) se vidi da prosečna vrednost za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima uzetim metodom brisa sa površine konvencionalno hlađenih polutki, 2 sata *post mortem*, iznosi $2.58 \log \text{ "cfu"/cm}^2$ (567 "cfu"/cm^2), dok je na kraju hlađenja, 24 sata *post mortem*, prosečna vrednost za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima uzetim metodom brisa sa površine polutki iznosila $3.11 \log \text{ "cfu"/cm}^2$ (2217 "cfu"/cm^2) (konvencionalno hladene polutke, rasecane i otkoštene 24 sata *post mortem*) i $2.70 \log \text{ "cfu"/cm}^2$ (683 "cfu"/cm^2) (brzo hladene polutke, rasecane i otkoštene 24 sata *post mortem*), odnosno $2.46 \log \text{ "cfu"/cm}^2$ (520 "cfu"/cm^2) (brzo hladene polutke, rasecane i otkoštene 8 sata *post mortem*). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečna vrednost za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima uzetim metodom brisa sa površine konvencionalno hlađenih polutki, 24 sata *post mortem*, visoko značajno veći sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnom vrednošću za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima uzetim metodom brisa sa površine konvencionalno hlađenih polutki, 2 sata *post mortem*, i u poređenju sa prosečnim vrednostima za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima uzetim metodom brisa sa površine brzo hlađenih polutki, 24

Tabela 5.2.2. Uticaj brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na mikrobiološki kvalitet površine polutki

Postupak hlađenja ¹	II OGLEĐ					
	KH		BH		BH	
Polutka trupa	Desna	Desna	Leva	Leva	Leva	Leva
Vreme uzorkovanja <i>post mortem</i> (sati)	2	24	24	24	8	8
N (broj polutki)	6	6	6	6	6	6
Aritmetička sredina log ₁₀ vrednosti (i ukupnog broja)	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}
Mikrobiološki kvalitet						
Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija ("cfu"/cm ²)	2.58 (567) ^B	3.11 (2217) ^A	2.70 (683) ^B	2.46 (520) ^B		
Ukupan broj <i>Enterobacteriaceae</i> ("cfu"/cm ²)	0.46 (4.9) ^{Aa}	0.15 (1.2) ^{Bcb}	0.05 (0.6) ^{Cb}	0.39 (4.0) ^{ABa}		
<i>Salmonella</i> spp. (c/n)	3/6	3/6	3/6	3/6		

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

"cfu" – "colony forming units" (broj obrazovanih kolonija).

c/n – c – broj uzoraka sa vrednostima između m i M, n – broj uzetih uzoraka koji čine uzorak;

m – zadovoljavajuće, M – nezadovoljavajuće.

^{Aa}, ^{Bb}, ^{Cc} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 99% verovatnoće.

^{ab} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 95% verovatnoće.

sata i 8 sati *post mortem*. Ostale razlike između prosečnih vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima uzetim metodom brisa sa površine različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih polutki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.2) vidi da prosečan ukupan broj *Enterobacteriaceae* u uzorcima uzetim metodom brisa sa površine konvencionalno hlađenih polutki, 2 sata *post mortem*, iznosi $0.46 \log \text{ "cfu"/cm}^2$ (4.9 "cfu"/cm^2), dok je na kraju hlađenja prosečan ukupan broj *Enterobacteriaceae* u uzorcima uzetim metodom brisa iznosio $0.15 \log \text{ "cfu"/cm}^2$ (1.2 "cfu"/cm^2) (konvencionalno hlađene polutke, rasecane i otkoštene 24 sata *post mortem*) i $0.05 \log \text{ "cfu"/cm}^2$ (0.6 "cfu"/cm^2) (brzo hlađene polutke, rasecane i otkoštene 24 sata *post mortem*), odnosno $0.39 \log \text{ "cfu"/cm}^2$ (4.0 "cfu"/cm^2) (brzo hlađene polutke, rasecane i otkoštene 8 sata *post mortem*). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečan ukupan broj *Enterobacteriaceae* u uzorcima uzetim metodom brisa sa površine konvencionalno hlađenih polutki, 2 sata *post mortem*, visoko značajno veći sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim ukupnim brojem *Enterobacteriaceae* u uzorcima uzetim metodom brisa sa površine konvencionalno hlađenih polutki, 24 sata *post mortem*, i u poređenju sa prosečnim ukupnim brojem *Enterobacteriaceae* u uzorcima uzetim metodom brisa sa površine brzo hlađenih polutki, 24 sata *post mortem*, kao i da je prosečan ukupan broj *Enterobacteriaceae* u uzorcima uzetim metodom brisa sa površine brzo hlađenih polutki, 24 sata *post mortem*, visoko značajno manji sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim ukupnim brojem *Enterobacteriaceae* u uzorcima uzetim metodom brisa sa površine brzo hlađenih polutki, 8 sati *post mortem*. Analizom varijanse utvrđeno je, takođe, da je prosečan ukupan broj *Enterobacteriaceae* u uzorcima uzetim metodom brisa sa površine konvencionalno hlađenih polutki, 24 sata *post mortem*, visoko značajno manji sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim ukupnim brojem *Enterobacteriaceae* u uzorcima uzetim metodom brisa sa površine brzo hlađenih polutki, 8 sati *post mortem*. Ostale razlike između prosečnih ukupnih brojeva *Enterobacteriaceae* u uzorcima uzetim metodom brisa sa površine različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih polutki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.2) vidi se da je, nezavisno od postupka hlađenja i vremena otkoštavanja *post mortem*, u svakoj grupi ispitanih polutki, od ukupno 6 polutki, na površini 3 polutke utvrđeno prisustvo *Salmonella* spp.

U tabeli 5.2.3. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na mikrobiološki kvalitet mišića SM.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.2.3) se vidi da prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima proizvedenog mesa sa konvencionalno hlađenih polutki (mišići SM otkoštene 24 sata *post mortem*) iznosi 94 "cfu"/g , dok je na kraju brzog hlađenja prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima proizvedenog mesa iznosio 48 "cfu"/g (mišići SM otkoštene 24 sata *post mortem*) i 60 "cfu"/g (mišići SM otkoštene 8 sati *post mortem*). Analizom varijanse utvrđeno je da razlike u prosečnom ukupnom broju aerobnih mezofilnih bakterija između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.3) vidi da su kraju hlađenja kod svih ispitanih mišića SM, nezavisno od brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, utvrđene prosečne vrednosti za ukupan broj *Enterobacteriaceae* iznosile 0 "cfu"/g .

Tabela 5.2.3. Uticaj brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na mikrobiološki kvalitet *M. semimembranosus*

Postupak hlađenja ¹	II OGLED			
	KH		BH	
Polutka trupa	Desna	Leva	Leva	BH Leva
Vreme otkoštavanja <i>post mortem</i> (sati)	24	24	24	8
N (broj <i>M. semimembranosus</i>)	12	6	6	6
Aritmetička sredina ukupnog broja mikroorganizama	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}
Mikrobiološki kvalitet				
Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija ("cfu"/g)	94	48	0	60
Ukupan broj <i>Enterobacteriaceae</i> ("cfu"/g)	0	0	0	0
<i>Salmonella</i> spp. (u 25 g)	nd	nd	nd	nd
<i>Proteus vulgaris</i> (u 0.1 g)	nd	nd	nd	nd
<i>Escherichia coli</i> (u 0.1 g)	nd	nd	nd	nd

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

"cfu" – "colony forming units" (broj obrazovanih kolonija).

"nd" – nisu detektovane.

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.3), takođe, vidi se da na kraju hlađenja kod ni jednog ispitnog mišića SM, nezavisno od postupka hlađenja i vremena otkoštavanja *post mortem*, nije detektovano ni prisustvo *Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*.

U Tabelama od 5.2.4a. do 5.2.4d. prikazani su rezultati ispitivanja prisustva rezidua i kontaminenata u različitim tkivima, krvi i urinu svinja čije je meso (mišići SM) korišćeno za proizvodnju konzervi.

Iz prikazanih rezultata (Tabele 5.2.4a, 5.2.4b, 5.2.4c. i 5.2.4d) se vidi da u ispitanim matriksima nije utvrđeno prisustvo supstanci koje imaju anaboličko dejstvo (steroidi, laktoni rezorcilne kiseline, uključujući zeranol, beta-agonisti) i nedozvoljenih supstanci iz grupe A, odnosno njihovo prisustvo je bilo ispod granice detekcije za primenjene metode određivanja. Rezultati ispod granica detekcije, za primenjene metode određivanja, utvrđeni su i za antibakterijske supstance, uključujući sulfonamide i hinolone (grupa B1), kao i za druge veterinarske lekove, odnosno za antihelminlike, kokcidiostatike, karbamate i piretroide, sedative i nesteroidne antiinflamatorne lekove (grupa B2). Količina organohlornih jedinjenja, uključujući polihlorovane bifenile i hemijskih jedinjenja (grupa B3), osim žive (Hg), takođe je bila ispod granice detekcije za primenjene metode određivanja, s tim da je nalaz žive u jetri bio 0.020 mg/kg, a u bubregu 0.016 mg/kg.

U tabeli 5.2.5. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na udeo blede i crveno ružičaste i tamne boje mišića SM.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.2.5) se vidi da učestalosti pojavljivanja blede boje (L^* vrednost ≥ 50) različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 43.4% (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 41.4% (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 10.9% (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM), dok učestalosti pojavljivanja crveno ružičaste i tamne boje (L^* vrednost < 50) različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 56.6% (konvencionalno hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM), odnosno 58.6% (brzo hlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM) i 89.1% (brzo hlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM).

U tabeli 5.2.6. prikazani su rezultati ispitivanja mikrobiološkog kvaliteta pripremljenih salamura. Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.2.6) se vidi da prosečne vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija utvrđene u uzorcima pripremljenih salamura koje su namenjene izradi kuvanih šunki od mišića SM iznose 375 "cfu"/ml (salamura – S1' kojom su salamureni brzo hlađeni mišići SM otkošteni 8 sati *post mortem*), odnosno 500 "cfu"/ml (salamura – S1" kojom su salamureni brzo i konvencionalno hlađeni mišići SM otkošteni 24 sata *post mortem*), dok je prosečna vrednost za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima pripremljene salamure – S2 koja je namenjena izradi konzervi od mesa u komadima od ostalih mišića buta iznosio 3750 "cfu"/ml. Analizom varijanse utvrđeno je, da su prosečne vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima pripremljenih salamura koje su namenjene izradi kuvanih šunki od mišića SM visoko značajno manje sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnom vrednošću za ukupnom broj aerobnih mezofilnih bakterija u uzorku pripremljene salamure koja je namenjena izradi konzervi od mesa u komadima od ostalih mišića buta. Ostale razlike između prosečnih vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima pripremljenih salamura, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.6) vidi da su prosečne vrednosti za ukupan broj *Enterobacteriaceae* u uzorcima svih pripremljenih salamura iznosile 0 "cfu"/ml.

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.6), takođe, vidi se da u uzorcima svih pripremljenih salamura nije detektovano ni prisustvo *Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*.

Tabela 5.2.4a. Rezultati ispitivanja prisustva rezidua i kontaminenata u različitim tkivima, krvi i urinu svinja

Grupa supstanci	Supstanca	II OGLED				Jedinica mere
		Matriks (N = 5)	MDK ¹	Utvrđena vrednost		
<i>Grupa A – Supstanca koje imaju anaboličko dejstvo i nedozvoljene supstance</i>						
A1 – Stilbeni, derivati stilbena i njihove soli i estri						
	Dietilstilbestrol (DES)	Jetra, urin	0.000	Nije ispitivano		µg/kg
A2 – Antitireoidne supstance						
	Tiouracil, metil tiouracil, propil tiouracil i fenil tiouracil	Tireoidea	0.000	Nije ispitivano		mg/kg
A3 – Steroidi						
	19-Nortestosteron, Etinilestradiol	Urin	0.00	0.00		µg/kg
	Progesteron, 17β-Estradiol, Testosteron	Krvna plazma	0.00	0.00		ng/kg
A4 – Laktoni rezorcilne kiseline, uključujući zeranol						
	Zeranol	Mišić	0.00	0.00		µg/kg
	Zeranol	Urin	0.00	0.00		µg/kg
A5 – Beta-agonisti						
	Klenbuterol, Salbutamol	Mišić	0.00	0.00		µg/kg
	Klenbuterol, Salbutamol	Urin	0.00	0.00		µg/kg
A6 – Nedozvoljene supstance						
	Hloramfenikol	Bubreg	0.0000	0.0000		mg/kg
	Hlorpromazin	Bubreg	0.000	0.000		mg/kg
	Hloroform, Kolhicin, Dapson	Bubreg	0.000	Nije ispitivano		mg/kg
	Nitroimidazoli					
	Dimetridazol, Metronidazol, Ronidazol	Bubreg	0.000	0.000		mg/kg
	Nitrofurani					
	Furazolidon, Nitrofurazon, Nitrofurantoin, Furaltadon	Bubreg	0.000	0.000		mg/kg

¹ MDK – maksimalno dozvoljena količina prema Pravilniku (Službeni list SRJ, broj 5, 1992 i ispravka broj 11, 1992 i izmena broj 32, 2002).

Tabela 5.2.4b. Rezultati ispitivanja prisustva rezidua i kontaminata u različitim tkivima, krvi i urinu svinja

Grupa supstanci	Supstanca	Matriks (N = 5)	II OGLED		Jedinica mere
			MDK ¹	Utvrđena vrednost	
<i>Grupa B – Veterinarski lekovi i kontaminanti okoline</i>					
B1 – Antibakterijske supstance, uključujući sulfonamide i hinolone					
Antibiotici					
	Karbadoks	Jetra	0.000	0.000	mg/kg
	Tiamfenikol, Florfenikol	Bubreg	0.000	0.000	mg/kg
	Penicilini, Makrolidi, Tetraciklini, Aminoglikozidi	Mišić		Nije utvrđeno	
	Penicilini, Makrolidi, Tetraciklini, Aminoglikozidi	Bubreg		Nije utvrđeno	
Sulfonamidi					
	Sulfonamidi	Bubreg	0.100	Nije utvrđeno	mg/kg
	Sulfonamidi	Mišić	0.100	Nije utvrđeno	mg/kg
Hinoloni					
	Norfloksacin, Enrofloksacin, Flume kvin, Oksolinska kiselina	Bubreg	0.000	0.000	mg/kg

¹ MDK – maksimalno dozvoljena količina prema Pravilniku (Službeni list SRJ, broj 5, 1992 i ispravka broj 11, 1992 i izmena broj 32, 2002).

Tabela 5.2.4c. Rezultati ispitivanja prisustva rezidua i kontaminata u različitim tkivima, krvi i urinu svinja

Grupa supstanci	Supstanca	II OGLEĐ			Jedinica mere
		Matriks (N = 5)	MDK ¹	Utvrđena vrednost	
<i>Grupa B – Veterinarski lekovi i kontaminanti okoline</i>					
B2 – Drugi veterinarski lekovi					
a) Antihelmintici					
Benzimidazoli					
	Albendazol, Fenbendazol, Oxibendazol, Mebendazol	Jetra	0.000	0.000	mg/kg
Makrociklični laktoni					
	Abamektin, Ivermektin, Moksidektin	Jetra	0.000	0.000	mg/kg
b) Kokcidostatici, uključujući nitroimidazole					
Kokcidostatici					
	Monenzin, Salinomycin	Jetra	0.000	0.000	mg/kg
c) Karbamati i piretrioidi					
Karbamati					
	Karbaril, Propoksur	Jetra	0.000	0.000	mg/kg
Piretrioidi					
	Permetrin, Fluvalinat, Deltametrin, Cipermetrin (zbir izomera)	Masno tkivo	0.000	0.000	mg/kg
d) Sedativi					
	Acepromazin, Propionilpromazin	Bubreg	0.000	0.000	mg/kg
e) Nesteroidni antiinflamatorni lekovi					
	Fluniksini, Fenilbutazon	Urin	0.000	0.000	mg/kg

¹ MDK – maksimalno dozvoljena količina prema Pravilniku (Službeni list SRJ, broj 5, 1992 i ispravka broj 11, 1992 i izmena broj 32, 2002).

Tabela 5.2.4d. Rezultati ispitivanja prisustva rezidua i kontaminenata u različitim tkivima, krvi i urinu svinja

Grupa supstanci	Supstanca	II OGLED				Jedinica mere
		Matriks (N = 5)	MDK ¹	Utvrđena vrednost		
<i>Grupa B – Veterinarski lekovi i kontaminanti okoline</i>						
B3 – Druge supstance i kontaminanti okoline						
a) Organohlorna jedinjenja, uključujući polihlorovane bifenile (PCB)						
Organohlorni pesticidi						
	Aldrin i dieldrin	Masno tkivo	0.200	0.000	mg/kg	
	DDT i derivati, Hlordan	Masno tkivo	1.000	0.000	mg/kg	
	Endrin	Masno tkivo	0.050	0.000	mg/kg	
	HCB, HCH (α i β izomer), Heptahlor i heptahlor-epoksid, Lindan	Masno tkivo	0.100	0.000	mg/kg	
Polihlorovani bifenili						
	Polihlorovani bifenili	Masno tkivo	0.000	0.000	mg/kg	
b) Organofosforna jedinjenja						
c) Hemijski elementi						
	Olovo – Pb	Mišić	0.100	0.00	mg/kg	
	Kadmijum – Cd	Mišić	0.050	0.00	mg/kg	
	Olovo – Pb	Jetra	0.500	0.00	mg/kg	
	Kadmijum – Cd	Jetra	0.500	0.00	mg/kg	
	Živa – Hg	Jetra	0.100	0.020	mg/kg	
	Arsen – As	Jetra	0.500	0.00	mg/kg	
	Olovo – Pb	Bubreg	0.500	0.00	mg/kg	
	Kadmijum – Cd	Bubreg	1.000	0.00	mg/kg	
	Živa – Hg	Bubreg	0.100	0.016	mg/kg	
d) Mikotoksini						
				Nije ispitivano		

¹MDK – maksimalno dozvoljena količina prema Pravilniku (Službeni list SRJ, broj 5, 1992 i ispravka broj 11, 1992 i izmena broj 32, 2002).

Tabela 5.2.5. Uticaj brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na udeo blede boje i crveno ružičaste i tamne boje *M. semimembranosus*

Postupak hlađenja ¹ Polutka trupa	II OGLED		BH Leva	BH Leva
	KH Desna	BH Leva		
Vreme otkoštavanja <i>post mortem</i> (sati)	24	24	8	8
N (broj <i>M. semimembranosus</i>)	80	40	40	40
Aritmetička sredina ± standardna devijacija	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
<i>Učestalost pojavljivanja blede i crveno ružičaste i tamne boje (%)</i>				
Bleda boja ($L^* \geq 50$)	43.4	41.4	10.9	10.9
Crveno ružičasta i tamna boja ($L^* < 50$)	56.6	58.6	89.1	89.1

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

Tabela 5.2.6. Mikrobiološki kvalitet pripremljenih salamura

Pripremljena salamura ¹ Aritmetička sredina ukupnog broja mikroorganizama	II OGLED		
	Salamura 1' \bar{x}	Salamura 1'' \bar{x}	Salamura 2 \bar{x}
<i>Mikrobiološki kvalitet</i>			
Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija ("cfu"/ml)	375 ^B	500 ^B	3750 ^A
Ukupan broj <i>Enterobacteriaceae</i> ("cfu"/ml)	0	0	0
<i>Salmonella</i> spp. (u 25 g)	nd	nd	nd
<i>Proteus vulgaris</i> (u 0.1 g)	nd	nd	nd
<i>Escherichia coli</i> (u 0.1 g)	nd	nd	nd

¹ 1' – salamura za proizvodnju kuvanih šunki od *M. semimembranosus* otkoštenih 8 sati post mortem;

1'' – salamura za proizvodnju kuvanih šunki od *M. semimembranosus* otkoštenih 24 sati post mortem;

2 – salamura za proizvodnju konzervi od mesa u komadima od ostalih mišića buta.

"cfu" – "colony forming units" (broj obrazovanih kolonija).

"nd" – nisu detektovane.

^{AB} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 99% verovatnoće.

U tabeli 5.2.7. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja na mikrobiološki kvalitet salamurenog mesa.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.2.7) se vidi da prosečne vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija utvrđene u uzorcima salamurenih mišića SM (I eksperiment) sa konvencionalno hlađenih polutki otkoštenih 24 sata *post mortem* iznose 3975 "cfu"/g (mišići SM salamureni u statičkoj masir kadi – izrađena grupa konzervi označena kao K1) i 3925 "cfu"/g (mišići SM salamureni u vakuum tamberu – izrađena grupa konzervi označena kao K2), odnosno u uzorcima mišića SM sa brzo hlađenih polutki otkoštenih 24 sata i 8 sati *post mortem*, koji su salamureni u vakuum tamberu, iznose 4500 "cfu"/g (izrađena grupa konzervi označena kao O1) i 173 "cfu"/g (izrađena grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da su prosečne vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u salamurenim mišićima SM namenjenim izradi kuvanih šunki označenih kao grupe K1, K2 i O1 visoko značajno veće sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnom vrednošću za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u salamurenim mišićima SM namenjenim izradi kuvanih šunki označenih kao grupa O2. Ostale razlike između prosečnih vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, u različito proizvedenom salamurenom mesu (mišići SM), nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.7) vidi se da prosečne vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija utvrđene u salamurenom mesu, proizvedenom od konvencionalno i brzo hlađenih ostalih mišića buta koji su otkošteni 24 sata *post mortem* (II eksperiment), iznose 9250 (ostali mišići buta salamureni u statičkoj masir kadi – izrađena grupa konzervi označena kao K3) i 10700 (ostali mišići buta salamureni u vakuum tamberu – izrađena grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija salamurenog mesa namenjenog izradi konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Takođe, analizom varijanse utvrđeno je, da su prosečne vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u salamurenom mesu namenjenom izradi kuvanih šunki označenih kao grupe K1, K2, O1 i O2 (I eksperimentu) visoko značajno manje sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim vrednostima za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u salamurenom mesu namenjenom izradi konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 (II eksperimentu).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.7) vidi da su prosečne vrednosti za ukupan broj *Enterobacteriaceae* u svim uzorcima salamurenih mišića SM (I eksperiment) i u svim uzorcima salamurenih ostalih mišića buta (II eksperiment) iznosile 0 "cfu"/g.

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.7), takođe, vidi se da u svim uzorcima salamurenih mišića SM (I eksperiment) i u svim uzorcima salamurenih ostalih mišića buta (II eksperiment) nije detektovano ni prisustvo *Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*.

U tabeli 5.2.8. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja na mikrobiološki kvalitet proizvedenih konzervi i prisustvo hemijskih elemenata (kontaminenata) u proizvedenim konzervama.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.2.8) se vidi da prosečne vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 600 "cfu"/g (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1) i 450 "cfu"/g, (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo

Tabela 5.2.7. Uticaj brzine hlađenja polutki, vremena otkošavanja *post mortem* i postupka salamurenja na mikrobiološki kvalitet salamurenog mesa (N = 6)

II OGLED	I EKSPERIMENT				II EKSPERIMENT			
	KH	Desna	Leva	BH	KH	Desna	Leva	BH
Postupak hlađenja ¹								
Polutka trupa								
Vreme otkošavanja <i>post mortem</i> (sati)	24	24	24	8	24	24	24	24
N (broj <i>M. semimembranosus</i>)	40	40	40	40	Ostali mišići	Ostali mišići	Ostali mišići	Ostali mišići
Odnos – meso : salamura	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	60 : 40	60 : 40	60 : 40	60 : 40
Uređaj za mehaničku obradu	Masir kada	Tambler	Tambler	Tambler	Masir kada	Masir kada	Tambler	Tambler
Grupa konzervi	K1	K2	O1	O2	K3	K3	O3	O3
Aritmetička sredina ukupnog broja mikroorganizama	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}
Mikrobiološki kvalitet								
Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija ("cfu"/g)*	3975 ^A	3925 ^A	4500 ^A	173 ^B	9250	9250	10700	10700
Ukupan broj <i>Enterobacteriaceae</i> ("cfu"/g)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salmonella</i> spp. (u 25 g)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>Proteus vulgaris</i> (u 0.1 g)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>Escherichia coli</i> (u 0.1 g)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

*"cfu" – "colony forming units" (broj obrazovanih kolonija).

^B"nd" – nisu detektovane.

^{A,B} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 99% verovatnoće.

* Razlike između aritmetičkih sredina I i II eksperimenta su značajne sa 99% verovatnoće.

Tabela 5.2.8. Uticaj brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja na mikrobiološki kvalitet proizvedenih konzervi i prisustvo hemijskih elemenata (kontaminata) u proizvedenim konzervama (N = 2)

II OGLED	IEKSPERIMENT				II EKSPERIMENT			
	KH	KH	BH	BH	KH	KH	BH	BH
Postupak hlađenja ¹								
Polutka trupa	Desna	Desna	Leva	Leva	Desna	Desna	Leva	Leva
Vreme otkoštavanja <i>post mortem</i> (sati)	24	24	24	8	24	24	24	24
N (broj <i>M. semimembranosus</i>)	40	40	40	40	40	40	40	Ostali mišići
Odnos – meso : salamura	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	60 : 40	60 : 40
Uredjaj za mehaničku obradu	Masir kada	Tambler	Tambler	Tambler	Masir kada	Masir kada	Tambler	Tambler
Grupa konzervi	K1	K2	O1	O2	K3	K3	O3	O3
Aritmetička sredina ukupnog broja mikroorganizama	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}
Mikrobiološki kvalitet								
Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija ("cfu"/g)*	600 ^A	450 ^A	650 ^A	60 ^B	1450	1450	1450	1450
Ukupan broj <i>Enterobacteriaceae</i> ("cfu"/g)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salmonella</i> spp. (u 25 g)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>Proteus vulgaris</i> (u 0.1 g)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>Escherichia coli</i> (u 0.1 g)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Hemijski elementi (kontaminanti)								
Olovo – Pb (mg/kg)**	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Kadmijum – Cd (mg/kg)**	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

"cfu" – "colony forming units" (broj obrazovanih kolonija).

"nd" – nisu detektovane.

^{A,B} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 99% verovatnoće.

* Razlike između aritmetičkih sredina I i II eksperimenta su značajne sa 99% verovatnoće.

**Maksimalno dozvoljena količina prema Pravilniku (Službeni list SRJ, broj 5, 1992 i ispravka i izmena broj 11, 1992 i broj 32, 2002) za olovo je 1 mg/kg, a za kadmijum 0.1 mg/kg.

hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečne vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija iznose 650 "cfu"/g (grupa konzervi označena kao O1) i 60 "cfu"/g (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da su prosečne vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u kuvanim šunkama označenim kao grupe K1, K2 i O1 visoko značajno veće sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnom vrednošću za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u kuvanim šunkama označenim kao grupa O2. Ostale razlike između prosečnih vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, u različito proizvedenim kuvanim šunkama, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.8) vidi se da prosečne vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 1450 "cfu"/g (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3 i konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u konzervama od mesa u komadima označenim kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Takođe, analizom varijanse utvrđeno je, da su prosečne vrednosti za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u kuvanim šunkama označenim kao grupe K1, K2, O1 i O2 (I eksperimentu) visoko značajno manje sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim vrednostima za ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija u konzervama od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 (II eksperimentu).

Prosečne vrednosti za ukupan broj *Enterobacteriaceae* (Tabela 5.2.8) u svim uzorcima kuvanih šunki (I eksperiment) i u svim uzorcima konzervi od mesa u komadima (II eksperiment) iznosile su 0 "cfu"/ml.

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.8), takođe, vidi da u svim uzorcima kuvanih šunki (I eksperiment) i u svim uzorcima konzervi od mesa u komadima (II eksperiment) nije detektovano ni prisustvo *Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*.

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.8) vidi se da u svim uzorcima kuvanih šunki (I eksperiment) i u svim uzorcima konzervi od mesa u komadima (II eksperiment) nije utvrđeno prisustvo olova u količini većoj od 0.1 mg/kg i kadmijuma u količini većoj od 0.01 mg/kg, odnosno prisustvo olova i kadmijuma je za najmanje deset puta manje od maksimalno dozvoljene količine.

U tabeli 5.2.9. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja na vrednost pH i osnovni hemijski sastav proizvedenih konzervi.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.2.9) se vidi da prosečne vrednosti pH utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 6.27, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih izmerenih vrednosti pH od 0.03 (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 6.25, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih izmerenih vrednosti pH od 0.05 (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečne vrednosti pH iznose 6.20, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih izmerenih vrednosti pH od 0.04 (grupa konzervi označena kao O1), i 6.23, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih izmerenih vrednosti pH od 0.02 (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da su prosečne vrednosti pH kuvanih šunki označenih kao grupe K1 i K2 značajno više sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnom vrednošću pH kuvanih šunki označenih kao grupa O1. Ostale razlike između prosečnih vrednosti pH, različito proizvedenih

Tabela 5.2.9. Ulicaj brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja na vrednost pH i osnovni hemijski sastav proizvedenih konzervi

II OGLEĐ	IEKSPERIMENT				II EKSPERIMENT			
	KH		BH		KH		BH	
Postupak hlađenja ¹	Desna	Leva	Desna	Leva	Desna	Leva	Desna	Leva
Polutka trupa	24	24	24	24	24	24	24	24
Vreme otkoštavanja <i>post mortem</i> (sati)	40	40	40	40	8	40	24	24
N (broj <i>M. semimembranosus</i>)	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	60 : 40	Ostali mišići
Odnos – meso : salamura								60 : 40
Uređaj za mehaničku obradu	Masir kada	Tambler	Tambler	Tambler	Tambler	Tambler	Masir kada	Tambler
Grupa konzervi	K1	K2	K2	O1	O2	O3	K3	O3
Arifmetička sredina ± standardna devijacija	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
Vrednost pH	6.27 ^a ± 0.03	6.25 ^a ± 0.05	6.20 ^b ± 0.04	6.23 ^{ab} ± 0.02	6.30 ^b ± 0.01	6.34 ^a ± 0.01		
Osnovni hemijski sastav								
Sadržaj vode (g/100g)	75.70 ^{ab} ± 0.27	76.07 ^{ab} ± 0.41	75.45 ^{bc} ± 0.24	75.22 ^{bc} ± 0.26	77.81 ^y ± 0.12	78.23 ^x ± 0.19		
Sadržaj ukupnog pepela (g/100g)	3.94 ^a ± 0.04	3.84 ^a ± 0.05	3.60 ^b ± 0.20	3.87 ^a ± 0.03	3.91 ± 0.04	3.87 ± 0.03		
Sadržaj slobodne masti (g/100g)	1.76 ^c ± 0.31	1.19 ^b ± 0.27	1.11 ^b ± 0.50	1.36 ^{ab} ± 0.31	1.23 ± 0.14	1.14 ± 0.19		
Sadržaj holesterola (mg/100g)	41.52 ^{ab} ± 4.21	37.27 ^b ± 3.54	42.38 ^{ab} ± 2.85	45.62 ^a ± 3.72	31.01 ± 2.94	29.22 ± 2.48		
Sadržaj proteina mesa / ukupnih proteina (g/100g)	17.11 ^b ± 0.13	17.53 ^a ± 0.33	17.68 ^a ± 0.30	17.74 ^a ± 0.14	13.13 ^y ± 0.19	13.44 ^x ± 0.13		
Sadržaj proteina vezivnog tkiva (g/100g)	0.55 ^{ab} ± 0.17	0.30 ^c ± 0.12	0.60 ^{ab} ± 0.10	0.37 ^{bc} ± 0.03	0.41 ± 0.03	0.45 ± 0.04		
Relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva (%)	3.22 ^a ± 0.99	1.70 ^c ± 0.66	3.41 ^a ± 0.59	2.10 ^{bc} ± 0.18	3.12 ± 0.22	3.38 ± 0.29		
PFF ("Protein Fat Free") (%)	17.42 ^{ab} ± 0.11	17.74 ^{ab} ± 0.35	17.88 ^{ab} ± 0.35	17.98 ^{ab} ± 0.18	13.29 ^y ± 0.20	13.59 ^x ± 0.14		

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

^{abc, xy} Razlike između arifmetičkih sredina su značajne sa 99% verovatnoće.

^{abc, xy} Razlike između arifmetičkih sredina su značajne sa 95% verovatnoće.

kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.9) vidi se da prosečne vrednosti pH utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 6.30 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3) i 6.34 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3), sa identičnom apsolutnom disperzijom pojedinačnih izmerenih vrednosti pH od 0.01. Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da je prosečna vrednost pH konzervi od mesa u komadima označenih kao grupa K3 visoko značajno niža sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnom vrednošću pH konzervi od mesa u komadima označenih kao grupa O3.

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.9) vidi da prosečni sadržaji vode u 100 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 75.70 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj vode od 0.27 g (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 76.07 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj vode od 0.41 g (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečni sadržaji vode iznose 75.45 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj vode od 0.24 g (grupa konzervi označena kao O1), i 75.22 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj vode od 0.26 g (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečan sadržaj vode kuvanih šunki označenih kao grupa K2 visoko značajno veći sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajima vode kuvanih šunki označenih kao grupe O1 i O2. Analizom varijanse utvrđeno je, takođe, da je prosečan sadržaj vode kuvanih šunki označenih kao grupa K1 značajno manji sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim sadržajem vode kuvanih šunki označenih kao grupa K2, kao i da je prosečan sadržaj vode kuvanih šunki označenih kao grupa K1 značajno veći sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim sadržajem vode kuvanih šunki označenih kao grupa O2. Ostale razlike između prosečnih sadržaja vode, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.9) vidi se da prosečni sadržaji vode u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 77.81 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj vode od 0.12 g (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 78.23 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj vode od 0.19 g (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da je prosečan sadržaj vode u konzervama od mesa u komadima označenih kao grupa K3 visoko značajno manji sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajem vode u konzervama od mesa u komadima označenih kao grupa O3.

Prosečni sadržaji ukupnog pepela (Tabela 5.2.9) u 100 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 3.94 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnog pepela od 0.04 g (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 3.84 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnog pepela od 0.05 g (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24

sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečni sadržaji ukupnog pepela iznose 3.60 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnog pepela od 0.20 g (grupa konzervi označena kao O1), i 3.87 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnog pepela od 0.03 g (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da su prosečni sadržaji ukupnog pepela kuvanih šunki označenih kao grupe K1, K2 i O2 visoko značajno veći sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajem ukupnog pepela kuvanih šunki označenih kao grupa O1. Ostale razlike između prosečnih sadržaja ukupnog pepela, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.9) vidi se da prosečni sadržaji ukupnog pepela u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 3.91 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnog pepela od 0.04 g (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 3.87 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnog pepela od 0.03 g (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečni sadržaji ukupnog pepela u konzervama od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji slobodne masti (Tabela 5.2.9) u 100 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 1.76 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj slobodne masti od 0.31 g (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 1.19 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj slobodne masti od 0.27 g (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečni sadržaji slobodne masti iznose 1.11 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj slobodne masti od 0.50 g (grupa konzervi označena kao O1), i 1.36 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj slobodne masti od 0.31 g (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečan sadržaj slobodne masti kuvanih šunki označenih kao grupa K1 značajno veći sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim sadržajima slobodne masti kuvanih šunki označenih kao grupe K2 i O1. Ostale razlike između prosečnih sadržaja slobodne masti, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.9) vidi se da prosečni sadržaji slobodne masti u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 1.23 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj slobodne masti od 0.14 g (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 1.14 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj slobodne masti od 0.19 g (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečni sadržaji slobodne masti u konzervama od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji holesterola (Tabela 5.2.9) u 100 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 41.52 mg, sa

apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj holesterola od 4.21 mg (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 37.27 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj holesterola od 3.54 mg (kuvane šunke salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečni sadržaji holesterola iznose 42.38 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj holesterola od 2.85 mg (grupa konzervi označena kao O1), i 45.62 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj holesterola od 3.72 mg (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečan sadržaj holesterola kuvanih šunki označenih kao grupa K2 značajno manji sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim sadržajem holesterola kuvanih šunki označenih kao grupa O2. Ostale razlike između prosečnih sadržaja holesterola, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.9) vidi se da prosečni sadržaji holesterola u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih ostalih mišića buta iznose 31.01 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj holesterola od 2.94 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 29.22 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj holesterola od 2.48 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečni sadržaji holesterola u konzervama od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji proteina mesa (Tabela 5.2.9) u 100 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 17.11 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj proteina mesa od 0.13 g (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 17.53 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj proteina mesa od 0.33 g (kuvane šunke salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečni sadržaji proteina mesa iznose 17.68 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj proteina mesa od 0.30 g (grupa konzervi označena kao O1), i 17.74 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj proteina mesa od 0.14 g (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečan sadržaj proteina mesa kuvanih šunki označenih kao grupa K1 visoko značajno manji sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajima proteina mesa kuvanih šunki označenih kao grupe K2, O1 i O2. Ostale razlike između prosečnih sadržaja proteina mesa, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.9) vidi se da prosečni sadržaji ukupnih proteina u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih ostalih mišića buta iznose 13.13 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnih proteina od 0.19 g (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 13.44 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnih proteina od 0.13 g (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da je prosečan sadržaj ukupnih

proteina u konzervama od mesa u komadima označenih kao grupa K3 visoko značajno manji sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajem ukupnih proteina konzervi od mesa u komadima označenih kao grupa O3.

Prosečni sadržaji proteina vezivnog tkiva (Tabela 5.2.9) u 100 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 0.55 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.17 g (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 0.30 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.12 g (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečni sadržaji proteina vezivnog tkiva iznose 0.60 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.10 g (grupa konzervi označena kao O1), i 0.37 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.03 g (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečan sadržaj proteina vezivnog tkiva kuvanih šunki označenih kao grupa K1 visoko značajno veći sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajem proteina vezivnog tkiva kuvanih šunki označenih kao grupa K2, zatim da je prosečan sadržaj proteina vezivnog tkiva kuvanih šunki označenih kao grupa K2 visoko značajno manji sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajem proteina vezivnog tkiva kuvanih šunki označenih kao grupa O1, kao i da je prosečan sadržaj proteina vezivnog tkiva kuvanih šunki označenih kao grupa O1 visoko značajno veći sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajem proteina vezivnog tkiva kuvanih šunki označenih kao grupa O2. Analizom varijanse utvrđeno je, takođe, da je prosečan sadržaj proteina vezivnog tkiva kuvanih šunki označenih kao grupa K1 značajno veći sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim sadržajem proteina vezivnog tkiva kuvanih šunki označenih kao grupa O2. Ostale razlike između prosečnih sadržaja proteina vezivnog tkiva, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.9) vidi se da prosečni sadržaji proteina vezivnog tkiva u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 0.41 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.03 g (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 0.45 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.04 g (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečni sadržaji proteina vezivnog tkiva u konzervama od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.9) vidi da prosečni relativni sadržaji proteina vezivnog tkiva u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 3.22%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.99% (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 1.70%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.66% (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečni relativni sadržaji proteina vezivnog

tkiva iznose 3.41%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.59% (grupa konzervi označena kao O1), i 2.10%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.18% (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečan relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva kuvanih šunki označenih kao grupa K1 visoko značajno veći sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim relativnim sadržajima proteina vezivnog tkiva kuvanih šunki označenih kao grupe K2 i O2, zatim da je prosečan relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva kuvanih šunki označenih kao grupa K2 visoko značajno manji sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim relativnim sadržajem proteina vezivnog tkiva kuvanih šunki označenih kao grupa O1, kao i da je prosečan relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva kuvanih šunki označenih kao grupa O1 visoko značajno veći sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim relativnim sadržajem proteina vezivnog tkiva kuvanih šunki označenih kao grupa O2. Ostale razlike između prosečnih relativnih sadržaja proteina vezivnog tkiva, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.9) vidi se da prosečni relativni sadržaji proteina vezivnog tkiva u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 3.12%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.22% (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 3.38%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za relativan sadržaj proteina vezivnog tkiva od 0.29% (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečni relativni sadržaji proteina vezivnog tkiva u konzervama od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.9) vidi se da prosečne "PFF" ("Protein Fat Free") vrednosti kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 17.42%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih "PFF" vrednosti od 0.11% (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 17.74%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih "PFF" vrednosti od 0.35% (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečne "PFF" iznose 17.88%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih "PFF" vrednosti od 0.35% (grupa konzervi označena kao O1), i 17.98%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih "PFF" vrednosti od 0.18% (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečna "PFF" vrednost kuvanih šunki označenih kao grupa K1 visoko značajno manja sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim "PFF" vrednostima kuvanih šunki označenih kao grupe O1 i O2. Analizom varijanse utvrđeno je, takođe, da je prosečna "PFF" vrednost kuvanih šunki označenih kao grupa K1 značajno manja sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnom "PFF" vrednošću kuvanih šunki označenih kao grupa K2. Ostale razlike između prosečnih "PFF" vrednosti, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.9) vidi se da prosečne "PFF" vrednosti konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 13.29%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih "PFF" vrednosti od 0.20% (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 13.59%, sa apsolutnom disperzijom

pojedinačnih "PFF" vrednosti od 0.14% (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da je prosečna "PFF" vrednost konzervi od mesa u komadima označenih kao grupa K3 značajno manja sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnom "PFF" vrednosti konzervi od mesa u komadima označenih kao grupa K3.

U tabeli 5.2.10. prikazan je sadržaj mikro- i makroelemenata u konzervama proizvedenim od različito hlađenog, u različito vreme *post mortem* otkoštenog i različito salamurenog mesa.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.2.10) se vidi da prosečni sadržaji gvožđa u 100 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 9.39 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj gvožđa od 1.00 mg (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 9.71 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj gvožđa od 1.67 mg (kuvane šunke salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečni sadržaji gvožđa iznose 9.31 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj gvožđa od 1.18 mg (grupa konzervi označena kao O1), i 10.15 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj gvožđa od 1.06 mg (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečni sadržaji gvožđa u kuvanim šunkama označenim kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.10) vidi se da prosečni sadržaji gvožđa u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 21.15 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj gvožđa od 2.46 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 21.28 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj gvožđa od 2.13 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečni sadržaji gvožđa u konzervama od mesa u komadima označenim kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.10) vidi da prosečni sadržaji cinka u 100 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 14.39 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj cinka od 0.40 mg (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 13.59 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj cinka od 0.44 mg (kuvane šunke salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečni sadržaji cinka iznose 13.50 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj cinka od 0.90 mg (grupa konzervi označena kao O1), i 13.96 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj cinka od 0.48 mg (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečni sadržaji cinka u kuvanim šunkama označenim kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.10) vidi se da prosečni sadržaji cinka u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 11.17 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj cinka od

Tabela 5.2.10. Sadržaj mikro- i makroelemenata u konzervama proizvedenim od različito hlađenog, u različito vreme *post mortem* otkošćenog i različito salamurenog mesa

II OGLLED	I EKSPERIMENT				II EKSPERIMENT			
	KH		BH		KH		BH	
Postupak hlađenja ¹	Desna	Leva	Desna	Leva	Desna	Leva	Desna	Leva
Polutka trupa	24	24	24	24	24	8	24	24
Vreme otkošćavanja <i>post mortem</i> (sati)	40	40	40	40	40	40	40	40
N (broj <i>M. semimembranosus</i>)	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7
Odnos – meso : salamura	Masir kada	Tambler	Tambler	Tambler	Tambler	Tambler	Masir kada	Ostali mišići
Uredaj za mehaničku obradu	K1	K2	O1	O2	K3	O3		
Grupa konzervi	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
Aritmetička sredina ± standardna devijacija								
Sadržaj mikro- i makroelemenata								
Sadržaj gvožđa – Fe (mg/100g)	9.39 ± 1.00	9.71 ± 1.67	9.31 ± 1.18	10.15 ± 1.06	21.15 ± 2.46	10.15 ± 1.06	21.15 ± 2.46	21.28 ± 2.13
Sadržaj cinka – Zn (mg/100g)	14.39 ± 0.40	13.59 ± 0.44	13.50 ± 0.90	13.96 ± 0.48	11.17 ± 0.35	13.96 ± 0.48	11.17 ± 0.35	11.63 ± 1.26
Sadržaj bakra – Cu (mg/100g)	1.06 ± 0.18	1.03 ± 0.10	0.86 ± 0.16	0.90 ± 0.17	1.68 ± 0.16	0.90 ± 0.17	1.68 ± 0.16	1.62 ± 0.16
Sadržaj mangana – Mn (mg/100g)	0.12 ± 0.02	0.09 ± 0.01	0.10 ± 0.01	0.11 ± 0.02	0.49 ± 0.08	0.11 ± 0.02	0.49 ± 0.08	0.49 ± 0.10
Sadržaj kalcijuma – Ca (mg/100g)	10.04 ± 1.26	10.40 ± 1.87	11.27 ± 1.45	9.13 ± 1.65	4.12 ± 0.10	9.13 ± 1.65	4.12 ± 0.10	4.22 ± 0.14
Sadržaj magnezijuma – Mg (mg/100g)	228.46 ± 17.40	224.53 ± 18.82	220.64 ± 19.35	229.23 ± 16.67	182.33 ± 16.21	229.23 ± 16.67	182.33 ± 16.21	183.89 ± 15.55
Sadržaj natrijuma – Na (mg/100g)	888.76 ± 17.07	878.71 ± 21.01	870.16 ± 17.84	896.76 ± 22.33	991.51 ± 33.44	896.76 ± 22.33	991.51 ± 33.44	1002.65 ± 32.14
Sadržaj kalijuma – K (mg/100g)	343.43 ± 13.06	357.25 ± 22.04	347.44 ± 17.28	356.96 ± 14.11	251.79 ± 9.72	356.96 ± 14.11	251.79 ± 9.72	250.61 ± 10.87

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

0.35 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 11.63 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj cinka od 1.26 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečni sadržaji cinka u konzervama od mesa u komadima označenim kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji bakra (Tabela 5.2.10) u 100 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 1.06 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj bakra od 0.18 mg (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 1.03 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj bakra od 0.10 mg (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečni sadržaji bakra iznose 0.86 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj bakra od 0.16 mg (grupa konzervi označena kao O1), i 0.90 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj bakra od 0.17 mg (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečni sadržaji cinka u kuvanim šunkama označenim kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.10) vidi se da prosečni sadržaji bakra u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 1.68 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3) i 1.62 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3), sa identičnom apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj bakra od 0.16 mg. Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečni sadržaji bakra u konzervama od mesa u komadima označenim kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji mangana (Tabela 5.2.10) u 100 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 0.12 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj mangana od 0.02 mg (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 0.09 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj mangana od 0.01 mg (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečni sadržaji mangana iznose 0.10 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj mangana od 0.01 mg (grupa konzervi označena kao O1), i 0.11 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj mangana od 0.02 mg (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečni sadržaji mangana u kuvanim šunkama označenim kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.10) vidi se da prosečni sadržaji mangana u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 0.49 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj mangana od 0.08 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3) i sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj mangana od 0.10 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u

vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečni sadržaji mangana u konzervama od mesa u komadima označenim kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji kalcijuma (Tabela 5.2.10) u 100 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 10.04 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalcijuma od 1.26 mg (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 10.40 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalcijuma od 1.87 mg (kuvane šunke salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečni sadržaji kalcijuma iznose 11.27 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalcijuma od 1.45 mg (grupa konzervi označena kao O1), i 9.13 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalcijuma od 1.65 mg (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečni sadržaji kalcijuma u kuvanim šunkama označenim kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.10) vidi se da prosečni sadržaji kalcijuma u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 4.12 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalcijuma od 0.10 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 4.22 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalcijuma od 0.14 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečni sadržaji kalcijuma u konzervama od mesa u komadima označenim kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji magnezijuma (Tabela 5.2.10) u 100 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 228.46 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj magnezijuma od 17.40 mg (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 224.53 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj magnezijuma od 18.82 mg (kuvane šunke salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečni sadržaji magnezijuma iznose 220.64 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj magnezijuma od 19.35 mg (grupa konzervi označena kao O1), i 229.23 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj magnezijuma od 16.67 mg (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečni sadržaji magnezijuma u kuvanim šunkama označenim kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.10) vidi se da prosečni sadržaji magnezijuma u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 182.33 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj magnezijuma od 16.21 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 183.89 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj magnezijuma od 15.55 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se

prosečni sadržaji magnezijuma u konzervama od mesa u komadima označenim kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.10) vidi da prosečni sadržaji natrijuma u 100 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 888.76 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj natrijuma od 17.07 mg (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 878.71 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj natrijuma od 21.01 mg (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečni sadržaji natrijuma iznose 870.16 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj natrijuma od 17.84 mg (grupa konzervi označena kao O1), i 896.76 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj natrijuma od 22.33 mg (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečni sadržaji natrijuma u kuvanim šunkama označenim kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.10) vidi se da prosečni sadržaji natrijuma u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 991.51 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj natrijuma od 33.44 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 1002.65 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj natrijuma od 32.14 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečni sadržaji natrijuma u konzervama od mesa u komadima označenim kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.10) vidi se da prosečni sadržaji kalijuma u 100 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 343.43 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalijuma od 13.06 mg (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 357.25 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalijuma od 22.04 mg (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečni sadržaji kalijuma iznose 347.44 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalijuma od 17.28 mg (grupa konzervi označena kao O1), i 356.96 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalijuma od 14.11 mg (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečni sadržaji kalijuma u kuvanim šunkama označenim kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.10) vidi se da prosečni sadržaji kalijuma u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 251.79 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalijuma od 9.72 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 250.61 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj kalijuma od 10.87 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečni

sadržaji kalijuma u konzervama od mesa u komadima označenim kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

U tabeli 5.2.11. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja na mekoću, čvrstinu i sposobnost vezivanja vode proizvedenih konzervi.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.2.11) se vidi da prosečne vrednosti za mekoću (sila smicanja – Warner-Bratzler) utvrđenu u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 13.97 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 1.85 N (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 13.48 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 1.50 N (kuvane šunke salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečne vrednosti za mekoću iznose 13.20 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 0.92 N (grupa konzervi označena kao O1), i 15.00 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 2.25 N (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za mekoću (sila smicanja – Warner-Bratzler) kuvanih šunki označenih kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.11) vidi se da prosečne vrednosti za mekoću utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 5.15 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 0.64 N (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 4.45 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 0.57 N (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za mekoću (sila smicanja – Warner-Bratzler) konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Slično, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.11) vidi da prosečne vrednosti za mekoću (sila smicanja – Warner-Bratzler određena na uređaju Instron) utvrđenu u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 16.46 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 2.13 N (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 15.80 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 1.30 N (kuvane šunke salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečne vrednosti za mekoću iznose 15.32 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 1.21 N (grupa konzervi označena kao O1), i 16.99 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 1.61 N (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za mekoću (sila smicanja – Warner-Bratzler određena na uređaju Instron) kuvanih šunki označenih kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.11) vidi se da prosečne vrednosti za mekoću (sila smicanja – Warner-Bratzler određena na uređaju Instron) utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 7.91 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 0.68 N (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i

Tabela 5.2.11. Uticaj brzine hlađenja polutki, vremena otkošavanja *post mortem* i postupka salamurenja na mekoću, čvrstinu i sposobnost vezivanja vode proizvedenih konzervi

II OGLED	IEKSPERIMENT				II EKSPERIMENT			
	KH		BH		KH		BH	
Postupak hlađenja ¹	Desna	Leva	Desna	Leva	Desna	Leva	Desna	Leva
Polutka trupa	24	24	24	8	24	24	24	24
Vreme otkošavanja <i>post mortem</i> (sati)	40	40	40	40	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	60 : 40	Ostali mišići
N (broj <i>M. semimembranosus</i>)	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	60 : 40	60 : 40
Odnos – meso : salamura	Masir kada	Tambler	Tambler	Tambler	Masir kada	Tambler	Masir kada	Tambler
Uređaj za mehaničku obradu	K1	K2	O1	O2	K3	O3		
Grupa konzervi	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$
Aritmetička sredina ± standardna devijacija								
Mekoća								
Sila smicanja – Warner-Bratzler (N)	13.97 ± 1.85	13.48 ± 1.50	13.20 ± 0.92	15.00 ± 2.25	5.15 ± 0.64	4.45 ± 0.57	5.15 ± 0.64	4.45 ± 0.57
Sila smicanja – Warner-Bratzler – Instron (N)	16.46 ± 2.13	15.80 ± 1.30	15.32 ± 1.21	16.99 ± 1.61	7.91 ± 0.68	8.13 ± 1.42	7.91 ± 0.68	8.13 ± 1.42
Čvrstina – Instron (N)	19.89 ± 1.44	21.14 ± 2.60	22.83 ± 2.03	19.67 ± 3.34	10.67 ± 1.81	10.14 ± 1.62	10.67 ± 1.81	10.14 ± 1.62
Sposobnost vezivanja vode (SVV)								
"FPPM" – RZ – SVV (cm ²)	11.84 ± 1.25	11.70 ± 0.46	11.94 ± 0.64	11.61 ± 0.88	12.15 ± 1.93	11.84 ± 1.25	12.15 ± 1.93	11.84 ± 1.25
"FPPM" – M – Plastičnost (cm ²)	3.29 ^A ± 0.23	3.30 ^A ± 0.16	3.10 ^{AB} ± 0.18	2.95 ^B ± 0.15	3.50 ± 0.42	3.54 ± 0.19	3.50 ± 0.42	3.54 ± 0.19
"FPPM" – M/RZ	0.28 ± 0.04	0.28 ± 0.02	0.26 ± 0.03	0.26 ± 0.02	0.29 ± 0.02	0.30 ± 0.02	0.29 ± 0.02	0.30 ± 0.02
"FPPM" – T – Ukupna površina (cm ²)	15.13 ± 1.20	15.00 ± 0.51	15.05 ± 0.52	14.57 ± 0.90	15.65 ± 2.31	15.26 ± 1.16	15.65 ± 2.31	15.26 ± 1.16
"FPPM" – M/T	0.22 ± 0.02	0.22 ± 0.01	0.21 ± 0.02	0.20 ± 0.02	0.22 ± 0.01	0.23 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.23 ± 0.01

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.^{AB} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 99% verovatnoće.

8.13 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 1.42 N (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za mekoću (sila smicanja – Warner-Bratzler određena na uređaju Instron) konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.11) vidi da prosečne vrednosti za čvrstinu utvrđenu u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hladjenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 19.89 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za čvrstinu od 1.44 N (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 21.14 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za čvrstinu od 2.60 N (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hladjenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečne vrednosti za čvrstinu iznose 22.83 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za čvrstinu od 2.03 N (grupa konzervi označena kao O1), i 19.67 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za čvrstinu od 3.34 N (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za čvrstinu kuvanih šunki označenih kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.11) vidi se da prosečne vrednosti za čvrstinu utvrđenu u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hladjenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 10.67 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za čvrstinu od 1.81 N (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 10.14 N, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za čvrstinu od 1.62 N (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za čvrstinu konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečne vrednosti za sposobnost vezivanja vode, vrednosti RZ, (Tabela 5.2.11) utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hladjenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 11.84 cm², sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sposobnost vezivanja vode, vrednost RZ, od 1.25 cm² (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 11.70 cm², sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sposobnost vezivanja vode, vrednost RZ, od 0.46 cm² (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hladjenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečne vrednosti za sposobnost vezivanja vode, vrednosti RZ, iznose 11.94 cm², sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sposobnost vezivanja vode, vrednost RZ, od 0.64 cm² (grupa konzervi označena kao O1), i 11.61 cm², sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sposobnost vezivanja vode, vrednost RZ, od 0.88 cm² (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za sposobnost vezivanja vode, vrednosti RZ, kuvanih šunki označenih kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.11) vidi se da prosečne vrednosti za sposobnost vezivanja vode, vrednosti RZ, utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hladjenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 12.15 cm², sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sposobnost

vezivanja vode, vrednost RZ, od 1.93 cm^2 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 11.84 cm^2 , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sposobnost vezivanja vode, vrednost RZ, od 1.25 cm^2 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za sposobnost vezivanja vode, vrednosti RZ, konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečne vrednosti za plastičnost, vrednosti M, (Tabela 5.2.11) utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 3.29 cm^2 , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za plastičnost, vrednost M, od 0.23 cm^2 (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 3.30 cm^2 , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za plastičnost, vrednost M, od 0.16 cm^2 (kuvane šunke salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečne vrednosti za plastičnost, vrednosti M, iznose 3.10 cm^2 , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za plastičnost, vrednost M, od 0.18 cm^2 (grupa konzervi označena kao O1), i 2.95 cm^2 , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za plastičnost, vrednost M, od 0.15 cm^2 (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da su prosečne vrednosti za plastičnost, vrednosti M, kuvanih šunki označenih kao grupe K1 i K2 visoko značajno veće sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnom vrednošću za plastičnost, vrednost M, kuvanih šunki označenih kao grupa O2. Ostale razlike između prosečnih vrednosti za plastičnost, vrednosti M, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.11) vidi se da prosečne vrednosti za plastičnost, vrednosti M, utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih ostalih mišića buta iznose 3.50 cm^2 , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za plastičnost, vrednost M, od 0.42 cm^2 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 3.54 cm^2 , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za plastičnost, vrednost M, od 0.19 cm^2 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za plastičnost, vrednosti M, konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečne vrednosti odnosa plastičnosti, vrednosti M, i sposobnosti vezivanja vode, vrednosti RZ, (vrednosti M/RZ) (Tabela 5.2.11) utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkošenih mišića SM iznose 0.28, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za odnos M/RZ od 0.04 (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1) i sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za odnos M/RZ od 0.02 (kuvane šunke salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkošenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečne vrednosti za odnos M/RZ iznose 0.26, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za odnos M/RZ od 0.03 (grupa konzervi označena kao O1) i sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za odnos M/RZ od 0.02 (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečne vrednosti odnosa M/RZ, kuvanih šunki označenih kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj

tabeli (Tabela 5.2.11) vidi se da prosečne vrednosti odnosa M/RZ utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 0.29 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3) i 0.30 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3), sa identičnom apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za odnos M/RZ od 0.02. Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti odnosa M/RZ konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.11) vidi da prosečne vrednosti za ukupnu površinu, vrednosti T, (sposobnost vezivanja vode, vrednosti RZ, + plastičnost, vrednosti M) utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 15.13 cm^2 , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za ukupnu površinu, vrednost T, od 1.20 cm^2 (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 15.00 cm^2 , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za ukupnu površinu, vrednost T, od 0.51 cm^2 (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečne vrednosti za ukupnu površinu, vrednosti T, iznose 15.05 cm^2 , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za ukupnu površinu, vrednost T, od 0.52 cm^2 (grupa konzervi označena kao O1), i 14.57 cm^2 , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za ukupnu površinu, vrednost T, od 0.90 cm^2 (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za ukupnu površinu, vrednosti T, kuvanih šunki označenih kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.11) vidi se da prosečne vrednosti za ukupnu površinu, vrednosti T, utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 15.65 cm^2 , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za ukupnu površinu, vrednost T, od 2.31 cm^2 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 15.26 cm^2 , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za ukupnu površinu, vrednost T, od 1.16 cm^2 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za ukupnu površinu, vrednosti T, konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.11) vidi se da prosečne vrednosti odnosa plastičnosti, vrednosti M, i ukupne površine, vrednosti T, (vrednosti M/T) utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 0.22, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za odnos M/T od 0.02 (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1) i sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za odnos M/T od 0.01 (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečne vrednosti za odnos M/T iznose 0.21 (grupa konzervi označena kao O1) i 0.20 (grupa konzervi označena kao O2), sa identičnom apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za odnos M/T od 0.02. Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečne vrednosti odnosa M/T, kuvanih šunki označenih kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni

sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.11) vidi se da prosečne vrednosti odnosa M/T utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 0.22 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3) i 0.23 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3), sa identičnom apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za odnos M/T od 0.01. Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti odnosa M/T konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

U tabeli 5.2.12. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja na boju proizvedenih konzervi.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.2.12) se vidi da prosečne vrednosti za svetloću (L^* vrednosti) utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 60.14, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za svetloću (L^* vrednost) od 0.67 (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 60.45, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za svetloću (L^* vrednost) od 0.94 (kuvane šunke salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečne vrednosti za svetloću (L^* vrednosti) iznose 62.05, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za svetloću (L^* vrednost) od 1.53 (grupa konzervi označena kao O1), i 61.70, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za svetloću (L^* vrednost) od 1.01 (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečna vrednost za svetloću (L^* vrednost) kuvanih šunki označenih kao grupa K1 značajno manja sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim vrednostima za svetloću (L^* vrednosti) kuvanih šunki označenih kao grupe O1 i O2, kao i da je prosečna vrednost za svetloću (L^* vrednost) kuvanih šunki označenih kao grupa K2 značajno manja sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnom vrednošću za svetloću (L^* vrednost) kuvanih šunki označenih kao grupa O1. Ostale razlike između prosečnih vrednosti za svetloću (L^* vrednosti), različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.12) vidi se da prosečne vrednosti za svetloću (L^* vrednosti) utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 62.03, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za svetloću (L^* vrednost) od 1.27 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 63.77, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za svetloću (L^* vrednost) od 1.35 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocnom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da je prosečna vrednost za svetloću (L^* vrednost) konzervi od mesa u komadima označenih kao grupa K3 značajno manja sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnom vrednošću za svetloću (L^* vrednost) konzervi od mesa u komadima označenih kao grupa O3.

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.12) vidi da prosečne vrednosti za udeo crvene boje (a^* vrednosti) (Tabela 5.2.12) utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 13.96, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za udeo crvene boje (a^* vrednost) od 0.19 (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 14.08, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih

Tabela 5.2.12. Uticaj brzine hlađenja polutki, vremena otkošavanja *post mortem* i postupka salamurenja na boju proizvedenih konzervi

II OGLED	I EKSPERIMENT				II EKSPERIMENT			
	KH		BH		KH		BH	
Postupak hlađenja ¹	Desna	24	40	Desna	24	40	Desna	24
Polutka trupa	Leva	24	40	Leva	24	40	Leva	24
Vreme otkošavanja <i>post mortem</i> (sati)		83.3 : 16.7	83.3 : 16.7		83.3 : 16.7	83.3 : 16.7		83.3 : 16.7
N (broj <i>M. semimembranosus</i>)		40	40		40	40		40
Odnos – meso : salamura		83.3 : 16.7	83.3 : 16.7		83.3 : 16.7	83.3 : 16.7		83.3 : 16.7
Uredaj za mehaničku obradu	Masir kada	Tambler	Tambler	Masir kada	Tambler	Tambler	Masir kada	Tambler
Grupa konzervi	K1	K2	O1	K3	O2	O3	K3	O3
Aritmetička sredina ± standardna devijacija	$\bar{X} \pm \sigma$	$\bar{X} \pm \sigma$	$\bar{X} \pm \sigma$	$\bar{X} \pm \sigma$	$\bar{X} \pm \sigma$	$\bar{X} \pm \sigma$	$\bar{X} \pm \sigma$	$\bar{X} \pm \sigma$
CIE L*a*b* sistem								
L* vrednost (svetloća)	60.14 ^c ± 0.67	60.45 ^{bc} ± 0.94	62.05 ^a ± 1.53	61.70 ^{ab} ± 1.01	62.03 ^y ± 1.27	63.77 ^x ± 1.35	62.03 ^y ± 1.27	63.77 ^x ± 1.35
a* vrednost (udeo crvene boje)	13.96 ± 0.19	14.08 ± 0.41	13.70 ± 0.66	13.51 ± 0.55	12.94 ± 0.78	12.58 ± 0.88	12.94 ± 0.78	12.58 ± 0.88
b* vrednost (udeo žute boje)	6.28 ± 0.36	6.27 ± 0.18	6.40 ± 0.36	6.68 ± 0.30	8.33 ± 0.42	8.19 ± 0.26	8.33 ± 0.42	8.19 ± 0.26
CIE Yxy sistem								
Y vrednost (sjajnost) (%)	28.40 ^c ± 0.73	28.75 ^{bc} ± 1.09	30.59 ^a ± 1.83	30.20 ^{ab} ± 1.20	30.87 ^y ± 1.35	32.76 ^x ± 1.54	30.87 ^y ± 1.35	32.76 ^x ± 1.54
Dominantna talasna dužina – λ (nm)	593.3 ^a ± 1.92	593.1 ^a ± 0.80	591.5 ^b ± 0.85	591.1 ^b ± 1.02	589.2 ± 1.17	588.9 ± 1.50	589.2 ± 1.17	588.9 ± 1.50
Čistoća boje (%)	16.9 ± 0.98	16.4 ± 0.48	16.0 ± 0.65	16.4 ± 0.63	18.1 ± 1.03	17.8 ± 0.53	18.1 ± 1.03	17.8 ± 0.53
Sadržaj ukupnih pigmenata (µg/g)	130.9 ^{Ab} ± 15.65	96.2 ^{Bb} ± 19.96	97.0 ^{Bb} ± 14.53	74.1 ^{Bc} ± 4.07	93.2 ± 25.18	92.0 ± 38.76	93.2 ± 25.18	92.0 ± 38.76
Sadržaj nitrozilmioglobina (µg/g)	63.0 ^A ± 10.21	34.8 ^C ± 4.30	46.2 ^B ± 3.10	62.6 ^A ± 3.95	33.3 ^y ± 6.70	49.7 ^x ± 2.76	33.3 ^y ± 6.70	49.7 ^x ± 2.76
% konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin	45.7 ^{ABb} ± 9.72	35.4 ^{Bc} ± 9.52	45.5 ^{ABb} ± 7.40	58.2 ^{Ab} ± 3.60	35.0 ^y ± 8.71	55.8 ^x ± 14.84	35.0 ^y ± 8.71	55.8 ^x ± 14.84

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

^{abc, xy} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 99% verovatnoće.

^{abc, xy} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 95% verovatnoće.

vrednosti za udeo crvene boje (a^* vrednost) od 0.41 (kuvane šunke salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hladjenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečne vrednosti za udeo crvene boje (a^* vrednosti) iznose 13.70, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za udeo crvene boje (a^* vrednost) od 0.66 (grupa konzervi označena kao O1), i 13.51, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za udeo crvene boje (a^* vrednost) od 0.55 (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za udeo crvene boje (a^* vrednosti) kuvanih šunki označenih kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.12) vidi se da prosečne vrednosti za udeo crvene boje (a^* vrednosti) utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hladjenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 12.94, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za udeo crvene boje (a^* vrednost) od 0.78 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 12.58, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za udeo crvene boje (a^* vrednost) od 0.88 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za udeo crvene boje (a^* vrednosti) konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečne vrednosti za udeo žute boje (b^* vrednosti) (Tabela 5.2.12) utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hladjenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 6.28, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za udeo žute boje (b^* vrednost) od 0.36 (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 6.27, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za udeo žute boje (b^* vrednost) od 0.18 (kuvane šunke salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hladjenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečne vrednosti za udeo žute boje (b^* vrednosti) iznose 6.40, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za udeo žute boje (b^* vrednost) od 0.36 (grupa konzervi označena kao O1), i 6.68, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za udeo žute boje (b^* vrednost) od 0.30 (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za udeo žute boje (b^* vrednosti) kuvanih šunki označenih kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.12) vidi se da prosečne vrednosti za udeo žute boje (b^* vrednosti) utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hladjenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 8.33, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za udeo žute boje (b^* vrednost) od 0.42 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 8.19, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za udeo žute boje (b^* vrednost) od 0.26 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za udeo žute boje (b^* vrednosti) konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.12) vidi da prosečne vrednosti za sjajnost (Y vrednosti) utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hladjenih i

24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 28.40%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sjajnost (Y vrednost) od 0.73% (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 28.75%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sjajnost (Y vrednost) od 1.09% (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečne vrednosti za sjajnost (Y vrednosti) iznose 30.59%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sjajnost (Y vrednost) od 1.83% (grupa konzervi označena kao O1), i 30.20%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sjajnost (Y vrednost) od 1.20% (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečna vrednost za sjajnost (Y vrednost) kuvanih šunki označenih kao grupa K1 značajno manja sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim vrednostima za sjajnost (Y vrednosti) kuvanih šunki označenih kao grupe O1 i O2, kao i da je prosečna vrednost za sjajnost (Y vrednost) kuvanih šunki označenih kao grupa K2 značajno manja sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnom vrednošću za sjajnost (Y vrednost) kuvanih šunki označenih kao grupa O1. Ostale razlike između prosečnih vrednosti za sjajnost (Y vrednosti), različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.12) vidi se da prosečne vrednosti za sjajnost (Y vrednosti) utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 30.87%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sjajnost (Y vrednost) od 1.35% (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 32.76%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sjajnost (Y vrednost) od 1.54% (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da je prosečna vrednost za sjajnost (Y vrednost) konzervi od mesa u komadima označenih kao grupa K3 značajno manja sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnom vrednošću za sjajnost (Y vrednost) konzervi od mesa u komadima označenih kao grupa O3.

Prosečne vrednosti za dominantne talasne dužine (λ) (Tabela 5.2.12) utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 593.3 nm, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za dominantnu talasnu dužinu (λ) od 1.92 nm (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 593.1 nm, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za dominantnu talasnu dužinu (λ) od 0.80 nm (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečne vrednosti za dominantne talasne dužine (λ) iznose 591.5 nm, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za dominantnu talasnu dužinu (λ) od 0.85 nm (grupa konzervi označena kao O1), i 591.1 nm, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za dominantnu talasnu dužinu (λ) od 1.02 nm (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da su prosečne vrednosti za dominantne talasne dužine (λ) kuvanih šunki označenih kao grupe K1 i K2 značajno veće sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim vrednostima za dominantne talasne dužine (λ) kuvanih šunki označenih kao grupe O1 i O2. Ostale razlike između prosečnih vrednosti za dominantne talasne dužine (λ), različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.12) vidi se da prosečne vrednosti za dominantne talasne dužine (λ) utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i

brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 589.2 nm, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za dominantnu talasnu dužinu (λ) od 1.17 nm (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 588.9 nm, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za dominantnu talasnu dužinu (λ) od 1.50 nm (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za dominantne talasne dužine (λ) konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečne vrednosti za čistoću boje (Tabela 5.2.12) utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 16.9%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za čistoću boje od 0.98% (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 16.4%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za čistoću boje od 0.48% (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečne vrednosti za čistoću boje iznose 16.0%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za čistoću boje od 0.65% (grupa konzervi označena kao O1), i 16.4%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za čistoću boje od 0.63% (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za čistoću boje kuvanih šunki označenih kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.12) vidi se da prosečne vrednosti za čistoću boje utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 18.1%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za čistoću boje od 1.03% (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 17.8%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za čistoću boje od 0.53% (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za čistoću boje konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.12) vidi da prosečni sadržaji ukupnih pigmenata u 1 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 130.9 μg , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnih pigmenata od 15.65 μg (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 96.2 μg , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnih pigmenata od 19.96 μg (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečni sadržaji ukupnih pigmenata iznose 97.0 μg , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnih pigmenata od 14.53 μg (grupa konzervi označena kao O1), i 74.1 μg , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnih pigmenata od 4.07 μg (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečan sadržaj ukupnih pigmenata kuvanih šunki označenih kao grupa K1 visoko značajno veći sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajima ukupnih pigmenata kuvanih šunki označenih kao grupe K2, O1 i O2. Analizom varijanse utvrđeno je, takođe, da su prosečni sadržaji ukupnih pigmenata kuvanih šunki

označenih kao grupa K2 i O1 značajno veći sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim sadržajem ukupnih pigmenata kuvanih šunki označenih kao grupa O2. Ostale razlike između prosečnih sadržaja ukupnih pigmenata, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.12) vidi se da prosečni sadržaji ukupnih pigmenata u 1 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 93.2 μg , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnih pigmenata od 25.18 μg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 92.0 μg , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnih pigmenata od 38.76 μg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečni sadržaji ukupnih pigmenata u konzervama od mesa u komadima označenim kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečni sadržaji nitrozilmioglobina (Tabela 5.2.12) u 1 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 63.0 μg , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj nitrozilmioglobina od 10.21 μg (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 34.8 μg , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj nitrozilmioglobina od 4.30 μg (kuvane šunke salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečni sadržaji nitrozilmioglobina iznose 46.2 μg , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj nitrozilmioglobina od 3.10 μg (grupa konzervi označena kao O1), i 62.6 μg , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj nitrozilmioglobina od 3.95 μg (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da su prosečni sadržaji nitrozilmioglobina kuvanih šunki označenih kao grupe K1 i O2 visoko značajno veći sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajima nitrozilmioglobina kuvanih šunki označenih kao grupe K2 i O1, kao i da je prosečan sadržaj nitrozilmioglobina kuvanih šunki označenih kao grupa K2 visoko značajno manji sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajem nitrozilmioglobina kuvanih šunki označenih kao grupa O1. Ostale razlike između prosečnih sadržaja nitrozilmioglobina, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.12) vidi se da prosečni sadržaji nitrozilmioglobina u 1 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 33.3 μg , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj nitrozilmioglobina od 6.70 μg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 49.7 μg , sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj nitrozilmioglobina od 2.76 μg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da je prosečan sadržaj nitrozilmioglobina u konzervama od mesa u komadima označenih kao grupa K3 visoko značajno manji sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajem nitrozilmioglobina u konzervama od mesa u komadima označenih kao grupa O3.

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.12) vidi se da prosečne vrednosti za procenat konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 45.7%, sa

apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za procenat konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin od 9.72% (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 35.4%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za procenat konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin od 9.52% (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečni procenti konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin iznose 45.5%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za procenat konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin od 7.40% (grupa konzervi označena kao O1), i 58.2%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za procenat konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin od 3.60% (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečan procenat konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin kuvanih šunki označenih kao grupa K2 visoko značajno manji sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim procentom konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin kuvanih šunki označenih kao grupa O2. Analizom varijanse utvrđeno je, takođe, da je prosečan procenat konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin kuvanih šunki označenih kao grupa K1 značajno veći sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim procentom konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin kuvanih šunki označenih kao grupa K2, odnosno značajno manji sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim procentom konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin kuvanih šunki označenih kao grupa O2, zatim da je prosečan procenat konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin kuvanih šunki označenih kao grupa K2 značajno manji sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim procentom konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin kuvanih šunki označenih kao grupa O1, kao i da je prosečan procenat konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin kuvanih šunki označenih kao grupa O1 značajno manji sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim procentom konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin kuvanih šunki označenih kao grupa O2. Ostale razlike između prosečnih procenata konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.12) vidi se da prosečne vrednosti za procenat konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića iznose 35.0%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za procenat konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin od 8.71% (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 55.8%, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za procenat konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin od 14.84% (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da je prosečna vrednost za procenat konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin konzervi od mesa u komadima označenih kao grupa K3 značajno manja sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnom vrednošću za procenat konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin konzervi od mesa u komadima označenih kao grupa O3.

U tabeli 5.2.13. prikazan je sadržaj natrijum hlorida, ukupnog fosfora i nitrita u konzervama proizvedenim od različito hlađenog, u različito vreme *post mortem* otkoštenog i različito salamurenog mesa.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.2.13) se vidi da prosečni sadržaji natrijum hlorida u 100 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 2.48 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj natrijum hlorida od 0.04 g (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 2.50 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj natrijum hlorida od 0.05 g (kuvane šunke

Tabela 5.2.13. Sadržaj natrijum hlorida, ukupnog fosfora i nitrta u konzervama proizvedenim od različito hlađenog, u različito vreme *post mortem* otkoštenog i različito salamurenog mesa

II OGLED	I EKSPERIMENT				II EKSPERIMENT			
	KH		BH		KH		BH	
Postupak hlađenja ¹	Desna		Leva		Desna		Leva	
Polutka trupa	24		24		24		24	
Vreme otkoštavanja <i>post mortem</i> (sati)	40		40		8		24	
N (broj <i>M. semimembranosus</i>)	83.3 : 16.7		83.3 : 16.7		83.3 : 16.7		Ostali mišići	
Odnos – meso : salamura	83.3 : 16.7		83.3 : 16.7		83.3 : 16.7		60 : 40	
Uređaj za mehaničku obradu	Masir kada		Tambler		Tambler		Tambler	
Grupa konzervi	K1		K2		O1		K3	
Aritmetička sredina ± standardna devijacija	$\bar{x} \pm \sigma$		$\bar{x} \pm \sigma$		$\bar{x} \pm \sigma$		$\bar{x} \pm \sigma$	
Sadržaj aditiva								
Sadržaj natrijum hlorida (g/100g)	2.48 ^B ± 0.04		2.50 ^B ± 0.05		2.63 ^A ± 0.07		2.62 ^A ± 0.05	
Sadržaj ukupnog fosfora (g P ₂ O ₅ /100g)	0.67 ^{ABa} ± 0.01		0.66 ^{ABa} ± 0.01		0.64 ^{Bb} ± 0.04		0.69 ^{Aa} ± 0.01	
Sadržaj nitrta (mg/kg)	20 ^B ± 1.60		22 ^{AB} ± 1.05		24 ^A ± 3.54		16 ^C ± 0.58	
							36 ^Y ± 0.86	
							39 ^X ± 1.35	

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

^{ABC, XY} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 99% verovatnoće.

^{ab} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 95% verovatnoće.

salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečni sadržaji natrijum hlorida iznose 2.63 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj natrijum hlorida od 0.07 g (grupa konzervi označena kao O1), i 2.62 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj natrijum hlorida od 0.05 g (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da su prosečni sadržaji natrijum hlorida kuvanih šunki označenih kao grupe K1 i K2 visoko značajno manji sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajima natrijum hlorida kuvanih šunki označenih kao grupe O1 i O2. Ostale razlike između prosečnih sadržaja natrijum hlorida, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.13) vidi se da prosečni sadržaji natrijum hlorida u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 2.75 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj natrijum hlorida od 0.05 g (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 2.64 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj natrijum hlorida od 0.04 g (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da je prosečan sadržaj natrijum hlorida u konzervama od mesa u komadima označenih kao grupa K3 visoko značajno veći sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajem natrijum hlorida u konzervama od mesa u komadima označenih kao grupa O3.

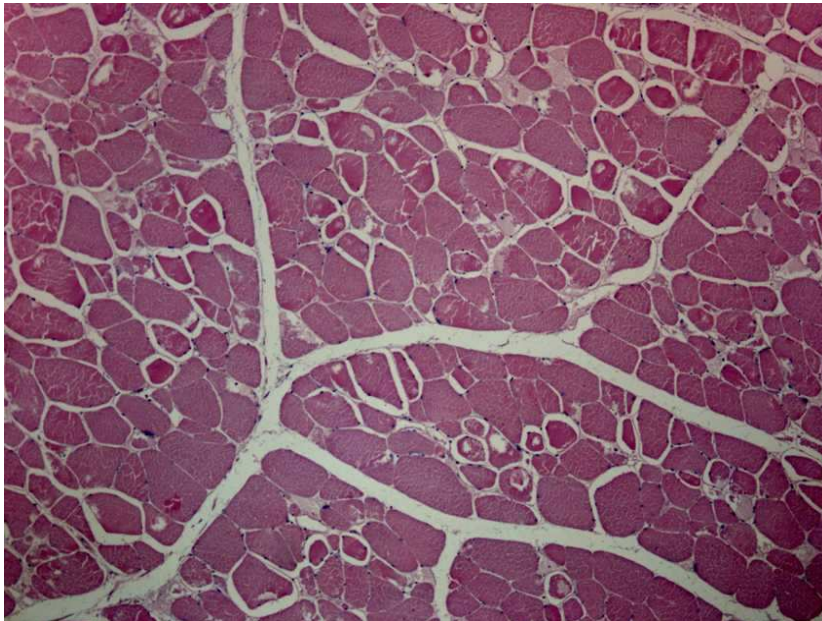
Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.13) vidi da prosečni sadržaji ukupnog fosfora u 100 g kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 0.67 g (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1) i 0.66 g (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), sa identičnom apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnog fosfora od 0.01 g, odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečni sadržaji ukupnog fosfora iznose 0.64 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnog fosfora od 0.04 g (grupa konzervi označena kao O1), i 0.69 g, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnog fosfora od 0.01 g (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečan sadržaj ukupnog fosfora kuvanih šunki označenih kao grupa O1 visoko značajno manji sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajem ukupnog fosfora kuvanih šunki označenih kao grupa O2. Analizom varijanse utvrđeno je, takođe, da su prosečni sadržaji ukupnog fosfora kuvanih šunki označenih kao grupe K1 i K2 značajno veći sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnim sadržajem ukupnog fosfora kuvanih šunki označenih kao grupa O1. Ostale razlike između prosečnih sadržaja ukupnog fosfora, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.13) vidi se da prosečni sadržaji ukupnog fosfora u 100 g konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 0.56 g (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3) i 0.60 g (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3), sa identičnom apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj ukupnog fosfora od 0.01 g. Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da je prosečan sadržaj ukupnog fosfora u konzervama od mesa u komadima označenih kao

grupa K3 visoko značajno manji sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajem ukupnog fosfora u konzervama od mesa u komadima označenih kao grupa O3.

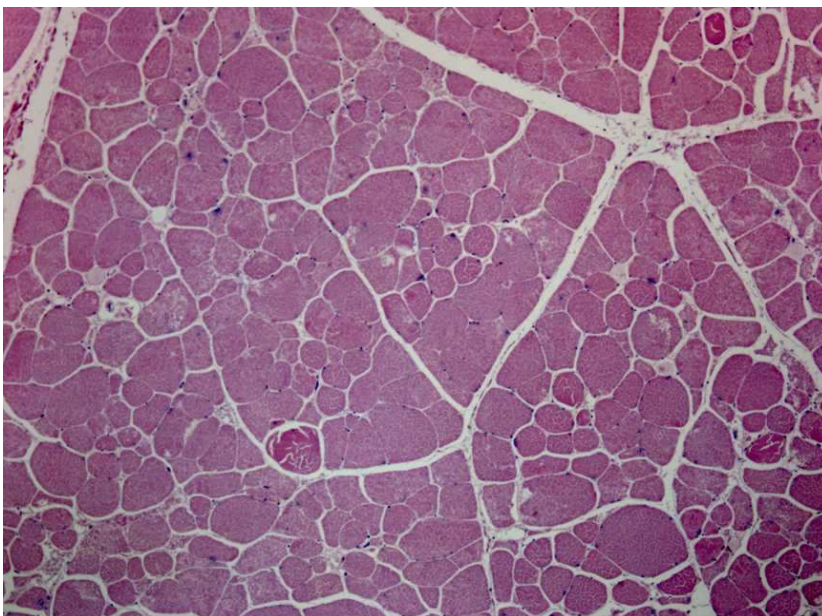
Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.13) vidi se da prosečni sadržaji nitrita u 1 kg kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 20 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj nitrita od 1.60 mg (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 22 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj nitrita od 1.05 mg (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečni sadržaji nitrita iznose 24 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj nitrita od 3.54 mg (grupa konzervi označena kao O1), i 16 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj nitrita od 0.58 mg (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečan sadržaj nitrita kuvanih šunki označenih kao grupa K1 visoko značajno manji sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajem nitrita kuvanih šunki označenih kao grupa O1, odnosno visoko značajno veći sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajem nitrita kuvanih šunki označenih kao grupa O2, zatim da je prosečan sadržaj nitrita kuvanih šunki označenih kao grupa K2 visoko značajno veći sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajem nitrita kuvanih šunki označenih kao grupa O2, dok je prosečan sadržaj nitrita kuvanih šunki označenih kao grupa O1 visoko značajno veći sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajem nitrita kuvanih šunki označenih kao grupa O2. Ostale razlike između prosečnih sadržaja nitrita, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.13) vidi se da prosečni sadržaji nitrita u 1 kg konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 36 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj nitrita od 0.86 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 39 mg, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sadržaj nitrita od 1.35 mg (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da je prosečan sadržaj nitrita u konzervama od mesa u komadima označenih kao grupa K3 visoko značajno manji sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sadržajem nitrita u konzervama od mesa u komadima označenih kao grupa O3.

Na slikama 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3. i 5.2.4. prikazani su rezultati ispitivanja strukture mišića SM iz kuvanih šunki proizvedenih od različito hlađenih, zatim u različito vreme *post mortem* otkoštenih i različito salamurenih mišića.

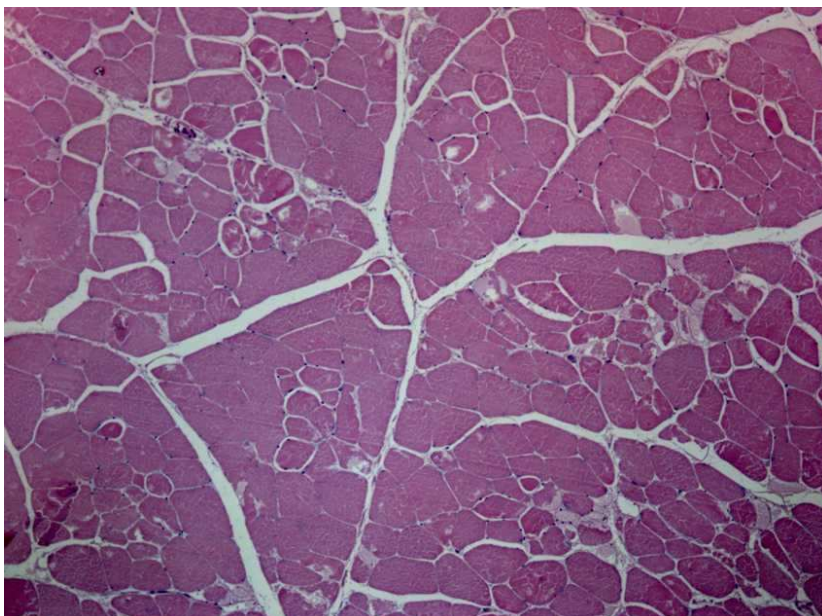
Analiziran je veći broj histoloških preparata (po 6 u svakoj grupi proizvedenih konzervi), odnosno poprečnih preseka kuvanih šunki (mišići SM) i konzervi od mesa u komadima (ostali mišići buta), i utvrđeno je da između različitih preparata kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, koje su izrađene od mišića SM, ostalih mišića buta, koji su hlađeni istom brzinom, zatim koji su otkoštani u isto vreme *post mortem* i koji su salamureni na identičan način, ne postoje razlike. Na prikazanim preparatima (Slike 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3. i 5.2.4) se vidi da su strukture salamurenih mišića SM u gotovim kuvanim šunkama (grupe K1, K2, O1 i O2), nezavisno od brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja, vrlo slične. Ono što je karakteristično za sve prikazane poprečne preseke kuvanih šunki jeste da su mišićna vlakna veoma zbijena, odnosno da između njih ima veoma malo razmaka (ekstracelularnih



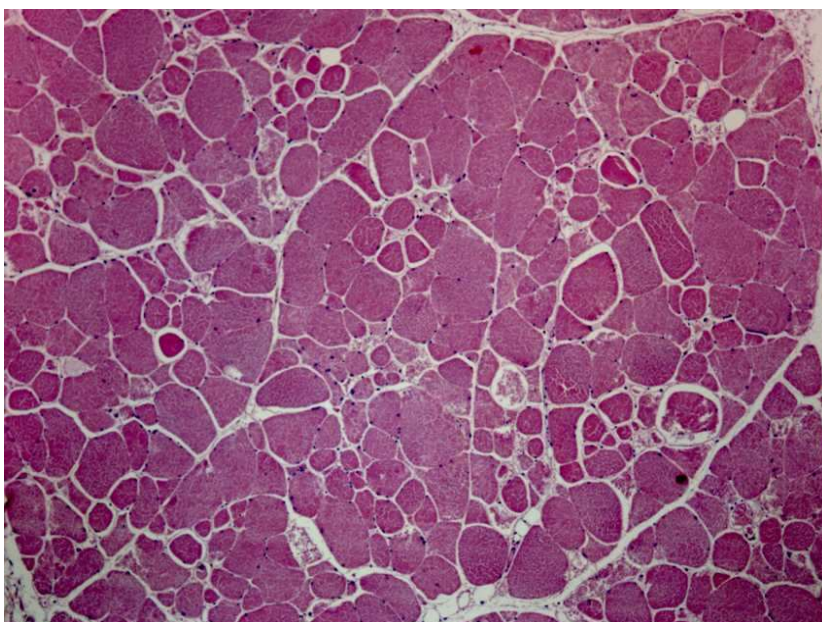
Slika 5.2.1. Poprečni presek *M. semimembranosus* iz kuvane šunke (grupa K1) izrađene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića i mehanički obrađivanih u statičkoj masir kadi (10 x 10)



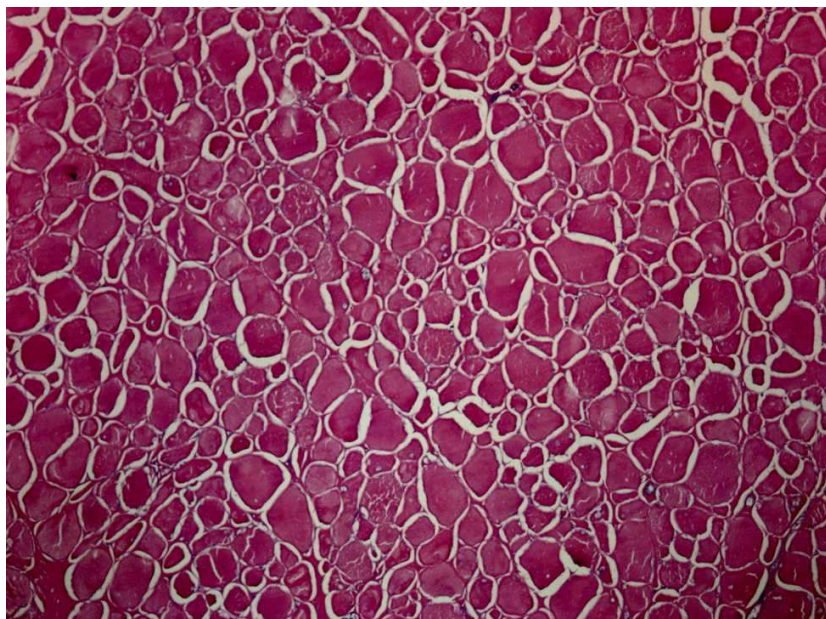
Slika 5.2.2. Poprečni presek *M. semimembranosus* iz kuvane šunke (grupa K2) izrađene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića i mehanički obrađivanih u vakuum tumbleru (10 x 10)



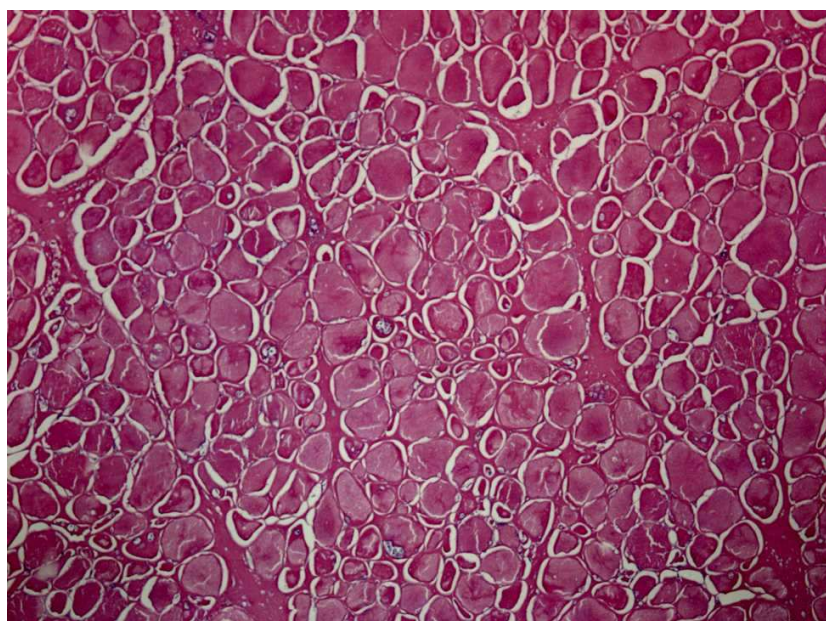
Slika 5.2.3. Poprečni presek *M. semimembranosus* iz kuvane šunke (grupa O1) izrađene od brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića i mehanički obrađivanih u vakuum tumbleru (10 x 10)



Slika 5.2.4. Poprečni presek *M. semimembranosus* iz kuvane šunke (grupa O2) izrađene od brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića i mehanički obrađivanih u vakuum tumbleru (10 x 10)



Slika 5.2.5. Poprečni presek mišića buta iz konzerve od mesa u komadima (grupa K3) izrađene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića i mehanički obrađivanih u vakuum tumbleru (10 x 10)



Slika 5.2.6. Poprečni presek mišića buta iz konzerve od mesa u komadima (grupa O3) izrađene od brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića i mehanički obrađivanih u vakuum tumbleru (10 x 10)

prostora). Takođe, na svim prikazanim histološkim preparatima kuvanih šunki uočava se velika neujednačenost u pogledu dijametra mišićnih vlakana, odnosno mišićna vlakna nisu nabubrela (nisu primila salamuru) u istom stepenu. Na dalje, na prikazanim preparatima (Slike 5.2.5. i 5.2.6) se vidi da su strukture salamurenih ostalih mišića buta u gotovim konzervama od mesa u komadima (grupe K3 i O3) nezavisno od brzine hlađenja polutki i postupka salamurenja, takođe, vrlo slične. Ono što je karakteristično za prikazane poprečne preseke konzervi od mesa u komadima jeste da mišićna vlakna nisu zbijena, odnosno da između njih ima dosta praznih ekstracelularnih prostora, kao i da je jedan deo tih ekstracelularnih prostora ispunjen salamuram, odnosno formiranim gelom. Takođe, na prikazanim histološkim preparatima konzervi od mesa u komadima uočava se velika neujednačenost u pogledu dijametra mišićnih vlakana, odnosno mišićna vlakna nisu nabubrela (nisu primila salamuru) u istom stepenu.

U tabeli 5.2.14. prikazani su rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja na senzorni kvalitet proizvedenih konzervi.

Iz prikazanih rezultata (Tabela 5.2.14) se vidi da prosečne vrednosti za spoljni izgled i stanje ambalaže utvrđene u svim kuvanim šunkama i konzervama od mesa u komadima (I i II eksperiment) iznose 5.00.

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.14) vidi da prosečne vrednosti za izgled i sastav preseka utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 4.32, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za izgled i sastav preseka od 0.08 (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 4.43, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za izgled i sastav preseka od 0.15 (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečne vrednosti za izgled i sastav preseka iznose 4.41, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za izgled i sastav preseka od 0.28 (grupa konzervi označena kao O1), i 4.60, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za izgled i sastav preseka od 0.11 (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za izgled i sastav preseka kuvanih šunki označenih kao grupe K1, K2, O1 i O2 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.14) vidi se da prosečne vrednosti za izgled i sastav preseka utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 3.97, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za izgled i sastav preseka od 0.37 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 3.73, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za izgled i sastav preseka od 0.26 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za izgled i sastav preseka konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečne vrednosti za boju i održivost i uniformnost boje (Tabela 5.2.14) utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 3.71, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za boju i održivost i uniformnost boje od 0.22 (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 3.42, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za boju i održivost i uniformnost boje od 0.34 (kuvane šunke

Tabela 5.2.14. Uticaj brzine hlađenja poluluki, vremena okoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja na senzorni kvalitet proizvedenih konzervi

II OGLED	I EKSPERIMENT				II EKSPERIMENT				
	KH	BH	KH	BH	KH	BH	KH	BH	
Postupak hlađenja ¹	Desna	Leva	Desna	Leva	Desna	Leva	Desna	Leva	
Poluška trupa	24	24	24	24	24	24	24	24	
Vreme okoštavanja <i>post mortem</i> (sati)	40	40	40	40	40	40	40	40	
N (broj <i>M. semimembranosus</i>)	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	83.3 : 16.7	
Odnos – meso : salamura	Masir kada	Tambler	Tambler	Tambler	Masir kada	Tambler	Masir kada	Tambler	
Uredaj za mehaničku obradu	K1	K2	K2	O1	O2	O2	K3	O3	
Grupa konzervi	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	$\bar{x} \pm \sigma$	
Aritmetička sredina ± standardna devijacija									
Senzorni kvalitet									
Spoljni izgled i stanje ambalaže (skala od 1 do 5)	5.00 ± 0.00	5.00 ± 0.00	5.00 ± 0.00	5.00 ± 0.00	5.00 ± 0.00	5.00 ± 0.00	5.00 ± 0.00	5.00 ± 0.00	
Izgled i sastav preseka (skala od 1 do 5)	4.32 ± 0.08	4.43 ± 0.15	4.43 ± 0.15	4.41 ± 0.28	4.60 ± 0.11	4.60 ± 0.11	3.97 ± 0.37	3.73 ± 0.26	
Boja i održivost i uniformnost boje (skala od 1 do 5)	3.71 ^B ± 0.22	3.42 ^B ± 0.34	3.42 ^B ± 0.34	4.25 ^A ± 0.25	4.29 ^A ± 0.25	4.29 ^A ± 0.25	3.50 ± 0.29	3.25 ± 0.25	
Miris i ukus (skala od 1 do 5)	4.25 ^{ab} ± 0.29	4.71 ^{ab} ± 0.17	4.71 ^{ab} ± 0.17	4.75 ^{ab} ± 0.20	4.54 ^{ab} ± 0.17	4.54 ^{ab} ± 0.17	3.96 ± 0.37	4.00 ± 0.32	
Sočnost (skala od 1 do 5)	4.03 ^D ± 0.16	4.71 ^B ± 0.19	4.71 ^B ± 0.19	5.00 ^A ± 0.00	4.45 ^C ± 0.18	4.45 ^C ± 0.18	3.49 ± 0.21	3.46 ± 0.17	
Mekoća (skala od 1 do 5)	3.96 ^B ± 0.27	4.25 ^{ab} ± 0.20	4.25 ^{ab} ± 0.20	4.54 ^A ± 0.17	4.25 ^{ab} ± 0.20	4.25 ^{ab} ± 0.20	3.41 ± 0.19	3.37 ± 0.13	
Ponderisana ocena ukupnog senzornog kvaliteta	4.15	4.33	4.33	4.60	4.50	4.50	3.85	3.75	

¹ KH – konvencionalno hlađenje; BH – brzo hlađenje.

^{abcD} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 99% verovatnoće.

^{ab} Razlike između aritmetičkih sredina su značajne sa 95% verovatnoće.

salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hladjenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečne vrednosti za boju i održivost i uniformnost boje iznose 4.25 (grupa konzervi označena kao O1) i 4.29 (grupa konzervi označena kao O2), sa identičnom apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za boju i održivost i uniformnost boje od 0.25. Analizom varijanse utvrđeno je, da su prosečne vrednosti za boju i održivost i uniformnost boje kuvanih šunki označenih kao grupe K1 i K2 visoko značajno manje sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim vrednostima za boju i održivost i uniformnost boje kuvanih šunki označenih kao grupe O1 i O2. Ostale razlike između prosečnih vrednosti za boju i održivost i uniformnost boje, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.14) vidi se da prosečne vrednosti za boju i održivost i uniformnost boje utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hladjenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 3.50, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za boju i održivost i uniformnost boje od 0.29 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 3.25, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za boju i održivost i uniformnost boje od 0.25 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za boju i održivost i uniformnost boje konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečne vrednosti za miris i ukus (Tabela 5.2.14) utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hladjenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 4.25, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za miris i ukus od 0.29 (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 4.71, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za miris i ukus od 0.17 (kuvane šunke salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hladjenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečne vrednosti za miris i ukus iznose 4.75, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za miris i ukus od 0.20 (grupa konzervi označena kao O1), i 4.54, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za miris i ukus od 0.17 (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečna vrednost za miris i ukus kuvanih šunki označenih kao grupa K1 visoko značajno manja sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim vrednostima za miris i ukus kuvanih šunki označenih kao grupe K2 i O1. Analizom varijanse utvrđeno je, takođe, da je prosečna vrednost za miris i ukus kuvanih šunki označenih kao grupa K1 značajno manja sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnom vrednošću za miris i ukus kuvanih šunki označenih kao grupa O2. Ostale razlike između prosečnih vrednosti za miris i ukus, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.14) vidi se da prosečne vrednosti za miris i ukus utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hladjenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 3.96, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za miris i ukus od 0.37 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 4.00, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za miris i ukus od 0.32 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem

aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za miris i ukus konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Prosečne vrednosti za sočnost (Tabela 5.2.14) utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 4.03, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sočnost od 0.16 (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 4.71, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sočnost od 0.19 (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečne vrednosti za sočnost iznose 5.00, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sočnost od 0.00 (grupa konzervi označena kao O1), i 4.45, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sočnost od 0.18 (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečna vrednost za sočnost kuvanih šunki označenih kao grupa K1 visoko značajno manja sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim vrednostima za sočnost kuvanih šunki označenih kao grupe K2, O1 i O2, zatim da je prosečna vrednost za sočnost kuvanih šunki označenih kao grupa K2 visoko značajno manja sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnom vrednošću za sočnost kuvanih šunki označenih kao grupa O1, odnosno da je visoko značajno veća sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnom vrednošću za sočnost kuvanih šunki označenih kao grupa O2, dok je prosečna vrednost za sočnost kuvanih šunki označenih kao grupa O1 visoko značajno veća sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnom vrednošću za sočnost kuvanih šunki označenih kao grupa O2. Ostale razlike između prosečnih vrednosti za sočnost, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.14) vidi se da prosečne vrednosti za sočnost utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 3.49, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sočnost od 0.21 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 3.46, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za sočnost od 0.17 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za sočnost konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Dalje se iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.14) vidi da prosečne vrednosti za mekoću utvrđene u kuvanim šunkama (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 3.96, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 0.27 (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1), i 4.25, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 0.20 (kuvane šunke salamurene u vakuum tamberu – grupa konzervi označena kao K2), odnosno u kuvanim šunkama koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tamberu, prosečne vrednosti za mekoću iznose 4.54, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 0.17 (grupa konzervi označena kao O1), i 4.25, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 0.20 (grupa konzervi označena kao O2). Analizom varijanse utvrđeno je, da je prosečna vrednost za mekoću kuvanih šunki označenih kao grupa K1 visoko značajno manja sa 99% verovatnoće ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnom vrednošću za mekoću kuvanih šunki označenih kao grupa O1. Ostale razlike između prosečnih vrednosti za mekoću, različito proizvedenih kuvanih šunki, nisu značajne, ni sa 99, ni sa

95% verovatnoće ($P > 0.05$). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.14) vidi se da prosečne vrednosti za mekoću utvrđene u konzervama od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hladjenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 3.41, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 0.19 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3), i 3.37, sa apsolutnom disperzijom pojedinačnih vrednosti za mekoću od 0.13 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3). Ocenom i testiranjem aritmetičkih sredina (nezavisan t-test) utvrđeno je, da se prosečne vrednosti za mekoću konzervi od mesa u komadima označenih kao grupe K3 i O3 značajno ne razlikuju, ni sa 99, ni sa 95% verovatnoće ($P > 0.05$).

Na dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.14) vidi se da prosečne ponderisane ocene ukupnog senzornog kvaliteta kuvanih šunki (I eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno hladjenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznose 4.15 (kuvane šunke salamurene u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K1) i 4.33 (kuvane šunke salamurene u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao K2), odnosno kod kuvanih šunki koje su proizvedene od brzo hladjenih i 24 sata i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su salamureni u vakuum tambleru, prosečne ponderisane ocene ukupnog senzornog kvaliteta kuvanih šunki iznose 4.60 (grupa konzervi označena kao O1) i 4.50 (grupa konzervi označena kao O2). Dalje, iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.14) vidi se da prosečne ponderisane ocene ukupnog senzornog kvaliteta konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), koje su proizvedene od konvencionalno i brzo hladjenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih ostalih mišića buta iznose 3.85 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u statičkoj masir kadi – grupa konzervi označena kao K3) i 3.75 (konzerve od mesa u komadima salamurenog u vakuum tambleru – grupa konzervi označena kao O3).

6. DISKUSIJA

Osnovni zadatak ovog rada je bio da se utvrdi uticaj brzog hlađenja polutki, vremena otkoštavanja polutki *post mortem*, nakon brzog hlađenja, i postupka salamurenja različito hlađenog i u različito vreme *post mortem* otkoštenog svinjskog mesa na kvalitet i bezbednost kuvane šunke, odnosno postavljen je zadatak razvoja novog proizvodnog procesa kuvane šunke koji će počivati na značajnoj racionalizaciji tehnološkog postupka, a čime bi se ostvarila i određena ekonomska dobit, uz postizanje traženog – vrhunskog tehnološkog, nutritivnog i senzornog kvaliteta, kao i zdravstvene bezbednosti u skladu sa zahtevima koji su sadržani u programu analize rizika i kontroli kritičnih tačaka (HACCP).

Da bi ovako postavljeni zadatak dao očekivane rezultate najpre je ispitan uticaj brzog hlađenja polutki i vremena otkoštavanja polutki *post mortem*, nakon brzog hlađenja, na kvalitet i bezbednost sirovine (svinjskog mesa) namenjene izradi ovog proizvoda (kuvane šunke, odnosno konzervi od mesa u komadima).

Osnovna činjenica od koje se pošlo u ovim istraživanjima je dobro poznata uloga vrednosti pH i brzine promene (pada) vrednosti pH *post mortem*, zajedno sa temperaturom i njenim padom, na kvalitet mesa (Honikel, 1999a).

Razmotrimo, zato, najpre, uticaj primenjenih režima hlađenja na brzinu pada temperature u dubini buta polutki, blizu femura, (najtoplija tačka) i brzinu pada vrednosti pH u mišićima SM.

Iz rezultata iznetih u Tabelama 5.1.1. (I Ogled) i 5.2.1. (II Ogled) vidi se da je na kraju linije klanja, odnosno oko 30 minuta *post mortem*, i u desnim i u levim polutkama, izmerena viša prosečna inicijalna temperatura od telesne temperature svinja (39.2°C; Honikel, 2002), ali i od 40.0°C, koliko se traži za svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj (Honikel, 1999a), odnosno, pre početka hlađenja, u I Ogledu, i kod desnih i kod levih polutki, izmerene su identične prosečne temperature, u dubini butova, blizu femura, od 41.6°C, dok su u II Ogledu izmerene prosečne temperature od 41.5°C (dubina buta desnih polutki) i od 41.4°C (dubina buta levih polutki). Na osnovu inicijalnih prosečnih temperatura može se konstatovati da su svinje dospеле na klanje pod stresom, kao i da se operacije predklanja, odnosno dogon svinja koridorom iz depoa do mesta omamljivanja, način omamljivanja i iskrvarenja, u IM "Neoplanta", ne obavljaju u duhu dobre proizvođačke prakse (DPP), odnosno dobrobiti životinja (Honikel, 1999a; Honikel, 2002). Sa druge strane, hlađenje svih polutki je započeto 30 – 45 minuta *post mortem*, odnosno u prvih sat vremena *post mortem*, što je značajno kako zbog higijenskog tako i zbog tehnološkog kvaliteta. Naime, zbog opasnosti od kvarenja, hlađenje mesa je neophodno započeti što je moguće pre nakon iskrvarenja, a mora biti dovoljno brzo (Rede i Petrović, 1997; Honikel, 1999a; USDA – FSIS, 1999a; Huff-Lonergan i Page, 2001), u protivnom mogu se na mesu razmnožavati tehnološki i zdravstveno nepoželjne vrste mikroorganizama (Bem i Adamič, 1991). Isto tako, najveće promene na proteinima dešavaju se u prvih sat vremena *post mortem* kada zbog kombinacije niske vrednosti pH i visoke temperature dolazi do obimne denaturacije proteina, sa negativnim konsekvencama na

kvalitet mesa (Wisner-Pedersen, 1959; Briskey, 1964; Borchert i Briskey, 1964; Offer, 1991; Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998; Huff-Lonergan i Page, 2001).

Daljom analizom rezultata prikazanih u Tabelama 5.1.1. (I Ogled) i 5.2.1. (II Ogled) vidi se da je kod konvencionalno hlađenih desnih polutki (butova), koje su hlađene na temperaturi od 2 do 4°C, sa brzinom strujanja vazduha od 2 m/s, 4 sata *post mortem* utvrđena prosečna temperatura od 32.7°C (I Ogled), dok je kod brzo hlađenih levih polutki, u isto vreme *post mortem*, odnosno nakon završenog brzog hlađenja u tunelu za smrzavanje (3 sata na -31°C, sa brzinom strujanja vazduha od 5 m/s), u poređenju sa konvencionalno hlađenim desnim polutkama, utvrđena visoko značajno niža temperatura ($P < 0.01$) i to za prosečno 7.0°C. Kako je hlađenje odmicalo razlika u prosečnim temperaturama, izmerenim u dubini buta, između konvencionalno i brzo hlađenih polutki se povećavala i pored činjenice da su nakon završenog brzog hlađenja desne polutke pregurane u komoru za uravnotežavanje temperature, na temperaturu od 2 do 4°C, sa brzinom strujanja vazduha od 0.5 m/s. Šest sati *post mortem* razlika u prosečnim temperaturama, središta buta, između različito hlađenih polutki (butova) je iznosila 11.2°C ($P < 0.01$; I Ogled), odnosno 8 sati *post mortem* ta razlika je iznosila 12.9°C ($P < 0.01$; I Ogled) i 11.4°C ($P < 0.01$; II Ogled). Iz prikazanih rezultata se vidi, da je brzina hlađenja uticala i na konačnu temperaturu, odnosno na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*), takođe je utvrđena visoko značajna razlika u prosečnim temperaturama ($P < 0.01$), izmerenim u dubini buta, različito hlađenih polutki, iako se ta razlika smanjila na samo 1.3°C (I Ogled), odnosno na 2.4°C (II Ogled).

Kod brzo hlađenih polutki, interne temperature u dubini buta niže od 7°C, što predstavlja gornju granicu kada se može započeti otkoštavanje (Council Directive, 64/433/EEC; Gigiel i sar., 1989; Dransfield i sar., 1991; Brown i James, 1992; Honikel, 1999a), dostignute su nešto pre 8 sati *post mortem* (Tabela 5.1.1, I Ogled; Tabela 5.2.1, II Ogled), odnosno 8 sati *post mortem* u dubini butova brzo hlađenih polutki izmerene su prosečne temperature od 6.2°C (I Ogled) i 6.5°C (II Ogled). Prosečne temperature niže od 7°C utvrđene su i u butovima konvencionalno hlađenih polutki, na kraju hlađenja, odnosno 24 sata *post mortem*, ali te prosečne temperature nisu bile ispod 4°C, koliko se zahteva u našoj zemlji prema Pravilniku o kvalitetu zaklanih svinja i kategorizaciji svinjskog mesa (Službeni list SFRJ, broj 2, 1985, i izmena i dopuna broj 12, 1985. i broj 24, 1986), odnosno ispod 4.4°C koliko se zahteva prema USDA – FSIS opštem HACCP planu za proizvodnju svinjskog mesa (USDA – FSIS, 1999a).

Na bazi aproksimacije (Tabela 5.1.1, I Ogled), može se konstatovati da je i pored nešto više prosečne inicijalne temperature, brzim hlađenjem polutki, do 4 sata *post mortem*, kod brzo hlađenih polutki ostvarena tražena brzina pada temperature koja se zahteva za sertifikovano svinjsko meso u Nemačkoj (Honikel, 1999a). Naime, za sertifikovano svinjsko meso u Nemačkoj (Honikel, 1999a) traži se da 4 sata *post mortem* temperatura u mišićima SM bude ispod 22°C, a u prezentiranim istraživa njima 4 sata *post mortem* u dubini buta utvrđena je temperatura od 25.7°C (I Ogled). Sa druge strane, takođe, na bazi aproksimacije, može se pretpostaviti da taj zahtev nije ostvaren kod konvencionalno hlađenih polutki, gde je utvrđena prosečna temperatura u dubini buta od 32.7°C (I Ogled), što sve zajedno ukazuje da je hlađenje polutki svinja u IM "Neoplanta" neadekvatno, odnosno da je veoma sporo. Na žalost, sličnu aproksimaciju je teško uraditi i za vreme od 90 minuta *post mortem* kada se za sertifikovano svinjsko meso u Nemačkoj (Honikel, 1999a) zahteva da temperatura u mišićima SM bude manja od 36°C, kako bi se obezbedio "normalni" kvalitet svinjskog mesa, odnosno ne može se zaključiti da li je ostvaren traženi pad temperature.

Značajno brži pad temperature u dubini buta kod brzo hlađenih polutki, u poređenju sa konvencionalno hlađenim polutkama, u prvih nekoliko sati *post mortem* utvrđen je u svim ispitivanjima u

kojima je ispitivan uticaj ubrzanog vazdušnog hlađenja na kvalitet svinjskog mesa, odnosno mesa buta (Gigiel i sar., 1989; Dransfield-a i sar., 1991; Zagorac, 1994; Van der Wal i sar., 1995; Josell i sar., 2003; Hambrecht i sar., 2004), s tim da je u nekim ispitivanjima (Jones i sar., 1993; Milligan i sar., 1998; Kerth i sar., 2001; Springer i sar., 2003) utvrđena značajno manja prosečna temperatura kod brzo hlađenih polutki, u poređenju sa konvencionalno hlađenim polutkama, i na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*). Okanović (1993) je primenom nešto manje brzine hlađenja (2 sata na -30°C), nego u ovom radu, kod brzo hlađenih polutki 6 sati *post mortem* u dubini buta utvrdio prosečnu temperaturu od 12.4°C , a 8 sati *post mortem* prosečna temperatura je iznosila 10.5°C .

Dakle, može se konstatovati da je u ovim istaživanjima primenjenim režimom brzog hlađenja značajno skraćeno vreme hlađenja polutki svinja, u poređenju sa vremenom konvencionalnog hlađenja polutki svinja i to za gotovo 16 sati, odnosno posmatrano sa mikrobiološkog aspekta (temperatura u dubini buta manja od 7°C) otkoštavanje, a samim tim i prerada mesa, može započeti već nakon 8 sati *post mortem*, što je i bio jedan od postavljenih zadataka ovih istraživanja. Dobijeni rezultati u saglasnosti su sa rezultatima, odnosno mišljenjima, drugih autora koji su takođe utvrdili da se ubrzanim hlađenjem skraćuje vreme hlađenja, odnosno proces proizvodnje svinjskog mesa (Gigiel i sar., 1989; Dransfield i sar., 1991; Okanović, 1993; Savell i sar., 2005), što dovodi do mogućnosti započinjanja prerade mesa ranije *post mortem* (Okanović, 1993; Petrović i sar., 1997; Okanović i sar., 1998).

I pored dostignutih 7°C u najtoplijoj tački u polutkama (dubina buta), a što je važno zbog činjenice da se na ovoj i nižim temperaturama značajno smanjuje rast i razmnožavanje mikroorganizama opasnih po zdravlje ljudi (Honikel, 1999a), da bi se dobio kompletan odgovor kada je u pitanju mikrobiološki kvalitet različito hlađenog i u različito vreme *post mortem* otkoštenog mesa, važno je analizirati utvrđeni mikrobiološki kvalitet polutki, odnosno proizvedenog mesa (Tabela 5.2.2, II Oglad).

Analizom rezultata prikazanih u tabeli 5.2.2. (II Oglad) u kojoj je prikazan mikrobiološki kvalitet površine polutki, vidi se da je 2 sata *post mortem* kod konvencionalno hlađenih polutki, na površini polutki utvrđen manji prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija i manji prosečan ukupan broj *Enterobacteriaceae*, od maksimalno dozvoljenog (ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija $< 4.0 \log$ "cfu"/ cm^2 i ukupan broj *Enterobacteriaceae* $< 2.0 \log$ "cfu"/ cm^2), koji je propisan, za polutke svinja nakon obrade polutki, ali pre hlađenja, i to Regulativom Evropske Unije broj 2073/2005 [Commission Regulation (EC) No 2073/2005], odnosno manji prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija koji je propisan za polutke svinja 2 sata *post mortem*, za svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj (Honikel, 1999a). Manji prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija i manji prosečan ukupan broj *Enterobacteriaceae*, od maksimalno dozvoljenog koji je propisan Regulativom Evropske Unije broj 2073/2005 [Commission Regulation (EC) No 2073/2005] za polutke svinja, nakon obrade polutki, ali pre hlađenja, i za svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj (Honikel, 1999a), prema kojem ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija i ukupan broj *Enterobacteriaceae* na površini polutki na kraju hlađenja, odnosno 24 sata *post mortem*, mora biti manji od 10^4 (ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija), odnosno manji od 10^2 (ukupan broj *Enterobacteriaceae*), utvrđen je, i na kraju konvencionalnog i na kraju brzog hlađenja, odnosno i 24 i 8 sati *post mortem*. Važno je istaći, da je kod konvencionalno hlađenih polutki na kraju hlađenja, odnosno 24 sata *post mortem*, utvrđen visoko značajno veći ($P < 0.01$) prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, u poređenju sa prosečnim ukupnim brojem aerobnih mezofilnih bakterija koji je utvrđen kod konvencionalno hlađenih polutki 2 sata *post mortem*. Takođe, prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, utvrđen 24

sata *post mortem*, kod konvencionalno hlađenih polutki, bio je visoko značajno veći ($P < 0.01$) i u poređenju sa brzo hlađenim polutkama koje su rasecane i otkoštene 24, odnosno 8 sati *post mortem*, dok je prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija utvrđen 2 sata *post mortem* kod konvencionalno hlađenih polutki i prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija utvrđen 24 sata *post mortem*, odnosno 8 sati *post mortem*, kod brzo hlađenih polutki, bio na istom nivou ($P > 0.05$). Dalje, može se konstatovati da se prosečan ukupan broj *Enterobacteriaceae* tokom konvencionalnog i brzog hlađenja visoko značajno, odnosno značajno smanjivao ($P < 0.01$; $P < 0.05$), odnosno smanjivao se sa produženjem hlađenja, ali i sa intenziviranjem hlađenja, tako da je najveći prosečan ukupan broj *Enterobacteriaceae* utvrđen 2 sata *post mortem* kod konvencionalno hlađenih polutki, zatim nešto manji 8 sati *post mortem* kod brzo hlađenih polutki, još manji 24 sata *post mortem* kod konvencionalno hlađenih polutki i najmanji 24 sata *post mortem* kod brzo hlađenih polutki. Na osnovu ovih rezultata može se konstatovati da je tokom konvencionalnog hlađenja došlo do povećanja ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija, ali i da je utvrđeni prosečni ukupni broj aerobnih mezofilnih bakterija i utvrđeni prosečni ukupni broj *Enterobacteriaceae*, kod svih ispitanih grupa polutki, odnosno različito hlađenih polutki, bio manji od maksimalno dozvoljenog. Dobijene rezultate, svakako, treba tumačiti samo kao indikatore površinske higijene, odnosno higijene procesa proizvodnje mesa, s obzirom da se brisevi, u različitim vremenima *post mortem*, nisu uzimali sa istih polutki, kao i zbog činjenice da se metodom brisa, koja je primenjena u ovom radu, uklanja samo deo [često 20% ili manje (Commission Decision 2001/471/EC)] ukupne mikroflore koja se nalazi na površini polutki, odnosno prema Reid-u i sar. (2002) metodom brisa se sakupi od 1 do 89% mikroflore polutki, u poređenju sa destruktivnom metodom. Na dalje, broj polutki na kojima je utvrđeno prisustvo *Salmonella* spp. daleko je veći (na 3 od 6 polutki i to kod svih ispitanih grupa različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih polutki) od maksimalno dozvoljenog (na maksimalno 5 od 50) koji je propisan Regulativom Evropske Unije broj 2073/2005 [Commission Regulation (EC) No 2073/2005]. Sve ovo ukazuje da je u IM "Neoplanta" neophodno poboljšanje higijene klanja i procesne kontrole, provera porekla životinja, kao i provera biosigurnosnih mera na farmama. Takođe, u IM "Neoplanta" neophodno je i poboljšanje konvencionalnog hlađenja. Međutim, sa stanovišta bezbednosti proizvedenog mesa, namenjenog izradi kuvane šunke, odnosno konzervi od mesa u komadima, može se konstatovati da je mikrobiološki kvalitet proizvedenog mesa (mišića SM), nezavisno od brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, dobar (Tabela 5.2.3, II Ogled), odnosno da je prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija kod svih grupa proizvedenog mesa (mišići SM) značajno manji od 1000 "cfu"/g (čak manji od 100 "cfu"/g), koliko se zahteva prema Pravilniku o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Službeni list SRJ, broj 26, 1993. i izmena i dopuna broj 53, 1995. i broj 46, 2002), odnosno manji od 5×10^5 "cfu"/g, koliko se zahteva prema Regulativi Evropske Unije broj 2073/2005 [Commission Regulation (EC) No 2073/2005], odnosno za svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj (Honikel, 1999a). Na osnovu rezultata za prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija koji je utvrđen u proizvedenom mesu, može se konstatovati da se on smanjuje sa produženjem hlađenja, ali i sa intenziviranjem hlađenja, odnosno numerički najveći prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija utvrđen je kod konvencionalno hlađenog mesa koje je otkoštено 24 sata *post mortem*, zatim nešto manji kod brzo hlađenog mesa koje je otkoštено 8 sati *post mortem* i najmanji kod brzo hlađenog mesa koje je otkoštено 24 sata *post mortem*, s tim da utvrđene razlike nisu značajne ($P > 0.05$). Takođe, u proizvedenom mesu nije detektovano prisustvo *Enterobacteriaceae*, odnosno patogenih i uslovno patogenih mikroorganizama iz porodice *Enterobacteriaceae*: *Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*, što je takođe u skladu sa zahtevima za svinjsko meso sa sertifikatom u Nemačkoj (Honikel, 1999a), odnosno sa

Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Službeni list SRJ, broj 26, 1993. i izmena i dopuna broj 53, 1995. i broj 46, 2002), kao i sa Regulativom Evropske Unije broj 2073/2005 [Commission Regulation (EC) No 2073/2005], u delu u kojem je mikrobiološki kvalitet mesa ispitan.

Na kraju analize mikrobiološkog kvaliteta, na osnovu koje je utvrđeno da se tokom konvencionalnog hlađenja značajno povećava ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija na površini polutki, iako je on manji od maksimalno dozvoljenog i iako je to samo indikator površinske higijene (primenjena metoda brisa), može se konstatovati da je utvrđeni mikrobiološki kvalitet u saglasnosti sa rezultatima drugih autora (Gill i Jones, 1997; Bolton i sar., 2002 – Final Report, Project RMIS No. 4667; Pearce i sar., 2004) koji su takođe utvrdili povećanje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija na površini polutki tokom konvencionalnog hlađenja, što samo još jednom potvrđuje da je operacija hlađenja u programu analize rizika i kontroli kritičnih tačaka (HACCP) sa opravdanim razlogom identifikovana kao kritična kontrolna tačka (USDA – FSIS, 1999a; Bolton i sar., 2002 – Final Report, Project RMIS No. 4667). Rezultati mikrobiološkog kvaliteta utvrđeni u ovom radu u saglasnosti su sa rezultatima drugih autora, odnosno sa rezultatima Gigiel i sar. (1989) i Chang i sar. (2003) koji takođe nisu utvrdili značajnu razliku u ukupnom broju aerobnih mezofilnih bakterija na površini različito (konvencionalno i brzo) vazdušno hlađenih polutki, odnosno sa rezultatima Ingram-a i Roberts-a (1976) koji su utvrdili konzistentno smanjenje populacija *Enterobacteriaceae* nakon brzog vazdušnog hlađenja, u poređenju sa stanjem pre hlađenja, odnosno u suprotnosti su sa rezultatima Jensen-a i Christensen-a (2000) koji su brzim vazdušnim hlađenjem polutki svinja utvrdili značajno smanjenje broja *Salmonella* spp. pozitivnih polutki. Gill i sar. (2000) su u ispitivanjima uticaja različitih tehnoloških postupaka obrade trupova svinja na liniji klanja i postupaka hlađenja (brzo vazdušno hlađenje i sprej hlađenje ili njihova kombinacija) u osam različitih klanica, utvrdili da tokom hlađenja, na površini polutki, dolazi do značajnog povećanja, značajnog smanjenja ili ostaje nepromenjen broj ukupnih aerobnih mezofilnih bakterija. U pogledu mikrobiološkog kvaliteta proizvedenog mesa dobijeni rezultati su u saglasnosti sa rezultatima Zagorac (1994) prema kojima je u mišićima buta sa konvencionalno hlađenih polutki, u poređenju sa mišićima buta sa brzo vazdušno hlađenih polutki utvrđen nešto veći ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, ali manji od maksimalno dozvoljenog broja, s tim da prisustvo patogenih mikroorganizama, takođe, nije detektovano, dok su rezultati utvrđeni u ovim istraživanjima u suprotnosti sa rezultatima Okanović-a (1993) prema kojima je najveći broj (više od dozvoljenog broja) ukupnih aerobnih mezofilnih bakterija utvrđen u uzorcima brzo vazdušno hlađenih mišića SM otkoštenih 6 sati post mortem, zatim nešto manji (više od dozvoljenog broja) u uzorcima brzo vazdušno hlađenih mišića SM otkoštenih 8 sati post mortem, a značajno manji (manje od dozvoljenog broja) u uzorcima konvencionalno hlađenih mišića SM otkoštenih 24 sata post mortem, s tim da prisustvo patogenih mikroorganizama, takođe, nije detektovano.

Iako je dobro poznata činjenica da brzina hlađenja polutki i vreme otkoštavanja *post mortem* ne utiču na prisustvo, odnosno količinu rezidua i kontaminenata u proizvedenom mesu, u ovom radu je, u cilju uspostavljanja monitoringa rezidua i kontaminenata u procesu proizvodnje svinjskog mesa, koje je u ovim istraživanjima bilo namenjeno preradi, ispitano prisustvo rezidua i kontaminenata, kako bi se zajedno sa rezultatima mikrobiološkog kvaliteta proizvedenog mesa utvrdila zdravstvena bezbednost mesa, odnosno mogućnost izrade zdravstveno bezbednog proizvoda (Tabele 5.2.4a, 5.2.4b, 5.2.4c. i 5.2.4d, II Oglad).

Rezultati dobijeni ispitivanjem prisustva rezidua i kontaminenata (Tabele 5.2.4a, 5.2.4b, 5.2.4c. i 5.2.4d, II Oglad), koje su u ovom radu klasifikovane prema Direktivi Evropske Unije broj 96/23/EC (Council Directive 96/23/EC), ukazuju da sve ispitane supstance, odnosno njihove rezidue, nezavisno od toga da li je

primena tih supstanci zabranjena (grupa A) ili je za te supstance propisana maksimalno dozvoljena količina (grupa B), nisu prisutne u ispitanim matriksima u količini koja je veća od granice detekcije za primenjene metode određivanja, osim žive (Hg), ali je njeno prisustvo znatno manje od maksimalno dozvoljene količine. Dakle, u pogledu prisustva rezidua i kontaminenata, proizvedeno meso je u skladu sa Pravilnikom o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama (Službeni list SRJ, broj 5, 1992. i ispravka broj 11, 1992. i izmena broj 32, 2002), u delu u kojem je taj kvalitet ispitan, a to znači da je i u skladu sa Evropskom Regulativom, s obzirom da su Evropskom Regulativom propisane veće maksimalno dozvoljene količine rezidua, za rezidue čije je prisustvo dozvoljeno (grupa B), u poređenju sa nacionalnom Regulativom.

Na osnovu prethodne analize rezultata mikrobiološkog kvaliteta proizvedenog mesa i analize rezultata određivanja prisustva rezidua i kontaminenata, može se konstatovati da je proizvedeno meso, koje je u ovim istraživanjima namenjeno daljoj preradi, u proizvod vrhunskog kvalitet namenjenog izvozu, nezavisno od brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, zdravstveno bezbedno, što je i bio jedan od osnovnih zadataka koji je trebalo ostvariti u okviru ove disertacije.

Iz rezultata prikazanih u istim tabelama u kojima je prikazan pad temperature tokom hlađenja (Tabela 5.1.1, I Oglad; Tabela 5.2.1, II Oglad) vidi se da na kraju linije klanja, odnosno 30 minuta *post mortem*, između prosečnih inicijalnih vrednosti pH, koje su izmerene u mišićima SM na polutkama koje su potom usmerene na različito hlađenje, nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$; I i II Oglad). Gotovo identične inicijalne prosečne vrednosti pH koje su utvrđene u oba Oglada (6.18 i 6.22, I Oglad; 6.18 i 6.21, II Oglad) prvenstveno se mogu objasniti činjenicom da su sva grla poticala sa iste farme, da su bila istog genotipa, odnosno da su svi premortalni uslovi bili identični, kao i činjenicom da su ispitivanja sukcesivno izvođenja u kratkom vremenskom periodu. Takođe, važno je konstatovati da, i pored nešto viših prosečnih inicijalnih temperatura, ni jedna pojedinačna izmerena inicijalna vrednost pH nije bila ispod 5.8, odnosno da ni jedan mišić SM prema kriterijumu za vrednost pH nije bio potencijalno BMV kvaliteta (Wisner-Pedersen, 1959; Müller, 1989; Feldhusen i Kuhne, 1992; Garrido i sar. 1994; Honikel, 1999a; Toldra i Flores, 2000; Tomović, 2002; Džinić, 2005). Međutim, brzo hlađenje polutki značajno je uticalo na usporavanje pada vrednosti pH u mišićima SM i to u oba Oglada. U I Ogladu 8 sati *post mortem* u mišićima SM na brzo hlađenim polutkama utvrđena je prosečna vrednost pH od 6.02, odnosno utvrđena je za 0.14 jedinica značajno viša prosečna vrednost pH ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnom vrednošću pH koja je utvrđena kod mišića SM na konvencionalno hlađenim polutkama. U isto vreme *post mortem*, odnosno 8 sati *post mortem*, u II Ogladu utvrđena je čak nešto veća razlika, odnosno visoko značajno veća razlika između prosečnih vrednosti pH u mišićima SM, na različito hlađenim polutkama, i to od 0.15 jedinica ($P < 0.01$). Slična razlika u brzini pada vrednosti pH između mišića SM na konvencionalno i brzo hlađenim polutkama prvenstveno se može objasniti sa prosečnim inicijalnim vrednostima pH, kao i sa identičnim uslovima konvencionalnog i brzog hlađenja koji su primenjeni u oba Oglada, a što je i bio cilj.

U momentu rasecanja polovine brzo hlađenih polutki, i izdvajanja mišića SM sa tih polutki, u I Ogladu ($N = 20$) utvrđena je prosečna vrednost pH od 6.00 (Tabela 5.1.1), a u II Ogladu ($N = 20$) prosečna vrednost pH je iznosila 5.94 (Tabela 5.2.1). U tom trenutku (8 sati *post mortem*) vrednost pH mišića SM je još uvek bila visoka, odnosno mišići su tek ušli u *rigor mortis* fazu, s obzirom da prema različitim autorima *rigor mortis* počinje pri različitim vrednostima pH, s tim da su te vrednosti za svinjsko meso uvek manje od 6.1 (pH = 6.1 – 5.9, Hamm i sar., 1984; pH < 6.0, James i sar., 1983, Dransfield i Lockyer, 1985; Barton-Gade i sar., 1987; Honikel, 1999b; pH = 5.9 – 5.7, Honikel, 1999a; pH < 5.9, Feldhusen i Kühne, 1992; pH < 5.8, Rees i sar.,

2002). U isto vreme *post mortem*, odnosno 8 sati *post mortem* (Tabela 5.1.1, I Ogled; Tabela 5.2.1, II Ogled), kod mišića SM na konvencionalno hlađenim polutkama utvrđene su prosečne vrednosti pH od 5.88 (I Ogled) i 5.80 (II Ogled), na osnovu čega se može konstatovati da se ovi mišići nalaze u poodmakloj fazi razvoja *rigor mortis-a*.

I pored činjenice da više vrednosti pH skraćuju održivost mesa (Müller, 1989; Honikel, 1999a), prethodna analiza mikrobiološkog kvaliteta, na osnovu koje je konstatovano da proizvedeno meso zadovoljava kriterijume bezbednosti, odnosno da je proizvedeno meso bezbedno za ljudsku ishranu i dalju preradu, kao i činjenice da je jedan od osnovnih zadataka ovih istraživanja bio da se utvrdi mogućnost da se proizvodnja kuvane šunke (konzervi od mesa u komadima) kontinuirano nadoveže na proizvodnju mesa i što je moguće više skрати proces proizvodnje i samim tim dalja opasnost od mikrobiološkog kvara mesa svede na minimum, navode na zaključak da više vrednosti pH, koje su utvrđene kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, mogu samo da pogoduju prerađivačima mesa i to posebno pri izradi kuvane šunke, odnosno konzervi od mesa u komadima, s obzirom da visoke vrednosti pH (vrednosti pH > 5.85) poboljšavaju vezivanje vode (Müller, 1989; Honikel, 1999a; Xargayó, 2007b), odnosno, u ovim istraživanjima, prosečne vrednosti pH koje su utvrđene kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM nalaze se na sredini optimalnog intervala vrednosti pH, za meso koje je namenjeno za izradu kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima (Müller, 1989).

Ranije se smatralo da ubrzano hlađenje polutki nema značajan uticaj ili vrlo malo utiče na krajnju koncentraciju mlečne kiseline, ali da utiče na smanjenje brzine nastajanja mlečne kiseline (Wismer-Pedersen, 1987). Međutim, u model ispitivanjima Bertram i sar. (2001) su utvrdili da je direktan uticaj temperature na pufer kapacitet mišića najznačajniji faktor koji dovodi do razlike u vrednosti pH između brzo i konvencionalno hlađenih mišića (*M. longissimus dorsi*), dok je doprinos temperaturno izazvanog odloženog nastajanja laktata *post mortem* neznatan.

Slično, kao i u ovom radu, značajno sporiji pad vrednosti pH u mišićima SM u prvih nekoliko sati *post mortem* kao posledicu ubranog vazdušnog hlađenja polutki utvrđen je u velikom broju radova (Long i Tarrant, 1990; Jones i sar., 1993; Josell i sar., 2003; Hambrecht i sar., 2004). Suprotno od rezultata utvrđenih u ovom radu, u ispitivanjima Dransfield-a i sar. (1991), Okanović-a (1993), Zagorac (1994), Kerth-a i sar. (2001) i Springer-a i sar. (2003) tokom brzog vazdušnog hlađenja, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem, nije utvrđeno značajno usporavanje pada vrednosti pH u mišićima SM. Međutim, pri ovakvim poređenjima istih faktora kvaliteta koji su utvrđeni u različitim radovima, svakako, treba naglasiti da se uslovi hlađenja (brzina hlađenja), koji su primenjeni u navedenim ispitivanjima, odnosno u ovim istraživanjima, međusobno veoma razlikuju, a sigurno se razlikuje i polazni kvalitet mišića, kao posledica svih pre- i postmortalnih uslova koji deluju u toku proizvodnje mesa.

Poređenjem odnosa između brzine pada temperature i vrednosti pH utvrđenog u ovom radu sa odnosima brzine pada temperature i vrednosti pH koje su za svinjsko meso, sa stanovišta maksimalne brzine hlađenja, odnosno razvitka "cold shortening-a", definisali Dransfield i Lockyer (1985), Honikel i Reagan (1987b), Bowater (1997) i Honikel (1999b), vidi se da je kod brzo hlađenih polutki temperatura u dubini buta, blizu femura, 3 sata, odnosno 5 sati *post mortem* bila iznad 10°C. Tako će, u fazi razvoja *rigor mortis-a* u mišićima SM (pH_{8h} = 6.02, I Ogled; pH_{8h} = 5.95, II Ogled), prosečna temperatura u dubini buta je bila iznad 5°C. Dakle, na osnovu odnosa između brzine pada temperature u dubini buta, blizu femura, i vrednosti pH u mišićima SM, koji je utvrđen u ovim istraživanjima, može se konstatovati da je primenjena brzina hlađenja

kod brzo hlađenih polutki, odnosno mišića SM, nešto manja od brzine koja dovodi do povećanja tvrdoće mesa nakon kuvanja, odnosno do razvitka "cold shortening-a".

Na kraju hlađenja, odnosno 24 sata *post mortem* (Tabela 5.1.1, I Ogled; Tabela 5.2.1, II Ogled), sve prosečne vrednosti pH mišića SM nalazile su se u intervalu (5.3 – 5.8), koji je karakterističan za svinjsko meso (Müller, 1989; Smulders i sar., 1992; Honikel, 1999a). Numerički, ali ne i značajno veće ($P > 0.05$) prosečne vrednosti pH utvrđene su u mišićima SM na brzo hlađenim polutkama (5.77, I Ogled; 5.71, II Ogled), u poređenju sa mišićima SM na konvencionalno hlađenim polutkama (5.70, I Ogled; 5.65, II Ogled) i to u oba Ogleda.

Slično, kao što je utvrđeno u ovim istraživanjima, u ispitivanjima Dransfield-a i sar. (1991), Jones-a i sar. (1993), Okanović-a (1993), Kerth-a i sar. (2001), Springer-a i sar. (2003) i Hambrecht-a i sar. (2004) na kraju vazdušnog hlađenja nije utvrđena značajna razlika između prosečnih vrednosti pH različito hlađenih (konvencionalno i brzo) mišića SM. Suprotno, u ispitivanjima Jones-a i sar. (1993) i Josell-a i sar. (2003) na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*) kod brzo vazdušno hlađenih mišića SM utvrđena je značajno viša prosečna vrednost pH, u poređenju sa prosečnom vrednošću pH koja je utvrđena kod konvencionalno hlađenih mišića SM, s tim da su neki rezultati ispitivanja uticaja brzine hlađenja na konačnu vrednost pH kontradiktorni, čak i u istim ispitivanjima (Jones i sar., 1993).

Dalje je, veoma interesantno analizirati rezultate dobijene određivanjem kala hlađenja (Tabela 5.1.2, I Ogled). Za utvrđeni gubitak mase kod konvencionalno hlađenih polutki (2.0%) koje su otkoštene 24 sata *post mortem* može se konstatovati da ja na nivou koji je utvrđen i u drugim ispitivanjima (Gigiel i sar., 1989; Long i Tarrant, 1990; Jones i sar., 1993; Okanović, 1993; Van der Wal i sar., 1995; Josell i sar., 2003) u kojima su primenjeni isti ili slični uslovi konvencionalnog hlađenja, a utvrđeni značajno ($P < 0.05$), odnosno visoko značajno ($P < 0.01$) manji gubitak mase pri brzom hlađenju, odnosno brzom hlađenju i ranijem otkoštavanju *post mortem*, potvrđuje rezultate brojnih autora prema kojima se ubrzanim vazdušnim hlađenjem i ranijem otkoštavanjem *post mortem* smanjuje taj gubitak (Gigiel i sar., 1989; Long i Tarrant, 1990; Jones i sar., 1993; Okanović, 1993; Van der Wal i sar., 1995; Josell i sar., 2003). Značajno ($P < 0.05$), odnosno visoko značajno ($P < 0.01$) smanjenje kala hlađenja kod brzo hlađenih polutki, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem, od 30.0% (brzo hlađene polutke otkoštene 24 sata *post mortem*) i od 60.0% (brzo hlađene polutke otkoštene 8 sati *post mortem*) prvenstveno se može objasniti smanjenjem brzine isparavanja vode sa površine polutki, kao i ranijem otkoštavanjem, dok se značajno ($P < 0.05$) smanjenje kala hlađenja kod brzo hlađenih polutki otkoštenih 8 sati *post mortem*, u poređenju sa kalom hlađenja koji je utvrđen kod brzo hlađenih polutki otkoštenih 24 sata *post mortem*, od takođe 30.0%, prvenstveno može objasniti ranijem otkoštavanjem.

Na osnovu ekonomske evaluacije koju je uradio Bawater (www.fjb.co.uk) za svinjsko meso, prema kojoj, i pored većih investicionih i eksploatacionih troškova koji su neophodni za brzo vazdušno hlađenje, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem, manji kalo od 0.7%, pri kapacitetu klanja od 3000 svinja na dan, na nivou cele godine donosi dobit od oko 500.000 £. Dakle, na osnovu prikazanih rezultata (utvrđen je manji kalo od 0.6%), može se konstatovati da bi slična dobit u ovim istraživanjima, i to samo na osnovu kala hlađenja, bila ostvarena i u našim proizvodnim uslovima primenom definisanog režima vazdušnog hlađenja (3 sata na -31°C , sa brzinom strujanja vazduha od 5 m/s i zatim na 2 do 4°C , sa brzinom strujanja vazduha od 0.5 m/s do 24 sata *post mortem*). Međutim, takođe treba istaći da u našoj zemlji, trenutno, ne postoje objekti sa kapacitetom klanja od 3000 svinja na dan, te da bi ostvarena dobit, koja bi se ostvarila primenom brzog hlađenja, odnosno brzog hlađenja i ranijeg otkoštavanja, u našim sadašnjim proizvodnim uslovima

(kapacitet do 1000 svinja na dan) bila sigurno manja. Sa druge strane, ostvarena dobit bi bila značajno veća ukoliko bi se proizvodnja mesa završila 8 sati *post mortem*, s obzirom da je u tom slučaju u ovim istraživanjima, u poređenju sa konvencionalno hlađenim polutkama, utvrđen manji kalo od 1.2%, odnosno utvrđeno je značajno skraćanje vremena hlađenja, i to od 16 sati, što nesumljivo dovodi do značajne uštede energije, odnosno uštede u radu.

Ispitivanjem osnovnog hemijskog sastava (Tabela 5.1.2, I Ogled), sve tri grupe različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM, nisu utvrđene značajne razlike ($P > 0.05$) između prosečnih sadržaja vode, ukupnog pepela, slobodne masti, holesterola, proteina mesa, proteina vezivnog tkiva i relativnog sadržaja proteina vezivnog tkiva, što je u saglasnosti sa rezultatima koje su u sličnim ispitivanjima na mišićima SM utvrdili Okanović (1993), za sadržaj vode, sadržaj proteina mesa, sadržaj slobodne masti, i Milligan i sar. (1998), za sadržaj vode, dok su, takođe, Okanović (1993) i Springer i sar. (2003) kod mišića SM sa brzo vazdušno hlađenih i ranije otkošenih polutki, odnosno kod mišića SM sa ubrzano vazdušno hlađenih polutki, utvrdili značajno manji sadržaj ukupnog pepela, odnosno značajno veći sadržaj vode, u poređenju sa konvencionalno hlađenim mišićima SM. Na osnovu utvrđenih vrednosti za pokazatelje osnovnog hemijskog sastava (nutritivnog kvaliteta) može se konstatovati da je osnovni hemijski sastav proizvedenog mesa, u ovim istraživanjima, karakterističan za svinjsko meso, odnosno za mišiće SM. Naime, utvrđeni prosečni sadržaji vode kod svih grupa mišića SM, nezavisno od brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, su nešto iznad 75%, što odgovara literaturnim navodima (Rahelić, 1987; Cormier i sar., 1996; Lawrie, 1998; www.foodcomp.dk), dok su utvrđeni prosečni sadržaji ukupnog pepela u mišićima SM oko 1%, odnosno, takođe, na nivou vrednosti koja je karakteristična za sadržaj ukupnog pepela kod svinjskog mesa (Žlender, 1997; www.foodcomp.dk). U prikazanim rezultatima rada, vidi se da su utvrđeni prosečni sadržaji slobodne masti u ispitanim mišićima SM ispod 5%, odnosno između 1 i 5% (Žlender, 1997; www.foodcomp.dk), koliko se i zahteva za meso I kategorije (Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa, Službeni list SCG, broj 33, 2004). Prosečni sadržaji holesterola u ispitanim mišićima SM, takođe, odgovaraju sadržaju holesterola koji su u svinjskom mesu, odnosno u mišićima SM, utvrdili drugi autori (Honikel i Arneth, 1996; Dorado i sar., 1999; Bragagnolo i Rodriguez-Amaya, 2002; www.foodcomp.dk). Utvrđeni prosečni sadržaji proteina mesa su između 21 i 22%, što takođe odgovara literaturnim navodima, prema kojima svinjsko meso sadrži između 18 i 22% proteina (Žlender, 1997), odnosno prema kojima svinjsko meso buta sadrži 21.4% proteina (Cormier i sar., 1996), a mišići SM svinja 21.6% proteina (www.foodcomp.dk). Prema ispitivanjima Wheeler-a i sar. (2000) prosečni sadržaji proteina vezivnog tkiva utvrđeni u ovom radu, u mišićima SM, odgovaraju sadržaju proteina vezivnog tkiva koji je karakterističan za svinjsko meso, odnosno mišiće SM.

Slično kao i za osnovni hemijski sastav mišića SM, u ovom radu nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) u prosečnom sadržaju mikro- i makroelemenata (Tabela 5.1.3, I Ogled) u različito hlađenim i u različito vreme *post mortem* otkošenim mišićima SM. Na osnovu utvrđenih prosečnih vrednosti za sadržaje mikro- i makroelemenata (nutritivni kvalitet), takođe, se može konstatovati da je prosečan sadržaj mikro- i makroelemenata u proizvedenom mesu karakterističan za svinjsko meso (mišiće SM), odnosno utvrđeni prosečni sadržaji mikro- i makroelemenata u saglasnosti su sa rezultatima drugih autora u pogledu sadržaja gvožđa (Rogowski, 1981; USDA – ARS, 1991; Sonci i sar., 1994; Oster, 1994; Pokrovskij, prema citatu Grujić-a, 2000; USDA – ARS, 2006; www.foodcomp.dk), cinka (Rogowski, 1981; Radović i Saičić, 1989; USDA – ARS, 1991; Oster, 1994; USDA – ARS, 2006; www.foodcomp.dk), bakra (Rogowski, 1981; USDA –

ARS, 1991; Oster, 1994; www.foodcomp.dk), mangana (Rogowski, 1981; USDA – ARS, 1991; www.foodcomp.dk), kalcijuma (Rogowski, 1981; Torelm i Danielsson, 1998; USDA – ARS, 2006; www.foodcomp.dk), magnezijuma (Rogowski, 1981; USDA – ARS, 1991; Oster, 1994; USDA – ARS, 2006; www.foodcomp.dk), natrijuma (Rogowski, 1981; USDA – ARS, 1991; Sonci i sar., 1994; Peters, prema citatu Grujić-a, 2000; USDA – ARS, 2006; www.foodcomp.dk), kalijuma (Rogowski, 1981; USDA – ARS, 1991; Oster, 1994; Peters, prema citatu Grujić-a, 2000; USDA – ARS, 2006; www.foodcomp.dk) i fosfora (Rogowski, 1981; USDA – ARS, 1991; Torelm i Danielsson, 1998; Pokrovskij, prema citatu Grujić-a, 2000; USDA – ARS, 2006; www.foodcomp.dk).

Na osnovu analize osnovnog hemijskog sastava (Tabela 5.1.2, I Ogled) i sadržaja mikro- i makroelemenata (Tabela 5.1.3, I Ogled) najpre se može konstatovati da su razlike u kalu hlađenja polutki prvenstveno rezultat različite brzine isparavanja ekstracelularne vode sa površine polutki, s obzirom da između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkošenih mišića SM nema značajne razlike u osnovnom hemijskom sastavu i sadržaju mikro- i makroelemenata. Zatim, može se konstatovati da proizvedeno meso (mišići SM), nezavisno od brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, ima relativno visok sadržaj proteina i mikro- i makroelemenata, što je u ovim istraživanjima veoma važno zbog činjenice da je proizvedeno meso namenjeno izradi kuvane šunke (konzervi od mesa u komadima), odnosno namenjeno izradi proizvoda kojeg karakteriše visok sadržaj proteina mesa, odnosno visoka biološka vrednost. Interesantno je, takođe, istaći da je u ovim istraživanjima (Tabela 5.1.8, I Ogled) utvrđeno da se sa povećanjem sadržaja proteina mesa povećava i sadržaj pepela i obratno ($r = 0.50$). Dalje, relativno nizak sadržaj masti u mesu buta (mišićima SM), koji je u značajnoj negativnoj (obrnutoj) srazmeri sa sadržajem vode ($r = -0.51$), odnosno u ovim istraživanjima je utvrđeno da se sa povećanjem sadržaja vode smanjuje sadržaj masti i obratno (Tabela 5.1.8, I Ogled), posebno je značajan pri klasiranju sirovine za izradu kuvane šunke (konzervi od mesa u komadima), s obzirom da se u nekim zemljama (Sjedinjene Američke Države) zahteva da ovaj tip proizvoda bude gotovo bez masti ("free of fat") (Xargayó, 2007b).

Pored osnovnog hemijskog sastava i sadržaja mikro- i makroelemenata, važno je dalje analizirati rezultate dobijene ispitivanjem rastvorljivosti proteina (Tabela 5.1.4, I Ogled), jer je pri salamurenju i izradi kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, ovo veoma značajno svojstvo mesa. Ako se ima u vidu činjenica da miofibrilarni proteini čine oko 60% proteina mesa, sarkoplazmatski oko 30%, a vezivotkivni oko 10% (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998), kao i sam postupak pripremanja homogenata, koji je primenjen u ovim istraživanjima, u kojima je većina vezivotkivnih proteina uklonjena, onda možemo pretpostaviti da gotovo 100% proteina u homogenatima pripremljenim u Rastvorima 1 i 2 (odnosno Puferima 1 i 2) čine miofibrilarni i sarkoplazmatski proteini. Kao što se iz prikazanih rezultata vidi kod svih grupa ispitanih mišića SM, nezavisno od brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, utvrđena je dobra ukupna rastvorljivost proteina (oko 95%) u Rastvoru 1 (odnosno Puferu 1; 1.1 M kalijum jodid u 0.1 M fosfatnom puferu, velike jonske jačine, pH = 7.2), s tim da je kod brzo hlađenih mišića SM, u poređenju sa konvencionalno hlađenim mišićima SM, utvrđena numerički, ali ne i značajno veća ($P > 0.05$) ukupna rastvorljivost proteina (Ekstrakt 1). Slično je utvrđeno i za rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina u Rastvoru 2 (odnosno Puferu 2; 0.025 M fosfatni pufer, male jonske jačine, pH = 7.2), odnosno kod brzo hlađenih mišića SM, u poređenju sa konvencionalno hlađenim mišićima SM, utvrđena je, takođe, numerički, ali ne i značajno veća ($P > 0.05$) rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina (Ekstrakt 2). Međutim, mora se naglasiti da je primenjenom metodom za određivanje rastvorljivosti sarkoplazmatskih proteina (Farouk i Swan, 1998; Joo

i sar., 1999) utvrđena veća numerička vrednost od literaturno poznate vrednosti za sadržaj, odnosno rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina, koji kao što je prethodno navedeno, u proteinima mesa učestvuju sa oko 30% (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998), dok je u ovim istraživanjima utvrđena rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina iznosila iznad 43%. Na osnovu utvrđene rastvorljivosti sarkoplazmatskih proteina može se konstatovati da je u Rastvoru 2 (odnosno Puferu 2; 0.025 M fosfatni pufer, male jonske jačine, pH = 7.2) pored sarkoplazmatskih, rastvoren i deo miofibrilarnih proteina. Iz navedenog razloga utvrđena je i manja rastvorljivost miofibrilarnih proteina (nešto iznad 50%), od literaturno poznate (oko 60%) (Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998), s obzirom da je ta vrednost dobijena oduzimanjem vrednosti za rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina (Ekstrakt 2) od vrednosti za ukupnu rastvorljivost proteina (Ekstrakt 1). Iz istog razloga nije ni utvrđena značajna razlika u rastvorljivosti miofibrilarnih proteina ($P > 0.05$).

Dobra ukupna rastvorljivost proteina svih ispitanih grupa mišića SM, nezavisno od brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, može se objasniti već prethodno analiziranim inicijalnim vrednostima pH (Tabela 5.1.1, I Ogled) koje su prosečno iznosile 6.18 (kod polutki koje su kasnije konvencionalno hlađene) i 6.22 (kod polutki koje su kasnije brzo hlađene), odnosno prethodno iznetom činjenicom da ni jedna pojedinačna izmerena inicijalna vrednost pH nije bila ispod 5.8, što znači da ni jedan mišić SM prema kriterijumu za vrednost pH nije bio potencijalno BMV kvaliteta (Wismer-Pedersen, 1959; Müller, 1989; Feldhusen i Kuhne, 1992; Garrido i sar. 1994; Honikel, 1999a; Toldra i Flores, 2000; Tomović, 2002; Džinić, 2005), tako da i pored nešto viših inicijalnih temperatura, s obzirom da je hlađenje polutki počelo 30 minuta *post mortem*, u ovim istraživanjima, u prvih sat vremena *post mortem*, kada se dešavaju najveće promene na proteinima, zbog kombinacije niske vrednosti pH i visoke temperature, nije došlo do obimne denaturacije proteina, sa negativnim konsekvencama po kvalitet mesa (Wismer-Pedersen, 1959; Briskey, 1964; Borchert i Briskey, 1964; Offer, 1991; Rede i Petrović, 1997; Lawrie, 1998; Huff-Lonergan i Page, 2001), odnosno sa negativnim konsekvencama na rastvorljivost proteina (Wismer-Pedersen, 1959; Sayre i Briskey, 1963).

Dakle, na osnovu činjenice da između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM nije utvrđena značajna razlika u rastvorljivosti proteina (ukupna rastvorljivost proteina, rastvorljivost sarkoplazmatskih proteina, rastvorljivost miofibrilarnih proteina), može se konstatovati da, kod mesa inicijalno normalnog kvaliteta, brzina hlađenja polutki i vreme otkoštavanja *post mortem*, odnosno stepen razvitka *rigor mortis*-a, posebno kod brzo hlađenih mišića SM koji su otkošteni 8 sati *post mortem* i koji su tek ušli u fazu razvoja *rigor mortis*-a, kada se sarkomere skraćuju, a tvrdoća pogoršava, ne utiče na rastvorljivost proteina.

Slično kao i u ovom radu, uticaj brzog vazdušnog hlađenja na ukupnu rastvorljivost proteina mišića SM nije utvrđen ni u ispitivanjima Jones i sar. (1993), kao ni u ispitivanjima Milligan i sar. (1998), odnosno ni u model ispitivanjima Ress i sar. (2003), u kojima je ispitivan uticaj brzog hlađenja na rastvorljivost proteina *M. longissimus dorsi*. Suprotno, Okanović (1993) je kod mišića SM, sa brzo vazdušno hlađenih polutki, koji su otkošteni 6 i 8 sati *post mortem*, odnosno kod mišića koji su se nalazili u rigoru, utvrdio značajno manju ukupnu rastvorljivost proteina, u poređenju sa mišićima SM sa konvencionalno hlađenih polutki.

Ispitivanjem stanja proteina (Slika 5.1.1), različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, SDS-PAGE analizom utvrđeno je, odnosno potvrđena je prethodno izneta konstatacija da je u Rastvoru 2 (odnosno Puferu 2; 0.025 M fosfatni pufer, male jonske jačine, pH = 7.2) pored sarkoplazmatskih, rastvoren i deo miofibrilarnih proteina, s obzirom da su na dobijenim elektroforetogramima Ekstrakata 2 pojedine trake identifikovane kao miofibrilarni proteini. Takođe, treba istaći da su šire trake i trake većeg

inteziteta koje su za iste miofibrilarne proteine utvrđene na elektroforetogramima Ekstrakata 2, u poređenju sa elektroforetogramima Ekstrakata 1, prvenstveno rezultat nanošenja veće količine Ekstrakata 2 na poliakrilamidni gel. Međutim, ono što je važno istaći jeste činjenica da je SDS-PAGE analizom utvrđeno, da, međusobno, između elektroforetograma Ekstrakata 1 i, međusobno, između elektroforetograma Ekstrakata 2, različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, nema razlike u broju, širini i intenzitetu traka identifikovanih proteina, odnosno da brzina hlađenja polutki i vreme otkoštavanja *post mortem* nisu uticali na degradaciju, odnosno stanje proteina. Dobijeni rezultati u saglasnosti su sa rezultatima Rees i sar. (2002) i Rees i sar. (2003) koji u laboratorijskim uslovima nisu utvrdili uticaj različitih uslova kondicioniranja, odnosno brzine hlađenja, do 60 minuta nakon početka *rigor mortis*-a, na degradaciju proteina *M. longissimus dorsi*.

Kao što je prethodno već istaknuto, na osnovu odnosa brzine pada temperature u dubini buta i vrednosti pH u mišićima SM, primenjena brzina hlađenja kod brzo hlađenih polutki (mišića SM) nešto je manja od brzine koja dovodi do povećanja tvrdoće mesa nakon kuvanja, odnosno do razvitka "cold shortening-a". No, da bi smo u potpunosti odgovorili na pitanje da li je primenjenim režimom brzog hlađenja došlo do razvitka "cold shortening-a" u mišićima SM važno je analizirati rezultate određivanja mekoće (sila smicanja – Warner-Bratzler) (Tabela 5.1.5, I Ogljed). U ovim istraživanjima, prosečne sile smicanja – Warner-Bratzler koje su utvrđene kod brzo hlađenih mišića SM bile su numerički veće (tvrđe meso nakon kuvanja), u poređenju sa prosečnom silom smicanja – Warner-Bratzler koja je utvrđena kod konvencionalno hlađenih mišića SM, međutim čak ni posle 3 sata brzog hlađenja polutki na -31°C , nezavisno od vremena otkoštavanja *post mortem*, i značajnog usporavanja pada vrednosti pH, nije utvrđena značajno veća ($P > 0.05$) prosečna sila smicanja – Warner-Bratzler kod brzo hlađenih mišića SM, u poređenju sa konvencionalno hlađenim mišićima SM. Dakle, može se konstatovati da je primenjenim režimom brzog hlađenja početak *rigor mortis*-a praćen izvesnim, ali ne i značajnim ($P > 0.05$) povećanjem skraćivanja sarkomera. Takođe, značajno je istaći da su u ovim istraživanjima (Tabela 5.1.11, I Ogljed) utvrđene značajne negativne linearne međuzavisnosti ($r = -0.57$ i $r = -0.64$) između mekoće (sila smicanja – Warner-Bratzler) i rastvorljivosti sarkoplazmatskih i rastvorljivosti miofibrilarnih proteina, što znači da se sa povećanjem rastvorljivosti sarkoplazmatskih i rastvorljivosti miofibrilarnih proteina poboljšava mekoća (smanjuje se sila smicanja – Warner-Bratzler) i obratno.

Poređenjem režima ubrzanog vazdušnog hlađenja koje su u svojim ispitivanjima primenili drugi autori, sa onim koji je primenjen u ovom radu, zapaža se da su Jones i sar. (1993) primenom manje brzine hlađenja polutki (3 sata na -20°C i zatim do 24 sata) u tvrdili značajno veće vrednosti sile smicanja – Warner-Bratzler kod mišića SM sa brzo hlađenih polutki, u poređenju sa silom smicanja – Warner-Bratzler koja je utvrđena kod mišića SM sa konvencionalno/sprej hlađenih polutki. Suprotno, u istim ispitivanjima (Jones i sar., 1993), primenom veće brzine hlađenja (3 sata na -40°C i zatim do 24 sata) nije utvrđena značajna razlika između sila smicanja – Warner-Bratzler različito hlađenih mišića SM. Međutim, standardna greška za vrednosti sile smicanja – Warner-Bratzler su bile 2 do 3 puta veće kod brzo hlađenih mišića SM, u poređenju sa konvencionalno/sprej hlađenim mišićima SM. Značajnu razliku u mekoći između brzo hlađenih mišića SM, koji su vazdušno hlađeni prema prethodno definisanom režimu (na -15°C , do dostizanja temperature od 10°C u sredini *M. longissimus dorsi*, odnosno do oko 3 sata od klanja, i zatim na 1°C , do 24 sata *post mortem*; Dransfield i Lockyer, 1985), i konvencionalno hlađenih mišića SM nisu utvrdili ni Dransfield i sar. (1991). U laboratorijskim ispitivanjima koja su obavili Feldhusen i Kühne (1992) značajno povećanje sile smicanja – Warner-Bratzler kao rezultat brzog hlađenja utvrđen je 3 sata i 45 minuta *post mortem* u mišićima

SM sa normalnom brzinom glikolize (vrednost pH_{45min} od 5.8 do 6.5), u poređenju sa kontrolnim hlađenjem. Međutim, navedeni uticaj nije utvrđen i 24 sata *post mortem*, niti u bilo koje vreme *post mortem* kod mišića SM sa ubrzanim tokom glikolize ($pH_{45min} < 5.8$).

Veoma značajno tehnološko svojstvo mesa, pri salamurenju i izradi kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, je i sposobnosti vezivanja vode (SVV). Na osnovu rezultata određivanja SVV mišića SM hlađenih različitom brzinom i otkoštenih u različito vreme *post mortem* (Tabela 5.1.5, I Ogljed), najpre se može konstatovati da prema prosečnim vrednostima za SVV svih ispitanih grupa mišića SM proizvedeno meso ima dobru SVV, što je potvrđeno nezavisno od primenjene metode za određivanje SVV ["bag" metoda ("drip loss"), "filter paper press" metoda (metoda kompresije)]. Ovakva konstatacija izvedena je na osnovu analize i poređenja dobijenih vrednosti za SVV sa literaturnim navodima za ovaj faktor kvaliteta. Naime, u ovim istraživanjima prosečne SVV određene "bag" metodom ("drip loss") nakon 24 sata kondicioniranja bile su manje od 5% (kriterijum za "drip loss" kod mesa normalnog kvaliteta, nakon 48 sati kondicioniranja; Kim i sar., 1996; Warner i sar., 1997; Joo i sar., 1999; Toldra i Flores, 2000). Na osnovu ovog podatka i izvođenjem odgovarajuće aproksimacije, u skladu sa činjenicama da se vremenom "drip loss" povećava, ali smanjenom brzinom (Van Moeseke i De Smet, 1999; Lopez-Bote i Warriss, 1988), i da je "drip loss" oko 5%, odnosno preko 5% utvrđen tek nakon 7 dana kondicioniranja mišića SM, evidentno je da je 72 sata *post mortem* "drip loss", takođe, bio manji od 5%. Na dalje, rezultati određivanja SVV "filter paper press" metodom (metoda kompresije) ukazuju da se prosečne SVV određene ovom metodom, koje su iskazane u cm^2 , nalaze na granici (vrednost od $5 cm^2$) prema kojoj se meso po ovom svojstvu klasira na meso normalnog i meso TČS kvaliteta (Petrović, 2002), dok prema prosečnim vrednostima za SVV, koje su iskazane u procentima vezane vode, utvrđena SVV odgovara SVV mesa TČS i BČN kvaliteta (SVV u % veća od 70%, Petrović, 2002; SVV u % veća od 50%, Džinić, 2005). Sličan zaključak, odnosno da su sve ispitane grupe mišića SM, prema SVV, iskazane u cm^2 , prosečno TČS (ili BČN) kvaliteta može se izvesti i na osnovu kriterijuma Manojlović i sar. (1991) i Lundström i sar. (1979). Prema prosečnim odnosima površina filma mesa (plastičnost) i površina ovlaženih sokom (SVV u cm^2), odnosi M/RZ, proizvedeno meso je takođe TČS kvaliteta, odnosno ovaj odnos je kod svih ispitanih grupa mišića SM znatno veći od 0.45 (Hofmann i sar. 1982). Sa druge strane, prosečna kala kuvanja (treća metoda kojom je u ovom radu određena SVV mišića SM) znatno su veća od kala kuvanja koji prema literaturnim navodima odgovaraju mesu normalnog kvaliteta (između 16 i 24%; Van Heugten, 2001), na osnovu čega bi se mogla pretpostaviti slaba SVV ispitanih mišića SM, međutim ovakav nalaz je isključiva posledica intenzivnije termičke obrade (uslova kuvanja: temperatura kuvanja, završna temperatura u centru i brzina zagrevanja) koja je primenjena u ovim istraživanjima, a koja značajno utiče na kalo kuvanja (Pearson i Dutson, 1994; Aaslyng i sar., 2003).

Iz rezultata prikazanih u Tabeli 5.1.5 (I Ogljed), takođe, se vidi da je kod mišića SM sa brzo hlađenih polutki, nezavisno od vremena otkoštavanja *post mortem*, utvrđena numerički bolja SVV i to sa sve tri primenjene metode, s tim da je "drip loss" koji je utvrđen, nakon 24 sata kondicioniranja, kod brzo hlađenih mišića SM, koji su otkošteni 8 sati *post mortem*, bio i značajno manji ($P < 0.05$), u poređenju sa "drip loss" koji je utvrđen kod konvencionalno hlađenih mišića SM, što je posebno značajno zbog činjenice da se ranijim otkoštavanjem *post mortem* povećava "drip loss", prema navodima Kim-a i sar. (1993), Joo-a i sar. (1995) i Den Hertog-Meischke (1997), dok su prosečna kala kuvanja koja su utvrđena u ovim istraživanjima kod brzo hlađenih mišića SM, nezavisno od vremena otkoštavanja *post mortem*, bila visoko značajno manja ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim kalom kuvanja koji je utvrđen kod konvencionalno hlađenih mišića SM.

Dobra SVV svih ispitanih grupa mišića u direktnoj je vezi sa prethodno analiziranom dobrom rastvorljivošću proteina. U prilog ovakvoj konstataciji idu i rezultati dobijeni izračunavanjem linearne međuzavisnosti između rastvorljivosti miofibrilarnih proteina i "drip loss-a", odnosno kala kuvanja (Tabela 5.1.11, I Ogled), koje se nalaze u značajnoj negativnoj linearnoj međuzavisnosti ($r = -0.58$ i $r = -0.55$), a što znači da je u ovim istraživanjima utvrđeno da se sa povećanjem rastvorljivosti ukupnih proteina poboljšava SVV i obratno. Prema Rosenvold-u i Andersen-u (2000) negativnom uticaju "cold shortening-a" na SVV (odnosno skraćanje sarkomera koje rezultira smanjenjem SVV; Honikel i sar., 1986; Honikel, 1999a; Lawrie, 1998; Bertram i sar., 2002) pod specifičnim uslovima protivteži delotvoran uticaj brzog hlađenja na izostanak denaturacije proteina. Slično, u ovom radu je kod brzo hlađenih mišića SM, u poređenju sa konvencionalno hlađenim mišićima SM, koji su imali numerički veće vrednosti sila smicanja – Warner-Bratzler (što je najčešće posledica skraćanja sarkomera; Swartz i sar., 1993), utvrđena i bolja SVV. Uticaj brzog hlađenja na poboljšanje SVV objašnjava se ili sa biohemijskim uticajem, odnosno sa direktnim uticajem temperature na *post mortem* energetski metabolizam ili sa uticajem na strukturu, odnosno sa temperaturno izazvanim uticajem na mobilnost i distribuciju vode u mišićima ili sa kombinacijom oba (Belton i sar., 1973; Fung i McGaughy, 1979; Peemoeller i sar., 1980). Izračunavanjem linearnih međuzavisnosti između SVV, iskazane u cm^2 i % vezane vode, i sadržaja proteina mesa (Tabela 5.1.11, I Ogled), utvrđeno je da se ova dva faktora kvaliteta nalaze u značajnoj linearnoj međuzavisnosti, odnosno u obrnutoj ($r = -0.60$) i direktnoj srazmeri ($r = 0.58$), što znači da se sa povećanjem sadržaja proteina mesa poboljšava SVV i obratno. Takođe, u ovom radu je još jednom potvrđeno da kalo kuvanja zavisi od krajnje vrednosti pH (Honikel i sar., 1984; Dransfield i sar., 1985; Honikel, 1999a; Aaslyng i sar., 2003), odnosno da meso sa višim krajnjim vrednostima pH ima manji kalo kuvanja i obratno. Naime, u ovim istraživanjima, između vrednosti pH izmerenih 8 i 24 sata *post mortem* i kala kuvanja utvrđena je značajna negativna linearna međuzavisnost (r) od -0.63 i od -0.51 (Tabela 5.1.9, I Ogled).

Rezultati ispitivanja uticaja brzog hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na SVV u saglasnostima su i sa rezultatima i mišljenjima Taylor-a (1971) i Taylor-a i Dant-a (1971) koji su ubrzanim vazdušnim hlađenjem svinjskog mesa utvrdili značajno poboljšanje SVV, u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem, što je kasnije potvrđeno i u drugim radovima, odnosno u saglasnosti su sa rezultatima koji nisu utvrdili značajno poboljšanje SVV kao rezultat ubrzanog hlađenja, pri čemu treba posebno naglasiti da ni u jednom dostupnom radu nije utvrđena značajno slabija SVV kao rezultat ubrzanog hlađenja. Naime, u ispitivanjima Springer-a i sar. (2003) utvrđeno je značajno poboljšanje SVV mesa buta, na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*), koja je izražena kao sadržaj vode, vezana voda i procenat imobilizirane vode i to nakon ubrzanog vazdušnog hlađenja (2 i 2.5 sata na -32°C i zatim na 2°C), u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem, dok za "drip loss" nije utvrđena značajna razlika. Slično, navedeni uticaj ubrzanog vazdušnog hlađenja na značajno smanjenje "drip loss-a" mišića SM nije utvrđen ni u drugim radovima (Long i Tarrant, 1990; Dransfield i sar., 1991; Jones i sar., 1993; Milligan i sar., 1998). Okanović (1993) takođe nije utvrdio značajan uticaj brzog vazdušnog hlađenja na SVV mišića SM koji su otkošteni 6 i 8 sati *post mortem*, u poređenju sa konvencionalno hlađenim mišićima SM koji su otkošteni 24 sata *post mortem*.

Sledeće veoma značajno tehnološko svojstvo mesa, pri salamurenju i izradi kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, je boja. Na osnovu rezultata određivanja boje mišića SM (Tabela 5.1.6, I Ogled), odnosno na osnovu prosečnih vrednosti za L^* vrednost (svetloća) može se konstatovati da sve tri grupe ispitanih mišića SM, nezavisno od brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, imaju

boju koja prosečno odgovara boji mesa normalnog kvaliteta, odnosno imaju prosečno crveno ružičastu boju ($L^* = 42 - 50$, Warner i sar., 1997; $L^* = 43 - 50$, Joo i sar., 1999; Džinić, 2005; $L^* = 44 - 50$, Toldra i Flores, 2000). Numerički najveća prosečna L^* vrednost (svetloća, CIE $L^*a^*b^*$ sistem), kao i numerički najveća prosečna Y vrednost (sjajnost, CIE Yxy sistem) odnosno najsvetlija boja, utvrđena je kod mišića SM sa konvencionalno hladjenih polutki, dok su kod mišića SM sa brzo hladjenih polutki, koje su otkoštene 24 sata, odnosno 8 sati *post mortem*, utvrđene numerički nešto niže prosečne L^* i Y vrednosti, odnosno utvrđena je prosečno nešto tamnija boja. Međutim, utvrđene razlike između prosečnih L^* i Y vrednosti, za različito hladjene i u različito vreme *post mortem* otkoštene mišiće SM, nisu značajne ($P > 0.05$).

Boja mesa ne zavisi uvek i jedino od denaturacije proteina, kao ni od apsorpcionih karakteristika mioglobina. Na smanjenje rasipanja svetlosti sa površine mesa kod ubrzano hladjenih mišića utiče viša krajnja vrednost pH, odnosno manja denaturacija proteina i smanjenje dužine sarkomera (Shaw i Powell, 1995; Lawrie, 1998). Takođe, veruje se da smanjenje količine slobodne vode na površini ćelija smanjuje reflektancu dajući meso tamnijeg izgleda (Pearson i Dutson, 1985). Prema Kim-u i sar. (1997) L^* vrednost se kod svih kvaliteta svinjskog mesa (BMV, CMV, CČN, TČS) povećava konzistentno od 45 minuta do 24 sata *post mortem*. Dakle, u ovim istraživanjima, i pored toga što je kod brzo hladjenih mišića SM utvrđena značajno viša vrednost pH (8 sati *post mortem*), zatim numerički veće sile smicanja – Warner-Bratzler (što je najčešće posledica skraćivanja sarkomera; Swartz i sar., 1993) i nešto bolja SVV (rastvorljivost proteina), kao i to što je polovina brzo hladjenih mišića SM otkoštена 8 sati *post mortem* (16 sati ranije), brzo hlađenje i ranije otkoštavanje *post mortem* nije rezultiralo značajno tamnijom bojom. Međutim, važno je istaći da je, u ovim istraživanjima (Tabela 5.1.9, I Oglad), utvrđeno da mišići SM koji imaju veće L^* vrednosti, odnosno Y vrednosti (svetlija boja) imaju i veći kalo kuvanja (manju SVV) i obratno, s obzirom da je između ovih faktora tehnološkog kvaliteta utvrđen koeficijent korelacije (r) od 0.53, odnosno značajna pozitivna linearna međuzavisnost. Takođe, u ovim istraživanjima (Tabela 5.1.11, I Oglad), između boje određene instrumentalno (L^* , b^* i Y vrednosti) i sadržaja slobodne masti utvrđena je značajna pozitivna linearna međuzavisnost ($r = 0.52$, $R = 0.57$ i $r = 0.52$, respektivno), odnosno direktna srazmera, što znači da je utvrđeno da sa povećanjem sadržaja slobodne masti u mišićima SM boja mišića postaje svetlija i obratno.

Rezultati ispitivanja uticaja brzog hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na svetloću (L^* vrednost), utvrđeni u ovom radu, u saglasnosti su sa rezultatima Long-a i Tarrant-a (1990), Milligan-a i sar. (1998), Kerth-a i sar. (2001), Josell-a i sar. (2003) i Springer-a i sar. (2003) koji, takođe, nisu utvrdili značajan uticaj ubrzanog vazdušnog hlađenja polutki na poboljšanje svetloće (L^* vrednost) mišića SM. U ispitivanjima Jones i sar. (1993), primenom manje brzine vazdušnog hlađenja polutki (3 sata na -20°C i zatim do 24 sata), takođe, nije utvrđen značajan uticaj na poboljšanje boje (svetloće – L^* vrednost), dok je u istim ispitivanjima primenom veće brzine hlađenja (3 sata na -40°C i zatim do 24 sata) utvrđeno značajno smanjenje svetloće (L^* vrednost), odnosno značajno tamnija boja.

Sa druge strane, analizom pojedinačnih L^* vrednosti (Tabela 5.1.6, I Oglad), izmerenih na različito hladjenim i u različito vreme *post mortem* otkoštenim mišićima SM, kod brzo hladjenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM, u poređenju sa konvencionalno hladjenim i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM, utvrđeno je smanjenje učestalosti pojavljivanja blede boje ($L^* > 50$) za 20.9% (sa 39.2% na 31.0%), dok je, takođe, u poređenju sa konvencionalno hladjenim i 24 sata *post mortem* otkoštenim mišićima SM, kod brzo hladjenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđeno smanjenje učestalosti pojavljivanja blede boje ($L^* > 50$) za 42.6% (sa 39.2% na 22.5%), odnosno u poređenju sa brzo hladjenim i 24 sata *post mortem* otkoštenim mišićima SM, kod brzo hladjenih i 8 sati *post mortem* otkoštenim mišićima SM utvrđeno je

smanjenje učestalosti pojavljivanja blede boje ($L^* > 50$) za 27.4% (sa 31.0% na 22.5%). Isto tako, učestalost pojavljivanja tamne boje ($L^* < 43$), kod istih mišića, je povećana za 66.0% (sa 21.5% na 35.7%) i za 27.9% (sa 21.5% na 27.5%), odnosno smanjena je za 23.0% (sa 35.7% na 27.5%). Najveća učestalost pojavljivanja crveno ružičaste boje ($L^* = 43 - 50$) utvrđena je kod mišića SM sa brzo hlađenih polutki koje su otkoštene 8 sati *post mortem* (50.0%), a najmanja kod mišića SM sa brzo hlađenih polutki koje su otkoštene 24 sata *post mortem* (33.3%). Slično kao i u I Ogledu, i u II Ogledu (Tabela 5.2.5) je izdvajanjem mesa, odnosno delova mišića SM, namenjenih izradi kuvanih šunki utvrđeno da količina mesa blede boje ($L^* > 50$) kod konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM iznosi 43.4%, odnosno da je ta količina mesa blede boje ($L^* > 50$) za 4.6% (43.4% : 41.4%) veća nego kod brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM, odnosno da je ta količina mesa blede boje ($L^* > 50$) za 77.9% (43.4% : 10.9%) veća nego kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM. U poređenju sa brzo hlađenim i 24 sata *post mortem* otkoštenim mišićima SM, kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrđena je manja količina mesa blede boje za 73.7% (41.4% : 10.9%). Suprotan trend je utvrđen za količinu mesa (mišića SM) crveno ružičaste i tamne boje. Dakle, u ovim istraživanjima, zbog visokih inicijalnih, a delimično i krajnjih vrednosti pH i dobre SVV (rastvorljivosti proteina), na kraju hlađenja, odnosno 8 sati i 24 sata *post mortem*, mišići SM svih ispitanih grupa bili su veoma različite boje, od blede do tamne, a po kvalitetu CČN i BČN, što je u saglasnosti sa zaključcima Savell-a i sar. (2005) prema kojima razlika u temperaturama između površine i dubine polutki (buta) kod brzog hlađenja rezultira dvobojnim mišićima.

Smanjenje učestalosti pojavljivanja blede boje ($L^* > 50$), kao rezultat brzog hlađenja, koje je utvrđeno u ovom radu, u saglasnosti je sa rezultatima i mišljenjima drugih autora prema kojima primena različitih sistema ubrzanog hlađenja, odnosno sistema za brzo snižavanje temperature polutki, može biti jedan od vrlo efikasnih postupaka za smanjenje ili preveniranje pojavljivanja BMV mesa (Borchert i Briskey, 1963; Honikel i Reagan, 1987a; Zagorac, 1994; Milligan i sar., 1998; Honikel, 1999a; Huff-Lonergan i Page, 2001; Kerth i sar., 2001; Springer i sar., 2003; Savell i sar., 2005), a u ovom slučaju BČN kvaliteta (Kauffman i sar., 1992; Kušec i sar., 2004; Džinić, 2005; Xing i sar., 2007; Qiao i sar., 2007a; Qiao i sar., 2007b; Fischer, 2007).

Slično kao i između prosečnih L^* i Y vrednosti, u ovim istraživanjima (Tabela 5.1.6, I Ogled), nije utvrđen značajan uticaj ($P > 0.05$) brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na a^* vrednost (udeo crvene boje), b^* vrednost (udeo žute boje), odnosno na dominantnu talasnu dužinu, zatim čistoću boje i sadržaj ukupnih pigmenata.

Pored fizičko-hemijskih svojstva različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM važno je razmotriti i rezultate ispitivanja strukture tih mišića (Slike 5.1.2, 5.1.3. i 5.1.4). Kao što je istaknuto u Prikazu rezultata postoje izvesne razlike između preparata poprečnih preseka različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM. Detaljnom analizom tih rezultata zapravo se mogu potvrditi prethodno iznete konstatacije o svojstvima tih mišića, koje su date na bazi rezultata ispitivanja pre svega faktora tehnološkog kvaliteta. Naime, histološki preparat brzo hlađenog i 8 sati *post mortem* otkoštenog mišića SM potvrđuje prethodno iznetu konstataciju, datu na bazi vrednosti pH (Tabela 5.1.1, I Ogled; Tabela 5.2.1, II Ogled), da su ovi mišići ušli u *rigor mortis* fazu, s obzirom da se na poprečnom preseku brzo hlađenog i 8 sati *post mortem* otkoštenog mišića SM uočavaju prazni ekstracelularni prostori, što ukazuje da je mišić u rigoru, odnosno blizu punog rigora, i da je voda istisnuta iz miofibrilarnih prostora u sarkoplazmu, odnosno van mišićnih vlakana, a što je još samo nešto izrazitije na histološkom preparatu mišića SM otkoštenog 24 sata *post mortem*, odnosno posebno na histološkom preparatu konvencionalno hlađenog mišića SM, otkoštenih 24 sata *post mortem*, kod kojih se jasno uočava otvorenija struktura mišića.

Nešto zbijenija struktura, odnosno nešto manji razmaci (ekstracelularni prostori) između mišićnih vlakana, a što se dovodi u vezu sa manjom količinom istisnute vode iz miofibrila (Rahelić, 1978; Smulders i sar., 1992; Honikel, 1999a), kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, može se dovesti u vezu sa utvrđenom SVV ovih mišića, s obzirom da je kod ovih mišića utvrđena najbolja SVV (Tabela 5.1.5, I Ogljed).

Rezultati određivanja strukture, u ovom radu, u saglasnosti su sa rezultatima Okanović-a (1993) koji je takođe na histološkim preparatima poprečnog preseka brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM utvrdio izvesnu zbijenost mišićnih vlakana, dok je na histološkim preparatima poprečnog preseka mišića SM otkoštenih 24 sata *post mortem* takođe utvrdio uočljivije razmake između mišićnih vlakana.

U ovim istraživanjima, proizvedeno meso (mišići SM) bilo je namenjeno izradi kuvanih šunki, odnosno izradi konzervi od mesa u komadima, te je zbog toga prvenstveni cilj bio da se detaljno ispita nutritivni kvalitet (hemijski sastav) i tehnološki kvalitet mesa (mišića SM), međutim ispitan je i uticaj brzine hlađenja i vremena otkoštavanja *post mortem* na faktore senzornog kvaliteta, jer je u proizvodnim uslovima potrebno izvršiti razdvajanje sortiranog mesa I kategorije na meso normalnih i meso izmenjenih tehnoloških svojstava (pre svega se misli na BMV meso), a uz eventualno merenje vrednosti pH, tehnolozi u proizvodnim uslovima mogu još pouzdanije senzorno oceniti boju i vlažnost mesa i tako ga objektivnije razvrstati po kvalitetu. Pored toga, faktori senzornog kvaliteta odlučujući su u potrošnji mesa u maloprodaji (Honikel, 1999a). Osim na mramoriranost (Tabela 5.1.7, I Ogljed), brzina hlađenja polutki i vreme otkoštavanja *post mortem* nisu značajno uticali na ostale faktore senzornog kvaliteta (boja, čvrstina i vlažnost, sočnost i mekoća). Prosečna boja, ocenjena senzorno, kod svih grupa mišića SM je bila između ocene 3 (crveno ružičasta – optimalna boja) i ocene 2.5 (2 – bledo ružičasto siva), odnosno ocenjena je kao nešto svetlija od optimalne. Slično kao i za boju i čvrstina i vlažnost mišića SM su ocenjeni kao nešto mekši i vlažniji od optimalne, odnosno prosečne ocene za čvrstinu i vlažnost se nalaze u intervalu ocena od 3 (nezatno čvrsta i vlažna – optimalna čvrstina i vlažnost) do 2.5 (2 – meka i vodena). Prosečna mramoriranost se nalazi u intervalu ocena od 1 (bez do praktično bez mramoriranosti) do 2 (tragovi do nezatna), s tim da je prosečna mramoriranost utvrđena kod mišića SM sa brzo hlađenih polutki otkoštenih 24 sata *post mortem* značajno manja ($P < 0.05$), u poređenju sa prosečnom mramoriranošću koja je utvrđena kod mišića SM sa brzo hlađenih polutki koje su otkoštene 8 sati *post mortem*. Prosečne sočnosti i prosečne mekoće svih ispitanih grupa mišića SM nalaze se u intervalu ocena od 5 (nezatno sočno; nezatno meko) do 4 (nezatno suvo; nezatno grubo), odnosno u intervalu optimalne sočnosti, odnosno optimalne mekoće.

Na dalje, važno je istaći da je između boje i čvrstine i vlažnosti, ocenjenih senzorno (Tabela 5.1.10, I Ogljed), utvrđena uska pozitivna linearna međuzavisnost, odnosno direktna srazmera ($r = 0.73$), dok je između boje, određene instrumentalno (L^* vrednost), i čvrstine i vlažnosti, ocenjenih senzorno (Tabela 5.1.13, I Ogljed), utvrđena značajna negativna linearna međuzavisnost, odnosno obrnuta srazmera ($r = -0.68$), čime je i senzorno, a prethodno i instrumentalno, potvrđeno verovanje prema kojem smanjenje slobodne vode na površini ćelije smanjuje reflektancu dajući meso tamnijeg izgleda, i obratno (Pearson i Dutson, 1985). Takođe, u ovim istraživanjima utvrđeno je da je senzorna ocena boje u obrnutoj srazmeri sa sadržajem slobodne masti (Tabela 5.1.12, I Ogljed), odnosno da je boja senzorno svetlija što je veći sadržaj slobodne masti i obratno, s tim da je između ova dva faktora kvaliteta utvrđena značajna negativna linearna međuzavisnost ($r = -0.51$). Uska pozitivna linerana međuzavisnost ($r = 0.85$), utvrđena je i između još dva senzorna faktora kvaliteta, odnosno između sočnosti i mekoće (Tabela 5.1.10, I Ogljed), dok je između sočnosti, ocenjene senzorno, i mekoće određeno instrumentalno (sila smicanja – Warner-Bratzler), utvrđena, takođe, uska, ali, negativna linearna međuzavisnost ($r = -0.73$) (Tabela 5.1.10, I Ogljed), što u oba slučaja

znači da se sa smanjenjem sočnosti, smanjuje i mekoća, i obratno. Objektivnost rezultata dobijenih senzornom analizom, odnosno rezultate senzornog određivanja boje i senzornog određivanja mekoće, u velikoj meri potvrđuju i rezultati dobijeni instrumentalnim određivanjem. Naime, između boje, ocenjene senzorno, i boje, određene instrumentalno (L^* vrednost), kao i između mekoće, određene senzorno, i mekoće, određene instrumentalno (sila smicanja – Warner-Bratzler), utvrđene su uske negativne linearne međuzavisnosti ($r = -0.76$ i $r = -0.87$), odnosno isti trend dobijenih rezultata.

Rezultati ispitivanja uticaja brzog hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na senzorni kvalitet, utvrđeni u ovom radu, u saglasnostima su sa rezultatima Milligan-a i sar. (1998) i Springer-a i sar. (2003) koji, takođe, nisu utvrdili značajan uticaj ubrzanog vazdušnog hlađenja polutki na poboljšanje boje i čvrstine mišića SM, ali i u suprotnosti sa rezultatima Kerth-a i sar. (2001) i Springer-a i sar. (2003) koji su utvrdili značajno poboljšanje boje i čvrstine mišića SM, odnosno sočnosti mišića SM, kao rezultat ubrzanog vazdušnog hlađenja.

Rezimirajući rezultate ispitivanja dobijenih, uglavnom, u I Ogledu, ali i, deo rezultata dobijenih, u II Ogledu, odnosno rezimirajući prvenstveno rezultate ispitivanja uticaja brzog hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na nutritivni kvalitet (osnovni hemijski sastav), tehnološki kvalitet i strukturu proizvedenog mesa (mišića SM) može se konstatovati da se sa povećanjem brzine hlađenja polutki u prva tri sata *post mortem* i zatim ujednačavanjem temperature u polutkama do 8 sati *post mortem* (odnosno i do 24 sata *post mortem*), obezbeđuju uslovi za odvijanje postmortalnih biohemijskih procesa u mišićima na način koji obezbeđuje takva svojstva proizvedenom mesu koja se značajno ne razlikuju, ili su čak značajno poboljšana (viša vrednost pH, bolja SVV, odnosno manji "drip loss" i manji kalo kuvanja, smanjenje učestalosti pojavljivanja i količine mesa blede boje), u odnosu na svojstva mesa proizvedenog na uobičajeni konvencionalni način, koje je namenjeno izradi kuvanih šunki, odnosno izradi konzervi od mesa u komadima, čime je dobijena sirovina potrebnih svojstava za izradu ovog tipa proizvoda, a što je bio jedan od osnovnih zadataka ove disertacije. Dakle, na osnovu prethodne analize dobijenih rezultata, može se konstatovati da je, u ovim istraživanjima, samo još jednom potvrđeno da se postmortalni metabolizam u mišićima svinja sa normalnom brzinom glikolize gotovo završava od 6 do 9 sati *post mortem* (Honikel i Kim, 1985), odnosno od 6 do 12 sati *post mortem* (Müller, 1989; Smulders i sar., 1992), a što je i bila jedna od osnovnih polaznih pretpostavki u ovim istraživanjima.

U nastavku analizirajmo rezultate (II Ogled) koji će zapravo dati odgovor da li su zaista brzo ohlađeni i 8 sati *post mortem* otkošteni mišići SM, a samim tim i brzo ohlađeni i 24 sata *post mortem* otkošteni mišići SM, u potpunosti prevedeni u stanje podesno za salamurenje.

Kao što je već više puta istaknuto, primarni zadatak ovih istraživanja je bio da se proizvede kuvana šunka od mišića buta (mišića SM) svinja otkoštenih rano *post mortem*, vrhunskog kvaliteta, u sklopu nastojanja da se u toj proizvodnji ostvari racionalizacija, a samim tim i određena ekonomska dobit, a takođe da se što je moguće bolje valorizuje i ostatak mesa buta (sa više ili manje neujednačenim, odnosno izmenjenim kvalitetom).

Brzim hlađenjem (na -31°C , sa brzinom strujanja vazduha od 5 m/s, u prva 3 sata hlađenja), kao što je prethodna analiza pokazala, uspelo se proizvesti zdravstveno bezbedno meso koje je ohlađeno do željene temperature, odnosno do temperature manje od 7°C . P olazeći od ovih rezultata, odnosno od činjenica da je u proizvedenom mesu (mišići SM) prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih mikroorganizama bio značajno manji od maksimalno dozvoljenog (mnogo manji od 1000 "cfu"/g; Pravilnik o mikrobiološkoj ispravnosti

namirnica u prometu, Službeni list SRJ, broj 26, 1993. i izmena i dopuna broj 53, 1995. i broj 46, 2002), da je prosečan ukupan broj *Enterobacteriaceae* bio jednak nuli i da shodno tome nije detektovano prisustvo patogenih i uslovno patogenih mikroorganizama iz porodice *Enterobacteriaceae* (*Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*), kao i od činjenice da je optimalan interval temperatura mesa pre salamurenja između 1 do 7°C (Scheid, 1984; Oluški, 1973; Xargayó i s ar., 2007c), pretpostavljeno je da nije potrebno dalje značajnije snižavanje temperature proizvedenog mesa, odnosno u otkošteno meso je ubrizgana salamura temperature 4°C (Müller, 1989), kako bi se u što manjoj meri uticalo na dalji tok biohemijskih promena u mišićima, koje su manje više već završene, odnosno kako bi se u što manjoj meri uticalo na promenu brzine procesa salamurenja. Na istoj temperaturi (temperatura od 4°C koja se po većini autora nalazi u optimalnom intervalu temperatura salamurenja; Gillert, 1982; Xargayó, 2007d) obavljena je i mehanička obrada u vakuum tamberima, dok se u otvorenim statičkim masir uređajima mehanička obrada odvijala pri temperaturi prostorije, odnosno na temperaturi do 12°C (Pravilnik o veterinarsko-sanitarnim uslovima objekta za proizvodnju i promet hrane životinjskog porekla, Službeni glasnik RS, broj 11, 2008). Takođe, polazeći od rezultata Rahelić-a i sar. (1974; 1980), ali i drugih autora (Mullins i sar., prema navodu Arganos-a i Henrickson-a, 1969) prema kojima nema razlike u brzini penetracije salamure u meso sa raznim vrednostima pH, odnosno prema kojima razlika između toka prodiranja salamure u meso salamureno rano i kasno *post mortem* nije značajna, i da na kvalitet proizvoda ne utiče da li je meso salamureno u "zatvorenoj" ili "otvorenoj" strukturi, zatim polazeći od prethodno analiziranih rezultata utvrđenih u I Ogledu [nutritivni kvalitet (osnovni hemijski sastav), tehnološki kvalitet, struktura proizvedenog mesa], na osnovu kojih je zaključeno da nema značajne razlike između najvažnijih faktora kvaliteta različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM, u ovim istraživanjima je odlučeno da se pri izradi kuvanih šunki (čak i onih koje se proizvode od brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su tek ušli u fazu razvoja *rigor mortis*-a fazu), odnosno konzervi od mesa u komadima, primeni jedinstveni režim mehaničke obrade (broj obrtaja), a da se proizvedeno meso (mišići SM) mehanički obrađuje, odnosno salamuri i mehanički obrađuje bez (statičke masir kade) ili sa vakuumom (vakuum tambleri).

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.2.6. (II Ogled), u kojoj je prikazan mikrobiološki kvalitet pripremljenih salamura, vidi se da su u salamurama za izradu kuvanih šunki utvrđeni prosečni ukupni brojevi aerobnih mezofilnih bakterija bili manji od 1000 "cfu"/ml (kriterijum za mikrobiološki kvalitet, odnosno bezbednost mesa; Pravilnik o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu, Službeni list SRJ, broj 26, 1993. i izmena i dopuna broj 53, 1995. i broj 46, 2002), dok je u salamuri koja je bila namenjena izradi konzervi od mesa u komadima, od ostalih mišića buta, utvrđen visoko značajno veći ($P < 0.01$) prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija, koji je ujedno bio i veći od 1000 "cfu"/ml, što se prvenstveno može objasniti većim brojem ingredijencija, odnosno njihovom većom kontaminacijom, koji je korišćen pri izradi ove salamure. Na kraju procesa mehaničke obrade mesa namenjenog izradi kuvanih šunki (Tabela 5.2.7, II Ogled), najbolji mikrobiološki kvalitet salamurenog mesa (mišići SM, I eksperiment), odnosno visoko značajno manji ($P < 0.01$) prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija (manji od 1000 "cfu"/g, kriterijum za mikrobiološki kvalitet, odnosno bezbednost mesa), utvrđen je kod brzo hlađenog mesa (mišića SM) otkoštenog 8 sati *post mortem* koje je salamureno u vakuum tamberu (grupa O2), dok je kod ostalog salamurenog mesa (mišići SM, grupe K1, K2 i O1) utvrđen visoko značajno veći ($P < 0.01$) prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija (veći od 1000 "cfu"/g, kriterijum za mikrobiološki kvalitet, odnosno bezbednost mesa). Ostalo salamureno meso buta (grupe K3 i O3, II eksperiment), namenjeno izradi konzervi od mesa u komadima,

imalo je visoko značajno veći ($P < 0.01$) prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija (veći od 1000 "cfu"/g, kriterijum za mikrobiološki kvalitet, odnosno bezbednost mesa), u poređenju sa salamurenim mesom (mišići SM, grupe K1, K2, O1 i O2) koje je bilo namenjeno izradi kuvanih šunki, što se može objasniti visoko značajno većim ($P < 0.01$) prosečnim ukupnim broj aerobnih mezofilnih bakterija koji je utvrđen u salamuri namenjenoj za izradu ovog proizvoda, zatim nešto višom temperaturom na kojoj su obavljani salamurenje i mehanička obrada, kao i činjenicom da su salamurenje i mehanička obrada ostalog mesa buta, namenjenog izradi konzervi od mesa u komadima, obavljani u otvorenim uređajima kada postoji mogućnost sekundarne kontaminacije iz okoline, odnosno iz prostorije u kojoj se nalazi uređaj. Isto kao i kod salamurenog mesa, najbolji mikrobiološki kvalitet kuvanih šunki (Tabela 5.2.8, II Ogled), nakon pasterizacije, hlađenja i termostatiranja (I eksperiment), odnosno visoko značajno manji ($P < 0.01$) prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija (manji od 1000 "cfu"/g, kriterijum za mikrobiološki kvalitet mesa, odnosno bezbednost mesa) utvrđen je kod kuvanih šunki proizvedenih od brzo hlađenog mesa (mišića SM) otkoštenog 8 sati *post mortem* koje je salamureno u vakuum tamberu (grupa O2), dok je kod ostalih kuvanih šunki (grupe K1, K2 i O1) utvrđen visoko značajno veći ($P < 0.01$) prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija (ali isto manji od 1000 "cfu"/g, kriterijum za mikrobiološki kvalitet mesa, odnosno bezbednost mesa). Isto tako, u konzervama od mesa u komadima, nakon pasterizacije, hlađenja i termostatiranja (II eksperiment), proizvedenih od ostalog salamurenog mesa buta (grupe K3 i O3), utvrđen je visoko značajno veći ($P < 0.01$) prosečan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija (veći od 1000 "cfu"/g, kriterijum za mikrobiološki kvalitet mesa, odnosno bezbednost mesa), u poređenju sa kuvanim šunkama (grupe K1, K2, O1 i O2), što se može objasniti visoko značajno većim ($P < 0.01$) prosečnim ukupnim brojem aerobnih mezofilnih bakterija koji je utvrđen u salamurenom mesu namenjenom izradi ovog proizvoda, u poređenju sa salamurenim mesom (mišići SM) od kojeg su proizvedene kuvane šunke. Takođe, treba istaći da različiti uslovi mehaničke obrade (masiranje u otvorenoj masir kadi i masiranje i tamblovanje pod vakuumom) nisu doveli do značajne razlike u prosečnom ukupnom broju aerobnih mezofilnih bakterija (on je identičan). Sa druge strane, treba naglasiti da prema Pravilniku o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Službeni list SRJ, broj 26, 1993. i izmena i dopuna broj 53, 1995. i broj 46, 2002) kod ovog tipa proizvoda maksimalni ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija nije definisan. Dalje, kod svih grupa proizvedenih konzervi (grupe K1, K2, O1, O2, K3 i O3, I i II eksperiment) prosečan ukupan broj *Enterobacteriaceae* bio je jednak nuli (Tabela 5.2.8, II Ogled), odnosno prisustvo patogenih i uslovno patogenih mikroorganizama iz porodice *Enterobacteriaceae* (*Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*), takođe, nije detektovano, što se može objasniti činjenicama da je prosečan ukupan broj *Enterobacteriaceae* i u proizvedenom mesu (Tabela 5.2.3, II Ogled) i u salamuri (Tabela 5.2.6, II Ogled), odnosno i u salamurenom mesu (Tabela 5.2.7, II Ogled), takođe, bio jednak nuli, odnosno činjenicama da prisustvo patogenih i uslovno patogenih mikroorganizama iz porodice *Enterobacteriaceae* (*Salmonella* spp, *Proteus vulgaris* i *Escherichia coli*) nije detektovano ni u proizvedenom mesu (Tabela 5.2.3, II Ogled), ni u salamuri (Tabela 5.2.6, II Ogled), odnosno ni u salamurenom mesu (Tabela 5.2.7, II Ogled). Dakle, možemo konstatovati da je utvrđeni kvalitet svih ispitanih grupa kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima (grupe K1, K2, O1, O2, K3 i O3) u skladu sa Regulativom Evropske Unije broj 2073/2005 (Commission Regulation (EC) No 2073/2005), koji predstavlja integralni deo implementacije HACCP sistema, odnosno u skladu sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Službeni list SRJ, broj 26, 1993. i izmena i dopuna broj 53, 1995. i broj 46, 2002), u delu u kojem je taj kvalitet ispitan. Takođe, kod svih grupa proizvedenih konzervi (grupe K1, K2, O1, O2, K3 i O3) količina hemijskih elemenata (kontaminata), odnosno količina olova i kadmijuma, bila je za najmanje deset puta

manja od maksimalno dozvoljene količine (I i II eksperiment), odnosno u skladu je sa Pravilnikom o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama (Službeni list SRJ, broj 5, 1992. i ispravka broj 11, 1992. i izmena broj 32, 2002).

Na osnovu prethodne analize rezultata mikrobiološkog kvaliteta kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, kao i prisustva hemijskih elemenata (kontaminenata) u njima, prvenstveno se može ukazati na utvrđeni značajan uticaj inicijalne kontaminacije mesa (odnosno salamurenog mesa) na mikrobiološki kvalitet gotovog proizvoda. Na dalje, može se konstatovati da su u ovim istraživanjima odabrani postupak brzog hlađenja, zatim postupak ranijeg otkoštavanja *post mortem*, nakon brzog hlađenja, kao i postupci salamurenja dali željene rezultate, odnosno zdravstveno bezbedan proizvod, što je i bio jedan od osnovnih zadataka ove disertacije.

Pored ispitivanja uticaja brzog hlađenja polutki, vremena otkoštavanja polutki *post mortem*, nakon brzog hlađenja, i postupka salamurenja različito hlađenog i u različito vreme *post mortem* otkoštenog svinjskog mesa na bezbednost kuvane šunke, odnosno konzervi od mesa u komadima, u ovim istraživanjima je, takođe, ispitan i uticaj navedenih faktora na nutritivni kvalitet (osnovni hemijski sastav), tehnološki i senzorni kvalitet i strukturu gotovog proizvoda, kako bi odabrali optimalnu kombinaciju svih faktora pri kojima se dobija kuvana šunka, odnosno konzerva od mesa u komadima, traženog kvaliteta.

Analizom rezultata dobijenih ispitivanjem vrednosti pH i osnovnog hemijskog sastava proizvedenih grupa kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), odnosno konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment), kao i na osnovu statističke obrade tih rezultata (Tabela 5.2.9, II Ogled), vidi se na prvi pogled da su uočene razlike značajne ($P < 0.05$; $P < 0.01$). No, detaljnijom analizom tih rezultata vidi se da su prosečne vrednosti pH (Tabela 5.2.9, II Ogled) u proizvedenim kuvanim šunkama u I eksperimentu (grupe K1, K2, O1 i O2), koje su trebale biti salamurene salamuram istog sastava (S1) i sa istom količinom (meso : salamura = 83.33 : 16.67), zapravo dosta ujednačene i da se kreću u intervalu od 6.27 (grupa K1) do 6.20 (grupa O1), dok je u II eksperimentu između grupe K3 i grupe O3, koje su trebale biti salamurene salamuram, takođe, istog sastava (S2) i sa istom količinom (meso : salamura = 60 : 40), utvrđena apsolutna razlika između prosečnih vrednosti pH od 0.04 jedinice. Utvrđene razlike u prosečnim vrednostima pH, koje su čak i visoko značajne ($P < 0.01$), ne mogu se objasniti sa krajnjim vrednostima pH upotrebljene sirovine (mišića SM), kao ni sa vrednostima pH upotrebljene salamure (nije meren). Daljom analizom rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.9, II Ogled) vidi se da je prosečan sadržaj vode u proizvedenim kuvanim šunkama u I eksperimentu (grupe K1, K2, O1 i O2), takođe, dosta ujednačen i da se kreće u intervalu od 75.22% (grupa O2) do 76.07% (grupa K2). S obzirom da se na osnovu rezultata osnovnog hemijskog sastava mišića SM utvrđenog u I Ogledu (Tabela 5.1.2) može pretpostaviti da je polazna sirovina bila ujednačenog hemijskog sastava, odnosno ujednačenog sadržaja vode, nema drugog odgovora na pitanje zašto su utvrđene razlike u prosečnom sadržaju vode u proizvedenim kuvanim šunkama, iako male, uglavnom značajne ($P < 0.01$), od toga da su ove kuvane šunke izrađene u proizvodnim uslovima i da zapravo nije bilo obezbeđeno potpuno istovetno, zahtevano, doziranje (ubrizgavanje) salamure S1 (salamure S1' i S1'' su pripremane u dva navrata), a što je onda dovelo do ovih razlika u prosečnim sadržajima vode u proizvedenim kuvanim šunkama. Na isti način mogu se objasniti i prethodno analizirane razlike koje su utvrđene između prosečnih vrednosti pH. Takođe, na osnovu trenda dobijenih rezultata za prosečne sadržaje vode u kuvanim šunkama može se konstatovati da je uticaj različitog postupka mehaničke obrade, sa ili bez

vakuuma (ostali parametri mehaničke obrade su bili isti), od kojeg u velikoj meri zavisi stepen apsorpcije vode, odnosno salamure (Gillert i sar., 1981; Reichert i sar., 1984b), u stvari neznatan. Dalje, takođe, treba posebno naglasiti da je salamura S1 pripremana dva puta, odnosno posebno za mišiće SM otkoštene 8 sati *post mortem* i posebno za mišiće SM otkoštene 24 sata *post mortem*, što je takođe moglo dovesti do utvrđenih razlika u prosečnim sadržajima vode. Utvrđena visoko značajna razlika ($P < 0.01$) između prosečnih sadržaja vode u konzervama od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment), koje su proizvedene od ostalih mišića buta može se, takođe, objasniti kao i u prethodnom slučaju nedovoljno preciznim dodavanjem salamure S2, ali i mogućim različitim osnovnim hemijskim sastavom polazne sirovine, s obzirom da su ove konzerve od mesa u komadima proizvedene od ostalih mišića buta čiji osnovni hemijski sastav nije utvrđen, kao i uz dodatak usitnjenog bledog mesa dobijenog od mišića SM, kako bi se od delova SM mišića normalnog kvaliteta proizvele konzerve kuvane šunke vrhunskog kvaliteta. Na istovetan način se mogu objasniti i utvrđene značajne razlike (Tabela 5.2.9, II Ogled) u prosečnim sadržajima ukupnog pepela ($P < 0.01$), prosečnim sadržajima slobodne masti ($P < 0.05$) i prosečnim sadržajima holesterola ($P < 0.05$) koje su utvrđene u I eksperimentu (grupe K1, K2, O1 i O2). Slična analogija se može izvesti i za sadržaj proteina vezivnog tkiva, kao i za relativni sadržaj proteina vezivnog tkiva, a imajući u vidu rezultate određivanja sadržaja proteina mesa (Tabela 5.2.9, II Ogled). Naime, posebno je interesantno ukazati da su u proizvedenim kuvanim šunkama (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), koje su proizvedene od mišića SM, sa polutki koje su hladene različitom brzinom, i koji su otkošteni u različito vreme *post mortem* (Tabela 5.2.9, II Ogled), a potom salamureni istom salamurom S1, utvrđeni prosečni sadržaji proteina mesa iznosili od 17.11% (grupa K1) do 17.74% (grupa O2), dakle na izgled dosta je ujednačen, što je potpuno i očekivano s obzirom na pretpostavljeni osnovni hemijski sastav polazne sirovine (rezultati I Oglada, Tabela 5.1.2). Međutim, kod kuvane šunke grupe K1, koje su mehanički obrađivane u statičkim masir kadama, utvrđen je visoko značajno manji ($P < 0.01$) prosečan sadržaj proteina mesa, u poređenju sa ostalim grupama kuvanih šunki (grupe K2, O1 i O2), koje su mehanički obrađivane u vakuum tamberima. Na ovaj rezultat svakako nije uticala različita mehanička obrada (sa ili bez vakuuma), već se dobijeni rezultat prvenstveno može objasniti nestandardnim ubrizgavanjem, odnosno doziranjem salamure. Na isti način može se objasniti i visoko značajna razlika ($P < 0.01$) u prosečnom sadržaju ukupnih proteina koja je utvrđena između različito proizvedenih konzervi od mesa u komadima u II eksperimentu, gde su utvrđeni ukupni sadržaji proteina iznosili 13.13% (grupa K3) i 13.44% (grupa O3).

Na osnovu utvrđenih prosečnih sadržaja proteina mesa u kuvanim šunkama (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), odnosno prema sadržaju proteina mesa (Tabela 5.2.9, II Ogled), s obzirom da u procesu salamurenja nisu korišćeni belančevinski preparati, može se konstatovati da su sve proizvedene kuvane šunke imale prosečno više od 16% proteina mesa, te da su prema Pravilniku o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa (Službeni list SCG, broj 33, 2004) u potpunosti zadovoljile taj kriterijum kvaliteta, odnosno s pravom su ti proizvodi poneli ime kuvana šunka. S obzirom da je u izradi, odnosno u procesu salamurenja, konzervi od mesa u komadima grupa K3 i O3 (II eksperiment), korišćen belančevinasti preparat (EX 33, preparat na bazi sojinih proteina) proizvedene konzerve od mesa u komadima grupa K3 i O3 spadaju po našem Pravilniku o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa (Službeni list SCG, broj 33, 2004) u najslabiju kvalitetnu grupu konzervi od mesa u komadima, ali se po sadržaju ukupnih proteina, koji je značajno veći od traženog minimuma od 10%, mogu sa nešto manjim stepenom ubrizgavanja salamure od iste sirovine izrađivati bez stranih proteina, kao na primer oblikovani proizvodi, ili se može još više racionalizovati njihova proizvodnja, većim ubrizgavanjem salamure.

Dalje analizirajmo rezultate prikazane u istoj tabeli 5.2.9 (II Ogljed), odnosno rezultate prosečnih "PFF" vrednosti utvrđenih u kuvanim šunkama (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), kao i rezultate prosečnih "PFF" vrednosti utvrđenih u konzervama od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment), koje su ispitivane u ovom radu, radi ocene kvaliteta kuvanih šunki prema međunarodnom (američkom) standardu (USDA – MIPS, 1992), s obzirom da je primarni zadatak ovog rada bio da se od kvalitetnije muskulature butova (mišića SM) proizvede rentabilna kuvana šunka prvenstveno za inostrano (američko) tržište. Iz prikazanih rezultata najpre se vidi da su se utvrđene prosečne "PFF" vrednosti kuvanih šunki grupa K1, K2, O1 i O2 (I eksperiment) nalazile u intervalu od 17.42% (grupa K1) do 17.98% (grupa O1), a u konzervama od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment) od 13.29% do 13.59%. Dakle, kuvane šunke proizvedene od mišića SM, nezavisno od brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, a koji su salamureni salamutom S1, mogu se svrstati u treću klasu po kvalitetu, odnosno označiti kao "COOK HAM water added" proizvodi, jer imaju prosečnu "PFF" vrednost veću od 17%, ali i manju od 18.5% zbog čega ne mogu biti svrstane u drugu klasu po kvalitetu, odnosno u grupu "COOK HAM with natural juice" (USDA – MIPS, 1992). Po prosečnim "PFF" vrednostima konzerve od mesa u komadima (grupe K3 i O3) spadaju u četvrtu klasu, jer imaju prosečnu "PFF" vrednost nižu od 17%, odnosno mogu dobiti oznaku "COOK HAM and water product". Utvrđene razlike, koje su čak i visoko značajne ($P < 0.01$), između prosečnih "PFF" vrednosti u I i u II eksperimentu rezultat su prethodno objašnjenih značajnih razlika koje su utvrđene kod osnovnog hemijskog sastava. U pogledu dodatka stranih proteina, jasno je da se oni po Pravilniku o deklarisanju i označavanju upakovanih namirnica (Službeni list SCG, broj 4, 2004. i izmena i dopuna broj 12, 2004. i broj 48, 2004) moraju deklarirati kako na domaćem tržištu, gde nije zabranjena njihova upotreba, tako i na inostranom (američkom) tržištu, ako se sa kupcem uopšte dogovori da se takav proizvod isporučuje.

Generalno, može se konstatovati da je utvrđeni osnovni hemijski sastav proizvedenih kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima (Tabela 5.2.9, II Ogljed), i očekivan, odnosno pretpostavljen, ako se ima u vidu osnovni hemijski sastav upotrebijene sirovine, koji je utvrđen u I Ogljedu (Tabela 5.1.2), i ako se ima u vidu sastav i stepen dodavanja salamure. Takođe, može se konstatovati, da najverovatnije zbog neravnomernog doziranja salamure, u ovim istraživanjima, nije utvrđen pozitivan uticaj vakuum tamblovanja na apsorpciju salamure, odnosno nije ispoljen, a samim tim nije ni utvrđen uticaj brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem* na osnovni hemijski sastav kuvanih šunki. Sa druge strane, ako se ima u vidu formula za izračunavanje "PFF" vrednosti, jasno je da svako povećanje sadržaja masti u kuvanim šunkama, odnosno konzervama od mesa u komadima, povećava i "PFF" vrednost. Dakle, povećanjem sadržaja masti u ovim proizvodima, ali ne preko 2%, što je u ovim istraživanjima moguće ostvariti, odnosno manjim odstranjivanjem masti sa polazne sirovine, i malom korekcijom, odnosno malim smanjenjem količine dodate salamure može se dobiti kuvana šunka druge klase ("COOK HAM with natural juice", "PFF" vrednost $\geq 18.5\%$, 98% "fat free"), odnosno u tom pogledu postavljeni zadatak, u odnosu na analizirane faktore kvaliteta, u ovom radu je i postignut.

Suprotno od rezultata utvrđenih u ovom radu, u ispitivanjima Okanović-a (1993), Zagorac (1994), Milligan-a i sar. (1998) i Springer-a (2003) nije utvrđena značajna razlika između faktora nutritivnog kvaliteta (osnovni hemijski sastav) kuvanih šunki proizvedenih od konvencionalno i brzo hlađenog mesa (Zagorac, 1994; Milligan i sar., 1998; Springer, (2003), odnosno od konvencionalno i brzo hlađenog i u različito vreme *post mortem* otkoštenog mesa, koje je i različito salamureno (Okanović, 1993).

Za razliku od osnovnog hemijskog sastava proizvedenih kuvanih šunki i konzervi od mesa u komadima, između prosečnih sadržaja mikro- (gvožđe, cink, bakar, mangan) i makroelemenata (kalcijum, magnezijum, natrijum, kalijum) utvrđenih u kuvanim šunkama (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment) i konzervama od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment), u ovim istraživanjima (Tabela 5.2.10, II Ogljed), nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$). U poređenju sa prosečnim sadržajima mikro- i makroelemenata koji je utvrđen u mišićima SM (Tabela 5.1.3, I Ogljed) može se konstatovati da su kod kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), odnosno kod konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment), ti prosečni sadržaji veći (Tabela 5.2.10, II Ogljed), osim za kalcijum, koji je na istom nivou, što se može objasniti značajno većim prosečnim sadržajima ukupnog pepela koji je utvrđen u kuvanim šunkama, odnosno konzervama od mesa u komadima (Tabela 5.2.9, II Ogljed), u poređenju sa prosečnim sadržajima ukupnog pepela koji je utvrđen u mišićima SM (Tabela 5.1.2, I Ogljed). Sve ovo rezultat je mnogo većeg sadržaja mikro- i makroelemenata u solima za salamurenje, odnosno salamuri, u poređenju sa sadržajem tih elemenata u svinjskom mesu, što takođe može biti razlog zbog čega su se ti sadržaji uprosečili u izrađenim proizvodima, odnosno razlog nepostojanja značajne razlike u prosečnom sadržaju tih elemenata između različito proizvedenih kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), odnosno konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment).

Sledeći veoma značajan faktor kvaliteta kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima je mekoća (Rahelić i sar., 1980). Kao što je već istaknuto, između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih mišića SM nije utvrđena značajna razlika u prosečnim mekoćama, nakon kuvanja (Tabela 5.1.5, I Ogljed), isto kao ni u strukturi (Slike 5.1.2, 5.1.3. i 5.1.4). Iz tog razloga je i odlučeno da se u II Ogljedu kod svih grupa kuvanih šunki u I eksperimentu (grupe K1, K2, O1 i O2), i kod obe konzerve od mesa u komadima u II eksperimentu (grupe K3 i O3) primeni identičan broj obrtaja tokom mehaničke obrade, odnosno da nema potrebe za produženjem mehaničke obrade, čak ni kod mehaničke obrade brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, a kojom se izrazitije menja struktura mišića, odnosno meso postaje mekanije, a komadi mesa bolje povezani (Theno i sar., 1978; Rahelić i Vičević, 1978; Rahelić i sar., 1980; Gillert i sar., 1981). U ovim istraživanjima, s obzirom na prethodno utvrđeni kvalitet mesa (mišića SM) i s obzirom na stepen dodavanja salamure, odlučeno je da ukupan broj obrtaja pri mehaničkoj obradi mišića SM, koji su namenjeni izradi kuvanih šunki, bude 5120, odnosno da bude između (tačnije na polovini) minimalnog i maksimalnog broja obrtaja koje za ovu vrstu proizvoda preporučuje Müller (1989), dok je kod konzerve od mesa u komadima, s obzirom na veći stepen dodavanja salamure, odlučeno da ukupan broj obrtaja pri mehaničkoj obradi bude 7680.

Kao što je i pretpostavljeno na osnovu prikazanih rezultata za mekoću mišića SM (Tabela 5.1.5, I Ogljed), može se konstatovati da instrumentalnim određivanjem mekoće (Tabela 5.2.11, II Ogljed), i to na dva uređaja (sila smicanja – Warner-Bratzler), nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$) između različito proizvedenih kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), kao ni između različito proizvedenih konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment), mada je numerički najveća prosečna vrednost za mekoću (sila smicanja – Warner-Bratzler), odnosno najmanja mekoća (najveća tvrdoća), utvrđena kod kuvanih šunki grupe O2, koje su proizvedene od brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su imali i numerički najveću prosečnu vrednost za mekoću (sila smicanja – Warner-Bratzler), nakon kuvanja (bili su najtvrdi) (Tabela 5.1.5, I Ogljed), u poređenju sa brzo, odnosno konvencionalno hlađenim i 24 sata *post mortem* otkoštenim mišićima SM. Sa druge strane, numerički najmanja prosečna vrednost za mekoću (sila smicanja – Warner-Bratzler), odnosno najveća mekoća, utvrđena je kod kuvanih

šunki grupe O1, koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM. Takođe, zbog manjeg stepena dodavanja salamure, kao i činjenice da su kuvane šunke (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment) izrađene od većih komada mišića SM, a konzerve od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment) od usitnjenih komada mesa, kod kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment) su utvrđene, gotovo, tri puta (sila smicanja – Warner-Bratzler), odnosno dva puta (sila smicanja – Warner-Bratzler – Instron) veće prosečne vrednosti za mekoću, u poređenju sa prosečnim vrednostima za mekoću konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment). Značajna razlika nije utvrđena ($P > 0.05$) ni između instrumentalno određenih čvrstina (drugo svojstvo teksture) kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), kao ni između instrumentalno određenih čvrstina konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3), s tim da su zbog manjeg stepena dodavanja salamure kod kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment) utvrđene, gotovo, dvostruko veće prosečne vrednosti za čvrstinu, u poređenju sa prosečnim čvrstinama konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment). Dakle, može se konstatovati da brzina hlađenja polutki, vreme otkoštavanja *post mortem* i postupak salamurenja (sa ili bez vakuuma) značajno ne utiču na mekoću (sila smicanja – Warner-Bratzler) i čvrstinu kuvanih šunki. Ali, senzornom analizom mekoće (Tabela 5.2.14, II Ogled) sa najvećom prosečnom ocenom (4.54) ocenjene su kuvane šunke grupe O1 (mehanički obrađivane u vakuum tamberu), čija je mekoća instrumentalno utvrđena kao numerički najmanja, a što je gotovo optimalna mekoća za ovu vrstu proizvoda, dok su nešto nižim i potpuno identičnim prosečnim ocenama (4.25) ocenjene kuvane šunke grupa K2 i O2 (takođe, salamurene u vakuum tamberu), a sa najnižom prosečnom ocenom za mekoću (3.96), koja odstupa od optimalne, s obzirom da je visoko značajno manja ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim mekoćama kuvanih šunki grupa K2, O1 i O2, ocenjene su kuvane šunke grupe K1 (mehanički obrađivane u statičkim masir kadama). Takođe, treba istaći da je u ovim istraživanjima utvrđen pozitivan uticaj vakuuma na mekoću kuvanih šunki, ocenjenu senzorno. Analizom prosečnih senzornih ocena mekoće konzervi od mesa u komadima (II eksperiment) proizvedenih od ostalih mišića buta (grupe K3 i O3), te salamurenih salamurom S2, vidi se da su konzerve od mesa u komadima grupe K3 ocenjene nešto višom prosečnom ocenom (3.41) od konzervi od mesa u komadima O3 grupe (3.37), ali te razlike nisu značajne ($P > 0.05$). U odnosu na sve kuvane šunke proizvedene od mišića SM (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), konzerve od mesa u komadima grupa K3 i O3 (II eksperiment) su znatno mekše, no i ta mekoća je ocenjena kao još uvek prihvatljiva, odnosno kao mekoća koja odstupa od optimalne, ali ne i znatno (tada bi ocena bila 3.0), te se može konstatovati da je to još uvek mekoća konzervi od mesa u komadima, koje su proizvedene u tom tipu, ali su slabijeg kvaliteta.

U sličnim ispitivanjima Okanović (1993) nije utvrdio značajan uticaj postupka hlađenja polutki (konvencionalno ili brzo), vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja, na vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler, odnosno Zagorac (1994), Milligan i sar. (1998) i Springer i sar. (2003), takođe, nisu utvrdili značajan uticaj postupka hlađenja polutki (konvencionalno ili brzo), na vrednost sile smicanja – Warner-Bratzler, kao ni na mekoću kuvanih šunki, ocenjenu senzorno, dok je Okanović (1993) utvrdio značajno veću vrednost čvrstine kod kuvanih šunki proizvedenih od mišića SM koji su otkošteni 8 sati *post mortem*, salamureni salamurom temperature 5°C i koji su mehanički obrađivani 16 sati, u poređenju sa kontrolnom grupom, kao i najbolju mekoću, ocenjenu senzorno, kod kuvanih šunki proizvedenih od mišića SM otkoštenih 6 sati *post mortem*, salamurenih salamurom temperature -10°C i mehanički obrađivanih 20 sati.

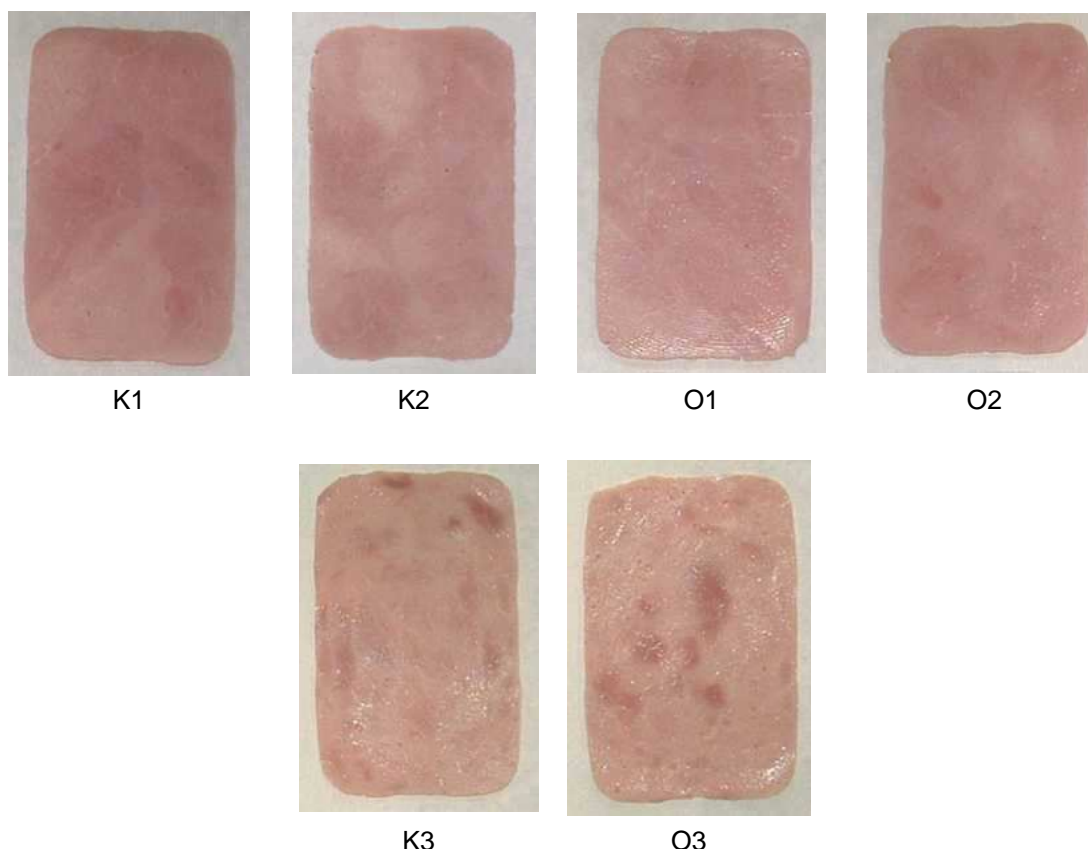
Daljom analizom rezultata prikazanih u Tabeli 5.2.11. i Tabeli 5.2.14. (II Ogled), u kojima su prikazani pokazatelji određivanja SVV i senzorno određena sočnost, vidi se da su prosečne SVV, iskazane u cm^2 ,

zatim preko odnosa M/RZ, preko ukupne površine – T (cm²) i preko odnosa M/T, kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), odnosno konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment), numerički veoma slične, odnosno vidi se da postupak hlađenja polutki (konvencionalno ili brzo), zatim vreme otkoštavanja *post mortem* (8 sati ili 24 sata *post mortem*) i postupak salamurenja (sa ili bez vakuuma), nisu doveli do značajne razlike ($P > 0.05$) u SVV, iskazane preko više pokazatelja. Međutim, utvrđeno je da je prosečna plastičnost kuvanih šunki grupe O2, koje su imale i numerički najbolju prosečnu SVV, zatim koje su imale i numerički najveću prosečnu vrednost za silu smicanja – Warner-Bratzler (instrumentalno određenu mekoću), i koje su proizvedene od brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih mišića SM, koji su, takođe, imali numerički najveću prosečnu silu smicanja – Warner-Bratzler, nakon kuvanja (Tabela 5.1.5, I Oglad), visoko značajno manja ($P < 0.01$) u poređenju sa prosečnom plastičnošću kuvanih šunki grupa K1 i K2, koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih mišića SM. Sa druge strane, numerički najveća prosečna vrednost za SVV, odnosno numerički najslabija SVV u cm², utvrđena je kod kuvanih šunki grupe O1, koje su proizvedene od brzo hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih mišića SM. Numerički slične prosečne vrednosti za SVV i plastičnost koje su utvrđene između kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment) i konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment), odnosno dobra prosečna SVV konzervi od mesa u komadima, u kojima je odnos mesa i salamure bio 60 : 40, mogu se objasniti dodatkom proteina soje i skroba u salamuru S2 kojom je salamureno meso za proizvodnju konzervi od mesa u komadima. Međutim, određivanjem SVV senzorno, odnosno određivanjem sočnosti, utvrđene su značajne razlike ($P < 0.01$) u sočnosti kuvanih šunki. Senzornom analizom sočnosti (Tabela 5.2.14, II Oglad) sa najvećom prosečnom ocenom (5.00) ocenjene su kuvane šunke grupe O1 (mehanički obrađivane u vakuum tamberu), čija je SVV instrumentalno utvrđena kao numerički najslabija, a što je senzorno ocenjeno kao optimalna sočnost za ovu vrstu proizvoda, dok su nešto nižim prosečnim ocenama (4.71 i 4.45) ocenjene kuvane šunke grupa K2 i O2 (takođe, salamurene u vakuum tamberu), a sa najnižom prosečnom ocenom za sočnost (4.03), koja odstupa od optimalne, s obzirom da je visoko značajno manja ($P < 0.01$), u poređenju sa prosečnim sočnostima kuvanih šunki grupa K2, O1 i O2, ocenjene su kuvane šunke grupe K1 (mehanički obrađivane u statičkim masir kadama). Takođe, treba istaći da se razlike u prosečnim sočnostima kuvanih šunki (grupe K2, O1 i O2), iako se te ocene nalaze u intervalu od 4.45 do 5.00, visoko značajno razlikuju ($P < 0.01$). Analizom prosečnih senzornih ocena sočnosti konzervi od mesa u komadima (II eksperiment) proizvedenih od ostalih mišića buta (grupe K3 i O3), te salamurenih salamurom S2 vidi se da su konzerve od mesa u komadima grupe K3 ocenjene nešto višom prosečnom ocenom (3.49) od konzervi od mesa u komadima O3 grupe (3.46), ali te razlike nisu značajne ($P > 0.05$). U odnosu na sve kuvane šunke proizvedene od mišića SM (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), konzerve od mesa u komadima grupa K3 i O3 (II eksperiment) su znatno suvlje, no i ta sočnost je ocenjena kao još uvek prihvatljiva, odnosno kao sočnost koja odstupa od optimalne, ali ne i znatno (tada bi ocena bila 3.0), te se može konstatovati da je to još uvek sočnost konzervi od mesa u komadima, koje su proizvedene u tom tipu, ali su slabijeg kvaliteta.

U sličnim ispitivanjima Okanović (1993) je utvrdio da brzina hlađenja polutki, vreme otkoštavanja *post mortem* i postupak salamurenja ne utiču značajno na SVV kuvanih šunki, ali je značajno manju plastičnost utvrdio kod kuvanih šunki proizvedenih od mišića SM koji su otkošteni 8 sati *post mortem*, koji su salamureni salamurom temperature 5°C i koji su mehanički obrađivani 20 sati, u poređenju sa kuvanim šunkama kontrolne grupe, dok su kuvane šunke, proizvedene od mišića otkoštenih 6 sati *post mortem*, koji su salamureni salamurom temperature –10°C i mehanički obrađivanih 20 sati, ocenjene kao kuvane šunke sa najboljom sočnosti. Springer i sar. (2003), takođe, nisu utvrdili značajan uticaj brzine hlađenja polutki na SVV,

odnosno na procenat slobodne, vezane i imobilizirane vode u kuvanim šunkama, dok u ispitivanjima Zagorac (1994), Milligan-a i sar. (1998) i Springer-a i sar. (2003) nije utvrđen značajan uticaj brzine hlađenja polutki na sočnost kuvanih šunki, ocenjene senzorno.

Sledeći veoma značajan faktor kvaliteta kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima je boja (Rahelić i sar., 1980; Müller, 1989). Boja je u ovim istraživanjima određena instrumentalno (Tabela 5.2.12, II Ogled) i senzorno (Tabela 5.2.14, II Ogled) i iskazana je sa nekoliko pokazatelja. Takođe, u ovom radu prikazane su i slike preseka proizvedenih kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, na kojima se može veoma dobro uočiti i boja (Slika 6.1).



Slika 6.1. Izgled i sastav preseka i boja i uniformnost boje proizvedenih konzervi

Analizom rezultata dobijenih instrumentalnim određivanjem boje, odnosno svetloće (L^* vrednost) i sjajnosti (Y vrednost) proizvedenih grupa kuvanih šunki (K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), odnosno konzervi od mesa u komadima (K3 i O3, II eksperiment), kao i na osnovu statističke obrade tih rezultata (Tabela 5.2.12, II Ogled), vidi se na prvi pogled da su uočene razlike značajne ($P < 0.05$). No, detaljnijom analizom tih rezultata vidi se da su prosečne L^* i Y vrednosti u proizvedenim kuvanim šunkama u I eksperimentu (grupe K1, K2, O1 i O2), koje su salamurene salamurom S1 i sa istom količinom salamure (meso : salamura = 83.33 : 16.67), zapravo dosta ujednačene i da se kreću u intervalu od 60.14 (grupa K1) do 62.05 (grupa O1), odnosno u intervalu od 28.40 (grupa K1) do 30.59 (grupa O1), dok su u II eksperimentu kod konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3), koje su salamurene salamurom S2 i sa istom količinom salamure (meso : salamura = 60 : 40), utvrđene prosečne L^* i Y vrednosti iznosile 62.03, odnosno 30.87 (grupa K3) i 63.77, odnosno 32.76 (grupa O3). Da se radi o ujednačenoj boji kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I

eksperiment), odnosno konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment), odnosno ujednačenoj svetloći (L^* vrednost) i sjajnosti (Y vrednost) može se konstatovati ako se napravi odgovarajuća analogija sa bojom svežeg mesa. Naime, na primer, prema Joo-u i sar. (1999) i Džinić (2005), crveno ružičasta boja se definiše kao boja u intervalu od 43 do 50 L^* jedinica, odnosno crveno ružičastu boju pokriva interval od 7 L^* jedinica, dok razlika između najsvetlije (grupa O1) i najtamnije (grupa K1) grupe kuvane šunke iznosi 1.91 L^* jedinica, odnosno između konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3) ta razlika iznosi 1.74 L^* jedinice. U prilog konstataciji da se radi o ujednačenoj boji idu i rezultati određivanja udela crvene boje (a^* vrednost), zatim udela žute boje (b^* vrednost) i čistoće boje, s obzirom da između ovih pokazatelja boje, odnosno između njihovih prosečnih vrednosti, ni kod kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), ni kod konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment), nije utvrđena značajna razlika ($P > 0.05$). Dakle, na navedene pokazatelje boje (a^* vrednost, b^* vrednost i čistoća boje) nije utvrđen značajan uticaj brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja. Značajno tamnija ($P < 0.05$) boja (L^* i Y vrednost) koja je utvrđena kod kuvanih šunki grupe K1 (konvencionalno hlađene polutke; salamurenje u statičkoj masir kadi), u poređenju sa bojom (L^* i Y vrednost) kuvanih šunki grupa O1 i O2 (brzo hlađene polutke; salamurenje u vakuum tamberu), kao i značajno tamnija ($P < 0.05$) boja (L^* i Y vrednost) koja je utvrđena kod kuvanih šunki grupe K2 (konvencionalno hlađene polutke; salamurenje u vakuum tamberu), u poređenju sa bojom (L^* i Y vrednost) kuvane šunke grupe O1 (brzo hlađene polutke; salamurenje u vakuum tamberu), ne može se objasniti brzinom hlađenja polutki i vremenom otkoštavanja *post mortem*, s obzirom da je kod brzo hlađenih mišića SM, odnosno kod brzo hlađenih i ranije otkoštenih mišića SM, utvrđena numerički tamnija boja, u poređenju sa konvencionalno hlađenim i 24 sata *post mortem* otkoštenim mišićima SM (Tabela 5.1.6, I Ogled). Takođe, utvrđene značajne razlike ($P < 0.05$) u boji, odnosno svetloći (L^* vrednost) i sjajnosti (Y vrednost), kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), ne mogu se objasniti tamblovanjem pod vakuumom, koje ima pozitivan uticaj na boju (Scheid, 1986), s obzirom da je najtamnija boja utvrđena kod kuvanih šunki (grupa K1) koje su mehanički obrađivanje u statičkim masir kadama, kao ni utvrđenim sadržajem ukupnih pigmenata, zatim utvrđenim sadržajem nitrozilmioglobina, odnosno procentom konverzije mioglobina u nitrozilmioglobin (Tabela 5.2.12, II Ogled), s obzirom da utvrđene značajnosti razlika između ovih pokazatelja, odnosno njihovih prosečnih vrednosti, nisu, ni u I eksperimentu (grupe K1, K2, O1 i O2), ni u II eksperimentu (grupe K3 i O3), u istom trendu kao i utvrđene razlike u prosečnim svetloćama (L^* vrednost), odnosno sjajnostima (Y vrednost) kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2), s tim da ipak treba istaći da je kod kuvanih šunki sa prosečno najtamnijom bojom (grupa K1), odnosno prosečno najmanjim L^* i Y vrednostima, utvrđen i najveći prosečni sadržaj ukupnih pigmenata i najveći prosečni sadržaj nitrozilmioglobina. Takođe, treba istaći da uticaj vremena otkoštavanja polutki *post mortem* (8 sati ili 24 sata *post mortem*) nije značajno ispoljen na boju ($P > 0.05$), odnosno svetloću (L^* vrednost) i sjajnost (Y vrednost) kuvanih šunki označenih kao grupe O1 i O2. Najverovatniji razlog koji je doveo do značajne razlike u boji (L^* i Y vrednost) između kuvanih šunki, koje su proizvedene od konvencionalno hlađenih mišića SM (grupe K1 i K2), i kuvanih šunki, koje su proizvedene od brzo hlađenih mišića SM (grupe O1 i O2), ali i između konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3), jeste boja polazne sirovine. Naime, u ovim istraživanjima, su neposredno pre salamurenja sa mišića SM izdvojeni delovi mišića sa bledom bojom (vrednost $L^* > 50$; Kauffman i sar., 1992; Warner i sar., 1997; Joo i sar., 1999; Toldra i Flores, 2000; Džinić, 2005), tako da nije izmerena prosečna boja polazne sirovine (mišića SM) koja će se salamuriti, i verovatno je zbog većeg izdvajanja delova mišića blede boje sa mišića SM koji su konvencionalno hlađeni (Tabela 5.2.5, II Ogled), preostali deo konvencionalno hlađenih mišića SM bio

prosečno nešto tamniji. Na isti način se može objasniti i značajna razlika ($P < 0.05$) u prosečnim dominantnim talasnim dužinama (Tabela 5.2.12, II Ogljed) koje su utvrđene između kuvanih šunki, koje su proizvedene od konvencionalno hladjenih mišića SM (grupe K1 i K2), i kuvanih šunki, koje su proizvedene od brzo hladjenih mišića SM (grupe O1 i O2). Suprotno od rezultata instrumentalnog određivanja svetloće (L^* vrednost), odnosno sjajnosti (Y vrednost) kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2), senzornom ocenom boje (Tabela 5.2.14, II Ogljed) je utvrđeno da kuvane šunke koje su proizvedene od brzo hladjenih mišića SM (grupe O1 i O2) imaju visoko značajno ($P < 0.01$) tamniju (prihvatljiviju), stabilniju i uniformniju boju, u poređenju sa senzorno ocenjenom bojom kuvanih šunki koje su proizvedene od konvencionalno hladjenih mišića SM (grupe K1 i K2). Sa najvećom prosečnom ocenom za boju (4.29) ocenjene su kuvane šunke grupe O2 (mehanički obrađivane u vakuum tamberu), dok je nešto nižom prosečnom ocenom (4.25) ocenjena kuvana šunka grupe O1 (takođe, mehanički obrađivane u vakuum tamberu), a što je neznatno odstupanje od optimalne crveno ružičaste boje. Nešto veće odstupanje od optimalne boje utvrđeno je kod kuvanih šunki grupe K1 (mehanički obrađivane u statičkim masir kadama), odnosno grupe K2 (mehanički obrađivane u vakuum tamberu) kod kojih su utvrđene prosečne senzorne ocene boje iznosile 3.71, odnosno 3.42. Takođe, treba istaći da uticaj vremena otkoštavanja polutki *post mortem* (8 sati ili 24 sata *post mortem*) nije značajno ispoljen na boju, ocenjenu senzorno, kuvanih šunki označenih kao grupe O1 i O2. Analizom prosečnih senzornih ocena boje konzervi od mesa u komadima (II eksperiment), proizvedenih od ostalih mišića buta (grupe K3 i O3), vidi se da su konzerve od mesa u komadima grupe K3 ocenjene višom prosečnom ocenom (3.50) od konzervi od mesa u komadima grupe O3 (3.25), ali te razlike nisu značajne ($P > 0.05$). U odnosu na sve kuvane šunke proizvedene od mišića SM (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), konzerve od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment) su senzorno ocenjene kao svetlije, no i ta boja je ocenjena kao još uvek prihvatljiva, odnosno kao boja koja odstupa od optimalne, ali ne i znatno (tada bi ocena bila 3.0), te se može konstatovati da je to još uvek boja konzervi od mesa u komadima, koje su proizvedene u tom tipu, ali su slabijeg kvaliteta.

Suprotno od rezultata utvrđenih u ovom radu, u ispitivanjima Okanović-a (1993) nije utvrđen značajan uticaj brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja na instrumentalno i senzorno utvrđenu boju, ali je boja senzorno zbog velike neujednačenosti, ocenjena kao slabija. Takođe, u ispitivanjima Zagorac (1994), Milligan-a i sar. (1998) i Springer-a (2003) nije utvrđen značajan uticaj brzine hlađenja polutki na instrumentalno, odnosno senzorno određenu boju kuvanih šunki.

Prethodno iznetu konstataciju da u ovim istraživanjima, odnosno da u proizvodnim uslovima tokom procesa proizvodnje kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, nije bilo obezbeđeno potpuno istovetno, zahtevano, doziranje (ubrizgavanje) salamure najbolje potvrđuju rezultati prikazani u Tabeli 5.2.13. Naime, u ovim istraživanjima je odlučeno da sastavi salamura budu takvi, odnosno da količine dodatih salamura budu tolike, da u finalnom proizvodu količina soli (natrijum hlorida) bude 2.75%. Međutim, ova količina soli utvrđena je samo kod grupe K3 (II eksperiment), dok je kod svih ostalih grupa kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), odnosno konzervi od mesa u komadima grupa O3 (II eksperiment), sadržaj soli bio manji, ali i takođe visoko značajno neujednačen ($P < 0.01$, I i II eksperiment), odnosno kod kuvanih šunki (I eksperiment) označenih kao grupe O1 i O2, koje su proizvedene od brzo hladjenih mišića SM, utvrđen je visoko značajno veći ($P < 0.01$) sadržaj soli, u poređenju sa kuvanim šunkama označenih kao grupe K1 i K2, koje su proizvedene od konvencionalno hladjenih mišića SM. Značajno veći sadržaj soli ($P < 0.01$) kod kuvanih šunki proizvedenih od brzo hladjenih mišića SM (grupe O1 i O2, I eksperiment), u poređenju sa kuvanim šunkama proizvedenim od konvencionalno hladjenih mišića SM (grupe K1 i K2, I

eksperiment) u suprotnosti su sa Callow-om (1933, 1937, 1956) teorijom da se meso može uspešno salamuriti samo nakon razvitka punog *rigor mortis*-a i završetka glikolize, s obzirom da je tada voda kod mišića sa "otvorenom strukturom" potisnuta iz miofibrila u sarkoplazmu, a delom i u međuceljske prostore, pa u te mišiće so brže prodiere nego u one sa visokom sposobnošću vezivanja vode, odnosno mišić bolje zadržava salamuru. Sa druge strane, čak se može konstatovati da dobijeni rezultati donekle potvrđuju rezultate Rahelić-a i sar. (1974; 1980), ali i drugih autora (Mullins i sar., prema navodu Arganos-a i Henrickson-a, 1969) prema kojima nema razlike u brzini penetracije salamure u meso sa raznim vrednostima pH, odnosno prema kojima razlika između toka prodiranja salamure u meso salamureno rano i kasno *post mortem* nije značajna, i da na kvalitet proizvoda ne utiče da li je meso salamureno u "zatvorenoj" ili "otvorenoj" strukturi. U prilog ovoj tvrdnji, koja je utvrđena kada operacije salamurenja ubrizgavanjem i mehanička obrada nisu još bile razvijene, idu i poznati efekti proizašli upravo usavršavanjem ovih operacija radi savladavanja prepreka u difuziji salamure. Iz rezultata prikazanih u istoj tabeli (Tabela 5.2.13) se vidi da, slično kao i sadržaji soli, sadržaji ukupnog fosfora i sadržaji nitrita u kuvanim šunkama (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), odnosno konzervama od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment), visoko značajno variraju ($P < 0.01$), ali i da su sadržaji ukupnog fosfora i sadržaji nitrita manji od maksimalno dozvoljenih koliko je propisano Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa (Službeni list SCG, broj 33, 2004) i Pravilnikom o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine (Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravki, izmena i dopuna broj 5, 2004. i broj 16, 2005, tabela IV u prilogu).

Dalje, detaljnim pregledom histoloških preparata mišića SM iz kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2) proizvedenih od mišića hlađenih različitim brzinom koji su otkošteni u različito vreme *post mortem* i koji su različito salamureni, odnosno različito mehanički obrađivani (Slike 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3. i 5.2.4), i analizom tih rezultata, može se konstatovati da navedeni ispitani uticaji nisu doveli do razlika u strukturi kuvanih šunki, odnosno da su strukture svih proizvedenih kuvanih šunki međusobno veoma slične. Kao što je istaknuto u Prikazu rezultata kod svih kuvanih šunki utvrđeno je da između mišićnih vlakana praktično nema praznih prostora (zbijena struktura). Nastajanje zbijene, odnosno kompaktne strukture, objašnjava se činjenicom da tokom termičke obrade mišićni proteini, koju su rastvoreni u prethodnim fazama proizvodnje kombinovanim efektom dodavanja ingredijencija (fosfati i kuhinjska so) i postupkom mehaničke obrade, denaturišu, što dovodi do smanjenja intercelularnih prostora, zbijanja denaturisanih vlakana i stvaranja trodimenzionalne mreže sposobne da zadrži vodu, dajući finalnom proizvodu konzistenciju, čvrstinu i dobru povezanost (Lagares, 2007). U ovim istraživanjima, kompaktna struktura može se objasniti i činjenicom da je tokom proizvodnje kod svih grupa proizvedenih kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2) primenjen umeren režim mehaničke obrade (5120 obrtaja), s obzirom da izrazitije promene strukture (oštećenja strukture) nastaju kao rezultat intenzivnije (produžene) mehaničke obrade (Rahelić i Vičević, 1978; Theno i sar., 1978). Sa druge strane, na svim histološkim preparatima utvrđena je velika razlika u dijametri mišićnih vlakana, odnosno u stepenu njihove nabubrelosti. Imajući u vidu da na histološkim preparatima svih proizvedenih kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2) nisu uočeni prazni prostori, odnosno nije uočena nevezana salamura, utvrđen nejednak stepen nabubrelosti mišićnih vlakana se prvenstveno može objasniti količinom dodate salamure (120%), odnosno može se izvesti zaključak da je pri definisanim uslovima proizvodnje mogao biti ostvaren i veći dodatak salamure, a da nakon termičke obrade ne dođe do izdvajanja slobodne vode (salamure), naravno uz narušavanje tražene "PFF" vrednosti. Takođe, detaljnim pregledom histoloških preparata mišića buta iz konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3) proizvedenih od ostalih mišića buta hlađenih različitim

brzinom, koji su otkošteni 24 sata *post mortem* i koji su različito salamureni, odnosno različito mehanički obrađivani (Slike 5.2.5. i 5.2.6) i analizom tih rezultata, može se konstatovati da navedeni ispitani uticaji nisu doveli do razlika u strukturi konzervi od mesa u komadima, odnosno da su strukture proizvedenih konzervi od mesa u komadima međusobno veoma slične. Kao što je istaknuto u Prikazu rezultata kod konzervi od mesa u komadima utvrđeno je da mišićna vlakna nisu zbijena, odnosno da između njih ima dosta praznih ekstracelularnih prostora, kao i da je jedan deo tih ekstracelularnih prostora ispunjen salamurom, odnosno formiranim gelom. Utvrđene razlike između strukture kuvanih šunki i strukture konzervi od mesa u komadima u velikoj meri objašnjavaju velike numeričke razlike u mekoći i čvrstini koje su utvrđene između kuvanih šunki i konzervi od mesa u komadima.

I konačno, senzornom analizom proizvedenih kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima (Tabela 5.2.14), takođe, je utvrđeno da je spoljni izgled i stanje ambalaže svih finalnih grupa proizvoda optimalan, odnosno ovo senzorno svojstvo kvaliteta je ocenjeno prosečnom ocenom 5.00 (I i II eksperiment). Na dalje, senzorno svojstvo kvaliteta izgled i sastav preseka ocenjeno je sa ocenama koje ukazuju na neznatno odstupanje od optimalnog kvaliteta, odnosno sa prosečnim ocenama u intervalu od 4.32 (grupa K1, I eksperiment) do 4.60 (grupa O2, I eksperiment) za kuvane šunke, dok su konzerve od mesa u komadima ocenjene sa ocenama koje ukazuju na umereno odstupanje od optimalnog kvaliteta, odnosno sa prosečnim ocenama u intervalu od 3.73 (grupa O3, II eksperiment) do 3.97 (grupa K3, II eksperiment), s tim da brzina hlađenja polutki, zatim vreme otkošćavanja *post mortem* i postupak salamurenja (sa ili bez vakuuma) nisu doveli do značajnih razlika ($P > 0.05$) u izgledu i sastavu preseka kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima. Miris i ukus, najvažnija senzorna svojstva, kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), takođe, su ocenjeni sa ocenama koje ukazuju na neznatna odstupanja od optimalnog kvaliteta, odnosno prosečne senzorne ocene za miris i ukus za kuvane šunke grupa K2, O1 i O2 (I eksperiment) bile su iznad 4.50 (4.71, 4.75 i 4.54), dok je prosečna senzorna ocena za miris i ukus za kuvanu šunku grupe K1 (I eksperiment) iznosila 4.25, s tim da je ova prosečna ocena visoko značajno manja ($P < 0.01$) u poređenju sa prosečnim ocenama za ova senzorna svojstva ostalih grupa kuvanih šunki (grupe K2, O1 i O2). Nešto slabije senzorno ocenjeni miris i ukus kuvanih šunki grupe K1, u poređenju sa ostalim grupama kuvanih šunki (grupe K2, O1 i O2), prvenstveno se može objasniti činjenicom da je kod ove grupe kuvanih šunki utvrđen najmanji prosečan sadržaj soli (Tabela 5.2.13). Nešto nižim prosečnim ocenama, u poređenju sa kuvanim šunkama (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), ali još uvek ocenjeni kao neznatna odstupanja od optimalnog kvaliteta, senzorno su ocenjeni miris i ukus konzervi od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment). Na osnovu ukupne senzorne analize proizvedenih kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), odnosno izračunavanjem prosečne ponderisane ocene ukupnog senzornog kvaliteta, najvišom prosečnom ocenom od 4.60, ocenjene su kuvane šunke grupe O1 (proizvedene od brzo hlađenih mišića SM, koji su otkošćeni 24 sata *post mortem* i koji su salamureni u vakuum tamberu), zatim takođe visokom prosečnom ponderisanom ocenom od 4.50, ocenjene su kuvane šunke grupe O2 (proizvedene od brzo hlađenih mišića SM, koji su otkošćeni 8 sati *post mortem* i koji su salamureni u vakuum tamberu), dok su nešto nižim prosečnim ponderisanim ocenama, ali još uvek visokim ocenama (prosečne ocene između 4.00 i 4.50) ocenjene kuvane šunke grupa K1 i K2 (proizvedene od konvencionalno hlađenih mišića SM, koji su otkošćeni 24 sata *post mortem* i koji su salamureni u statičkoj masir kadi, odnosno vakuum tamberu), odnosno može se konstatovati da sve grupe proizvedenih kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment) imaju veoma dobar prosečan senzorni kvalitet. Ista, odnosno slična, konstatacija može se izvesti i za proizvedene konzerve od mesa u komadima (grupe K3 i O3, II eksperiment), iako su kod ovih

grupa proizvoda izračunavanjem prosečne ponderisane ocene ukupnog senzornog kvaliteta, utvrđene prosečne ocene između 3.75 i 4.00, odnosno nešto niže, u poređenju sa ocenama kuvanih šunki (grupe K1, K2, O1 i O2, I eksperiment), ali to je i očekivano, ako se ima u vidu da su konzerve od mesa u komadima proizvedene bez prethodnog klasiranja sirovine, kao i sa značajno većim dodatkom salamure (značajno su rentabilnije).

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu prikazanih rezultata dobijenih ispitivanjem uticaja različite brzine hlađenja polutki, odnosno uticaja brzog hlađenja polutki, na temperaturi od -31°C u prva 3 sata hlađenja, odnosno do cca 4 sata *post mortem*, a zatim pod konvencionalnim uslovima (do 8 i 24 sata *post mortem*), u poređenju sa konvencionalnim hlađenjem polutki (na 2 do 4°C do 24 sata *post mortem*), kao i uticaja ranijeg otkoštavanja polutki *post mortem*, nakon brzog hlađenja, na tok biohemijskih promena u mišićima i prisustvo mikroorganizama u mesu, odnosno na kvalitet i bezbednost proizvedenog svinjskog mesa (*M. semimembranosus*), kao i uticaja postupka salamurenja (u statičkom masir uređaju i u vakuum tambleru), različito hlađenog i u različito vreme *post mortem* otkoštenog mesa, na kvalitet i bezbednost kuvane šunke, odnosno konzervi od mesa u komadima, i diskusije tih rezultata može se zaključiti:

1. Da je tokom (4, 6 i 8 sati *post mortem*) i na kraju hlađenja (24 sata *post mortem*) kod brzo hlađenih polutki, u poređenju sa konvencionalno hlađenim polutkama (I i II Ogled), utvrđen visoko značajno ($P < 0.01$) brži pad temperature u dubini buta, blizu femura (najtoplija tačka u polutki), s tim da je traženi zahtev, odnosno interna temperatura od 7°C , u dubini buta kod brzo hlađenih polutki dostignut do 8 sati *post mortem*, odnosno gotovo 16 sati ranije, u poređenju sa konvencionalno hlađenim polutkama,
2. Da je, nezavisno od brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, proizvedeno meso (*M. semimembranosus*) zdravstveno bezbedno, u delu u kojem je zdravstvena bezbednost ispitana, odnosno ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija koji je utvrđen u proizvedenom mesu (u dubini) bio je značajno manji od maksimalno dozvoljenog, zatim u proizvedenom mesu nije detektovano prisustvo bakterija iz porodice *Enterobacteriaceae*, dok je prisustvo rezidua i kontaminenata u proizvedenom mesu bilo manje od granice detekcije za primenjene metode određivanja, odnosno značajno manje od maksimalno dozvoljene količine,
3. Da je 8 sati *post mortem* kod brzo hlađenih *Mm. semimembranosus* utvrđen značajno ($P < 0.05$, I Ogled), odnosno visoko značajno ($P < 0.01$, II Ogled) sporiji pad vrednosti pH, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *Mm. semimembranosus*, kao i da je 8 sati *post mortem*, odnosno u momentu otkoštavanja polovine brzo hlađenih polutki, utvrđena vrednost pH u *Mm. semimembranosus* bila oko 6.0 (6.02, I Ogled; 5.95, II Ogled), što korespondira sa početkom *rigor mortis*-a, s tim da u tom momentu temperatura u tim mišićima nije bila opala ispod 5°C . Tako će, 24 sata *post mortem* nije utvrđen značajan uticaj ($P > 0.05$) različite brzine hlađenja na krajnje vrednosti pH u *Mm. semimembranosus*,

4. Da je, u poređenju sa konvencionalno hlađenim polutkama, brzim hlađenjem polutki i otkoštavanjem 24 sata *post mortem*, odnosno otkoštavanjem 8 sati *post mortem*, utvrđen značajno ($P < 0.05$) i visoko značajno ($P < 0.01$) manji kalo hlađenja i to za 30% (smanjen sa 2.0 na 1.4%) i za 60% (smanjen sa 2.0 na 0.8%), odnosno, u poređenju sa brzo hlađenim polutkama, otkoštenih 24 sata *post mortem*, kod brzo hlađenih i ranije *post mortem* otkoštenih polutki (8 sati *post mortem*) utvrđen je značajno manji kalo hlađenja ($P < 0.05$), takođe, od 30% (smanjen sa 1.4 na 0.8%),
5. Da je, nezavisno od brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, proizvedeno meso (*M. semimembranosus*) uobičajenog osnovnog hemijskog sastava i sadržaja mikro- i makro elemenata, odnosno da između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih *Mm. semimembranosus* nema značajnih razlika u osnovnom hemijskom sastavu i sadržaju mikro- i makroelemenata ($P > 0.05$),
6. Da, nezavisno od brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, proizvedeno meso (*M. semimembranosus*) ima dobru rastvorljivost proteina, odnosno da između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih *Mm. semimembranosus* nema značajnih razlika u ukupnoj rastvorljivosti proteina, kao ni u rastvorljivosti sarkoplazmatskih i miofibrilarnih proteina ($P > 0.05$),
7. Da između elektroforetograma, dobijenih SDS-PAGE analizom, nezavisno od brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, nema razlike u broju, širini i intenzitetu traka identifikovanih proteina, odnosno da između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih *Mm. semimembranosus* nema razlike u stanju proteina, odnosno ispoljene denaturacije,
8. Da u pogledu mekoće (sila smicanja – Warner-Bratzler), nema značajnih razlika ($P > 0.05$) između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih, pa termički obrađenih *Mm. semimembranosus*,
9. Da, nezavisno od brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, proizvedeno meso (*M. semimembranosus*) na kraju proizvodnje, odnosno 8 i 24 sata *post mortem*, ima prosečnu sposobnost vezivanja vode, određenu metodom kompresije, koja odgovara sposobnosti vezivanja vode mesa normalnog kvaliteta, odnosno da između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih *Mm. semimembranosus*, na kraju proizvodnje, nema značajnih razlika u sposobnosti vezivanja vode ($P > 0.05$), s tim da je nakon 24 sata kondicioniranja, ali ne i nakon 7 dana kondicioniranja, značajno bolja sposobnost vezivanja vode, odnosno manji "drip loss" ($P < 0.05$), utvrđen kod brzo hlađenih i 8 sati *post mortem* otkoštenih *Mm. semimembranosus*, u poređenju sa konvencionalno hlađenim i 24 sata *post mortem* otkoštenim *Mm. semimembranosus*,
10. Da je kod brzo hlađenih *Mm. semimembranosus*, nezavisno od vremena otkoštavanja *post mortem*, utvrđen visoko značajno manji kalo kuvanja ($P < 0.01$), u poređenju sa konvencionalno hlađenim *Mm. semimembranosus*,
11. Da, nezavisno od brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, proizvedeno meso (*M. semimembranosus*) ima prosečno boju (CIE $L^*a^*b^*$ i CIE Yxy sistem) mesa normalnog kvaliteta, odnosno da između različito hlađenih i u različito vreme *post mortem* otkoštenih *Mm. semimembranosus* nema značajnih razlika u boji ($P > 0.05$),

12. Da je, u poređenju sa konvencionalno hlađenim *Mm. semimembranosus*, brzim hlađenjem *Mm. semimembranosus* (otkoštenih 24 sata *post mortem*) i brzim hlađenjem *Mm. semimembranosus* i ranijim otkoštavanjem (8 sati *post mortem*) utvrđeno smanjenje učestalosti pojavljivanja (I Ogled) i smanjenje količine mesa (II Ogled) blede boje ($L^* > 50$) i to za 20.9% (smanjena sa 39.2 na 31.0%), odnosno za 4.6% (smanjena sa 43.4 na 41.4%) i za 42.6% (smanjena sa 39.2 na 22.5%), odnosno za 77.9% (smanjena sa 43.4 na 10.9%), dok je, u poređenju sa brzo hlađenim *Mm. semimembranosus* (otkoštenih 24 sata *post mortem*), kod brzo hlađenih i ranije *post mortem* otkoštenih *Mm. semimembranosus* (8 sati *post mortem*) utvrđeno smanjenje učestalosti pojavljivanja (I Ogled) i smanjenje količine mesa (II Ogled) blede boje ($L^* > 50$) za 27.4% (smanjena sa 31.0 na 22.5%), odnosno za 73.7% (smanjena sa 41.4 na 10.9%), što, zajedno sa rezultatima za vrednosti pH i sposobnost vezivanja vode, ukazuje da je proizvedeno meso (*M. semimembranosus*) CČN (crveno ružičasto, čvrsto i nevodnjikavo) i BČN (bledo, čvrsto i nevodnjikavo) kvaliteta,
13. Da su po svojoj strukturi mišićna vlakna brzo hlađenih *Mm. semimembranosus*, i to posebno kod onih otkoštenih 8 sati *post mortem*, većeg dijametra i da su znatno zbijenija (manji ekstracelularni prostori), u poređenju sa strukturom, odnosno mišićnim vlaknima konvencionalno hlađenih i 24 sata *post mortem* otkoštenih *Mm. semimembranosus* čija su mišićna vlakna znatno manjeg dijametra i između kojih se jasno uočavaju veći ekstracelularni prostori,
14. Da, nezavisno od brzine hlađenja polutki i vremena otkoštavanja *post mortem*, proizvedeno meso (*M. semimembranosus*) ima prosečan senzorni kvalitet (boju, čvrstinu i vlažnost, mramoriranost, sočnost i mekoću) koji ne odstupa ili neznatno odstupa od optimalnog senzornog kvaliteta svinjskog mesa, s tim da različita brzina hlađenja i različito vreme otkoštavanja *post mortem* nisu doveli do značajnih razlika u senzornom kvalitetu *Mm. semimembranosus* ($P > 0.05$),
15. Da su, nezavisno od brzine hlađenja polutki, vremena otkoštavanja *post mortem* i postupka salamurenja, proizvedene kuvane šunke, odnosno konzerve od mesa u komadima, zdravstveno bezbedne, u delu u kojem je zdravstvena bezbednost ispitana, jer nije detektovano prisustvo bakterija iz porodice *Enterobacteriaceae*, dok je prisustvo kontaminenata u proizvedenim kuvanim šunkama, odnosno konzervama od mesa u komadima, bilo manje od granice detekcije za primenjene metode određivanja, odnosno značajno manje od maksimalno dozvoljene količine,
16. Da su u pogledu vrednosti pH, osnovnog hemijskog sastava, sadržaja mikro- i makroelemenata i sadržaja dodatih aditiva, i pored toga što su između pojedinih faktora kvaliteta utvrđene značajne razlike ($P < 0.05$ i $P < 0.01$), proizvedene kuvane šunke, odnosno konzerve od mesa u komadima, veoma ujednačenog sastava, odnosno da utvrđene razlike nisu rezultat različitih brzina hlađenja polutki, zatim različitih vremena otkoštavanja *post mortem* i različitih postupaka salamurenja, već rezultat nedovoljno preciznog dodavanja salamure u industrijskim uslovima,
17. Da određivanjem teksture, odnosno mekoće i čvrstine, nisu utvrđene značajne razlike u teksturi ($P > 0.05$) različito proizvedenih kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima,
18. Da određivanjem i iskazivanjem više pokazatelja sposobnosti vezivanja vode, nisu utvrđene značajne razlike u sposobnosti vezivanja vode ($P > 0.05$) različito proizvedenih kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima,
19. Da je određivanjem i iskazivanjem više pokazatelja boje, i pored toga što između pojedinih pokazatelja boje (svetloća – L^* vrednost i sjajnost – Y vrednost, dominantna talasna dužina,

sadržaj ukupnih pigmenata, sadržaj nitrozilmioglobina) različito proizvedenih kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, postoje značajne razlike ($P < 0.05$ i $P < 0.01$), utvrđena veoma ujednačena boja različito proizvedenih kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima,

20. Da su strukture svih kuvanih šunki, međusobno, veoma slične, odnosno kompaktne (sa zbijenim mišićnim vlaknima), dok su strukture konzervi od mesa u komadima, takođe, međusobno, veoma slične, ali struktura konzervi od mesa u komadima nije kompaktna (mišićna vlakna nisu zbijena), odnosno u strukturi se uočavaju prazni ekstracelularni prostori koji su jednim delom ispunjeni salamurum, odnosno formiranim gelom,
21. Da su sve proizvedene kuvane šunke, odnosno konzerve od mesa u komadima, imale senzorno optimalni spoljni izgled i stanje ambalaže, da su kuvane šunke proizvedene od brzo hlađenih *Mm. semimembranosus*, koji su otkošteni 8 sati *post mortem* i koji su salamureni u vakuum tamberu imale senzorno najbolji izgled i sastav preseka i boju i održivost i uniformnost boje, dok su kuvane šunke proizvedene od brzo hlađenih *Mm. semimembranosus* koji su otkošteni 24 sata *post mortem* i koji su salamureni u vakuum tamberu imale senzorno najbolji miris i ukus, sočnost i mekoću, odnosno najbolji prosečan ukupni senzorni kvalitet.

Generalno, može se zaključiti da se sa povećanjem brzine hlađenja polutki u prvim satima *post mortem* (do cca 4 sata *post mortem*) i zatim ujednačavanjem temperature u polutkama (do 8, odnosno do 24 sata *post mortem*), obezbeđuju uslovi za odvijanje postmortalnih biohemijskih procesa u mišićima na način koji obezbeđuje takva svojstva proizvedenom mesu koja se značajno ne razlikuju, ili su čak značajno poboljšana (viša vrednost pH, bolja sposobnost vezivanja vode, odnosno manji "drip loss" i manji kalo kuvanja, manja učestalost pojavljivanja, odnosno manja količina, mesa blede boje), u odnosu na svojstva mesa proizvedenog na uobičajeni konvencionalni način, koje je namenjeno proizvodnji kuvanih šunki, odnosno proizvodnji konzervi od mesa u komadima. Zatim, da su već 8 sati *post mortem*, nakon brzog hlađenja, mišići u potpunosti prevedeni u stanje podesno za salamurenje, što samo dodatno potvrđuju rezultati ispitivanja kvaliteta kuvanih šunki proizvedenih od ove sirovine, pri čemu treba naglasiti da su utvrđene izvesne razlike kod pojedinih faktora kvaliteta kuvanih šunki, odnosno konzervi od mesa u komadima, prvenstveno rezultat faktora proizvodnje (na primer, operacije salamurenja), odnosno još uvek nestandardnog postupka proizvodnje ovih proizvoda (na primer, neujednačeno ubrizgavanje salamure). Racionalizacija definisanog tehnološkog postupka proizvodnje svinjskog mesa, odnosno kuvanih šunki (konzervi od mesa u komadima), prvenstveno se ogleda, pored već spomenutog smanjenja učestalosti pojavljivanja i količine mesa blede boje, u značajnom smanjenju vremena hlađenja (za 16 sati), odnosno smanjenju troškova rada, i značajnom smanjenju kalam hlađenja polutki. Dodatnim izmenama u tehnologiji salamurenja proizvedena je kvalitetna konzerva od mesa u komadima od ostataka mesa buta, uključujući i izdvojeno meso slabijeg kvaliteta (*M. semimembranosus*), i na taj način je samo još dodatno potvrđeno da je moguće značajno racionalizovati proizvodnju kuvane šunke uz valorizaciju celokupne muskulature buta.

8. CITIRANA LITERATURA

- Aaslyng, M. D., Bejerholm, C., Ertbjerg, P., Bertram, H. C. and Andersen H. J. (2003). Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food quality and preference*, 14, 4, 277 – 288.
- Aberle, E. D., Forrest, J. C., Gerrard, D. E., Mille, E. W., Hedrick, H. B., Judge, M. D. and Merkel, R. A. (2001). *Principles of Meat Science*. Kendall/Hunt Co, Dubuque, Iowa, USA.
- Aćamović, N. M. i Kljajić, R. R. (2003). Razvoj sistema analize opasnosti i kritične kontrolne tačke (HACCP) u proizvodnji hrane. Novi Sad: Naučni institut za veterinarstvo i Green quality, Kragujevac.
- AMSA (1995). Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. American meat science association, National live stock and meat board, pp. 1 – 47, Chicago, Illinois, USA.
- Appel, D. and Löfqvist, B. (1978). Meat cooking techniques – Part 1: A preliminary study of the effect of the rate of heating in water. *Meat Science*, 2, 4, 251 – 262.
- Apple, J. K., Maxwell, C. V., deRodas, B., Watson, H. B. and Johnson, Z. B. (2000). Effect of magnesium mica on performance and carcass quality of growing-finishing swine. *Journal of Animal Science*, 78, 8, 2135 – 2143.
- Apple, J. K., Roberts, W. J., Maxwell, C. V., Bober, C. B., Fakler, T. M. and Friesen, K. G. (2004). Effect of supplemental manganese on performance and carcass characteristics of growing-finishing swine. *Journal of Animal Science*, 82, 11, 3267 – 3276.
- Arganosa, F. C. and Henrickson, R. L. (1969). Cure diffusion through pre- and post-chilled porcine muscles. *Food Technology*, 23, 8, 75 – 79.
- Autio, T., Säteri, T., Fredriksson-Ahomaa, M., Rahkio, M., Lundén, J. and Korkeala, H. (2000). *Listeria monocytogenes* contamination pattern in pig slaughterhouses. *Journal of Food Protection*, 63, 10, 1438 – 1442.
- Barkate, M. L., Acuff, G. R., Lucia, L. M. and Hale, D. S. (1993). Hot water decontamination of beef carcasses for reduction of initial bacterial numbers. *Meat Science*, 35, 3, 397 – 401.
- Barton-Gade, P. (1985). Karakteristike kvaliteta mesa i njihov značaj za proizvode od svinjskog mesa. *Tehnologija mesa*, XXVI, 9, 250 – 253.
- Barton-Gade, P., Bejerholm, C. and Borup, V. (1987). Influence of different chilling procedures on the eating quality of pork chops. In: *Proceedings 33rd International Congress of Meat Science and Technology*, p. 27, Helsinki, Finland.

- Bate-Smith, E. C. (1948). The physiology and chemistry of *rigor mortis*, with special references to the aging of the beef. In: *Advances in Food Research*, I, 1, Academic Press, New York, USA.
- Baytchev, I. (1982). Influence de la cuisson sur la qualité des jambons (semi-conserves) á une valeur F identique et á des températures différentes. In: *Proceedings 28th European Meeting of Meat Research Workers*, 4.22, S. 226, Madrid, Spain.
- Bär, H., Strelkov, S. V., Sjöberg, G., Aebi, U. and Herrmann, H. (2004). The biology of desmin filaments: how do mutations affect their structure, assembly, and organisation? *Journal of Structural Biology*, 148, 2, 137 – 152.
- Beganović, A. H. (1985). Mikrobiološki aspekti rasjecanja i otkoštavanja mesa prije i poslije *rigor mortis*-a. NIM '84, Postmortalne promene mesa, Elektrostimulacija i DFD meso, 82 – 84, Subotica.
- Bejerholm, A. C. and Barton-Gade, P. (1986). Effect of intramuscular fat level on eating quality of pig meat. In: *Proceedings 32nd European Meeting of Meat Research Workers*, pp. 389 – 391, Gent, Belgium.
- Belton, P. S., Jackson, R. R. and Packer, K. J. (1973). Pulsed NMR studies of water in striated muscle. II. Spin-lattice times and the dynamics of the non-freezing fraction of water. *Biochimica et Biophysica Acta*, 286, 1, 56 – 64.
- Bem, Z. i Adamič, J. (1991). Mikrobiologija mesa i proizvoda od mesa. Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Bendall, J. R. (1951). The shortening of rabbit muscles during *rigor mortis*: its relation to the breakdown of adenosine triphosphate and creatine phosphate and to muscular contraction. *Journal of Physiology*, 114, 1 – 2, 71 – 88.
- Bendall, J. R. (1960). *Post mortem* changes in muscle. In: *The structure and function of muscle* G. H. Bourne (Ed.), Vol. 3, p. 260, Academic Press, New York, USA.
- Bendall, J. R. (1973). The biochemistry of *rigor mortis* and cold-contraction. In: *Proceedings 19th European Meeting Meat Research Workers*, pp. 1 – 27, Paris, France.
- Bendall, J. R. (1975). Cold-contraction and ATP-turnover in the red and white musculature of the pig *post mortem*. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 26, 1, 55 – 71.
- Bendall, J. R. and Restall, D. J. (1983). The cooking of single myofibrils, small myofibril bundles and muscle strip from beef *M. psoas* and *M. sternomandibularis* muscles at varying heating rates and temperatures. *Meat Science*, 8, 2, 93 – 117.
- Bennett, G., Selby, J. V., Marsh, K., Vantrappen, G., Geboes, K. and Aitkenhead, A. R. (1993). PEST CONTROL: Cockroaches as carriers of bacteria. *The Lancet*, 341, 732.
- Berends, B. R. Van Knapen, F., Mossel, D. A. A., Burt, S. A. and Snijders, J. M. A. (1998). *Salmonella* spp. on pork at cutting plants and at the retail level and the influence of particular risk factors. *International Journal of Food Microbiology*, 44, 3, 207 – 217.
- Berends, B. R., Van Knapen, F., Snijders, J. M. A. and Mossel, D. A. (1997). Identification and quantification of risk factors regarding *Salmonella* spp. on pork carcasses. *International Journal of Food Microbiology*, 36, 2 – 3, 199 – 206.
- Bertram, H. C., Dønstrup, S., Karlsson, A. H., Andersen, H. J. and Stødkilde-Jørgensen, H. (2001). *Post mortem* energy metabolism and pH development in porcine *M. longissimus dorsi* as affected by two

- different cooling regimes. A ^{31}P -NMR spectroscopic study. *Magnetic Resonance Imaging*, 19, 7, 993 – 1000.
- Bertram, H. C., Purslow, P. P. and Andersen H. J. (2002). Relationship between meat structure, water mobility, and distribution: A low-field nuclear magnetic resonance study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4, 824 – 829.
 - Bocard, R., Buchter, L., Casteels, M., Cosentino, E., Dransfield, E., Hood, D. E., Joseph, R. L., MacDougall, D. B., Rhodes, D. N., Schön, I., Tinbergen, B. J. and Touraille, C. (1981). Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of a Working Group in the Commission of the European Communities' (CEC) Beef Production Research Programme. *Livestock Production Science*, 8, 5, 385 – 397.
 - Bodwell, C. E., Pearson, A. M. and Spooner, M. E. (1965). *Post mortem* changes in muscle. I. Chemical changes in beef. *Journal of Food Science*, 30, 5, 766 – 772.
 - Bolton, D. J. Pearce, R. and Sheridan, J. J. (2002b). Risk based determination of critical control points for pork slaughter. Teagasc – The National Food Centre, Research Report, No. 56, Final Report, Project RMIS, No. 4667, Ashtown, Dublin, Republic of Ireland.
 - Bolton, D. J., Pearce, R. A., Sheridan, J. J., Blair, I. S., McDowell, D. A. and Harrington, D. (2002a). Washing and chilling as critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point (HACCP) systems. *Journal of Applied Microbiology*, 92, 5, 893 – 902.
 - Bolton, F. J., Dawkin, H. C., Hinchcliff, D. M. and Robertson, L. (1982). *Campylobacter jejuni/coli* in abattoirs and butcher shops. *Journal of Infection*, 4, 3, 243 – 245.
 - Borch, E. and Arinder, P. (2002). Bacteriological safety issues in red meat and ready-to-eat meat products, as well as control measures, *Meat Science*, 62, 3, 381 – 390.
 - Borch, E., Nesbakken, T. and Christensen, H. (1996). Hazard identification in swine slaughter with respect to foodborne bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 30, 1 – 2, 9 – 25.
 - Borchert, L. L. and Briskey, E. J. (1963). Prevention of pale, soft, exudative porcine muscle through partial freezing with liquid nitrogen *post mortem*. *Journal of Food Science*, 29, 2, 203 – 209.
 - Bowater, F. J. (1997). Economies of meat chilling and freezing. In: *Proceeding of the institute of refrigeration*, pp. 1 – 11, London, England. Available: www.fjb.co.uk
 - Bowater, F. J. Rapid carcass chilling plants compared to conventional system. In: *Proceeding of the institute of refrigeration*, pp. 1 – 6, London, England. Available: www.fjb.co.uk
 - Bragagnolo, N. and Rodriguez-Amaya, D. B. (2002). Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22, 1, 98 – 104.
 - Brewer, M. S., Zhu, L. G., Bidner, B., Meisinger, D. J. and McKeith, F. K. (2001). Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. *Meat Science*, 57, 2, 169 – 176.
 - Briskey, E. J. (1964). Etiological status and associated studies of pale, soft, exudative porcine musculature. In: *Advances in Food Research*, 13, pp. 89 – 178, Academic Press, New York, USA.
 - Briskey, E. J. and Kauffman, R. G. (1971). *Quality characteristics of muscle as a food – The Science of Meat and Meat Products*. W. H. Freeman and Company, San Francisco, USA.

- Brown, T. and James, S. J. (1992). Process design data for pork chilling. *International Journal of Refrigeration*, 15, 5, 281 – 289.
- Bučar, F. (1997). Meso – poznavanje in priprava. Kmečki glas, Ljubljana, Slovenija.
- Burfoot, D., Self, K. P., Hudson, W. R., Wilkins, T. J. and James, S. J. (1990). Effect of cooking and cooling method on the processing times, mass losses and bacterial condition of large meat joints. *International Journal of Food Science and Technology*, 25, 6, 657 – 667.
- Callow, E. H. (1933). The theory of curing. Annual Report Food Investment Board for 1933, pp. 97 – 104, London, United Kingdom.
- Callow, E. H. (1937). The electrical resistance and micro-structure of muscular tissue. Annual Report Food Investment Board for 1937, pp. 46 – 49, London, United Kingdom.
- Callow, E. H. (1956). The technology of bacon-curing. *Journal of Food Science and Agriculture*, 7, 3, 173 – 179.
- Carr, J. A., Thompson, L. D., Miller, M. F., Ramsey, C. B. and Kaster, C. S. (1998). Chilling and trimming effects on the microbial populations of pork carcasses. *Journal of Food Protection*, 61, 4, 487 – 489.
- Carr, S. N. and McKeith, F. K. (1998). Impact of paylean™ on pork quality. Facts, National Pork Board, pp. 1 – 4, Des Moines, Iowa, USA.
- Cassidy, R. O., Ockerman, H. W., Krol, B., Roon, P. S., Plimpton, R. F. Jr and Cahill, V. R. (1978). Effect of tumbling method, phosphate level and final cook temperature on histological characteristics of tumbled porcine muscle tissue. *Journal of Food Science*, 43, 5, 1514 – 1518.
- Cate, ten L. (1961). Elementare Pökerversuche, I Teil, II Teil. *Die Fleischwirtschaft*, 9, 400 – 402.
- Čepin, S. i Čepon, M. (2001). Uticaj genetike i sredine na kvalitet junečeg trupa i mesa. *Tehnologija mesa*, 42, 5 – 6, 283 – 294.
- Chang, V. P., Mills, E. W. and Cutter, C. N. (2003). Reduction of bacteria on pork carcasses associated with chilling method. *Journal of Food Protection*, 66, 6, 1019 – 1024.
- Chizzolini, R., Delban, G., Rosa, P., Novelli, E., Baldini, P., Parolar, G. und Barbuti, S. (1992). Warm- und Kaltzerlegung. Vergleichende Beurteilung bei Schweinen mit hohem Schlachtgewicht. *Fleischwirtschaft*, 72, 11, 1590 – 1592.
- Christensen, J., Baggesen, D. L., Nielsen, A. C. and Nielsen, B. (1999). Prevalence of *Salmonella enterica* in pigs before start of danish *Salmonella* control programme (1993/94) and four years later (1998). In: Proceedings 3rd International Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork, pp. 267 – 272, Washington, DC, USA.
- CIE. (1976). International Commission on Illumination, Colorimetry: Official Recommendation of the International Commission on Illumination. Publication CIE No. (E-1.31) Bureau Central de la CIE, Paris, France.
- Clarke, R. C. and Gyles, C. L. (1993). *Salmonella*. In: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals, C. L. Gyles and C. O. Thoen (Eds.), 2nd edition, pp. 133 – 153, Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.

- Cloak, O. M. (1999). The development of rapid methods for the detection of pathogens in meat and poultry. Ph. D. thesis, University of Ulster, Northern Ireland.
- Codex Alimentarius Standard for Cooked Cured Ham. (1991). Codex Stan 96-1981, Rev. 1 – 1991.
- Commission Decision of 26 April 2004 (2004/379/EC) amending Decision 2001/471/EC as regards bacteriological tests in certain meat establishments. Official Journal of the European Union, L 199, 1 – 2.
- Commission Decision of 27 October 1997 (97/747/EC) fixing the levels and frequencies of sampling provided for by Council Directive 96/23/EC for the monitoring of certain substances and residues thereof in certain animal products. Official Journal of the European Union, L 303, 12 – 15.
- Commission Decision of 8 June 2001 (2001/471/EC) laying down rules for the regular checks on the general hygiene carried out by the operators in establishments according to Directive 64/433/EEC on health conditions for the production and marketing of fresh meat and Directive 71/118/EEC on health problems affecting the production and placing on the market of fresh poultry meat. Official Journal of the European Union, L 165, 48 – 53.
- Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. Official Journal of the European Union, L 338, 1 – 26.
- Commission Regulation (EC) No 466/2001 of 8 March 2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Official Journal of the European Union, L 77, 1 – 13.
- Commission Regulation (EC) No 853/2004 of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin. Official Journal of the European Union, L 226, 22 – 82.
- Cormier, A., Vautour, G. and Allard, J. (1996). Canada – Wide Survey of the Nutritional Composition of Six Retail Pork Cuts. Journal of Food Composition and Analysis 9, 3, 255 – 268.
- Council Directive 86/363/EEC of 24 July 1986 on the fixing of maximum levels for pesticide residues in and on foodstuffs of animal origin. Official Journal of the European Union, L 221, 43 – 47.
- Council Directive 96/23/EC of 29 April 1996 on measures to monitor certain substances and residues thereof in live animals and animal products and repealing Directives 85/358/EEC and 86/469/EEC and Decisions 89/187/EEC and 91/664/EEC. Official Journal of the European Union, L 125, 1 – 23.
- Council Directive of 26 June 1964 (64/433/EEC) on health conditions for the production and marketing of fresh meat. Official Journal of the European Union, L 121, 1 – 30.
- Council Regulation (EEC) No 2377/90 of 26 June 1990 laying down a Community procedure for the establishment of maximum residue limits of veterinary medicinal products in foodstuffs of animal origin. Official Journal of the European Union, L 224, 1 – 8.
- Craven, J. A. and Hurst, D. B. (1982). The effect of time in lairage on the frequency of *Salmonella* infection in slaughtered pigs. Journal of Hygiene, 88, 1, 107 – 111.
- Dann, A. C. (1972). Practical observations on the rapid chilling of pork carcasses in relation to shelf life and drip. Meat chilling – why and how? In: Proceedings Meat Research Institute Symposium, No. 2, p. 61, Langford, Bristol, United Kingdom.
- Davies, R. H. and Hinton, M. H. (2000). *Salmonella* in animal feed. In: *Salmonella* in Domestic Animals, C. Wray and A. Wray (Eds.), pp. 285 – 300, CABI, Walingford, England.

- Davies, R. H. and Wray, C. (1997). Distribution of *Salmonella* on 23 pig farms in the UK. In: Proceedings of the 2nd International Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork, pp. 137 – 141, Copenhagen, Denmark.
- Davies, R. H., McLaren, I. M. and Bedford, S. (1999). Observations on the distribution of *Salmonella* in a pig abattoir. *The Veterinary Records*, 145, 23, 655 – 661.
- Degussa Texturant Systems. The basics for your meat products. Prospektni material. Available: www.texturantsystems.com
- Delahunty, C. M., McCord, A., O'Neill, E. E. and Morrissey, P. A. (1997). Sensory characterisation of cooked hams by untrained consumers using free-choice profiling. *Food Quality and Preference*, 8, 5, 381 – 388.
- Den Hertog-Meischke, M. J. A. (1997). Het Waterhoudend Vermogen Van Vers Vlees, Met Speciale Aandacht Voor de Invloed Van Processing en Distributie. Ph. D. thesis, University of Utrecht, The Netherlands.
- Department of Health and Social Security (1989). Chilled and frozen – guidelines on cook-chill and cook-freeze catering systems, United Kingdom.
- Desmond, E. (2006). Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*, 74, 1, 188 – 196.
- Desmond, E., Kenny, T. and Ward, P. (2002). The effect of injection level and cooling method on the quality of cooked ham joints. *Meat Science*, 60, 3, 271 – 277.
- Desmond, E., Kenny, T., Ward, P. and Sun, D. W. (2000). Effect of rapid and conventional cooling methods on the quality of cooked ham joints. *Meat Science*, 56, 3, 271 – 278.
- DeVol, D. L., McKeith, F. K., Bechtel, P. J., Novakofski, J., Shanks, R. D. and Carr, T. R. (1988). Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses. *Journal of Animal Science*, 66, 2, 385 – 392.
- Dickson, J. S., Hurd, H. S. and Rostagno, M. H. (2003). *Salmonella* in the pork production chain. Review Pork Checkoff, pp. 1 – 12, National Pork Board, Des Moines, Iowa, USA.
- Dorado, M., Matin Gómez, E. M., Jiménez-Colmenero, F. and Masoud, T. A. (1999). Cholesterol and fat contents of spanish commercial pork cuts. *Meat Science*, 51, 4, 321 – 323.
- Doyle, M. P. and Schoeni, J. L. (1987). Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from fresh retail meats and poultry. *Applied and Environmental Microbiology*, 53, 10, 2394 – 2396.
- Dransfeld, E. (1994) Modelling post-mortem tenderisation—V: Inactivation of calpains. *Meat Science*, 37, 3, 391 – 409.
- Dransfield, E. and Lockyer, D. K. (1985). Cold-shortening toughness in excised pork *M. longissimus dorsi*. *Meat Science*, 13, 1, 19 – 32.
- Dransfield, E., Ledwith, M. J. and Taylor, A. A. (1991). Effect of electrical stimulation, hip suspension and ageing on quality of chilled pig meat. *Meat Science*, 29, 1, 129 – 139.
- Duffy, G., Cloak, O. M., O'Sullivan, M. G., Guillet, A., Sheridan, J. J., Blair, I. S. and McDowell, D. A. (1999). The incidence and antibiotic resistance profiles of *Salmonella spp.* on Irish retail meat products, *Food Microbiology*, 16, 6, 623 – 631.

- Džinić, N. (2005). Uticaj endogenih i egzogenih faktora na kvalitet svinjskog mesa. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, Banja Luka.
- Edwards, D. B., Bates, R. O. and Osburn, W. N. (2003). Evaluation of Duroc- vs. Pietrain-sired pigs for carcass and meat quality measures. *Journal of Animal Science*, 81, 8, 1895 – 1899.
- Eikelenboom, G., Hoving-Bolink, A. H. and van der Wal, P. G. (1996). The eating quality of pork. 2. The influence of intramuscular fat. *Fleischwirtschaft*, 76, 4, 517 – 518.
- Eilert, S. J. (1997). What quality controls are working in the plant? In: Proceedings pork quality summit, pp. 59 – 63, National Pork Producers Council, Des Moines, Iowa, USA.
- Eisner, M. (1979). Die pasteurisation von schinken-halbkonserven mit hilfe des selektiven stufenverfahrens. *Fleischwirtschaft*, 59, 10, 1443 – 1451.
- Enfält, A. C., Lundström, K., Hansson, I., Lundeheim, N. and Nyström, P. E. (1997). Effects of outdoor rearing and sire breed (Duroc or Yorkshire) on carcass composition and sensory and technological meat quality. *Meat Science*, 45, 1, 1 – 15.
- Epling, L. K., Carpenter, J. A. and Blakenship, L. C. (1993). Prevalence of *Campylobacter spp.* and *Salmonella spp.* on pork carcasses and the reduction effected by spraying with lactic acid. *Journal of Food Protection*, 56, 6, 536 – 537.
- Erdős, T. (1943). *Rigor*, contracture and ATP. Studies from the Institute of Medical Chemistry University of Szeged, 3, 51 – 56.
- Farouk, M. M. and Swan, J. E. (1998). Effect of rigor temperature and frozen storage on functional properties of hot-boned manufacturing beef. *Meat Science*, 49, 2, 233 – 248.
- Feldhusen, F. i Kuhne, M. (1992). Effects of ultra rapidchilling and ageing on length of sarcomeres and tenderness of pork. *Meat Science*, 32, 2, 161 – 171.
- Feldhusen, F., Woltering, B. and Fries, R. (1992). Bacterial composition of pigskin surfaces during cold storage at various degrees of relative humidity. *International Journal of Food Microbiology*, 15, 1 – 2, 185 – 190.
- Feng, P. and Weagant, S. D. (1994). *Yersinia*. In: Foodborne Disease Handbook: Diseases Caused by Bacteria, Y. H. Hui, J. R. Gorham, K. D. Murrell and D. O. Cliver (Eds.), pp. 427 – 460, Marcel Dekker, New York, USA.
- Fenlon, D. R., Wilson, J. and Donachie, W. (1996). The incidence and level of *Listeria monocytogenes* contamination of food sources at primary production and initial processing. *Journal of Applied Bacteriology*, 81, 6, 641 – 650.
- Fischer, C., Hamm, R. and Honikel, K. O. (1979). Changes in solubility and enzymatic activity of muscle glycogen phosphorylase in PSE muscles. *Meat Science*, 3, 1, 11 – 19.
- Fischer, K. (2007). Drip loss in pork: influencing factors and relation to further meat quality traits. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 124, 1, 12 – 18.
- Fisher, P., Mellett, F. D. and Hoffman, L. C. (2000). Halothane genotype and pork quality – 1. Carcass and meat quality characteristics of three halothane genotypes. *Meat Science*, 54, 2, 97 – 105.

- Food Safety Advisory Committee (1991). Guidelines on cook-chill systems in hospitals and catering premises. Report to the Minister for Health and Minister for Agriculture and Food, Ireland.
- Forrest, J. C., Aberle, E. D., Hendrick, H. B., Judge, M. D. and Merkel, R. A. (1975). Muscle and associated tissues, Part II. In: Principles of Meat Science, W. H. Freeman and Company, pp. 25 – 145, San Francisco, United States of America.
- Frederick, B. R., van Heugten, E. and See, M. T. (2004). Timing of magnesium supplementation administered through drinking water to improve fresh and stored pork quality. *Journal of Animal Science*, 82, 5, 1454 – 1460.
- Frederick, T. F., Miller, M. F., Jones, D. K., Meade, M. K. and Ramsey, C. B. (1994). Hot-fat trimming of pork carcasses to reduce pale, soft and exudative pork. *Journal of Muscle Food*, 5, 2, 165 – 173.
- Freixanet, L. (2007a). Additives and ingredients in the manufacture of whole muscle cooked meat products, Girona, Spain. Available: www.metalquimia.com
- Freixanet, L. (2007b). Manufacturing process for whole muscle cooked meat products IV: Stuffing and moulding, Girona, Spain. Available: www.metalquimia.com
- Friendship, R. M. (1992). Health security: An increasing role for swine practitioners. *Compendium on Continuing Educations for the Practicing Veterinarian*, 14, 3, 25 – 427.
- Frenzen, P., Buzby, J. C. and Roberts, T. (1999). An updated estimate of the economic costs of human illness due to foodborne salmonella infections in the United States. In: Proceedings 3rd International Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork, pp. 215 – 218, Washington, DC, USA.
- Fritz, J. D., Swartz, D. R. and Greaser, M. L. (1989). Factors affecting polyacrylamide gel electrophoresis and electroblotting of high-molecular-weight myofibrillar proteins. *Analytical Biochemistry*, 180, 2, 205 – 210.
- FSA – Food Standard Agency. (2006). Salt reduction targets. Available: www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/salttargetsapril06.pdf
- Fu, A. H., Sebranek, J. G. and Murano, E. A. (1994). Microbial and quality characteristics of pork cuts from carcasses treated with sanitizing sprays. *Journal of Food Science*, 59, 2, 306 – 309.
- Fujii, J., Otsu, K., Zorzato, F., De Leon, S., Khanna, V. K., Weiler, J. A., O'Brien, P. J. and MacLennan, D. H. (1991). Identification of a mutation in the porcine ryanodine-receptor that is associated with malignant hyperthermia. *Science*, 253, 448 – 451.
- Fung, B. M. and McGaughy, T. W. (1979). Study of spin-lattice and spin-spin relaxation times of ¹H, ²H, and ¹⁷O in muscle water. *Biophysical Journal*, 28, 2, 293 – 303.
- Garrido, M. D., Pedauyé, J., Bañón, S. and Laencina, J. (1994). Objective meat quality measurements of ham: a practical classification method on the slaughterline. *Meat Science*, 37, 3, 421 – 428.
- Gaze, J. E., Shaw, R. and Archer, J. (1998). Identification and prevention of hazards associated with slow cooling of hams and other large cooked meats and meat products, Review No. 8 Project No. 16286. Campden & Chorleywood Food Research Association, Chipping Campden, Gloucestershire, United Kingdom.

- Gerats, G. E., Snijders, J. M. A. and van Logtestijn, J. G. (1981). Slaughter techniques and bacterial contamination of pig carcasses. In: Proceedings I 27th European Meeting of Meat Research Workers, pp. 198 – 200, Vienna, Austria.
- German Nutrition Society: The Nutrition Report 2000 (2000). pp. 1 – 38, Frankfurt am Main, Germany.
- Gigiel, A. Butler, F. and Hudson, B. (1989). Alternative methods of pig chilling. *Meat Science*, 26, 1, 67 – 83.
- Gill, C. O. and Bryant, J. (1992). The contamination of pork with spoilage bacteria during commercial dressing, chilling and cutting of pig carcasses. *International Journal of Food Microbiology*, 16, 1, 51 – 62.
- Gill, C. O. and Bryant, J. (1993). The presence of *Escherichia coli*, *Salmonella* and *Campylobacter* in pig carcass dehairing equipment. *Food Microbiology*, 10, 4, 337 – 344.
- Gill, C. O. and Jones, T. (1995). The presence of *Aeromonas*, *Listeria*, and *Yersiniu* in carcass processing equipment at two pig slaughtering plants. *Food Microbiology*, 12, 135 – 141.
- Gill, C. O. and Jones, T. (1997). Assessment of the hygienic characteristics of a process for dressing pasteurized pig carcasses. *Food Microbiology*, 14, 1, 81 – 91.
- Gill, C. O., Dussault, F., Holley, R. A., Houde, A., Jones, T., Rheault, N., Rosales, A. and Quesy, S. (2000). Evaluation of the hygienic performances of the processes for cleaning, dressing and cooling pig carcasses at eight packing plants. *International Journal of Food Microbiology*, 58, 1 – 2, 65 – 72.
- Gill, D. S., McGinnis, J. Bryant and B. Chabot, (1995). Decontamination of commercial, polished pig carcasses with hot water. *Food Microbiology*, 12, 2, 143 – 149.
- Gillett, T. A., Cassidy, R. D. and Simon, S. (1981). Effect of continuous massaging on bind, yield and color of hams. *Journal of Food Science*, 46, 6, 1681 – 1683.
- Gillett, T. A., Cassidy, R. D. and Simon, S. (1982). Ham massaging. Effect of massaging cycle, environmental temperature and pump level on yield, bind, and color of intermittently massaged hams. *Journal of Food Science*, 47, 4, 1083 – 1088.
- Goldbach, S. G. and Alban, L. (2006). A cost-benefit analysis of salmonella-control strategies in danish pork production. *Preventive Veterinary Medicine*, 77, 1 – 2, 1 – 14.
- Goldspink, G. and McLoughlin, J. V. (1964). Studies on pig muscle. 3. The effect of temperature on the solubility of the sarcoplasmic proteins in relation to colour changes in post-rigor muscle. *Irish Journal of Agriculture Research*, 3, 9 – 16.
- Gorsuch, T. T. (1970). The destruction of organic matter. Pergamon press, Ltd., Oxford – New York – Toronto – Sydney – Braunschweig.
- Grau, R. und Hamm, R. (1953). Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. *Naturwissenschaften*, 40, 1, 29 – 30.
- Greaser, M. L. and Gergely, J. (1971). Reconstitution of Tn activity from three protein components. *Journal of Biological Chemistry*, 246, 4226 – 4233.
- Greer, G. G. and Dilts, B. D. (1987). Effect of blast chilling on the bacterial quality and case life of pork. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 20, 94 – 97.
- Grujić, R. (2000). Nauka o ishrani čovjeka. Tehnološki fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, Banja Luka.

- Gyton, A. C. (1990). Medicinska fiziologija. Medicinska knjiga, Beograd – Zagreb.
- Hadživuković, S. (1991). Statistički metodi. Drugo prošireno izdanje, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Hald, T. and Wegener, H. C. (1999). Quantitative assessment of the sources of human salmonellosis attributable to pork. In: Proceedings 3rd International Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork, pp. 200 – 205, Washington, DC, USA.
- Hald, T., Wingstrand, A., Swanenberg, M., Altrock, A. V., Limpitakis, N. and Thorberg, B. M. (1999). Harvest epidemiology of *Salmonella* contamination in EU pig slaughterhouses. In: Proceedings of the 3rd International Symposium on the Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork, pp. 273 – 276, Washington, DC, USA.
- Hambrecht, E., Eissen, J. J., de Klein, W. J. H., Ducro, B. J., Smits, C. H. M., Verstegen, M. W. A. and den Hartog, L. A. (2004). Rapid chilling cannot prevent inferior pork quality caused by high preslaughter stress. *Journal of Animal Science*, 82, 2, 551 – 556.
- Hamilton, D. N., Ellis, M., Hemann, M. D., McKeith, F. K., Miller, K. D. and Purser, K. W. (2002). The impact of *Longissimus* glycolytic potential and short-term feeding of magnesium sulfate heptahydrate prior to slaughter on carcass characteristics and pork quality. *Journal of Animal Science*, 80, 6, 1586 – 1592.
- Hamilton, D. N., Ellis, M., McKeith, F. K. and Eggert, J. M. (2003a). Effect of level, source, and time of feeding prior to slaughter of supplementary dietary magnesium on pork quality. *Meat Science*, 65, 2, 853 – 857.
- Hamilton, D. N., Miller, K. D., Ellis, M., McKeith, F. K. and Wilson, E. R. (2003b). Relationships between longissimus glycolytic potential and swine growth performance, carcass traits, and pork quality. *Journal of Animal Science*, 81, 9, 2206 – 2212.
- Hamm, R. (1960). Biochemistry of Meat Hydration. In: *Advances in Food Research*, 10, pp. 355 – 463, Academic Press, New York, USA.
- Hamm, R. (1972). *Kolloidchemie des fleisches*. P. Parey (Ed.), Berlin and Hamburg, Germany.
- Hamm, R. (1974). Uticaj kuhinjske soli i polifosfata na belančevine mišića i na sposobnost vezivanja vode mesa. U: *Salamurenje mesa – NODA '73 (Novosadski dani industrije mesa)*, S. Rahelić (urednik), ss. 51 – 62, Zavod za tehnologiju mesa, Tehnologija mesa, Koprodukt, Novi Sad.
- Hamm, R., Honikel, K. O. und Kim, C. J. (1984). Veränderungen im schweine- und Rindermuskel nach dem schlachten; Ein beitrag zum problem des schlachtwarmentbeinens von schweinen. *Fleischwirtschaft*, 64, 9, 1387.
- Hannula, T. and Puolanne, E. (2004). The effect of cooling rate on beef tenderness: The significance of pH at 7°C. *Meat Science*, 67, 3, 403 – 408.
- Henzler, D. J. and Opitz, H. M. (1992). The role of mice in the epizootiology of *Salmonella Enteritidis* infection on chicken layer farms. *Avian Diseases*, 36, 3, 625 – 631.
- Hodgson, R. R., Davis, G. W., Smith, G. C., Savell, J. W. and Cross, H. R. (1991). Relationships between pork loin palatability traits and physical characteristics of cooked chops. *Journal of Animal Science*, 69, 12, 4858 – 4865.

- Hofmann, K. (1981). Chemie der Eiweißstoffe – Beiträge zur Chemie und Physik des Fleisches. Kulmbacher Reihe, Band 2, ss. 1 – 19, Kulmbach, Germany.
- Hofmann, K. (1986). Ist Fleischqualität messbare – Chemisch–physicalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reihe, Band 6, ss. 1 – 17, Kulmbach, Germany.
- Hofmann, K. and Hamm, R. (1978). Sulfhydryl and disulfide groups in meats. In: Advanced in Food Research, 24, pp. 1 – 111, Academic Press, New York, USA.
- Hofmann, K., Hamm, R. und Blüchel, E. (1982). Neues über die Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mit Hilfe der Filterpapierpressmethode. Fleischwirtschaft, 62, 87 – 92.
- Honikel, K. O. (1986). Wasserbindungsvermögen von Fleisch – Chemisch–physicalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reihe, Band 6, ss. 67 – 88, Kulmbach, Germany.
- Honikel, K. O. (1987). Influence of chilling on meat quality attributes of fast glycolyzing pork muscles. In: Evaluation and Control of meat quality in pigs, P. V. Tarrant, G. Eikelenboom and G. Monin (Eds.), pp. 273 – 283, Martinus Nijhoff, Dordrecht, Netherlands.
- Honikel, K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. Meat Science, 49, 4, 447 – 457.
- Honikel, K. O. (1999a). Biohemijske i fizičko-hemijske karakteristike kvaliteta mesa. Tehnologija mesa, 40, 3 – 5, 105 – 123.
- Honikel, K. O. (1999b). Influence of chilling of pork carcasses on physical quality traits. National Pork Producers Council Chilling Workshop. National Pork Producers Council, Des Moines, IA.
- Honikel, K. O. (2002). Nova dostignuća i sistemi za proizvodnju mesa visokog kvaliteta. Tehnologija mesa, 43, 3 – 6, 146 – 156.
- Honikel, K. O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. Meat Science, 78, 1 – 2, 68 – 76.
- Honikel, K. O. and Arneth, W. (1996). Cholesterol content of various meat species and its relation to fat content. In: Proceedings 42nd International Congress of Meat Science and Technology, pp. 214 – 215, Lillehammer, Norway.
- Honikel, K. O. and Fischer, C. (1977). A rapid method for detection of PSE and DFD porcine muscle. Journal of Food Science, 42, 6, 1633 – 1636.
- Honikel, K. O. and Reagan, J. O. (1987a). Influence of different chilling conditions on hot-boned pork. Journal of Food Science, 51, 3, 766 – 768.
- Honikel, K. O. and Reagan, J. O. (1987b). Hot boning of pig carcasses: Influences of chilling conditions on meat quality. In: Accelerated processing of meat, A. Romita, C. Valin and A. Taylor (Eds.), Elsevier Applied Publishers, London, United Kingdom.
- Honikel, K. O. und Kim, C. J. (1985). Über die ursachen der entstehung von PSE-Schweinefleisch. Fleischwirtschaft, 65, 9, 1125 – 1131.
- Honikel, K. O., Kim, C. J. and Hamm, R. (1984). The influence of temperature on *post mortem* changes in porcine muscles. In: Proceedings 30th European Meeting Meat Research Workers, pp. 95 – 96, Bristol, United Kingdom.

- Honikel, K. O., Kim, C. J., Hamm, R. and Roncales. P. (1986). Sarcomere shortening of prerigor muscle and its influence on drip loss. *Meat Science*, 16, 4, 267 – 282.
- Honkavaara, M. (1988). Influence of PSE pork on the quality and economics of cooked, cured ham and fermented dry sausage manufacture. *Meat Science*, 24, 3, 201 – 207.
- Honkavaara, M. (1989). Effect of PSE pork on the processing properties of cooked meat products. *Fleischwirtschaft*, 69, 10, 1573 – 1574.
- Hornsey, H. C. (1956). The colour of cooked cured pork. I. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *Journal of Science and Food Agriculture*, 7, 8, 534 – 540.
- Hovenier R., Kanis E. and Verhoeven J. A. (1993). Repeatability of taste panel tenderness scores and their relationships to objective pig meat quality traits. *Journal of Animal Science*, 71, 8, 2018 – 2025.
- Huff-Lonergan E. and Page, J. (2001). The role of carcass chilling in the development of pork quality. Facts, National Pork Producers Council, Pork Quality, American Meat Science Association, pp. 1 – 8. Available: <http://www.meatscience.org/Pubs/factsheets/chilling.pdf>
- Huis In't Veld, J. H. J., Mulder, R. W. A. W. and Sniijders, J. M. A. (1992). Impact of animal husbandry and slaughter technologies on microbial contamination of meat: monitoring and control. In: Proceedings 38th International Congress of Meat Science and Technology, pp. 79 – 100, Clermont-Ferrand, France.
- Hurd, H. S., McKean, J. D., Wesley I. V. and Karriker, L. A. (2001). The effect of lairage on *Salmonella* isolation from market swine. *Journal of Food Protection*, 64, 7, 939 – 944.
- Indyk, H. E. (1990). Simultaneous liquid chromatographic determination of cholesterol, phytosterols and tocopherols in foods. *Analyst*, 115, 12, 1525 – 1530.
- Ingram, M. and Roberts, T. A. (1976). The microbiology of the red meat carcass and slaughterhouse. *Royal Society for Health Journal*, 96, 6, 270 – 276.
- Isaacson, R. E., Firkins, L. D., Weigel, R. M., Zuckerman, F. A. and Dipietro, J. A. (1999). Effect of transportation and feed withdrawal on shedding of *Salmonella Typhimurium* among experimentally infected pigs. *American Journal of Veterinary Research*, 60, 9, 1155 – 1158.
- ISO 17604 (2003). Microbiology of food and animal feeding stuffs – Carcass sampling for microbiological analysis.
- J. Qiao, J., Ngadi, M. O., Wang, N., Gariépy, C. and Prasher, S. O. (2007a). Pork quality and marbling level assessment using a hyperspectral imaging system. *Journal of Food Engineering*, 83, 1, 10 – 16.
- J. Qiao, J., Wang, N., Ngadi, M. O., Gunenc, A., Monroy, M., Gariépy, C. and Prasher, S. O. (2007b). Prediction of drip-loss, pH, and color for pork using a hyperspectral imaging technique. *Meat Science*, 76, 1, 1 – 8.
- James, S. (1996). The Chill Chain "from Carcass to Consumer". *Meat Science*, 43, Supplement 1, 203 – 216.
- James, S. J. (1990). Cooling systems for ready meals and cooked products. In: Process engineering in the food industry – 2: convenience foods and quality assurance, pp. 88 – 97, Elsevier Applied Science, London, United Kingdom.

- James, S. J., Gigiél, A. J. and Hudson, W. R. (1983). The ultra rapid chilling of pork. *Meat Science*, 9, 1, 63 – 78.
- Janković, S., Spirić, A. i Radičević, T. (2008). Monitoring rezidua u životinjama i primarnim proizvodima animalnog porekla. U: Zborniku radova 1. simpozijuma: Bezbednost namirnica animalnog porekla, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu, Beograd, ss. 105 – 112.
- Jeleníková, J, Pipek, P. and Miyahara, M. (2008). The effects of breed, sex, intramuscular fat and ultimate pH on pork tenderness. *European Food Research and Technology*, 227, 4, 989 – 994.
- Jensen, T. and Christensen, H. (2000). Dekontaminering af svinekød, Dokumentation af effekt ved undersøgelser på slagtegangen-in Danish (decontamination of pork, documentation of the effect through investigations in the abattoir). Work No. 18.361, report of 23rd August, Danish Meat Research Institute.
- Jeremiah, L. E. and Miller, R. (1998). Marbling and Pork Tenderness. Facts, National Pork Board, pp. 1 – 4, Des Moines, Iowa, USA.
- Joksimović, J. (1997). Osnovi kontrole i upravljanja kvalitetom u proizvodnji hrane. Privredni pregled, Beograd.
- Jones, S. D. M., Greer, G. G., Jeremiah, L. E., Murray, A. C. and Robertson W. M. (1991). Cryogenic chilling of pork carcasses: Effects on muscle quality, bacterial populations and palatability. *Meat Science*, 29, 1, 1 – 16.
- Jones, S. D. M., Jeremiah, L. E. and Robertson, W. M. (1993). The effect of spray and blast-chilling on carcass shrinkage and pork muscle quality. *Meat Science*, 34, 3, 351 – 362.
- Jones, S. D. M., Robertson, W. M. and Talbot, S. (1992). Marbling standard for beef and pork. Agriculture and Agri-Food Canada Publication, No. 1879/E, Ottawa, Ontario, Canada.
- Joo, S. T., Kauffman, R. G., Kim, B. C. and Park, G. B. (1999). The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine *longissimus* muscle, *Meat Science*, 52, 3, 291 – 297.
- Joo, S. T., Kauffman, R. G., Lee, S., Kim, B. C. and Greaser, M. L. (1995). Variation in water loss of PSE pork musculature over time. In: Proceedings 41st International Congress of Meat Science and Technology, pp. 658 – 659, San Antonio, California, USA.
- Josell, Å., von Seth, G. and Tornberg, E. (2003). Sensory and meat quality traits of pork in relation to post-slaughter treatment and RN genotype. *Meat Science*, 66, 1, 113 – 124.
- Joseph, R. L. (1996). Very fast chilling of beef and tenderness—a report from an EU concerted action. *Meat Science*, 43, 1, 217 – 227.
- Karakašević, B. (1987). Mikrobiologija i parazitologija. Medicinska knjiga, Beograd – Zagreb.
- Karlson, P. (1985). Biohemija. Školska knjiga, Zagreb.
- Kauffman, R. G., Cassens, R. G., Scherer, A. and Meeker, D. L. (1992). Variation in pork quality. National Pork Producers Council Publication, Des Moines, IA, USA.
- Kellner A. I., Sandor, I. and Takacs, J. (1979). Occurrence of exudative (PSE) meat alteration on some inland swine races., In: Proceedings 25th European Meeting of Meat Research Workers, pp. 115 – 118, Budapest, Hungary.

- Kenny, T., Desmond, E., Ward, P. and Sun, D. W. (2002). Rapid cooling of cooked meat joints. Teagasc, Ballsbridge, pp. 1 – 24, Dublin, Ireland.
- Kerth, C. R., Carr, M. A., Ramsey, C. B., Brooks, J. C., Johnson, R. C., Cannon, J. E. and Miller, M. F. (2001). Vitamin-mineral supplementation and accelerated chilling effects on quality of pork from pigs that are monomutant or noncarriers of the halothane gene. *Journal of Animal Science*, 79, 9, 2346 – 2355.
- Khansari, D., Murgo, A. and Faith, R. E. (1990). Effects of stress on the immune system. *Immunology Today*, 11, 5, 170 – 175.
- Kim, B. C., Warner, R. D. and Kauffman, R. G. (1993). Changes in expressible fluid losses of porcine musculature at different times post-rigor. In: *Proceedings 39th International Congress of Meat Science and Technology*, S3P12, Calgary, Alberta, Canada.
- Kim, C. J., Lee, E. S., Joo, S. T., Kim, B. C., Kang, J. O., Kauffman, R. G., Yoo, I. J., Ko, W. S. and Choi, D. Y. (1996). Chemical, physical and structural characteristics of pork loins from four quality groups. In: *Proceedings 42nd International Congress of Meat Science and Technology*, pp. 312 – 313, Lillehammer, Norway.
- Kirchheim, U. (1997). Einfluß des intramuskulären Fettes auf Parameter der Fleischbeschaffenheit, *Fleischwirtschaft*, 77, 5, 410 – 411.
- Kiš, E., Vuković, I. i Marjanović, S. (1996). Kontrola procesa pasterizacije konzervi od salamurenog svinjskog mesa, *Tehnologija mesa*, 37, 3 – 4, 143 – 145.
- Knappies, G. G. and Carlsen, F. (1962). The ultrastructure of the Z disc in skeletal muscle. *Journal of Cell Biology*, 13, 2, 323 – 335.
- Kočovski, T. (1990). Svojstva "eksudata" simultano salamurenog i masiranog pre- i postrigoralnog svinjskog mesa. *Doktorska disertacija, Veterinarski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd*.
- Korsak, N., Daube, G., Ghafir, Y., Chahed, A., Jolly, S. and Vindevogel, H. (1998). An efficient sampling technique used to detect four foodborne pathogens on pork and beef carcasses in nine Belgian abattoirs. *Journal of Food Protection*, 61, 5, 535 – 541.
- Krause, R. J., Ockerman, H. W., Krol, B., Moerman, P. C. Plimpton, R. F. Jr (1978). Influence of tumbling, tumbling time, trim and sodium tripolyphosphate on quality and yield of cured hams. *Journal of Food Science*, 43, 3, 853 – 855.
- Kuchenmeister, U., Kuhn, G. and Ender, E. (2000). Seasonal effects on Ca²⁺ transport of sarcoplasmic reticulum and on meat quality of pigs with different malignant hyperthermia status. *Meat Science*, 55, 2, 239 – 245.
- Kušec, G., Kralik, G., Petričević, A., Margeta, V., Gajčević, Z., Gutzmirtl, D. and Pešo, M. (2004). Differences in slaughtering characteristics between crossbred pigs with Pietrain and Duroc as terminal sire. In: *Proceedings 12th International Symposium "Animal Science Days"*, pp. 121 – 127, Bled, Slovenia.
- Lagares, J. (2007). Manufacturing process for whole muscle cooked meat products V: Cooking, Girona, Spain. Available: www.metalquimia.com
- Lawrie, R. A. (1955). Residual glycogen at high ultimate pH in horse muscle. *Biochimica et Biophysica Acta*, 17, 2, 282 – 283.

- Lawrie, R. A. (1960). *Post mortem* glycolysis in normal and exudative *Longissimus dorsi* of the pig in relation to so-called white muscle disease. *Journal of Comparative Pathology*, 70, 3, 273 – 295.
- Lawrie, R. A. (1966). *Meat Science*. Pergamon Press, London, United Kingdom.
- Lawrie, R. A. (1979). *Meat Science*, 3th edition. Pergamon Press, Oxford – New York, USA.
- Lawrie, R. A. (1998). *Lawrie's Meat Science* (sixth edition). Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington Cambridge, England.
- Lawrie, R. A. and Pomeroy, R. W. (1963). Sodium and potassium in pig muscle. *Journal of Agricultural Science*, 61, 409 – 410.
- Letellier, A., Messier, S. and Quessy, S. (1999). Prevalence of *Salmonella* spp. and *Yersinia enterocolitica* in finishing swine at Canadian abattoirs. *Journal of Food Protection*, 62, 1, 22 – 25.
- Linton, A. H. and Jennet, N. E. (1970). Multiplication of *Salmonella* in liquid feed and its influence on the duration of excretion in pigs. *Research in Veterinary Science*, 2, 452 – 457.
- Locker, R. H. and Hagyard, C. J. (1963). A cold shortening effect in beef muscle. *Journal of the Science and Agriculture*, 14, 2, 787 – 793.
- Long, V. P. and Tarrant, P. V. (1990). The effect of pre-slaughter showering and post-slaughter rapid chilling on meat quality in intact pork sides. *Meat Science*, 27, 3, 181–195.
- Lopez-Bote, C. and Warriss, P. D. (1988). A note on the relationships between measures of water holding capacity in the *M. longissimus dorsi* and total drip loss from butchered pig carcasses during storage. *Meat Science*, 23, 3, 227 – 234.
- Lundberg, P., Vogel, H. J. and Ruderhus, H. (1986). Carbon-13 and proton NMR studies of post mortem metabolism in bovine muscles. *Meat Science*, 18, 2, 1986, 133 – 160.
- Lundström, K., Nilsson, H. and Malmfors, B. (1979). Interrelations between meat quality characteristics in pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica*, (Suppl. 21), 71 – 81.
- Lupton, J. R. and Cross, H. R. (1994). The contributions of meat poultry and fish to the health and well being of man – Quality attributes and their measurements in meat, poultry and fish products, A. A. M. Pearson and T. R. Dutson (Eds.), pp. 479 – 499, Chapman and Hall, London, United Kingdom.
- MacDougall, D. B. (1982). Changes in the colour and capacity of meat. *Food Chemistry*, 9, 1 – 2, 75 – 88.
- Maede, M. K. and Miller, M. F. (1990). The use of rapid chilling to reduce pale, soft and exudative pork from highly stressed hogs. *Journal of Animal Science* (Supplement 1), 351 (Abstract 293).
- Mafu, A. A., Higgins, R., Nadeau, M. and Cousineau, G. (1989). The incidence of *Salmonella*, *Campylobacter* and *Yersinia enterocolitica* in swine carcasses and the slaughter environment. *Journal of Food Protection*, 52, 9, 642 – 645.
- Mancini, R. A. and Hunt, M. C. (2005). Current research in meat color. *Meat Science*, 71, 1, 100 – 121.
- Mandigo, E. W and Henrickson, R. L. (1966). Influence of hot-processing pork carcasses on cured ham, *Food Technology*, 20, 4, 538.
- Mannherz, H. G. and Goody, R. S. (1976). Proteins of contractile systems. *Annual Review of Biochemistry*, 45, 427 – 465.

- Manojlović, D. (1982). Učestalost pojavljivanja bledih, mekih i vodnjikavih, kao i tamnih, čvrstih i suvih mišića svinja zaklanih u SAP Vojvodini i značaj tih pojava. Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Manojlović, D., Rede, R. i Uzelac, B. (1991). Izučavanje efekta salamurenja svinjskog mesa izmenjenih svojstava. Tehnologija mesa, XXXII, 4, 132 – 137.
- Manojlović, D. i Rahelić, S. (1987). Utvrđivanje kvaliteta svinjskog mesa –Tehnologija proizvodnje i kvalitet svinjskog mesa. U: Novosadski dani industrije mesa – NODA '87, Zbornik radova, ss. 30 – 51, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Manojlović, D., Vičević, Z., Rahelić, S. i Popović, M. (1982). Uticaj odvajanja mesa od kostiju u razno vreme *post mortem* i prerade na svojstva mesa, odnosno proizvoda. Fazni izveštaj o radu u 1981. godini SIZ NR Vojvodine, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Marsh, B. B. (1954). *Rigor mortis* in beef. Journal of the Science of Food and Agriculture, 5, 2, 70 – 75.
- McChesney, D. G., Kaplan, G. and Gardner P. (1995). FDA survey determines *Salmonella* contamination. Feedstuffs, 67, 7, 20 – 23.
- McDonald, K. (1999). Safety in the cooling of large cooked meats. The Food Science Times, 2, 3 – 12.
- McDonald, K. and Sun, D. W. (2000). Vacuum cooling technology for the food processing industry: a review. Journal of Food Engineering, 45, 2, 55 – 65.
- McFarlane, B. J. and Unruh, J. A. (1996). Effects of blast chilling and postmortem calcium chloride injection on tenderness of pork *longissimus* muscle. Journal of Animal Science, 74, 8, 1842 – 1845.
- McLoughlin, J. V. and Goldspink, G. (1963). *Post mortem* changes in the colour of pig *logissimus dorsi* muscle. Nature, 198, 4887, 584 – 585.
- Meadus, W. J. and MacInnis, R. (2000). Testing for the RN– gene in retail pork chops. Meat Science, 54, 3, 231 – 237.
- Miller, M. F., Carr, M. A., Bawcom, D. W., Ramsey, C. B. and Thompson, L. D. (1997). Microbiology of pork carcasses from pigs with differing origins and feed withdrawal times. Journal of Food Protection, 60, 3, 242 – 245.
- Milligan, S. D., Ramsey, C. B., Miller, M. F., Kaster, C. S. and Thompson, L. D. (1998). Resting of pigs and hot-fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. Journal of Animal Science, 76, 1, 74 – 86.
- Moeller, S. J., Baas, T. J., Leeds, T. D., Emnett, R. S. and Irvin, K. M. (2003). Rendement Napole gene effects and a comparison of glycolytic potential and DNA genotyping for classification of Rendement Napole status in Hampshire-sired pigs. Journal of Animal Science, 81, 2, 402 – 410.
- Möhler, K. (1958). Zur Bestimmung des Pökelfarbstoffes, Mittheilung, aus der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, München.
- Möhler, K. (1971). Nalaz nitrozoamina u proizvodima od mesa i njihov značaj za ljudsko zdravlje. Revija industrije mesa, III, 3 – 4, 19 – 23.
- Møller, A. J. and Vestergaard, T. (1987). Effect of delay time before chilling on toughness in pork with high or low initial pH. Meat Science, 19, 1, 27 – 37.

- Monin, G. and Laborde, D. (1985). Water holding capacity of pig muscle proteins: Interaction between the myofibrillar proteins and sarcoplasmic compounds. *Science des Aliments*, 5, 341 – 345.
- Morgan, I. R. and Krautil, F. L. (1989). Microbiological contamination of pig carcasses. In: Proceedings of the Bennial Conference of the Australasian Pig Science Association, Australasian Pig Science Association, pp. 38 – 45, Werribee, Victoria, Australia.
- Morgan, J. R., Krautil, F. L. and Craven, J. A. (1987). Effect of time in lairage on caecal and carcass *Salmonella* contamination of slaughter pigs. *Epidemiology and Infection*, 98, 3, 323 – 330.
- Morrow, W. E. M, Davies, P. R, See, T., Eisemann, J., Zering, K., Kihlstrom, S. and Karli. K. (1999). Prevalence of *Salmonella* spp. in the feces on the farm and ceca at slaughter for a cohort of finishing pigs. In: Proceedings 3rd International Symposium on Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork, pp. 155 – 157, Washington, DC, USA.
- Morton, D. J, Weidemann, J. F. and Clarke, F. M. (1987). In: Developments in Meat Science, Vol. 4, R. A. Lawrie (Ed.), Elsevier Applied Science, p. 37, London, United Kingdom.
- Murray, A. Pork Quality. A Researcher's Perspective. Agriculture and Agriculture and Agri-Food, Lacombe, Alberta, Canada. Available: www.ccsi.ca/Meetings/ACM_Pork_Quality
- Muscular System. Available: http://fajerpc.magnet.fsu.edu/Education/2010/Lectures/37_Muscle_System.htm
- Müller, W. D. (1989). The technology of cooked cured products. *Fleischwirtsch*, 69, 9, 1425 – 1428.
- Nakai, H., Saito, F., Ikeda, T., Ando, S. and Komatsu, A. (1975). Standards models for pork colors. *Bulletin of National Institute of Animal Industry (Chiba, Japan)*, 29, 69 – 74.
- Nerbrink, E. and Borch, E. (1989). Bacterial contamination during the pig slaughtering process. In: Proceedings II 35th International Congress of Meat Science and Technology, pp. 356 – 362, Copenhagen, Denmark.
- Nishimura, T., Hattori, A. and Takahashi, K. (1996). Relationship between degradation of proteoglycans and weakening of the intramuscular connective tissue during post mortem ageing of beef. *Meat Science*, 42, 3, 251 – 260.
- NPPC (National Pork Producers Council) (1991). Procedures to evaluate market hogs, 3rd edition. National Pork Producers Council, Des Monica, Iowa, USA.
- NPPC (National Pork Producers Council) (1999). Pork Quality Standards. National Pork Producers Council. Des Moines, Iowa, USA.
- NPPC (National Pork Producers Council) (2000). Pork composition and quality assessment procedures. E. Berg (Ed.), pp. 1 – 38, National Pork Producers Council, Des Monica, Iowa, USA.
- Nutrient and energy intakes for the European Community, Scientific Committee for food (1993). Thirty-first series, Brussels.
- Offer, G. (1991). Modeling of the formation of pale, soft, and exudative meat: effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Science*, 30, 2, 157 – 184.

- Offer, G., Knight, P., Jeacocke, R., Almond, R., Cousins, T., Elsey, J., Parsons, N., Sharp, A., Starr, R. and Purslow, P. (1989). The structural basis of the water-holding, appearance and toughness of meat and meat products. *Food Microstructure*, 8, 151 – 170.
- Okanović, Đ. (1991). Ispitivanje mogućnosti proizvodnje polutrajnih konzervi u foliji od svinjskog mesa različitog kvaliteta. Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Okanović, Đ. (1993). Izučavanje promena u mišićima buta svinja u procesu proizvodnje polutrajnih konzervi rano *post mortem*. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Okanović, Đ., Petrović, Lj. i Beara, M. (1992a). Učestalost pojavljivanja BMV mišića svinja u industriji mesa "Mitros" i neka svojstva tih mišića. *Tehnologija mesa*, XXXIII, 5, 211 – 216.
- Okanović, Đ., Petrović, Lj., Beara, M., Popov-Raljić, J. i Mihaljović, B. (1992b). Ispitivanje mogućnosti salamurenja mišića buta svinja slabijeg kvaliteta. *Tehnologija mesa*, XXXIII, 5, 217 – 222.
- Okanović, Đ., Petrović, Lj., Rede, R., Popov-Raljić, J. and Manojlović, D. (1998). Possibility of cooked ham production from ham deboned early *post mortem*, 2. Properties of finished products. *International Fleischwirtschaft*, 1/2, 20 – 25.
- Oluški, V. (1973). Prerada mesa. Jugoslovenski institut za tehnologiju mesa, Beograd.
- Oluški, V. (1985). Aditivi u industriji mesa. Važnija tehnološka svojstva belančevina biljnog porekla i hidrokoloida. *Tehnologija mesa*, 3, XXVI, 83 – 85.
- O'Neill, D. J., Lynch, P. B., Troy, D. J., Buckley, D. J. and Kerry, J. P. (2003). Effects of PSE on the quality of cooked hams. *Meat Science*, 64, 2, 113 – 118.
- Oosterom, J., Den Uyl, C. H., Banffer, J. R. J., Lauwers, S., Huisman, J., Busschbach, A. E., Porlma, F. G. J. and Bellmans, R. (1985). Evaluation of an enzyme linked immunosorbent assay for the detection of *Campylobacter jejuni* antibodies and comparison with a complement fixation test (CFT). *Antonie van Leeuwenhoek*, 51, 3, 321 – 331.
- Oster, O. (1994). Der Balitrag von Fleisch zur Spurenelement-, Elektrolyt- und Mineralienversorgung des Menschen in der Bundesrepublik Deutschland unter besonderer Berücksichtigung von Selen. H. Fleisch in der Ernährung, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, Deutschland.
- Owen, B. L., Montgomery, J. L., Ramsey, C. B. and Miller, M. F. (2000). Preslaughter resting and hot-fat trimming effects on the incidence of pale, soft and exudative (PSE) pork and ham processing characteristics. *Meat Science*, 54, 3, 221 – 229.
- Pearce, R. A., Bolton, D. J., Sheridan, J. J., McDowell, D. A., Blair I. S. and Harrington, D. (2004). Studies to determine the critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point (HACCP) systems. *International Journal of Food Microbiology*, 90, 3, 331 – 339.
- Pearson, A. M. and Dutson, T. R. (1985). Scientific basis of electrical stimulation. In: *Advances in Meat Research, Electrical Stimulation* (Vol. 1), D. H. Pearson and T. R. Dutson (Eds.), AVI Publishers Company, Inc., Westport, Connecticut, USA.
- Pearson, A. M. and Dutson, T. R. (1994). Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. In: *Advances in Meat Science*, Blackie Academic & Professional, United Kingdom.

- Pearson, A. M. and Tauber, F. W. (1984). *Processed Meats*, 2nd edition. Westport, CT: AVI Publishing Company, Connecticut, USA.
- Peel, B. and Simmons, G. C. (1978). Factors in the spread of *Salmonellas* in meatworks with special reference to contamination of knives. *Australian Veterinary Journal*, 54, 3, 106 – 110.
- Peemoeller, H., Pintar, M. M. and Kydon, D. W. (1989). Nuclear magnetic resonance analysis of water in natural and deuterated mouse muscle above and below freezing. *Biophysical Journal*, 29, 3, 427 – 436.
- Penny, I. F. (1967). The influence of pH and temperature on the properties of myosin. *Biochemical Journal*, 104, 2, 609 – 615.
- Peterson, B. C. and Parrish, F. C. Jr (1987). SDS-PAGE conditions for detection of titin and nebulin in tender and tough bovine muscles. *Journal of Food Science*, 52, 2, 509 – 510.
- Petrović, Lj. (1978). Biohemijske i fizičke promene u mišićima goveda smrznutim različitim postupcima pa uskladištenim različito dugo vreme. Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Petrović, Lj. (2002). Fazni izveštaj o radu na Projektu: Proizvodnja svinjske šunke u konzervi (BTN.5.2.1.7101.B). Rukovodilac projekta: Lj. Petrović, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Petrović, Lj. (2005). Završni izveštaj o radu na Projektu: Proizvodnja svinjske šunke u konzervi (BTN.5.2.1.7101.B). Rukovodilac projekta: Lj. Petrović, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Petrović, Lj., Petrović, M., Okanović, Đ. i Zagorac, S. (1996). Brzina hlađenja i kvalitet svinjskog mesa. *Tehnologija mesa*, XXXVII, 5, 185 – 191.
- Petrović, Lj., Manojlović, D., Petrović, M., Sekulić, I., Gvozdenac, D. i Petrović J. (1990). Uticaj brzine hlađenja na kvalitet svinjskog mesa. *Tehnologija mesa*, XXXI, 4, 128 – 135.
- Petrović, Lj., Manojlović, D., Džinić, N., Latkovska, E., Velemir, J. i Adamović, J. (1996). Evaluation of carcass and meat quality on the slaughterline of pigs with FOM–device, In: *Proceedings 42nd International Congress of Meat Science and Technology*, pp. 246 – 247, Lillehammer, Norway.
- Petrović, Lj. i Manojlović, D. (1999). Ocena kvaliteta trupova i mesa na liniji klanja svinja. *Tehnologija mesa*, 40, 3 – 5, 145 – 158.
- Petrović, Lj. i Okanović, Đ. (1999). Novija dostignuća u tehnologiji proizvodnje konzervi od mesa u komadima. U: *Tehnologija proizvodnje i kvalitet konzervi od mesa u komadima*, Lj. Petrović (urednik), ss. 165 – 197, *Tehnologija proizvodnje i prerade mesa*, Zavod za tehnologiju mesa, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Petrović, Lj., Okanović, Đ. and Rede, R. (1997). Possibility of cooked ham production from ham deboned early *post mortem*, 1. Influence of chilling rate on the properties of muscles deboned different time *post mortem*. *International Fleischwirtschaft*, 3, 27 – 32.
- Pizza, A. and Pedrielly, P. (1992). Effect of tumbling and cooking methods on the yield and acceptability of cooked ham from thighs with different characteristics. In: *Proceedings 38th International Congress of Meat Science and Technology*, pp. 1101 – 1104, Clermont-Ferrand, France.

- Plimpton, R. F. Jr, Perkins, C. J., Sefton, T. L., Cahill, V. R. and Ockerman, H. W. (1991). Rigor condition, tumbling and salt level influence on physical, chemical and quality characteristics of cured boneless ham. *Journal of Food Science*, 56, 6, 1514 – 1518.
- Popov-Raljić, J. (1999). Tehnologija i kvalitet gotove hrane. Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Porzio, M. A. and Pearson, A. M. (1977). Improved resolution of myofibrillar proteins with sodium dodecylsulfate polyacrylamide gel elektroforesis. *Biochimica et Biophysica Acta*, 490, 1, 27 – 34.
- Potthast, K. (1986). Fleischfarbe, Farbstabilität und Umrötung – Chemisch–physicalische Merkmale der Fleischqualität. *Kulmbacher Reihe*, Band 6, ss. 89 – 110, Kulmbach, Germany.
- Pravilnik o deklarisanju i označavanju upakovanih namirnica. (2004). Službeni list SCG, broj 4, 2004; Pravilnik o izmenama i dopunama Pravilnika o deklarisanju i označavanju upakovanih namirnica. (2004). Službeni list SCG, broj 12, 2004; Pravilnik o izmenama Pravilnika o deklarisanju i označavanju upakovanih namirnica. (2004). Službeni list SCG, broj 48, 2004.
- Pravilnik o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutiku, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama. (1992). Službeni list SRJ, broj 5, 1992; Ispravka Pravilnika o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutiku, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama. (1992). Službeni list SRJ, broj 11, 1992; Pravilnik o izmenama Pravilnika o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutiku, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama. (2002). Službeni list SRJ, broj 32, 2002.
- Pravilnik o kvalitetu belančevinastih proizvoda i mešavina belančevinastih proizvoda za prehrambenu industriju. (1985). Službeni list SFRJ, broj 41, 1985.
- Pravilnik o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine. (2003). Službeni list SCG, broj 56, 2003; Ispravka Pravilnika o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine. (2004). Službeni list SCG, broj 5, 2004; Pravilnik o izmenama i dopunama Pravilnika o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine. (2005). Službeni list SCG, broj 16, 2005.
- Pravilnik o kvalitetu zaklanih svinja i kategorizaciji svinjskog mesa. (1985). Službeni list SFRJ, broj 2, 1985; Pravilnik o izmeni i dopuni Pravilnika o kvalitetu zaklanih svinja i kategorizaciji svinjskog mesa. (1985). Službeni list SFRJ, broj 12, 1985; Pravilnik o izmeni Pravilnika o kvalitetu zaklanih svinja i kategorizaciji svinjskog mesa. (1986). Službeni list SFRJ, broj 24, 1986.
- Pravilnik o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu. (1993). Službeni list SRJ, broj 26, 1993; Pravilnik o izmenama i dopunama Pravilnika o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu. (1995). Službeni list SRJ, broj 53, 1995; Pravilnik o izmeni Pravilnika o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu. (2002). Službeni list SRJ, broj 46, 2002.
- Pravilnik o uslovima koje mora da ispunjavaju objekti za klanje životinja, obradu, preradu i uskladištenje proizvoda životinjskog porekla. (1989). Službeni list SFRJ, broj 53, 1989; Pravilnik o veterinarsko-sanitarnim uslovima objekta za proizvodnju i promet hrane životinjskog porekla. (2008). Službeni glasnik RS, broj 11, 2008.

- Pravilnik o veterinarsko-sanitarnim uslovima objekta za proizvodnju i promet hrane životinjskog porekla. (2008). Službeni glasnik RS, broj 11, 2008.
- Pravilnik o metodama vršenja mikrobioloških analiza i superanaliza zivotnih namirnica (1980). Službeni list SFRJ, broj 25, 1980.
- Pravilniku o kvalitetu i drugim zahtevima za proizvode od mesa. (2004). Službeni list SCG, broj 33, 2004.
- Pribiš, V. (1980). Mogućnost određivanja i definisanja boje mesa. Specijalistički rad, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Price, S., Schneider, H. G. and Usborne, W. R. (1976). A review of recent pork processing technology with recommendations for research. Canadian Pork Council, p. 30.
- Radovanović, R. (1992). Ocena kvaliteta trupova na liniji klanja – Savremeni zahtevi, mogućnosti i perspektive. Tehnologija mesa, XXXIII, 5, 169 – 178.
- Radovanović, R. i Popov-Raljić, J. (2001). Senzorna analiza prehrambenih proizvoda. Poljoprivredni fakultet, Beograd, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Radović, N. i Saičić, S. (1989). Cink u mesu i proizvodima od mesa. Tehnologija mesa, XXXI, 2, 67 – 69.
- Rahelić, S. (1984). Uzgoj svinje i meso. Školska knjiga, Zagreb.
- Rahelić, S. (1987). Kvalitet mesa plemenite svinje. Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Rahelić, S. und Vičević, Z. (1978). Betrachtungen über die auswirkungen moderner pökelmethode auf verarbeitetes schweinefleisch. Die Fleischwirtschaft, 58, 10, 1612 – 1620.
- Rahelić, S., Joksimović, J. i Bučar, F. (1980). Tehnologija prerade mesa. Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Rahelić, S., Jovanović, Lj. i Skenderović, B. (1974). Uticaj vremena salamurenja *post mortem* na difuziju salamure. U: Salamurenje mesa – NODA '73 (Novosadski dani industrije mesa), S. Rahelić (urednik), ss. 87 – 93, Zavod za tehnologiju mesa, Tehnologija mesa, Koprodukt, Novi Sad.
- Rahelić, S. i Manojlović, D. (1987). Tehnološki i ekonomski značaj kvaliteta svinjskog mesa u proizvodnji i preradi – Tehnologija proizvodnje i kvalitet svinjskog mesa. U: Novosadski dani industrije mesa – NODA '87, Zbornik radova, ss. 1 – 24, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Ramsey, C. B., Tribble, L. F., Wu, C. and Lind, K. D. (1990). Effects of grains, marbling and sex on pork tenderness and composition. Journal of Animal Science, 68, 1, 148 – 154.
- Rede, R. (1969). Slobodni nukleotidi i njihove promene u svinjskom mesu *post mortem*. Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Rede, R. (1987). Postupci klanja svinja i obrada trupova i njihov uticaj na kvalitet mesa – Tehnologija proizvodnje i kvalitet svinjskog mesa. U: Novosadski dani industrije mesa – NODA '87, Zbornik radova, ss. 69 – 77, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Rede, R. R. i Petrović, S. Lj. (1997). Tehnologija mesa i nauka o mesu. Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Rees, M. P., Trout, G. R and Warner, R. D. (2002). Tenderness of pork *m. longissimus thoracis et lumborum* after accelerated boning. Part I. Effect of temperature conditioning. Meat Science, 61, 2, 205 – 214.

- Rees, M. P., Trout, G. R. and Warner, R. D. (2003). The influence of the rate of pH decline on the rate of ageing for pork. II: Interaction with chilling temperature. *Meat Science*, 65, 2, 805 – 818.
- Reichert, J. E., Bremke, H. und Baumgart, J. (1979). Zur ermittlung des erhitzungseffektes für kochschinken (F-Wert). *Die Fleischwirtschaft*, 30, 8, 624 – 633.
- Reid, C. A., Hutchison, M., Small, A, Comrie, F., Wilson, D. and Buncic, S. (2002). Comparison of the excision and the swabbing techniques for microbiological sampling of carcasses at abattoirs. In: *Proceedings II 48th International Congress of Meat Science and Technology*, pp. 954 – 955, Rome, Italy.
- Robson, R. M. and Huiatt, T. W. (1983). Role of the cytoskeletal proteins desmin, titin and nebulin in muscle. In: *Proceedings 26th Annual Reciprocal Meat Conference, National Live Stock and Meat Board*, pp. 116 – 124, Chicago, USA.
- Rogov, A. J., Kovalev, I. Y. and Tokaev, S. E. (1989). Iron absorption from meat and meat products : Part I – Theoretical foundations for estimating available iron. *Meat Science*, 25, 3, 221 – 226.
- Rogowski, B. (1981). Die Ernährungsphysiologische Bedeutung von Fleisch und Fett – Beiträge zur Chemie und Physik des Fleisches. *Kulmbacher Reihe, Band 2*, ss. 38 – 56, Kulmbach, Germany.
- Rosenvold, K. and Andersen, H. J. (2003). Factors of significant for pork quality – a review. *Meat Science*, 64, 3, 219 – 237.
- Rosenvold, K., Laerke, H. N., Jensen, S. K., Karlsson, A. H., Lundstrom, K. and Andersen, H. J. (2001a). Strategic finishing feeding as a tool in the control of pork quality. *Meat Science*, 59, 4, 397 – 406.
- Rosenvold, K., Peterson, J. S., Laerke, H. N., Jensen, S. K., Therkildsen, M. and Karlsson, A. H. (2001b). Muscle glycogen stores and meat quality as affected by strategic finishing feeding of slaughter pigs. *Journal of Animal Science*, 79, 2, 382 – 391.
- Samarco, N. M. L., Ripabelli, G., Ruberto, A., Iannitti, G. and Grasso, G.M. (1997). Prevalence of *Salmonellae*, *Listeriae* and *Yersinae* in the slaughterhouse environment and on work surfaces, equipment, and workers. *Journal of Food Protection*, 60, 4, 367 – 371.
- Savell, J. W., Mueller, S. L. and Baird, B. E. (2005). The chilling of carcasses. *Meat Science*, 70, 3, 449 – 459.
- Sayre, R. N. and Briskey, E. J. (1963). Protein solubility as influenced by physiological conditions in the muscle. *Journal of Food Science*, 28, 6, 675 – 679.
- Scheid, D. (1983). Kochschinkenherstellung unter verwendung von minusalake. *Fleischwirtschaft*, 63, 11, 1661.
- Scheid, D. (1984). Manufacture of cook-in ham. *Fleischwirtschaft*, 64, 9, 1077 – 1080.
- Scheid, D. (1986). Cooked ham manufacture. Pumping, mechanical treatment and heat treatment. *Fleischwirtschaft*, 66, 6, 1022 – 1026.
- Schilling, M. W., Marriott, N. G., Acton, J. C., Anderson-Cook, C., Alvarado, C. Z. and Wang, H. (2004). Utilization of response surface modeling to evaluate the effects of non-meat adjuncts and combinations of PSE and RFN pork on water holding capacity and cooked color in the production of boneless cured pork. *Meat Science*, 66, 2, 371 – 381.
- Schneider, W. i Rede, R. (1999). Neorganske soli i hidrokoloide u proizvodnji polukonzervi – struktura, svojstva i delovanje. U: *Tehnologija proizvodnje i kvalitet konzervi od mesa u komadima*, Lj. Petrović

(urednik), ss. 125 – 141, Tehnologija proizvodnje i prerade mesa, Zavod za tehnologiju mesa, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.

- Schwartz, K. J. (1999). Salmonellosis. In: Disease of Swine. B. E. Straw, S. D'Allaire, W. L. Mengeling and D. J. Taylor (Eds.), 8th edition, pp. 535 – 551. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- Shaw, F. D. and Powell, V. H. (1995). Meat quality aspects of hot boning. *Proceedings of Meat*, 95, 12B1 – 12B3.
- Sheridan, J. J. (2000). Monitoring CCPs in HACCP systems. In: HACCP in the Meat Industry, M. H. Brown (Ed.), pp. 203 – 230, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Sheridan, J. J., Duffy, G., McDowell, D. A. and Blair, I. S. (1994). The occurrence and initial numbers of *Listeria* in Irish meat and fish products and the recovery of injured cells from frozen products. *International Journal of Food Microbiology*, 22, 2 – 3, 105 – 115.
- Siegel, D. G. (1982). Technical aspects of producing cook-in hams. *Meat Processing*, 11, 57 – 58.
- Skenderović, B. (1970). Promene u mišićima buta svinja hlađenih neposredno salamurom i uticaj ispitivanih postupaka na kvalitet šunke u konzervi. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Skenderović, B. and Rahelić, S. (1970). Some physical and chemical changes of ham muscles of pigs during chilling and curing under different condition. In: *Proceedings 16th European Meeting of Meat Research Workers*, pp. 1083 – 1094, Varna, Bulgaria.
- Skenderović, B. i Rahelić, S. (1974). Sastav salamure i osobine nekih ingrediencija. U: *Salamurenje mesa – NODA '73 (Novosadski dani industrije mesa)*, S. Rahelić (urednik), ss. 51 – 62, Zavod za tehnologiju mesa, Tehnologija mesa, Koprodukt, Novi Sad.
- Smith, Ch. (1981). Breeding strategy with the halothane gen – Genetic aspect of PSE and meat quality in pigs. In: *Proceedings Symposium on Porcine Stress and Meat Quality*, pp. 251 – 259, As, Norway.
- Smulders, F. J. M., Toldra, F., Flores, J. and Prieto, M. (1992). *New technologies for meat and meat products*. Utrecht, The Netherlands: Audet Tijdschriften.
- Snijders, J. M. A. (1975). Hygiene bei der schlachtung von schweinen. 1. Das bruhen der schlachtschweine. *Fleischwirtschaft*, 55, 836 – 840.
- Snijders, J. M. A., Gerats, G. E. and van Logtestijn, J. G. (1984). Good manufacturing practices during slaughtering. *Archiv fur Lebensmittelhygiene*, 35, 58, 99 – 103.
- Sofos, J. N. (1985). Influence of sodium tripolyphosphates on the binding and antimicrobial properties of reduced NaCl comminuted meat products. *Journal of Food Science*, 50, 5, 1379 – 1383.
- Solomon, L. W., Norton, H. W. and Schmidt, G. R. (1980). Effect of vacuum and rigor condition on cure absorption in tumbled porcine muscles. *Journal of Food Science*, 45, 3, 438 – 440.
- Sonci, S. W., Fachmann, W. and Kraut, H. (1994). *Food composition and nutrition tables*. Medpharm Scientific Publishers, Stuttgart, Deutschland.
- Sörqvist, S. and Danielsson-Tham, M. L. (1990). Survival of *Campylobacter*, *Salmonella* and *Yersinia* spp. in scalding water used at pig slaughter. *Fleischwirtschaft*, 7, 12, 1451 – 1454.

- Spescha, C., Stephan, R. and Zweifel, C. (2006). Microbiological contamination of pig carcasses at different stages of slaughter in two European Union-approved abattoirs. *Journal of Food Protection*, 69, 11, 2568 – 2575.
- Spirić, A. Sistematsko ispitivanje namirnica animalnog porekla u okviru nacionalnog programa kontrole rezidua, Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd. Dostupno: www.vet.bg.ac.yu
- Springer, M. P., Carr, M. A., Ramsey, C. B. and Miller, M. F. (2003). Accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. *Journal of Animal Science*, 81, 6, 1464 – 1472.
- SRPS ISO 13730 (1999). Meso i proizvodi od mesa. Određivanje sadržaja ukupnog fosfora.
- SRPS ISO 1442 (1998). Meso i proizvodi od mesa. Određivanje sadržaja vode (Referentna metoda).
- SRPS ISO 1444 (1998). Meso i proizvodi od mesa. Određivanje sadržaja slobodne masti.
- SRPS ISO 1841-1 (1999). Meso i proizvodi od mesa. Određivanje sadržaja hlorida. Deo 1: Metoda po Volhardu.
- SRPS ISO 2917 (2004). Meso i proizvodi od mesa. Merenje pH (Referentna metoda).
- SRPS ISO 2918 (1999). Meso i proizvodi od mesa. Određivanje sadržaja nitrita (Referentna metoda).
- SRPS ISO 3496 (2002). Meso i proizvodi od mesa. Određivanje sadržaja hidroksoiprolina.
- SRPS ISO 936 (1999). Meso i proizvodi od mesa. Određivanje ukupnog pepela.
- SRPS ISO 937 (1992). Meso i proizvodi od mesa. Određivanje sadržaja azota (Referentna metoda).
- Steelman, C. D. and Waldroup, A. L. (2000). Determine the effects of litter beetle control on reducing the incidence of *Salmonella* and *Campylobacter* in the broiler flock during the grow-out and on the processed carcass. In: The Food Safety Consortium Annual Meeting, pp. 84 – 88, Fayetteville, Arkansas, USA.
- Stiebing, A. (1988). Persönliche Mitteilungen aus dem Institut für Technologie der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Germany.
- Swanenburg, M., Urlings, H. A. P., Keuzenkamp, D. A. and Snijders, J. M. A. (2001). *Salmonella* in the lairage of pig slaughterhouses. *Journal of Food Protection*, 64, 1, 12 – 16.
- Swartz, D. R., Greaser, M. L. and Marsh, B. B. (1993). Structural studies of rigor bovine myofibrils using fluorescence microscopy. II. Influence of sarcomere length on the binding of myosin subfragment-1, alpha-actinin and G-actin to rigor myofibrils. *Meat Science*, 33, 2, 157 – 190.
- Sybesma, W. and Eikelenboom, G. (1969). Malignant hyperthermia syndrome in pigs. *Netherlands Journal of Veterinary Science*, 2, 2, 155 – 160.
- Tamplin, M. L., Feder, I. Palumbo, S. A., Oser, A., Yoder, L. and Luchansky, J. B. (2001). *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* biotype I on swine carcasses processed under the hazard analysis and critical control point-based inspection models project. *Journal of Food Protection*, 64, 9, 1305 – 1308.
- Taylor, A. A. (1971). Influence of carcass cooling rate on exudate from meat. In: Proceedings 17th European Meeting Meat Research Workers, pp. 357–361, Bristol, United Kingdom.
- Taylor, A. A. and Dant, S. J. (1971). Influence of carcass cooling rate on drip loss in pigment. *Journal of Food Technology*, 6, 2, 131 – 139.
- Taylor, A. A. and Dant, S. J. (1971). Influence of carcass cooling rate on drip loss in pigment. *Journal of Food Technology*, 6, 131 – 139.

- The Danish Food Composition Databank. National Food Institute. Available: <http://www.foodcomp.dk>
- Theno, D. M., Siegel, D. G. and Schmidt, G. R. (1978). Meat Massaging: Effects of salt and phosphate on the ultrastructure of cured porcine muscle. *Journal of Food Science*, 43, 2, 488 – 492.
- Toldrá F. and Flores M. (2000). The use of muscle enzymes as predictors of pork meat quality. *Food Chemistry*, 69, 4, 387 – 395.
- Toldrá, F. (2003). Muscle Foods: Water, structure and functionality. *Food Science and Technology International*, 9, 3, 173 – 177.
- Tomović, V. (2002). Uticaj selekcije i višerasnog ukrštanja svinja na kvalitet polutki i tehnološki, nutritivni i senzorni kvalitet mesa. Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Torelm, L. and Danielsson, R. (1998). Variations in major nutrients and minerals in swedish foods: a multivariate, multifactorial approach to the effects of season, region and chain. *Journal of Food Composition and Analysis*, 11, 1, 11 – 31.
- Touraille, C. (1992). Consumer evaluation of meat quality criteria. In: *Proceedings 38th International Congress of Meat Science and Technology*, pp. 301 – 304, Clermont-Ferrand, France.
- Townsend, W. E., Davis, C. E., Lyon, C. E. and Mescher, S. E. (1980). Effect of pork quality on some chemical, physical and processing properties of fermented and dry sausage. *Journal Food Science*, 45, 3, 622 – 626.
- Troeger, K. (1993). Scalding and dehairing technology. Influence on the bacterial count of pig carcasses. *Fleischwirtschaft*, 73, 10, 1157 – 1160.
- Tskhovrebova, L. and Trinick, J. (2003). Titin: properties and family relationship. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 4, 9, 679 – 689.
- US FDA/CFSAN (1999). United States Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition. A food labeling guide, Reference value for nutrition labeling. Department of Health and Human Services, Washington, DC, USA.
- USDA – ARS (1991). United States Department of Agricultural, Agricultural Research Service. Composition of foods: pork products, raw, processed, prepared. Human Nutrition Information Service, Agricultural Handbook, No. 8 – 10, Washington, DC, USA.
- USDA – ARS (2006). United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. The revised USDA nutrition data set for fresh pork. Prepared by: J. C. Howe , D. Trainer, J. M. Holden, D. R. Buege, J. R. Williams, C. Snyder, K. Boillot and P. Lofgren, Beltsville Human Nutrition Research Center, Nutrition Data Laboratory, Beltsville, Maryland, USA.
- USDA – FSIS (1996a). United States Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service. Part II, Pathogen Reduction, Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Systems, Final Rule on July 25, 1996, Federal Register, 61, 144, 38805 – 38989, Washington, DC, USA.
- USDA – FSIS (1996b). United States Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service. Pork Microbiological Baseline Data Collection Program: Market Hogs, Washington, DC, USA.
- USDA – FSIS (1999a). United States Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service. Generic HACCP model for pork slaughter. Washington, DC, USA.

- USDA – FSIS (1999b). United States Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service. Generic HACCP model for fully cooked, not shelf stable meat and poultry products. Washington, DC, USA.
- USDA – MIPS (1992). United States Department of Agriculture, Meat Institutional Purchase Specifications for Cured, Cured and Smoked and Fully-cooked Pork Products Series 500. Marketing and Regulatory Programs, Agricultural Marketing Service, Livestock and Seed Program, Washington, DC.
- Uzelac, B., Bošković, A. i Vidarić, D. (1987). Uticaj tehnološkog postupka proizvodnje na kvalitet polukonzerve. Stručni kolokvijum o proizvodnji polukonzervi od svinjskog mesa u komadima, Koprodukt, Novi Sad.
- Valin, C. and Romita, A. (1983). The effect of electrical stimulation and hot boning on meat tenderness. In: C. Valin and A. A. Taylor (Eds.), Electrical stimulation and hot boning, Effects on meat quality attributes, p. 40. Commission of the European Communities, Luxembourg.
- Van der Stap, L. and McNairnie, P. Simulation of The Contractile Behavior of An Isolated Cardiac Myocyte. Available: www.edcenter.sdsu.edu/cs/paper.html
- Van der Wal, P. G., Engel, B., van Beek, G. and Veerkamp, C. H. (1995). Chilling of pig carcasses: Effect on temperature, weight loss and ultimate meat quality. *Meat Science*, 40, 2, 193 – 202.
- Van der Wal, P. G., Olsman, W. J., Garssen, G. J. and Engel, B. (1992). Marbling, intramuscular fat and meat colour of Dutch pork. *Meat Science*, 32, 3, 351 – 355.
- Van Heugten, E. (2001). Understanding pork quality. *Swine News*, 24, 3, 1 – 2.
- Van Laack, R. J. M. and Smulders, F. J. M. (1992). Does hot boning reduce the prevalence of PSE pork? *Fleischwirtschaft*, 72, 126 – 130, 157 – 159.
- Van Laack, R. J. M. und Smulders, F. J. M. (1991). Kombinierte Einflüsse des Enthaeutens und der Warmzerlegung auf die Fleischqualitaet. *Fleischwirtschaft*, 71, 3, 332 – 335.
- Van Laack, R. J. M., Smulders, F. J. M. and van Roon, P. S. (1989). Functional Properties of pre-rigor pork: Hot vs cold processing of cooked shoulders and hams. *Journal of Food Science*, 54, 2, 307 – 310.
- Van Laack, R. L. J. M., Solomon, M. B., Warner, R. D. and Kauffman, R. G. (1996). A comparison of procedures for measurement of pigment concentration in pork. *Journal of Muscle Foods*, 7, 2, 149 – 163.
- Van Moeseke, W. and De Smet, S. (1999). Effect of time of deboning and sample size on drip loss of pork. *Meat Science*, 52, 2, 151 – 156.
- Van Oeckel, M. J., Warnants, N. and Boucqué, Ch. V. (1999a). Comparison of different methods for measuring water holding capacity and juiciness of pork versus on-line screening methods. *Meat Science*, 51, 4, 313 – 320.
- Van Oeckel, M. J., Warnants, N. and Boucqué, Ch. V. (1999b). Pork tenderness estimation by taste panel, Warner-Bratzler shear force and on-line methods. *Meat Science*, 53, 4, 259 – 267.
- Van Oeckel, M. J., Warnants, N., Boucqué, Ch. V., Delputte, P. and Depuydt, J. (2001). The preference of the consumer for pork from homozygous or heterozygous halothane negative animals. *Meat Science*, 58, 3, 247 – 251.

- Velarde, A., Gispert, M., Faucitano, L., Alonso, P., Manteca, X. and Diestre, A. (2001). Effects of the stunning procedure and the halothane genotype on meat quality and incidence of haemorrhages in pigs. *Meat Science*, 58, 3, 313 – 319.
- Vičević, Z. (1972). Uticaj mehaničkog tretmana na strukturu i nježnost mišića svinja. Diplomski rad, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Vičević, Z. i Rahelić, S. (1979). Osnovne značajke savremenog postupka salamurenja mesa. *Tehnologija mesa*, XX, 1, 13 – 18.
- Vičević, Z., Rahelić, S., Manojlović, D., Popović, M., Uzelac, B. i Zeremski, K. (1983). Zavisnost organizacije proizvodnje konzervi od mesa u komadima o tehnologiji i procesima salamurenja. U: Zborniku radova XXXIII savetovanja Jugoslovenske mesne industrije, Slovenj Gradec, pp. 145 – 150.
- Vujković, I. (1999). Ambalaža za konzerve od mesa u komadima. U: *Tehnologija proizvodnje i kvalitet konzervi od mesa u komadima*, Lj. Petrović (urednik), ss. 199 – 217, Tehnologija proizvodnje i prerade mesa, Zavod za tehnologiju mesa, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Vuković, I. (1999). Značaj termičkog procesa za ispravnost, održivost i kvalitet pasterizovanih konzervi od salamurenog svinjskog mesa. U: *Tehnologija proizvodnje i kvalitet konzervi od mesa u komadima*, Lj. Petrović (urednik), ss. 219 – 230, Tehnologija proizvodnje i prerade mesa, Zavod za tehnologiju mesa, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Vuković, I. (2006). Osnove tehnologije mesa. Veterinarska komora Srbije, Beograd.
- Wachholz, D., Kauffman, R. G., Henderson, D. and Lochner, J. V. (1978). Consumer discrimination of pork colour at the market place. *Journal of Food Science*, 43, 4, 1150 – 1152.
- Walstra, P., Dijksterhuis, G. B., Merks, J. W. M. and Kanis, E. (2001). Intramuscular fat and consumers' perception of pork. In: *Proceedings II 47th International Congress of Meat Science and Technology*, pp. 228 – 229, Krakow, Poland.
- Warner, R. D., Kauffman, R. G. and Greaser, M. L. (1997). Muscle protein changes *post mortem* in relation to pork quality traits. *Meat Science*, 45, 3, 339 – 352.
- Warner, R. D., Kauffman, R. G. and Russell, R. L. (1993). Quality attributes of major porcine muscles: A comparison with *longissimus lumborum*. *Meat Science*, 33, 3, 359 – 372.
- Warriss, P. D., Brown, S. N., Edwards, J. E., Anil, M. H. and Fordham, D. P. (1992). Time in lairage needed by pigs to recover from the stress of transport. *The Veterinary Records*, 131, 9, 194 – 196.
- Weiner, P. D., Kropf, D. H., Mackintosh, D. L. and Koch, B. A. (1966). Effect on muscle quality of processing pork carcasses within one hour *post mortem*. *Food Technology*, 20, 4, 189.
- Weir, C. E. (1960). *The Science of Meat and Meat Products*. American Meat Institute Foundation (Eds.), pp. 212 - 221, Reinhold Publishing Company, New York, USA.
- Wernberg, N. E. (1972). Quick chilling procedures in Scandinavian countries. Meat chilling – why and how? In: *Proceedings Meat Research Institute Symposium*, No. 2, p. 33, Langford, Bristol, United Kingdom.
- Wheeler, T. L., Koohmaraie, M., Cundiff, L. V. and Dikeman, M. E. (1994). Effects of cooking and shearing methodology on variation in Warner-Bratzler shear force values in beef. *Journal of Animal Science*, 72, 9, 2325 – 2330.

- Wheeler, T. L., Shackelford, S. D. and Koohmaraie, M. (2000). Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. *Journal of Animal Science*, 78, 4, 958 – 965.
- Wiktor, J. (1987). Premortalni faktori koji utiču na pojavu BMV mesa – Tehnologija proizvodnje i kvalitet svinjskog mesa. U: *Novosadski dani industrije mesa – NODA '87*, Zbornik radova, ss. 52 – 58, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Wilborn, B. S., Kerth, C. R., Owsley, W. F., Jones, W. R. and Frobish, L. T. (2004). Improving pork quality by feeding supranutritional concentrations of vitamin D3. *Journal of Animal Science*, 82, 1, 218 – 224.
- Williams, L. P. Jr and Newell, K. W. (1970). Sources of *Salmonellas* in market swine. *Journal of Hygiene*, 66, 2, 281 – 293.
- Wirth, F. (1972). Qualitätsabweichungen bei schweinefleisch – Konsequenzen für die verarbeitung von wässrigem, blassem schweinefleisch. *Fleischwirtschaft*, 52, 2, 212 – 216.
- Wirth, F. (1979). Entwicklungsstand bei der herstellung von fleischkonserven. *Fleischwirtschaft*, 59, 4, 475 – 486.
- Wirth, F. (1986). The technology of processing meat not of standard quality. *Fleischwirtschaft*, 66, 8, 1256 – 1260.
- Wismer-Pedersen, J. (1959). Quality of pork in relation to rate of pH change *post mortem*. *Food Research*, 24, 6, 711 – 727.
- Wismer-Pedersen, J. (1987). Chemistry of animal tissues. Part 5. In: *Science of meat and meat products* (3rd editions), J. F. Price and B. S. Schweigert (Eds.), pp. 141–154, Food and Nutrition Press, Inc., Westport, Connecticut, USA.
- Xargayó, M. (2007b). Manufacturing process for whole muscle cooked meat products II: Injection and tenderization, Girona, Spain. Available: www.metalquimia.com
- Xargayó, M. (2007d). Manufacturing process for whole muscle cooked meat products III: Massage, Girona, Spain. Available: www.metalquimia.com
- Xargayó, M., Freixanet, L., Lagares, J., Fernández, E. and Jaeger-Ponent, P. (2007a). Effects of a pre-massage stage (sequence of pressure impacts) in the manufacture of cooked whole muscle meat products, Girona, Spain. Available: www.metalquimia.com
- Xargayó, M., Lagares, L., Fernández, E., Borrell, D. and Juncá, G. (2007c). Spray marinating: A definitive solution for improving meat texture, Girona, Spain. Available: www.metalquimia.com
- Xing, J. Ngadi, M., Gunenc, A., Prasher, S. and Garipey, C. (2007). Use of visible spectroscopy for quality classification of intact pork meat. *Journal of Food Engineering*, 82, 2, 135 – 141.
- Yu, S. L., Bolton, D., Laubach, C., Kline, P., Oser, A. and Palumbo, S. A. (1999). Effect of dehairing operations on microbiological quality of swine carcasses. *Journal of Food Protection*, 62, 12, 1478 – 1481.
- Zagorac, S. (1994). Ispitivanje uticaja brzine hlađenja na kvalitet svinjskog mesa i polutrajnih konzervi. Magistarski rad, Tehnološki Fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Zakon o zdravstvenoj ispravnosti životnih namirnica i predmeta opšte upotrebe. (1991). Službeni list SFRJ, broj 53, 1991; Zakoni o izmeni Zakona o zdravstvenoj ispravnosti životnih namirnica i predmeta

opšte upotrebe. (1994; 1996; 2002). Službeni list SRJ, broj 24, 1994; Službeni list SRJ, broj 28, 1996; Službeni list SRJ, broj 37, 2002.

- Zamora, F., Chaïb, F. and Dransfield, E. (1998). Calpains and calpastatin from cold-shortened bovine *M. longissimus lumborum*. *Meat Science*, 49, 1, 127 – 133.
- Zhang, W. H., Peng, Z. Q. Zhou, G. H., XU, X. L. and WU, J. Q. (2008). Effects of low voltage electrical stimulation and chilling methods on quality traits of pork *M. longissimus lumborum*. *Journal of Muscle Foods*, 18, 1, 109 – 119.
- Zheng, L. Y. and Sun, D. W. (2004). Vacuum cooling for the food industry – a review of recent research advances. *Trends in Food Science and Technology*, 15, 12, 555 – 568.
- Žlender, B. (1997). Meso v prehrani in zdravje – Sestava in prehranska vrednost mesa in mesnih izdelkov. Posvet posvečen 50. obletnici Biotehniške fakultete, Biotehniška fakulteta, 95 – 105, Ljubljana, Slovenia.