Fizikalno-kemijska svojstva i sastav masnih kiselina slavonske šunke

Bušić, Nives

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:122611

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

Nives Bušić

FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA I SASTAV MASNIH KISELINA SLAVONSKE ŠUNKE

DIPLOMSKI RAD

Osijek, listopad 2016. godina

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Zavod za prehrambene tehnologije
Katedra za tehnologiju mesa i ribe
Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija
Nastavni predmet: Autohtoni mesni proizvodi
Tema rada je prihvaćena na IX. sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek održanoj 28. lipnja 2016.
Mentor: *prof. dr. sc. Dragan Kovačević*
Komentor: *izv. prof. dr. sc. Jelka Pleadin*

FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA I SASTAV MASNIH KISELINA SLAVONSKE ŠUNKE

Nives Bušić, 269-DI

Sažetak: Slavonska šunka je trajni suhomesnati proizvod koji se dobiva tradicionalnim postupcima oblikovanja te soljenja, dimljenja, sušenja i višemjesečnog zrenja (min. 6 - 7 mjeseci) svinjskog buta. Cilj ovog rada bio je odrediti fizikalno-kemijska svojstva i sastav masnih kiselina uzoraka slavonske šunke nakon 230 dana proizvodnje, od kojih je jedna skupina soljena krupnom morskom (MS), a druga sitnom kamenom soli (KS). Kao posljedica većeg proizvodnog kala u uzorcima šunke soljenim morskom soli, odnosno razlike u masenom udjelu vode u uzorku soljenom morskom i kamenom soli (MS 40,70%, KS 45,50%), postoje razlike i u osnovnom kemijskom sastavu: udjelu bjelančevina (MS 32,89%, KS 29,16%), udjelu masti (MS 18,30%, KS 18,10%) te udjelu NaCl-a (MS 7,73%, KS 5,31%). Također, rezultati potvrđuju statistički značajnu razliku u udjelima NaCl-a s obzirom na vrstu soli i poziciju u šunki ($p < 0,05$) pri čemu je najveći udio NaCl-a određen u području mišića *m. semimembranosus* koji se nalazi na površini otvorene, medijalne strane buta. Vrijednosti pH su podjednake (MS 6,00, KS 6,07), dok su vrijednosti aktiviteta vode za MS niže (0,742) od KS (0,765), što je posljedica manjeg masenog udjela vode i većeg sadržaja NaCl-a. Rezultati određivanja sastava masnih kiselina slavonske šunke pokazuju da je oleinska kiselina (C18:1, *ω*-9) najdominatnija masna kiselina iz skupine MUFA, linolna kiselina (C18:2, *ω*-6) iz skupine PUFA te palmitinska kiselina (C16:0) iz skupine SFA, što je u skladu s literaturnim podacima za druge vrste šunki i pršuta.

Ključne riječi: Slavonska šunka, morska i kamena sol, fizikalno-kemijska svojstva, sastav masnih kiselina

Rad sadrži: 48 stranica
2 slike
11 tablica
2 priloga
59 literaturnih reference

Jezik izvornika: Hrvatski

Sastav Povjerenstva za obranu:

1.	doc. dr. sc. Krešimir Mastanjević	Predsjednik
2.	prof. dr. sc. Dragan Kovačević	član-mentor
3.	izv. prof. dr. sc. Jelka Pleadin	član-komentor
4.	prof. dr. sc. Tihomir Moslavac	zamjena člana

Datum obrane: 11. studenog 2016.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
Department of Food Techologies
Subdepartment of Technology of Meat and Fish
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia

Scientific area: Biotechnical sciences
Scientific field: Food technology
Course title: Autochthonous meat products
Thesis subject was approved by the Faculty Council of the Faculty of Food Technology at its session no. IX held on June 28 th 2016.
Mentor: *Dragan Kovačević PhD, full professor*
Comentor: *Jelka Pleadin PhD, associate professor*

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND FATTY ACID COMPOSITION OF SLAVONIAN HAM

Nives Bušić, 296-DI

Summary: Slavonian ham is a cured meat product made in traditional ways of shaping, salting, smoking, drying and multi-month maturing (min. 6 to 7 months) of fresh pork ham. This master thesis is focused on determining the physical-chemical properties and fatty acid composition of several Slavonian ham samples after 230 days of production process, where one sample group was treated with sea salt (MS) and other with fine stone salt (KS). Larger production kal in ham samples treated with sea salt, i.e., differences in water mass fraction of sea-salted and stone-salted samples (MS 40.70%, KS 45.50%) consequently introduced different chemical composition: protein fraction (MS 32,89%, KS 29,16%), fat fraction (MS 18.30%, KS 18.10%) and NaCl fraction (MS 7.73%, KS 5.31%). Results also confirm statistically significant difference of NaCl fraction with respect to salt type and location inside the ham ($p < 0.05$), where largest NaCl fraction is determined in the area of muscle *m. semimembranosus* located at the surface of open, medial ham side. Values of pH are similar (MS 6.00, KS 6.07) while water activity values are lower for MS (0.742) than for KS (0.765) as a result of lower mass fraction and higher NaCl content. Results of fatty acids determination of Slavonian ham show that oleic acid is the most dominant fatty acid of the MUFA group, linoleic acid of the PUFA group and palmitic acid of the SFA group, which is consistent with literature data of other types of ham and prosciutto.

Key words: Slavonian ham, sea and stone salt, physical-chemical properties, fatty acid composition

Thesis contains: 48 pages
2 figures
11 tables
2 supplements
59 references

Original in: Croatian

Defense committee:

1. Krešimir Mastanjević, PhD, assistant prof. — chair person
2. Dragan Kovačević, PhD, full prof. — Supervisor
3. Jelka Pleadin, PhD, associate prof. — Comentor
4. Tihomir Moslavac, PhD, full prof. — stand-in

Defense date: November 11, 2016.

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

Prvenstveno se zahvaljujem mojim dragim roditeljima, mami Ani i tati Zvonku što su mi omogućili školovanje i uvijek mi bili podrška te bili uz mene u svim lijepim i teškim trenucima.

Zahvaljujem svome mentor, prof. dr. sc. Draganu Kovačeviću i komentorici izv. prof. dr. sc. Jelki Pleadin na uloženom trudu, strpljenju, pomoći i savjetima pri izradi ovog diplomskog rada.

Sadržaj

1. UVOD 1

2. TEORIJSKI DIO 4

2.1. OSNOVNI TIPOVI ŠUNKI (PRŠUTA) U SVIJETU 5

2.1.1. Mediteranski tip pršuta 7

2.1.2. Sjeverno-europski tip šunke 8

2.1.3. Američki tip šunke 8

2.1.4. Kineski tip šunke 9

2.2. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE SLAVONKE ŠUNKE 9

2.2.1. Primarna obrada butova 11

2.2.2. Soljenje butova 11

2.2.3. Prešanje i oblikovanje butova 12

2.2.4. Dimljenje i sušenje butova 13

2.2.5. Zrenje šunki 14

2.3. BIOKEMIJSKI MEHANIZAM ZRENJA ŠUNKI (PRŠUTA) 15

2.3.1. Postmortalne promjene mesa 16

2.3.2. Proteoliza 18

2.3.3. Lipoliza 19

2.4. FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA ŠUNKI (PRŠUTA) 20

2.5. MASTI I MASNE KISELNE 22

3. EKSPERIMENTALNI DIO 25

3.1. ZADATAK 26

3.2. MATERIJALI I METODE 26

3.2.1. Metode za određivanje fizikalno-kemijskih svojstava 27

4. REZULTATI 30

5. RASPRAVA 35

6. ZAKLJUČCI 40

7. LITERATURA 42

8. PRILOZI 47

Popis oznaka, kratica i simbola

a_w - aktivitet vode

Rh - relativna vlažnost (%)

T - temperature (^oC)

w = maseni udio (%)

SpVV - sposobnost vezanja vode

ATP - adenozin trifosfat

BMV - blijedo, mekano, vodnjikavo meso

TČS - tamno, čvrsto, suho meso

PDO - registar proizvoda izvornog podrijetla

PGI - registar proizvoda zaštićene zemljopisne oznake

ZOI - oznaka izvornosti

ZOZP - oznaka zemljopisnog podrijetla

SFA - zasićene masne kiseline

MUFA - jednostruko nezasićene masne kiseline

PUFA - višestruko nezasićene masne kiseline

1. UVOD

Slavonska šunka je trajni suhomesnati proizvod koji se dobiva posebnom obradom i soljenjem svinjskog buta te njegovim sušenjem, dimljenjem i zrenjem u specifičnim mikroklimatskim uvijetima (najmanje 4 mjeseca).

Kvaliteta zrelih slavonskih šunki prvenstveno ovisi o osnovnoj sirovini (mesu buta) te tehnologiji proizvodnje, odnosno metodama konzerviranja. Poželjno je da but ima veći sadržaj intramuskularnog masnog tkiva (veću mramoriranost) koja gotovom/zrelom proizvodu daje sočnost i nježnost, doprinosi poželjnoj aromi, smanjuje proizvodni kalo te da je podrijetlom od pasmina svinja koje nisu sklone stresu, odnosno stvaranju blijedog, mekanog i vodnjikavog mesa (BMV mesa). Također, za proizvodnju šunki bolje je meso starijih svinja i svinja veće tjelesne mase koje daju butove većeg volumena i mase s izraženijom crvenom bojom te većom proteolitičkom aktivnošću, posebice katepsina B.

Tradicija proizvodnje šunki (pršuta) karakteristična je za većinu mediteranskih zemalja, pa tako i za Hrvatsku, a najveći proizvođači su Italija, Španjolska i Francuska. Treba istaknuti da ključni utjecaj na razliku u kvaliteti šunki (pršuta) između pojedinih država ima sirovina, odnosno pasmine svinja, način uzgoja svinja (otvoreni, poluotvoreni i zatvoreni sustav držanja), način prehrane i završna tjelesna masa. Također, utjecaj imaju i tradicionalni tehnološki postupci proizvodnje, posebice primjena dimljenja, vrsta soli/salamure te dužina zrenja.

Proizvodnja slavonske šunke tradicionalno je započinjala u kasnu jesen ili zimu, kada prevladavaju niske temperature koje minimiziraju rizike mikrobiološkog kvarenja tijekom obrade buta i operacije soljenja, a završavala je krajem ljeta ili početkom jeseni kada završava faza zrenja proizvoda. Svinjski butovi su se intenzivnije usoljavali kako bi se spriječilo njihovo kvarenje, zatim dimili hladnim postupkom, dok se zrenje provodilo u zatamnjenim prostorijama ili podrumima, pri nižim temperaturama u odnosu na atmosferske, čime se nastojao smanjiti rizik od oksidacije masti. U južnoeuropskim (mediteranskim) zemljama nakon operacije soljenja, prirodni uvjeti (hladni i suhi vjetrovi) pogodovali su prirodnome sušenju i zrenju svinjskih butova i proizvodnji različitih vrsta pršuta među kojima su najpoznatiji talijanski pršuti: *Prosciutto di Parma* i *Prosciutto di San Daniele*, španjolske *jamón ibérico* i *serrano* šunke te francuski *Bayonne* pršut. Mnoge šunke (pršuti) iz mediteranskih zemalja upisane su u registar proizvoda Europske unije, čime je standardizirana njihova proizvodnja i zaštićen naziv. U Hrvatskoj su najpoznatiji, a ujedno i zaštićeni na razini EU, sljedeći pršuti: Istarski (ZOI), Drniški (ZOZP), Krčki (ZOZP) i Dalmatinski pršut (ZOZP).

U državama i krajevima s hladnijom klimom, koja onemogućava prirodno sušenje butova, tradicionalno se primjenjuje dimljenje koje doprinosi površinskom konzerviranju te aromi. Proizvode se različite vrste šunki, među kojima su najpoznatije njemačka *Westsfalska* šunka i hladno dimljenja šunka *Katenschinken*, *Schwarzwaldska* šunka, finska "*Sauna* šunka" i američka "*Country-style*" šunka.

Tijekom proizvodnje šunki (pršuta), tijekom procesa zrenja, u intramuskularnom, intermuskularnom i potkožnom (adipoznom) masnom tkivu buta pomoću endogenih enzima (egzogeni, odnosno enzimi mikroorganizama zbog njihove zanemarive koncentracije u butu nemaju značajniji utjecaj na lipolizu) odvija se proces lipolize, ključna biokemijska reakcija za stvaranje arome šunki (pršuta). U užem smislu lipoliza obuhvaća biokemijske reakcije hidrolize lipida i fosfolipida, dok u širem smislu obuhvaća i reakcije razgradnje slobodnih masnih kiselina na kratkolančaste masne kiseline i oksidaciju nezasićenih masnih kiselina, pri čemu umjerenom oksidacijom nastaju ključni prekursori arome (ugljikovodici, alkoholi, aldehidi, ketoni i dr.). Ukoliko je oksidacija intenzivna dolazi do užeglosti te nastaje žučkasta boja masnog tkiva. Istraživanja su pokazala da je stvaranje tipične arome šunki (pršuta) povezano s početkom okisidacije, a da koncentracija i vrsta pojedinih prekursora arome ovisi o sastavu masnih kiselina.

S obzirom da ne postoje literaturni podaci za sastav masnih kiselina slavonske šunke, u ovom radu slavonskoj šunki pripremljenoj prema tradicionalnoj tehnologiji određena su osnovna fizikalno-kemijska svojstva te sastav masnih kiselina.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. OSNOVNI TIPOVI ŠUNKI (PRŠUTA) U SVIJETU

Proizvodnja i potrošnja sušenog mesa, osobito šunki (pršuta), potječe iz južnoeuropskih, mediteranskih zemalja, čiji su posebni klimatski uvjeti pogodovali prirodnom sušenju i zrenju pršuta. U **Tablica 1** prikazani su osnovni tipovi šunki. U zemljama sjevernog, hladnijeg područja, čija klima ne omogućava prirodno sušenje, koristi se tehnološki postupak dimljenja koji doprinosi površinskom konzerviranju šunki (pršuta) te aroma zrelog proizvoda. Sušenjem se smanjuje količina vode u mesu, raste koncentracija soli u proizvodu te smanjuje aktivitet vode, čime se sprječava rast mikroorganizama. Tehnološki postupak proizvodnje trajnih suhomesnatih proizvoda je stoljećima poboljšavan kako bi se dobio vrhunski proizvod specifične arome, a najvećim dijelom se zasniva na iskustvu i tradiciji koju su proizvođači prenosili iz generacije u generaciju. Znanstvena dostignuća razjasnila su veliki broj biokemijskih procesa u mesu značajnih za stvaranje poželjne konzistencije te karakterističnog okusa i mirisa pršuta (Krvavica i sur., 2006.).

Kvaliteta svinjskih butova u najvećoj mjeri utječe na kvalitetu šunke i u ovisnosti je o brojnim čimbenicima, kao što su: pasmina i način uzgoja svinja, dob i tjelesna masa svinja, prehrana svinja, klimatski uvjeti i kvaliteta buta (Senčić, 2009.).

Proizvodnja pršuta od izuzetne je gospodarske važnosti u nekim zemljama južne Europe kao što su Španjolska, Italija, Francuska te Portugal i Njemačka. Najpoznatije vrste pršuta su talijanski Parma i *San Daniele* pršut, španjolski i *Serrano* pršut te francuski *Bayone* i korzikanski pršut. Za razliku od američke *Country-style* i njemačke *Westphalia* šunke, navedeni pršuti nisu dimljeni i konzumiraju se bez prethodne termičke obrade (Vestergaard, 1996.; ISEMA, 2003.; Martin i sur., 1999.; Monin i sur.,1997.; Marriott i sur., 1992.).

S obzirom na visoku tržišnu cijenu šunki (pršuta) visoke kvalitete i poznatog podrijetla, udruženja proizvođača su radi zaštite svojih proizvoda u dokumentima koji su sastavni dio postupka zaštite proizvoda (Specifikacijama), propisali tehnološke i parametre kvalitete te standardizirali postupak proizvodnje. U registar proizvoda izvornog podrijetla (*Protected Designation of Origin - PDO*) upisani su talijanski *Prosciutto di Parma*, *Prosciutto di San Daniele*, *Prosciutto di Modena*, *Prosciutto di Carpagen*, *Crudo di Cuneo, Prosciutto Toscano* i *Prosciutto Venetto*, te španjolski *Guijuelo* i *Teruel* pršuti i dr., a u registar proizvoda koji je zaštićen zemljopisnom oznakom (*Protected Geographical Indication - PGI)* upisani su: talijanski *Prosciutto di Norcia, Prosciutto di Sauris, Prosciutto Amatriciano*, francuski *Jambon sec de Corse,* portugalski *Presunto de Barrancos, Presunto do Alentejo* i dr.

Tablica 1 Osnovni tipovi šunke (pršuta) (Marriott i sur., 1992.; Vestergaard, 1996.; Krvavica, 2003.; Puljić, 1986.)

TIP ŠUNKE (PRŠUTA)	SPECIFIČNOSTI TEHNOLOGIJE PROIZVODNJE	DRŽAVA (LOKACIJA) PROIZVODNJE	NAJVAŽNIJI PREDSTAVNICI
MEDITERANSKI TIP	Dugi period sušenja i zrenja, bez dimljenja. Konzumacija bez prethodne termičke obrade.	Španjolska	*Iberijsk*i pršut
		Italija	Parma pršut
		Francuska	*Bayone* pršut
		Portugal	*Presunto* šunka
		Slovenija	*Prekmurska* šunka
		Hrvatska	Dalmatinski pršut
			Istarski pršut
			Drniški pršut
SJEVERNO-EUROPSKI TIP	Kratko vrijeme zrenja uz obvezno prethodno dimljenje. Konzumiraju se i prethodno termički obrađene.	Njemačka	*Schwarzwaldska* šunka
		Finska	*Sauna* šunka
AMERIČKI ILI „*COUNTRY-STYLE*“	Kratko vrijeme zrenja uz obavezno prethodno dimljenje. Konzumiraju se prethodno kulinarski obrađene.	Uglavnom sjevernoistočni dijelovi SAD-a	*Conutry-style* šunka
KINESKA ŠUNKA	Sušenje na suncu sa srednje dugim vremenom zrenja (do 8 mjeseci). Konzumacija bez prethodne termičke obrade.	Kina (najznačajnija su proizvodna područja: oblast Jinhua, jugoistočna pokrajina Yunnan i Jiangus)	*Jinhua* šunka

2.1.1. Mediteranski tip pršuta

Italija je najveći svjetski proizvođač pršuta tradicionalnog mediteranskog tipa. Čak 60% uzgojenih svinja čine teške svinje (150 - 170 kg) za proizvodnju pršuta zaštićenog izvornog podrijetla (Costa i sur., 1999.).

Parma pršut

Prozvodnju Parma pršuta (*Prosciuttto di Parma*) kontrolira udruženje proizvođača *Consorzio del Prosciutto di Parma*, osnovano još 1963. godine. Od 1970. godine ovo udruženje je odredilo kriterije za odabir sirovog buta. Od 1978. godine određeno je područje proizvodnje Parma pršuta. Područje je smješteno u zoni 5 km južno od Via Emilia (provincija Parma) u podnožju Apenina, iznad 900 m nadmorske visine. Od 1996. godine Parma pršut je upisan u Registar proizvoda izvornog podrijetla (*Protected Designation of Origin – PDO*), a iste godine je utvrđen novi kriteriji za proizvodnju koji određuje da tehnološki proces mora trajati najmanje 12 mjeseci (Vestergaard, 1996.).

Uzgoj svinja za Parma pršut predstavlja kontrolirani uzgoj posebne linije svinja od namanje 9 mjeseci starosti i mase 150 - 180 kg. Klanje se odvija prethodnim odmaranjem svinja u ovlaštenim klaonicama te mjerenjem pH_1 i pH_{24} (pH nakon 1 i 24 h). Obradom buta odvaja se rep, križna kost i zdjelična kost te nogica. Masa buta je 12 - 14 kg, a temperatura pada sa 41 °C na 0 °C pri *Rh* zraka < 90% tijekom 24 - 36 sati. But se masira radi istiskivanja zaostale krvi, zatim se odvija suho soljenje čistom morskom soli: 1. faza traje 7 dana na temperaturi 0 - 4 °C i *Rh* = 75 - 95%, s butova se odstranjuje krupna sol te se dosoljavaju i masiraju; 2. faza traje 18 - 20 dana na temperaturi 0 - 4 °C i *Rh* = 70 - 80%, nakon čega se vrši odstranjivanje soli. Slijedi odmor bez prešanja 2 tjedna na 1 - 4 °C i *Rh* = 75%, te 6 - 10 tjedana na temperaturi 1 - 4 °C i *Rh* = 85%. Nakon toga butovi se peru vodom pod tlakom i *T* < 40 °C te lagano suše 6 - 7 dana pri temeperaturi 15 - 18 °C i *Rh* = 50 - 80%. U proizvodnji Parma pršuta ne primjenjuje se dimljenje ili zagrijavanje. Slijedi sušenje 1 - 2 mjeseca na 15 °C i *Rh* = 75%, uz nanošenje smjese sala, soli, brašna i začina na otvoreni medijalni dio buta. Zrenje traje 3 - 4 mjeseca na 18 °C pri čemu dolazi do razvoja arome. Završna masa iznosi 8 - 10 kg, a minimalno 7 kg (Vestergaard, 1996.).

2.1.2. Sjeverno-europski tip šunke

Schwarzwaldska šunka

Schwarzwaldska šunka (njemački *Schwarzwälder Schinken*) je dimljena šunka bez kostiju koja je pripremljena po staroj tradiciji u njemačkoj regiji *Schwarzwald*. *Schwarzwaldska* šunka je zaštićena oznakom zemljopisnog podrijetla na razini Europske unije. U skladu sa smjernicama Europske unije otprilike jedna petina *Schwarzwaldske* šunke sastoji se od mesa i adipoznog masnog tkiva, koji moraju biti proizvedeni u *Schwarzwaldu*. Međutim, veliki dio mesa dolazi iz drugih krajeva Njemačke te drugih europskih zemalja (web 1).

Za pripremu šunke meso se prvo ručno soli te premazuje češnjakom, korianderom, crnim paprom i borovicom. Dva tjedna treba ostati usoljena nakon čega se u komori tri tjedna hladno dimi (25 °C) izgaranjem strugotine ili piljevine drveta jele i smreke podrijetlom iz *Schwarzwaldskih* šuma. To joj daje karakterističan, snažan miris i tipičnu tamno-smeđu koru na površini proizvoda. Nakon dimljenja šunka još sazrijeva dva do tri tjedna na zraku (web 1).

2.1.3. Američki tip šunke

***Country-style* šunka**

Uzgoj svinja za *Country-style* šunku čini kontrolirani uzgoj i tov različitih linija i križanaca mase 150 - 180 kg. Klanje se odvija predhodnim odmaranjem svinja u ovlaštenim klaonicama, mjerenjem pH_1 i pH_{24} (vrijednosti pH 1 do 24 h). Obradom buta odvaja se rep, križna kost i zdjelična kost te nogica. Kod *Country-style* šunke temperatura buta pada sa 41 °C na 0 °C pri *Rh* zraka < 90% tijekom 24 sata. Slijedi suho salamurenje šunke mješavinom soli (sa ili bez šećera) i KNO_3 na temperaturi 2 - 4 °C i *Rh* = 80 - 95%, a faza traje 40 - 50 dana. Nakon salamurenja šunka treba odstajati na temperaturi 10 - 12 °C i *Rh* = 75% oko 15 dana. Kod *Country-style* šunke dimljenje se provodi na 38 °C, a faza dimljenja traje 24 dana. Zadnja faza je sušenje i zrenje na temperaturi 25 - 30 °C i *Rh* = 65% u trajanju od 30 - 90 dana. Prosječna masa *Country-style* šunke je 9,3 kg (Marriott i sur., 1992.).

2.1.4. Kineski tip šunke

***Jinhua* šunka**

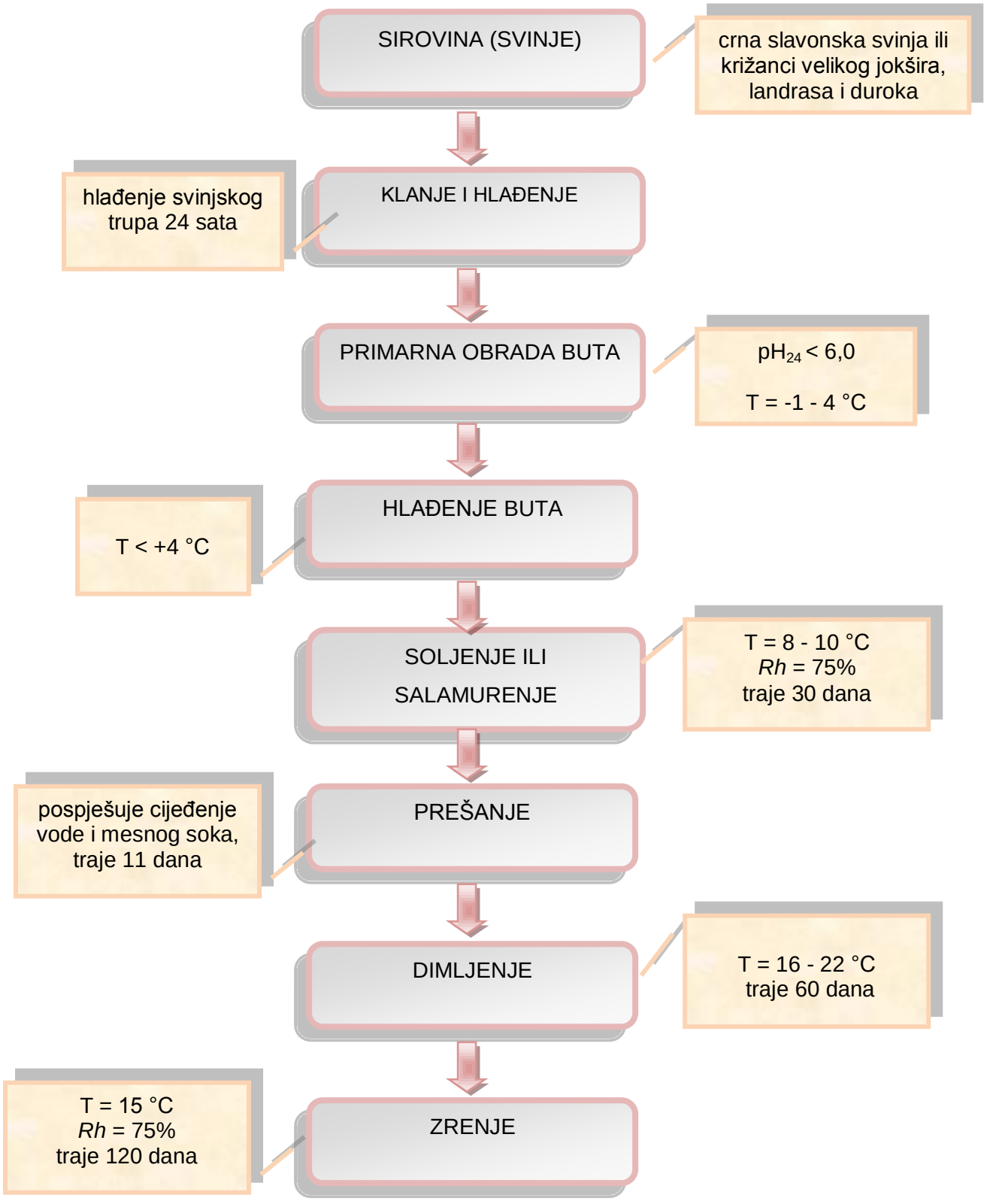
Jinhua šunka je vrsta šunke koja je dobila ime po gradu Jinhua u pokrajini Zhejiang u istočnoj Kini, gdje se tradicionalno proizvodi. Šunka je dobila prvu nagradu u Panami na Međunarodnoj izložbi 1915. godine, a naziv *Jinhua* dao je prvi car južne dinastije Song (*W*ang Ang i sur., 1999.).

Jinhua šunka se tradicionalno proizvodi od buta svinje koja ima izraženu mramoriranosti I dobru kvalitetu mesa. Tehnološki proces proizvodnje započinje u zimu, a završava iduće jeseni. Proizvodnja šunke počinje kada temperatura zraka padne ispod 10 °C, a tehnološki postupak traje 8 - 10 mjeseci. Temperatura soljenja buta je 5 - 10 °C, a pri nižim temperaturama može doći do smanjenja prodora soli, dok visoke temperature potiču rast bakterija. Butovi se sole ručno, uobičajeno se koristi kuhinjska sol, ali neki proizvođači koriste i nitrate i/ili nitritne soli. Postupak soljenja ponavlja se 5 - 7 puta, a tehnološki postupak traje oko 30 dana. Nakon soljenja slijedi faza natapanja u vodi 4 - 6 sati, pri čemu se but dobro ispere i ponovno natapa u vodi još 16 - 18 sati. Nakon toga slijedi faza sušenja koja se odvija na suncu, a sušenje buta obično traje tjedan dana. Tehnološki proces zrenja odvija se 6 - 8 mjeseci na temperaturi od 15 °C i *Rh* = 55 - 57% i u ovoj fazi dolazi do razvoja željene arome i mirisa. Produljenje vremena trajanja procesa zrenja za još 2 - 3 mjeseca provodi se u cilju stabilizacije i postizanja jačeg intenziteta arome (Wang Ang i sur., 1999.; Zhou i sur., 2007.).

Jinhua šunka ima visoku koncentraciju slobodnih aminokiselina i nukleotida, a za teksturu je karakterističan visoki sadržaj intramuskularne masti. Šunka je glatke i sjajne površine te je zaobljenog oblika poput bambus lista (Wagu i sur., 1994.; Du i sur., 2001.).

2.2. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE SLAVONSKE ŠUNKE

Kvaliteta zrelih slavonskih šunki prevenstveno ovisi o osnovnoj sirovini (mesu buta) te tehnologiji proizvodnje, odnosno metodama konzerviranja. Čimbenici kvalitete butova su: genotip svinja, spol, tehnologija tova (način držanja svinja, hranidba, tjelesna masa, uvjeti smještaja) i postupci primjenjeni na svinjama prije klanja.



Slika 1 Shema tehnologije proizvodnje slavonske šunke

Pasmine svinja koje su se pokazale najboljima u stvaranju križanaca za proizvodnju šunki i pršuta su veliki jorkšir, švedski landras i durok. Za proizvodnju šunke primjenjuje se produljeni tov svinja do postizanja tjelesne mase 120 - 160 kg, a za proizvodnju šunke dobre kvalitete treba koristiti svinje minimalne završne tjelesne mase oko 120 kg, jer su butovi tada teški oko 10 do 12 kg.

Prerada svinjskih butova, tj. proizvodnja šunke provodi se u više faza: primarna obrada i hlađenje butova, soljenje, prešanje, dimljenje, sušenje i zrenje (Senčić, 2009.). **Slika 1** prikazuje tehnološku shemu proizvodnje slavonske šunke.

2.2.1. Primarna obrada butova

Nakon 24 sata hlađenja butovi se primarno obrađuju, tj. oblikuju. Iz butova treba izvaditi križnu kost i zdjelične kosti. Nakon vađenja zdjeličnih kostiju, mišiće buta treba polukružno zaobliti. S vanjske strane but treba biti potpuno pokriven kožom, dok s unutarnje strane samo dio buta treba biti pokriven kožom. Faza obrade buta traje do dva dana, pri čemu se butovi hlade (T = -1 do 4 ^{o}C). Butovi se ne smiju zamrzavati do vremena prerade zbog negativnog utjecaja na kvalitetu mesa. Naime, kristali leda mehanički oštećuju mišićno tkivo i mišićna vlakna, što uzrokuje istjecanje stanične i tkivne tekućine iz mesa, omekšavanje teksture te povećanje otvorenosti strukture mišića, koja rezultira pojačanom difuzijom soli tijekom operacije soljenja, odnosno presoljenošću šunke (Senčić, 2009.).

2.2.2. Soljenje butova

Soljenje butova obavlja se u hladnim i prozračnim prostorijama u kojima je temperatura 8 - 10 ^{o}C i Rh = 85%. Butovi se sole pojedinačno, ručnim utrljavanjem soli s unutarnje i vanjske strane, a sol se utrljava u šupljine i zasjekotine te osobito u područje glavice bedrene kosti. Neposredno prije soljenja potrebno je snažnim pokretima istisnuti zaostalu krv iz bedrene arterije te iz svih ostalih vidljivo prokrvavljenih dijelova (Senčić, 2009.).

Potrebna količina soli je 6 - 8% na masu buta. Sol ima bakteriostatski učinak, odnosno inhibira rast nepoželjnih mikroorganizama ili inhibira aktivnost mišićnih enzima. Sol, također, inhibira djelovanje mišićne neutralne lipaze, neutralne i kisele esteraze, dok kiselu lipazu aktivira. Nedovoljna ili prevelika količina soli pri soljenju može se negativno odraziti na

kvalitetu šunke, a premalo soli dovelo bi do razmnožavanja mikroorganizama i kvarenja šunke (Girard i sur., 1992.).

Tijekom faze soljenja potrebna je niska temperatura u prostoriji, jer je bakteriostatski učinak potpun samo u kombinaciji s niskom temperaturom (Girard i sur., 1992.).

Usoljavanje butova s manje soli (3 - 4%) u odnosu na tradicionalno soljenje (6 - 8%) zahtijeva nižu temperaturu i produženo vrijeme usoljavnja (Wirth, 1986.; Careri i sur., 1993.). Sadržaj soli u zreloj šunki treba biti najviše 6%, kako bi se postigao odgovarajući okus i kvaliteta proizvoda. Odgovarajuća slanost šunki suzbija visoku katepsinsku aktivnost koja može uzrokovati prekomjernu mekoću šunki. Nakon utrljavanja soli, butovi se ne otresaju, već se slažu u bačve ili bazene. Svakih 7 dana butovi se okreću iz položaja prethodnog slaganja, a potrebno je provesti i promjenu redosljeda slagnja butova. Usoljavanje traje oko 30 dana, tijekom kojeg, u mesu, masnoći i na koži dolazi do vidnih promjena u boji, mirisu, okusu i masi. Tijekom usoljavanja dolazi do difuzije soli u tkivu, u mesu se nakuplja sol, a iz njega izlazi tekućina s otopljenim tvarima.

U proizvodnji domaće slavonske šunke pri suhom salamurenju koristi se samo kuhinjska sol, dok su u industrijskoj proizvodnji uobičajeni sastojci salamure još i nitritne i nitratne soli, glukoza i askorbinska kiselina. Nitrati, kao i nitriti također djeluju inhibitorno na rast nepoželjnih mikroorganizama, posebice *C. Botulinum*-a, a nemaju značajnijeg utjecaja na enzimsku aktivnost mišića. Askorbinska kiselina ili njezine soli dodaju se u salamuru radi ubrzanja zrenja, jer djeluju antioksidativno, inhibiraju stvaranje nitrozamina te stabiliziraju boju, okus i miris. U salamuru se mogu dodavati i šećeri (npr. glukoza) u količini 1,5 - 2,5% na masu šunke (Senčić, 2009.).

2.2.3. Prešanje i oblikovanje butova

Prešanjem butova pospješuje se cijeđenje vode i mesnog soka, a butovi dobivaju željeni oblik pogodan za narezivanje. Prešanje butova traje oko 11 dana, a butovi se slažu na čiste drvene stolove ili mramorne ploče. Medijalni dio buta okreće se prema stolu, a lateralni s kožom prema gore. Na složene butove postavljaju se čiste daske po cijeloj površini butova, a na daske kameni utezi. Prva tri dana prešanja optereti se jedan red butova s 200 kg po m^2, a nakon toga opterećenje se povećava. Prešanjem se odvaja sol i voda iz butova, a treba kontrolirati količinu, boju, miris i okus ispuštene tekućine ispod preše. Ako je temperatura u

prostoriji za prešanje previsoka, na butovima se mogu pojaviti sluzave naslage. Kada butovi prođu fazu prešanja treba kontrolirati miris mišićne mase iz dubine buta. Butovi s neugodnim mirisom uklanjaju se iz daljnje prerade.

2.2.4. Dimljenje i sušenje butova

Dimljenje butova provodi se u prozračnim komorama (pušnicama). Butovi se vješaju na štapove na kojima se ne smiju dodirivati, već između njih treba biti dovoljno razmaka (15 - 20 cm). Postupak dimljenja treba se provoditi na dovoljno suhim i ohlađenim butovima *(T* < 10 °C). Za provedbu postupka hladnog dimljenja korisiti se drvo ili strugotina bukve, graba i hrasta.

Za šunke se koristi hladni postupak dimljena pri temperaturi od 16 °C do 22 °C. Drvo tijekom dimljenja treba tinjati (nepotpuno izgaranje ili piroliza drveta). Pri nepotpunom sagorijevanju nastaje drveni ugljen, ugljični dioksid, voda i aktivne komponente dima, a pri potpunom sagorijevanju drveta nastaje ugljični dioksid, voda i pepeo, ali ne i aktivne komponente dima. Dimljenje se odvija svakodnevno tijekom 60 dana, ovisno o masi šunki. Prostoriju za dimljenje treba prozračivati otvaranjem vrata i prozora svaka tri do četiri dana, a također treba paziti da u pušnicu ne uđu muhe i kukci (Senčić, 2009.).

Osim na klasičan način u otvorenim ložištima, dim se može proizvesti i uz pomoć dimnih generatora. U tom slučaju dim se proizvodi izvan komore za dimljenje te se sustavnom cijevi i pomoću ventilatora provodi iz generatora u pušnicu (Kovačević, 2001.).

Dimljenjem se smanjuje količina vode u šunki. Smanjivanjem vode raste koncentracija soli u proizvodu i osmotski tlak koji, u određenom trenutku, spriječava rast većine truležnih mikroorganizama. Sušenje šunki je najintenzivnije za vrijeme dimljenja, a kasnije brzina sušenja opada. Pri naglom sušenju, posebice u medijalnom dijelu šunke, stvara se kora koaguliranih proteina, koja može ograničiti difuzno sušenje i migraciju vode iz unutrašnjosti buta, djeluje nepovoljno na senzorska svojstva te povećava otpad pri narezivanju šunke.

2.2.5. Zrenje šunki

Nakon dimljenja u hladnoj prostoriji odvija se zrenje šunki. Temperatura treba biti oko 15 °C i relativna vlažnost zraka 75%. Nakon dimljenja, šunke treba obrisati čistom pamučnom krpom, a prostoriju za zrenje šunki treba prozračivati. Provjetravanje prostorije se odvija noću i ujutro, a danju se prostorija ne smije otvarati. Na prozorima se treba nalaziti mrežica koja sprječava ulaz kukcima. Zrenje šunki traje oko 120 dana. Ako je povišena vlažnost zraka (85 - 95%), prostoriju za zrenje šunke obrastaju površinske plijesni, uglavnom podrijetlom s okolnih žitnih polja. Površinske plijesni najčešće pripadaju rodovima *Penicillium* i *Aspergillus*, a istraživanja provedena na slavonskim fermentiranim kobasicama pokazala su da unatoč pozitivnoj ulozi plijesni (zadržavanje vode i sprječavanje površinskog isušivanja), navedene plijesni nisu “plemenite” te proizvode mikotoksine (Kovačević, 2014.; Senčić, 2009.).

Proteolizom nastaju različiti produkti, kao što su polipeptidi, peptidi, slobodne aminokiseline, a lipolizom nastaju trigliceridi, fosofolipidi, slobodne masne kiseline i produkti njihovih reakcija koji daju specifičan okus i aromu zreloj šunki. Ti procesi započinju već tijekom soljenja, a nastavljaju se tijekom sušenja i zrenja pod utjecajem tkivnih enzima (Toldrá, 1998.).

Tijek i intenzitet proteolize i lipolize šunki ovise o tehnološkim uvjetima, kao što su temperatura, vlažnost zraka i duljina zrenja. Pri produženom zrenju u šunki se povećava sadržaj peptida i slobodnih aminokiselina (Senčić, 2009.).

U *Serrano* pršutu utvrđen je visoki sadržaj slobodnih aminokiselina: valina, metionina, izoleucina, leucina, fenilalanina, triptofana, a osobito lizina (Toldrá i Aristoy, 1993.). Osim što utječu na okus, slobodne aminokiseline mogu se dalje razgraditi do hlapljivih sastojaka koji sudjeluju u formiranju specifične arome. Najvažniji hlapljivi sastojci arome su metal-aldehidi, a sulfidne komponente uglavnom nastaju Streckerovom degradacijom slobodnih aminokiselina (Toldrá, 1998.).

Za aromu Parma pršuta karakterističan je visoki sadržaj 3-metil butanala, etilnih estera i alkohola nakon 12 mjeseci zrenja (Bolzoni i sur., 1996.).

2.3. BIOKEMIJSKI MEHANIZAM ZRENJA ŠUNKI (PRŠUTA)

Potrebno je razlikovati dva pojma, zrenje mesa i zrenje kao metodu konzerviranja i fazu u proizvodnji trajnih mesnih proizvoda. Zrenje mesa je skup biokemijskih, fizikalno-kemijskih, histoloških i organoleptičkih promjena, a počinje od trenutka nastupanja smrti životinje do upotrebe u kulinarstvu. Ključne enzimske reakcije procesa zrenja su proteoliza i lipoliza koje stvaraju specifična senzorska svojstva proizvoda (okus, miris, boja, tekstura). Također proteolizom i lipolizom nastaju spojevi s konzervirajućim djelovanjem (Kovačević, 2014.). Zrenje mesa počinje *postmortalnom* anaerobnom glikolizom i *rigor mortisom*, a završava u određenoj fazi proteolize mesa kada meso postaje ukusnije, aromatičnije, mekše i probavljivije (Kovačević, 2001.).

Istraživanja su pokazala da meso slabije uhranjenih životinja brže sazrijeva od mesa dobro uhranjenih životinja. Meso životinja hranjenih svježom zelenom hranom brže sazrijeva od mesa životinja hranjenih zrnatom hranom. Meso starijih životinja sazrijeva sporije od mesa mladih životinja, a meso zaostalo na trupu sazrijevanjem bolje omekša od mesa odvojenog od trupa (Kovačević, 2001.).

Tijekom procesa zrenja dolazi do razgradnje proteinskih i lipidnih sastojaka mesa buta pod utjecajem vlastitih enzima. Na aktivnost tih enzima utječe količina kuhinjske soli i sadržaj vode, pri čemu je proteoliza intenzivnija u šunkama koje sadrže manje soli (Martin i sur.,1998.). Pri duljem zrenju posebice je povećan sadržaj peptida i slobodnih aminokiselina u šunki (Senčić, 2009.). Osim proteina procesu razgradnje tijekom prerade šunki, pod djelovanjem tkivnih lipaza i fosolipaza, podliježe i intramuskularna mast. Lipoliza masti i oksidacija masnih kiselina najodgovornija je za nastanak prekursora arome šunke (npr. aldehidi, ketone, alkoholi, kiseline i dr.). *Postmortalnom* mišićnom lipolizom nastaju slobodne masne kiseline. Najveći dio tih masnih kiselina nastaje razgradnjom fosofolipida koji su bogati polinezasićenim masnim kiselinama, a slabije hidrolizom neutralnih triglicerida (Martin i sur., 1999.). Osim intramuskularne masti, lipolizi podliježu i trigliceridi potkožnog masnog tkiva buta, uz nakupljanje i oksidaciju slobodnih masnih kiselina (Motilva i sur., 1992.).

2.3.1. *Postmortalne* promjene mesa

Najvažnije *postmortalne* promjene mesa su glikoliza, *rigor mortis*, promjene SpVV, promjene pH i proteoliza. Poznavanje *postmortalnih* promjena mesa neophodno je za upravljanje kvalitetom mesa. Nakon smrti životinja iskrvari te prestaje dovod O_2 mišićnim vlaknima. Pričuve O_2 se nakon nekoliko minuta potroše, što uzrokuje prekid svih aerobnih metaboličkih puteva, te prekid proizvodnje ATP-a oksidacijom reduciranih koenzima u respiratornom lancu. U mišićnim vlaknima se nakupljaju produkti metabolizma koji djeluju na promjenu osmotskog tlaka i inhibiciju određenih biokemijskih reakcija (Kovačević, 2001.).

Za odvijanje različitih *postmortalnih* biokemijskih procesa potrebna je energija. *Post mortem* zbog nedostatka O_2 oksidacija u respiratnom lancu kao ključnom energetskom mehanizmu za proizvodnju ATP-a više se ne provodi, a aktiviraju se alternativni izvori energije. Zalihe ATP-a stvorene tijekom života se *post mortem* ne smanjuju odmah, jer se ATP resintetizira aktiviranjem alternativnih izvora energije, prvo refosforilacijom keratin-fosfata, zatim razgradnjom glukoze i drugih ugljikohidrata, dok se na kraju razgrađuje i sam ATP (Kovačević, 2001.).

Postmortalna glikoliza

Biokemijska glikoliza se definira kao proces razgradnje glukoze u sarkoplazmi preko fruktoza-1,6-difosfata i 3-fosfoglicerata do piruvata. *Postmortalna* glikoliza je ireverzibilna. Glikolizom se razgrađuje glukoza koja je u mišićno vlakno dopremljena tijekom života. Glikoliza se provodi dok u mišićnom vlaknu ima glukoze ili dok mliječna kiselina, odnosno glikolizom sniženi pH ne inhibira enzime glikolize. U mišićnom vlaknu i tijekom života i *post mortem* glukoza ima smo jednu mogućnost, a to je fosforilacija pomoću ATP-a i stvaranje glukoze-6-fosfata koja predstavlja i ishodni spoj glikolize. Osnovne razlike između *pre-* i *postmortalne* glikolize jesu:

1*. pre-mortem* piruvat nastao glikolizom:
a) aerobno: prelazi iz sarkoplazme u mitohondrije te se oksidativnom dekarboksilacijom pomoću enzima piruvat-dehidrogenaze prevodi u acetil-CoA koji odlazi ili u TCA-ciklus ili u ciklus sinteze masnih kiselina,

b) anaerobno: piruvat u sarkoplazmi pomoću enzima laktat-dehidrogenaze prelazi u mliječnu kiselinu što rezultira zamorom mišića (laktat se krvlju transportira u jetru gdje sudjeluje u glukoneogenezi).

2. *post mortem* glikoliza je ireverzibilna i teče isključivo anaerobno, pri čemu piruvat pomoću enzima laktat-dehidrogenze prelazi u mliječnu kiselnu koja se više ne može transportirati krvlju do jetre, već ostaje u mišićnom vlaknu i koncentrira se. Koncentriranje mliječne kiseline uzrokuje smanjenje pH mesa (Kovačević, 2001.).

Postmortalne promjene pH mesa

Povećanjem masnog udjela mliječne kiseline koja nastaje anaerobnom razgradnjom piruvata smanjuje se pH vrijednost mesa. Glikoliza se provodi dok u mišićnom vlaknu ima glikogena ili dok mliječna kiselina, odnosno pH ne inhibira enzime glikolize. pH mesa je najveći neposredno nakon klanja, a poslije se smanjuje i to zbog razgradnje glikogena i povećanja masnog udjela mliječne kiseline, da bi u razdoblju od 24 do 46 h *post mortem* poprimio najniže vrijednosti. Nakon toga pH blago raste, što je rezultat proteolitičkih procesa u mesu (Kovačević, 2001.).

Postmortalne promjene sposobnosti vezanja vode u mesu

Neposredno *post mortem* SpVV mesa je najveća, a smanjuje se nastupanjem *rigor mortis* 2 - 8 h *post mortem* (istiskivanje imobilizirane vode iz međuprostora miofilamenata zbog grčenja). Najniža vrijednost se postiže u razdoblju 24 - 48 h *post mortem* kada je najveći intenzitet glikolize i pad pH. Sposobnost vezanja vode ponovno raste na početnu vrijednost što je posljedica proteolize mesa i oslobađanja polarnih aminokiseliskih grupa te dezintegracije membrane. Na smanjenje SpVV najviše utječe razgradnja ATP-a te pad pH, a u manjoj mjeri usitnjavanje mesa (Kovačević, 2014.).

Mrtvačka ukočenost

Rigor mortis ili mrtvačka ukočenost mesa nastupa zbog *postmortalnog* smanjivanja količine ATP-a u mišićnom tkivu, a intenzivira se u uvijetima njegove potpune razgradnje. Vrijeme nastupanja *rigor mortis* je individualna osobina životinje i ovisi o brojnim čimbenicima. Poslije *rigor mortis* meso spontano otpušta određenu količinu vode, što je posljedica skraćenja mišića tijekom *rigor mortis* i istiskivanje slobodne vode imobilizirane u strukturi aktinomiozinskog kompleksa (Kovačević, 2001.).

2.3.2. Proteoliza

Proteoliza je složeni biokemijski proces u kojem se proteini pod utjecajem endogenih enzima hidroliziraju u peptide i slobodne amninokiseline (Molina i Toldrá, 1992.). Proteoliza je značajan niz biokemijskih reakcija u tkivima pršuta, koje sudjeluju u stvaranju karakteristične ukupne arome, okusa i mirisa tijekom procesa prerade. Proteolitička aktivnost je glavna značajka endogenih enzimskih sustava u tkivima pršuta. Oni uz limitirajuće čimbenike pH, koncentraciju soli i vlažnost, stvaraju nepovoljne uvjete za rast mikroorganizama te je i aktivnost mikrobnih enzima unutar pršuta beznačajna (Molina i Toldrá, 1992.). Proteoliza izravno djeluje na teksturu pršuta razgradnjom miofibrilarnih proteina koji grade mišićnu strukturu. Stvaranjem peptida i slobodnih aminokiselina utječe se na okus pršuta, a slobodne aminokiseline sudjeluju kao supstrat u budućim reakcijama koje doprinose konačnoj aromi i okusu pršuta, odnosno djeluju kao prekursori arome i okusa (Toldrá i Flores, 1998.). *Postmortalna* razgradnja mišićnih proteina odvija se pod utjecajem mišićnih proteaza odnosno endopeptidaza, kalpaina i katepsina koji sudjeluju u početnom omekšavanju mišićnog tkiva te egzopeptidaze. Zbog *postmortalne* dezintegracije intracelularne membrane i sarkoleme oslobađaju se hidrolitički enzimi koji prelaze u tkivo. Iz lizozoma se oslobađa najznačajniji proteolitički enzim katepsin, a optimalno djelovanje katepsina je pri pH = 5 - 6. Katepsini vrše hidrolizu proteina (proteolizu) do aminokiselina cijepanjem peptidnih veza, što rezultira time da se nakon 18 dana količina slobodnih aminokiselina u mesu poveća 2 - 5 puta (Kovačević, 2001.).

Krajni rezultat proteolize je utjecaj na promjenu teksture mišića, odnosno omekšavanje mesa, poticanje hidratacije (posebice proteina miozina), utjecaj na miris generiranjem malih peptida, slobodnih aminokiselina, odnosno razgradni produkti proteolize neutraliziraju mliječnu kiselinu. Produljenjem vremena trajanja procesa zrenja specifična senzorska svojstva su izraženija (Kovačević, 2014.).

2.3.3. Lipoliza

Lipoliza uz proteolizu predstavlja jednu od najvažnijih složenih biokemijskih promjena u tkivima buta tijekom tehnološkog procesa prerade svinjskog buta u šunku (pršut). Lipoliza je složeni biokemijski proces u kojem pod utjecajem endogenih, a manjim dijelom i egzogenih enzima dolazi do razgradnje lipida intermuskularnog, intramuskularnog i adipoznog tkiva do slobodnih masnih kiselina (Krvavica i sur., 2007.). Lipoliza, nastanak slobodnih masnih kiselina te njihova razgradnja na kratkolančaste masne kiseline i oksidacija, najvažnije su reakcije tijekom operacije zrenja koje utječu na formiranje specifičnog okusa i mirisa (Kovačević, 2014.). Produkti lipolize imaju značajnu ulogu u stvaranju komponenata arome i okusa pršuta te njihovih prekursora (Toldrá, 1998.).

Slobodne masne kiseline izravno utječu na okus i aromu. Najintenzivnije lipolitičke promjene događaju se za vrijeme prvih pet mjeseci, a nastaju uglavnom zahvaljujući djelovanju endogenih enzimskih sustava mišićnog i masnog tkiva pršuta (Toldrá i Flores, 1998.).

Lipide pršuta čine gliceridi sastavljeni od mono-, di-, triglicerida koji su esterificirani na jednu, dvije ili tri masne kiseline te fosfolipidi i kolesterol. Količina masnih kiselina iznosi 40 - 50%, a najzastupljenija masna kiselina je oleinska, kako u mišićnom, tako i u masnom tkivu (Krvavica i sur., 2007.). Razgradnja lipida mišićnog tkiva započinje hidrolizom najvažnijih triglicerida i hidrolizom fosofolipida. Daljnom razgradnjom pod utjecajem monoglicerol lipaze i lizofosolipaze nastaju di- i monoacilglicerol i lizofosfolipidi, a slobodne masne kiseline krajnji su produkt lipolize. Tijek lipolize u pršutu uglavnom ovisi o tipu šunke (pršuta), tipu masnog tkiva (potkožno, inter-, intramuskularno) te količini endogenih lipolitičkih enzima (Toldrá, 2002.).

2.4. FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA ŠUNKI (PRŠUTA)

Od fizikalno-kemijskih svojstava šunki treba istaknuti pH vrijednost, aktivitet vode (a_w) te maseni udjel NaCl, vode, bjelančevina, masti i pepela (Senčić, 2009.). **Tablica 2** prikazuje fizikalna i kemijska svojstva slavonske šunke, a **Tablica 3** prikazuje kemijski sastav nekih vrsta suhih šunki.

Tablica 2 Fizikalna i kemijska svojstva slavonke šunke (Senčić, 2009.)

Svojstva	pH	Voda %	Bjelančevine %	Masti %	Pepeo %	NaCl %	a_w %
Slavonska šunka	5,63	54,03	29,95	7,20	8,82	8,37	0,86

Tablica 3 Kemijski sastav nekih vrsta suhih šunki (pršuta)

Vrsta šunki (pršuta) i starost	Voda %	Bjelančevine %	Masti %	NaCl %	Autori (godina)
Dalmatinski pršut (12 mj.)	39,19 - 42,80	30,15 - 35,00	7,69 - 20,94	9,05	Tomić i sur., (2016.)
Drniški pršut (7 - 12 mj.)	36,73 - 49,66	26,6 - 31,50	9,44 - 20,95	10,96	Tomić i sur., (2016.)
Istarski pršut (18 mj.)	31,94 - 44,93	30,3 - 35,70	10,52 - 21,25	8,06 - 10,70	Tomić i sur., (2016.)
Parma pršut (13 mj.)	61,80	26,80	3,30	6,00	Baldini i sur., (1993.)
San Daniele pršut (13 mj.)	60,03	27,80	3,60	6,30	Baldini i sur., (1993.)
Iberijska šunka (20 mj.)	43,80	28,40	12,40	4,30	Astiasarani i sur., (1991.)
Srijemska šunka (12 mj.)	58,90 - 61,90	25,80 - 27,20	4,22 - 6,33	4,00 - 6,30	Vuković i sur., (2005.)

pH vrijednost mesa šunki normalno raste od vremena soljenja do kraja zrenja. Rast pH vrijednosti posljedica je razgradnje proteina mesa tijekom zrenja i povećanja sadržaja neproteinskog dušika koji ima alkalnu elektrokemijsku reakciju (Virgil i sur., 1999.). Normalna pH vrijednost buta mjerena u *m. semimembranosus* 24 sata *post mortem*, manja je od 6,0 (Toldrá, 2002.). U **Tablici 4** prikazane su pH vrijednosti šunke. Aktivitet vode predstavlja količinu vode koja je dostupna za kemijske reakcije, a kreće se od 0 do 1. Svježe meso ima vrijednost a_w oko 0,99 i više. Tijekom sušenja i zrenja aktivitet vode opada do vrijednosti 0,8 - 0,91 (Girard, 1992). Rast većine bakterija inhibiran je kada je a_w manji od 0,91 (Corry, 1973.). Limitirajuća vrijednost a_w za kvasce je 0,88 - 0,95, a za plijesni 0,8 - 0,95 (Scott, 1957.). Vrijednost a_w srijemske šunke iznosi 0,89 i 0,92, dok npr. vrijednost a_w za Dalmatinski pršut, Drniški pršut i Istarski pršut ne prelazi 0,93 (Senčić, 2009.; Vuković i sur., 2005.).

Udio kuhinjske soli u zrelim šunkama (pršutima) kreće se u rasponu od 4,5 do 9%. Za inhibiciju neproteolitičkog tipa B *Clostridium botulinum*, šunka treba imati najmanje 4,5% soli (Senčić, 2009.). Slanost šunki ovisi o količini dodane kuhinjske soli, ali i o dužini sušenja i zrenja (Wirth, 1986.). Udio vode u šunki može varirati zavisno o masi šunke, tehnologiji prerade i sadržaju potkožne i intramuskularne masti (Senčić, 2009.). Sadržaj bjelančevina i masti u šunki može varirati, a na to svojstvo utječe više čimbenika, prvenstveno genotip svinja i njihova hranida (Senčić, 2009.).

Tablica 4 pH vrijednosti šunki (pršuta)

Vrsta šunki (pršuta) i starost	pH vrijednost	Autori (godina)
Drniški pršut (7 - 12 mj.)	5,85 - 5,97	Karolyi i sur., (2009)
Istarski pršut (18 mj.)	6,13	Karolyi, (2002.)
Parma pršut (12 - 13 mj.)	5,83	Chizzolini i sur., (1996)
Iberijska šunka (29 mj.)	5,94	Martin i sur., (1999.)
Srijemska šunka (12 mj.)	6,45 - 6,65	Vuković i sur., (2005)

2.5. MASTI I MASNE KISELINE

Masti su građene iz trovalentnog alkohola glicerola i masnih kiselina (trigliceridi) te su uz ugljikohidrate i proteine jedan od tri glavna sastojka hrane (Karolyi, 2004.). Masne su kiseline u prirodnim mastima i uljima kemijski građene iz ugljikovog lanca s terminalnom metilnom (-CH_3) grupom na jednom i karboksilnom (-COOH) grupom na drugom kraju lanca. Jedna od podjela masnih kiselina provodi se temeljem dužine ugljikovog lanca, a druga podjela ovisno o prisutnosti i broju dvostrukih veza (zasićene, jednostruko nezasićene i višestruko nezasićene kiseline), položaju prve dvostruke veze u ugljikovodikovom lancu (*ω*-9, *ω*-3, *ω*-6) te prostornom obliku dvostrukih veza (cis i trans) (Karolyi, 2007a.). Masne kiseline možemo podijeliti na esencijalne (*ω*-6 i *ω*-3) i neesecijalne masne kiseline (Whetsell i sur., 2003.; Karolyi, 2007a.). Masne kiseline od C1 do C6 atoma nalaze u slobodnoj formi dok se masne kiseline s dužim lancem mogu nalaziti u slobodnoj formi, esterificirane kao trigliceridi (Whetsell i sur., 2003.). Zbog mogućnosti pucanja dvostrukih veza nezasićene masne kiseline su nestabilnije, a reaktivnost im raste s porastom broja dvostrukih veza. Osnovni je predstavnik skupine *ω*-6 linolna kiselina (PUFA - višestruko nezasićene masne kiseline), a omega-3 skupine ά-linolenska kiselina (Bogut i sur., 1996.). Dnevni unos masnoća ne smije premašiti procijenjenih 15 - 30% od ukupnog energetskog unosa, među kojima udio zasićenih masnih kiselina (SFA) treba činiti do 10%, PUFA 6 - 10% (*ω*-6:5 - 8%;*ω*-3:1 - 2%), jednostruko nezasićene masne kiseline (MUFA) 10 - 15% te trans masne kiseline manje od 1% ukupnog dnevnog energetskog unosa (Whitney i Rolfes, 2005.).

Meso i mesni proizvodi su bogati mastima, posebno zasićenim masnim kiselinama te manjim udjelom jednostruko nezasićenih i višestruko nezasićenih masnih kiselina. Uslijed primjene različitih tehnoloških procesa tijekom proizvodnje lipidi u tradicionalnim mesnim proizvodima podliježu nizu transformacija koje uključuju hidrolitičke procese, otpuštanje kratko - lančanih masnih kiselina i oksidaciju, uz nastajanje peroksida i hlapljivih komponenata, doprinoseći na taj način aromi finalnog proizvoda (Jimenez-Colmenero i sur., 2001.; Siciliano i sur., 2013.; Barbir i sur., 2014.). Istraživanja pokazuju da na udio masti i profil masnih kiselina utječu brojni čimbenici, od pasmine životinja, hranidbe i farmskih uvjeta, do tehnoloških procesa i parametara tijekom proizvodnje. Svinjsko meso i njegove prerađevine općenito odlikuje visok udio SFA te mali udio jednostruko nezasićenih masnih kiselina (Wood i sur., 2004.; 2008.; Woods i Fearon, 2009.). **Tablica 5** prikazuje masne kiseline prema strukturi, nazivu i tipu. **Tablica 6** prikazuje najvažnije masne kiseline u različitim vrstama hrane životinjskog podrijetla.

Tablica 5 Prikaz masnih kiselina prema strukturi, nazivu i tipu (Whetsell i sur., 2003.; Karolyi, 2007.)

Struktura	Naziv	Tip
C4:0	maslačna kiselina	*SFA
C6:0	kapronska kiselina	SFA
C8:0	kaprilna kiselina	SFA
C10:0	kaprinska kiselina	SFA
C11:0	unidekasnka kiselina	SFA
C12:0	laurinska kiselina	SFA
C13:0	tridekanska kiselna	SFA
C14:0	miristinska kiselina	SFA
C15:0	pentadekanska kiselina	SFA
C16:0	palmitinska kiselina	SFA
C17:0	heptadekanska kiselina	SFA
C18:0	stearinska kiselina	SFA
C20:0	arahidska kiselina	SFA
C21:0	heneikozanoična kiselina	SFA
C22:0	behenska kiselina	SFA
C23:0	trikozanoična kiselina	SFA
C24:0	lignocerinska kiselina	SFA
C14:1	miristoleinska kiselina	MUFA (*ω*-5)
C15:1	*cis*-10-pentadekanska kiselina	**MUFA
C16:1	palmitoleinska kiselina	MUFA (*ω*-7)
C17.1	*cis*-10-heptadekanska kiselina	MUFA
C18:1, *ω*-9t	elaidična kiselina	MUFA (*ω*-9)
C18:1, *ω*-9c	oleinska kiselina	MUFA (*ω*-9)
C20:1	*cis*-11-eikozenska kiselina	MUFA
C22:1, *ω*-9	eručna kiselina	MUFA (*ω*-9)
C24:1	nervonična kiselina	MUFA
C18:2, n *ω*-6t	linolna kiselina	***PUFA (*ω*-6)
C18:2, n *ω*-6c	linolna kiselina	PUFA (*ω*-6)
C18:3, *ω*-6	y-linolenska kiselina	PUFA (*ω*-6)
C20:2, *ω*-6	eikozadienska kiselina	PUFA (*ω*-6)
C20:3, *ω*-6	eikozatrienska kiselina	PUFA (*ω*-6)
C20:4, *ω*-6	arahidonska kiselina	PUFA (*ω*-6)
C22:2	dokosadienoična kiselina	PUFA (*ω*-6)
C18:3, *ω*-3	ά-linolenska kiselina	PUFA (*ω*-3)
C20:3, *ω*-3	eikozatrienska kiselina	PUFA (*ω*-3)
C20:5, *ω*-3	eikozapentaenoična (EPA) kiselina	PUFA (*ω*-3)
C22:6, *ω*-3	dokozaheksaenska (DHA) kiselina	PUFA (*ω*-3)

*zasićena masna kiselina (engl. SFA - Saturated Fatty Acid); **jednostruko nezasićena masna kiselina (engl. MUFA - Monounsaturated Fatty Acid); ***višestruko nezasićena masna kiselina (engl. PUFA - Polyunsaturated Fatty Acid)

Tablica 6 Najvažnije masne kiseline u različitim vrstama hrane životinjskog podrijetla (Wood i Fwaron, 2009.)

Vrsta proizvoda		Masna kiselina (%)												
Masne kiseline		4:0-10:0	12:0	14:0	16:0	18:0	18:1 c n-9	18:2 n-6	18:3 n-3	20:4 n-6	20:5 n-4	22:5 n-3	22:6 n-3	n-6 / n-3
Mlijeko		10,3	4,0	10,8	28,0	10,8	21,2	1,9	0,5	ND	ND	Tr	ND	3,8
Govedina	M	ND	ND	2,5	24,6	15,0	39,1	2,8	0,8	0,5	0,3	0,5	ND	2,1
	F	ND	0,3	3,1	25,7	17,4	36,6	1,0	0,5	ND	ND	ND	ND	2,0
Janjetina	M	0,3	0,5	5,2	21,7	17,6	32,3	1,8	1,2	0,5	0,3	0,4	0,1	1,2
	F	0,3	0,6	5,9	21,8	19,9	28,8	1,2	1,1	<0,1	Tr	0,1	ND	1,0
Svinjetina	M	ND	ND	ND	22,8	12,4	37,4	14,8	1,4	1,1	0,3	0,5	0,3	6,4
	F	<0,1	ND	1,1	23,3	13,0	38,7	14,8	1,5	0,2	ND	0,2	0,2	7,9
Piletina	T M	ND	ND	ND	20,4	6,0	42,7	16,6	2,6	0,4	ND	0,4	0,4	5,0
	B M	ND	ND	ND	19,9	6,0	36,1	13,7	1,7	0,8	Tr	0,8	0,8	4,4
Jaja		ND	ND	ND	24,0	8,4	42,8	17,2	0,9	ND	ND	ND	ND	19

*Tr = u tragovima; **ND = nije određeno.

n=ω

3. EKSPERIMENTALNI DIO

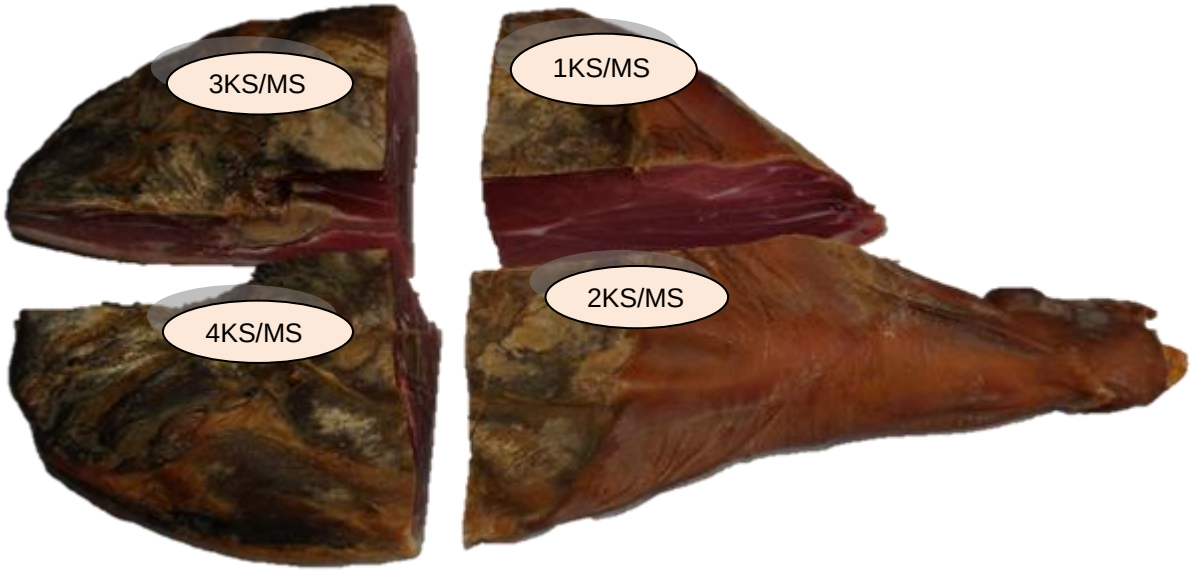
3.1. ZADATAK

Odrediti fizikalno-kemijska svojstva i sastav masnih kiselina uzorka slavonske šunke nakon 230 dana proizvodnje, od kojih je jedna skupina soljena krupnom morskom, a druga sitnom kamenom soli. Također, u navedenim uzorcima odredit će se i koncentracija soli u 4 različite pozicije, odnosno 4 dijela buta.

3.2. MATERIJALI I METODE

Za provedbu istraživanja u laboratorijskom pilot-postrojenju na Prehrambeno-tehnološkom fakultetu Osijek, tradicionalnim tehnološkim postupkom, proizvedene su dvije slavonske šunke. Jedna šunka proizvedena je postupkom soljenja Paškom krupnom morskom soli, a druga Tuzlanskom sitnom kamenom soli. U radu su korištena dva svježa svinjska buta, starosti 24 sata nakon klanja, težine 11,017 kg i 10,955 kg. Butovi su dobiveni klanjem svinje, križanaca landrasa i jorkšira i završne tjelesne mase 119 kg. Butovi su nabavljeni iz klaonice Ravlić d.o.o. Osijek. Svježi but za proizvodnju slavonske šunke obrađen je bez nožice, križne i zdjelične kosti i repnih kralježaka, a u butu je ostavljena bedrena *(femur)* i potkoljenična kost *(tibia i fibula)* s patelom. Obrađeni but morao je biti bez oštećenja i krvavih podljeva, a slavonske šunke su nakon soljenja i prešanja premještene u komoru s mogućnošću automatske regulacije tehnoloških parametara. Automatizirana komora za zrenje smještena je na Prehrambeno-tehnološkom fakultetu u Osijeku, a projektirana je tijekom izrade projekta „Unaprjeđenje tehnologije i komercijalizacija tradicionalnih mesnih proizvoda (TMP)“ (Kovačević, 2014.). Komoru je izradila tvrtka Euclid d.o.o. Vinkovci 2012. godine. Dimljenje hladnim dimom provedeno je tijekom 30 dana, svaki drugi dan u trajanju od 2 do 3 sata, a temperatura dima bila je do 25 ^{o}C. Nakon toga slavonska šunka je podvrgnuta procesima sušenja i zrenja pri T = 15 -18 ^{o}C i Rh = 75%, u trajanju oko 200 dana.

U uzorcima slavonske šunke određena su fizikalno-kemijska svojstva i sastav masnih kiselina. Također, šunke su po sredini medijalne strane rasječene uzdužnim i poprečnim rezom te je dobiveno 8 uzoraka (8 dijelova šunke) u kojima je određen sadržaj soli (**Slika 2**.).



Slika 2 Dijelovi šunke nakon rasijecanja i oznake 8 uzoraka za određivanje sadržaja soli
MS – morska sol; KS – kamena sol; 1 – 4: pozicije uzoraka u presjeku buta

3.2.1. Metode za određivanje fizikalno-kemijskih svojstava

1. Određivanje pH vrijednosti

pH vrijednost mjerena je uređajem pH/Ion 510 – Bench pH/Ion/mV meter (*Eutech Instruments Pte Ltd/Oakton Instruments, USA*)**,** prema ISO normi 2917:1999 (HRN ISO 2917:2000) te uputama proizvođača uređaja (pH/Ion 510 Instruction Manual).

2. Određivanje aktiviteta vode

Aktivitet vode određen je pomoću uređaja *HygroLab 3 – Multi-channel Humidity & Water Activity Analyser* (ROTRONIC, Švicarska) prema uputama proizvođača (*HygroLab Bench Top Humidity Temperature Indicator Instruction Manual V2.0*), pri sobnoj temperaturi (20 ± 2 ºC).

3. Određivanje udjela vode, bjelančevina i ukupnih masti

Određivanje udjela vode, bjelančevina i ukupnih masti provedeno je pomoću uređaja *FoodScan Meat Analysera* (FOSS, Švedska) Određivanje je provedeno prema AOAC (*Association of Official Analytical Chemists*) metodi 2007.04 (AOAC, 2007.)

4. Određivanje udjela pepela

Ukupni pepeo u uzorcima je masa anorganskog ostatka dobiven nakon potpunog spaljivanja organske tvari. Test porcija uzoraka je osušena, karbonizirana i zatim spaljena na 550 °C ± 25 °C. Nakon hlađenja određena je masa sivo-bijelog pepela. Pepeo je određen prema normi ISO 936:1998 uz upotrebu mufolne peći LV9/11/P320 (Nobertherm, Njemačka)

5. Određivanje masnih kiselina

Pri određivanju sastava masnih kiselina ukupne masti određene su metodom po Soxhlet-u (EN ISO 1443:1999), koja uključuje razlaganje uzorka kiselinskom hidrolizom te ekstrakciju masti petroleterom pomoću uređaja za ekstrakciju Soxtherm 2000 Automatic (Gerhardt, Njemačka) i sušenje u sušioniku Epsa 2000 (Ba-Ri, Hrvatska). Rezultati ukupne masti izraženi su kao srednja vrijednost dva paralelna određivanja, u postotku (%) mase, sa preciznošću od 0,01%. Za verifikaciju metode određivanja ukupnih masti sa svakom analizom korišten je certificirani referentni materijal CRM T0149 (FAPAS, Engleska). Metilni esteri masnih kiselina su pripravljeni iz ekstrahirane masti prema EN ISO 5509: 2000. 100 mg ekstrahirane masti uzorka otopljeno je u 10 mL heksana i promućkanona tresilici HS260 control (IKA, Njemačka). Potom je dodano 200 µL 2N-metanolne otopine kalijevog hidroksida te su uzorci mućkani tijekom 30 s, a zatim centrifugirani na 320AR centrifugi (Hettich, Njemačka) tijekom 15 minuta pri 3000 rpm i temperaturi od 15 °C. 200 µL svakog uzorka je filtrirano kroz PTFE filtar u bočice za analizu. Pripravljeni metilni esteri masnih kiselina analizirani su prema Pleadin i sur. (2014), primjenom plinske kromatografije na plinskom kromatografu 7890 BA (Agilent Technologies, SAD) s kapilarnom kolonom HP88 dužine 100 m, promjera 0,25 mm te debljine sloja nepokretne faze 0,20 µm (Agilent Technologies, SAD). Komponente su detektirane plameno-ionizacijskim detektorom uz temperaturu od 280 °C, protok vodika od 40 mL/min, zraka 450 mL/min i dušika 30 mL/min. Temperaturni program kolone bio je: početna temperatura kolone 120 °C nakon 1 minute programirano je povećavana brzinom od 10 °C/min do 175 °C/min, uz zadržavanje 10 minuta zatim je brzinom od 5 °C/min grijana do 210 °C uz zadržavanje od 5 minuta, nakon toga se ponovno brzinom od 5 °C/min zagrijavala do 230 °C uz zadržavanje od 5 minuta. Uzorak (1 µL) je injektiran u split-splitless injektor temperature 250 °C uz omjer razdjeljenja 1:50. Plin nosioc bio je helij (99,9999%) uz konstantni protok od 2 mL/min. FAME su identificirani usporedbom sa vremenima zadržavanja FAME standardne smjese (10 mg/mL, SupelcoTM 37 Component FAME Mix) analizirane pri istim uvjetima. Rezultati su izraženi kao postotak (%) pojedine masne kiseline u odnosu na ukupno određene masne kiseline, sa preciznošću od 0,01%. Sa svakom analizom uzoraka korišten je i CRM BCR-163 (Institute for Reference Materials and Measurements, Belgija), sa označenim udjelima sedam pojedinačnih masnih kiselina koji je pripremljen i analiziran na isti način kao i uzorci.

6. Određivanje natrija/soli u mesnim proizvodima

Određivanje natrija pomoću uređaja za određivanje natrija *EasyPlusa*^{TM} *Analyzer - Easy* Na (Mettler Toledo, SAD) provodeno je na ion-selektivnoj elektrodi. U metodi višestrukog dodavanja standarda, mala količina standarda točno poznate koncentracije dodana je otopini uzorka nekoliko puta u slijedu. Dodatak standarda povećava koncentraciju natrija u uzorku. Razlika u potencijalu, korištena je za određivanje koncentracije natrija u uzorku, koristeći iterativni algoritam koji se temelji na Nerstovoj jednadžbi. Na osnovu količine natrija određena je količina soli stehiometrijskim izračunom (NaCl = Na x 2,5). Odvagano je 2,5 g uzorka mesnog proizvoda i dodano je tri četvrtine tople vode, zatim je stavljen magnet za miješanje i mješano je 30 minuta na magnetskoj mješalici uz grijanje postavljeno na 60 ^{o}C. Sadržaj tikvice, nadopunjenoj do oznake, ohlađen je na sobnu temperaturu te promućkan, a potom je 20 mL otopine uzorka profiltrirano u plastičnu čašu za mjerenje natrijevih iona uz dodatak 20 mL 1M otopine ISA.

7. Statistička obrada podataka

Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost. Statistička obrada podataka to jest t-test o udjelima soli po pozicijama proveden je kako bi se utvrdilo je li rezultati analiziranih pozicija buta imaju normalnu distribuciju ($p < 0,05$ ili $p > 0,05$).

4. REZULTATI

Rezultati određivanja fizikalno-kemijskih svojstava uzoraka šunke nakon 230 dana proizvodnje prikazani su u **Tablici 7**. Aktivitet vode uzorka šunke soljene morskom soli iznosi 0,74, a za uzorak soljen kamenom soli aktivitet vode je 0,77. pH vrijednost iznosi 6,00 za uzorak šunke s morskom soli i 6,07 za uzorak šunke koja je soljena kamenom soli.

Udio vode u analiziranom uzorku šunke koja je soljena kamenom soli iznosi 45,50% dok je u šunki soljenoj morskom soli 40,70%. Udio natrijevog klorida (NaCl) uzorka šunke soljenog kamenom soli iznosi 5,31% dok je u uzorku šunke koja je soljena morskom soli bio 7,73%. Jedan od značajnih parametara kvalitete pršuta je količina masti, a udio masti određene u ovom radu je 18,30% u uzorku šunke koja je soljena morskom soli te 18,10% u uzorku šunke soljene kamenom soli.

Udio bjelančevina u šunki soljenoj kamenom soli iznosi 29,16%, a 32,89% u šunki soljenoj morskom soli.

U **Tablici 8**. prikazan je udio soli u šunki nakon 230 dana proizvodnje po svakom uzorku pojedinačno (**Slika 2**), od kojih je jedna skupina uzoraka soljena morskom, a druga kamenom soli. Iz dobivenih rezultata uočljiv je veći udio soli kod uzorka šunke koja je soljena morskom soli, nego kod uzorka šunke koja je soljena kamenom soli. Srednja vrijednost za uzorak šunke koja je soljena morskom soli iznosi 7,50%, a za uzorak šunke soljenje kamenom soli srednja vrijednost je 5,50%. Po pozicijama buta za morsku sol dobiveni su sljedeći rezultati: MS-1: 6,56%, MS-2: 7,03%, MS-3: 7,98%, MS-4: 8,43%, a rezultati udjela kamene soli po pozicijama su sljedeći: KS-1: 4,63%, KS-2- 5,12%, KS-3: 5,73%, KS-4: 6,54%. U **Tablici 9** prikazana je statistička obrada podataka o udjelima soli po pozicijama (t-test).

Rezultati sastava masnih kiselina buta/šunke nakon 230 dana proizvodnje, od kojih je jedna skupina soljena morskom, a druga kamenom soli prikazani su u **Tablici 11.** Temeljem dobivenih rezultata uočljivo je da prevladavaju jednostruko nezasićene masne kiseline, zatim zasićene masne kiseline, dok su najmanje zastupljene višestruko nezasićene masne kiseline. Najdominantnija masna kiselina je oleinska kiselina iz skupine MUFA, dok su iz skupine SFA to palmitinska i stearinska masna kiselina. Najzastupljenija masna kiselina iz skupine PUFA je linola kiselina. U **Tablici 10** prikazani su omjeri masnih kiselina buta/šunke nakon 230 dana soljenja morskom i kamenom soli i preporučene nutritivne vrijednosti omjera.

Tablica 7 Fizikalno-kemijska svojstva buta / šunke nakon 230 dana soljenja morskom i kamenom soli

Parametar	Oznaka uzorka	
	MS (1+2+3+4)	KS (1+2+3+4)
voda (%)	40,70	45,50
a_w	0,74	0,77
pH	6,00	6,07
sol (%)	7,73	5,31
pepeo (%)	8,25	7,23
bjelančevine (%)	32,89	29,16
mast (%)	18,30	18,10

Tablica 8 Udio soli u šunki nakon 230 dana soljenjih morskom i kamenom soli

Oznaka uzorka	**Sol (%)**
*MS-1	6,56
MS-2	7,03
MS-3	7,98
MS-4	8,43
Srednja vrijednost MS	7,50
**KS-1	4,63
KS-2	5,12
KS-3	5,73
KS-4	6,54
Srednja vrijednost KS	5,50

*MS – morska sol; **KS – kamena sol; 1 – 4: pozicije uzoraka u presjeku buta (**Slika 2**)

Tablica 9 Statistička obrada podataka o udjelima soli po pozicijama (t-test)

oznaka uzorka	mjerenje (%)	broj uzoraka n	srednja vrijednost (%)	excel t-test
***MS-1**	6,56			0,015267301
MS-2	7,03			
MS-3	7,98			
MS-4	8,43			
		4	7,5	
****KS-1**	4,63			
KS-2	5,12			
KS-3	5,73			
KS-4	6,54			
		4	5,505	

*MS – morska sol; **KS – kamena sol; 1 – 4: pozicije uzoraka u presjeku buta (**Slika 2**)

Statistička obrada podataka tj. t-test proveden je kako bi se utvrdilo da li rezultati analiziranih pozicija buta imaju normalnu distribuciju ($p < 0,05$ ili $p > 0,05$). S obzirom na to utvrđena je značajna statistička razlika ($p < 0,05$).

Tablica 10 Omjeri masnih kiselina buta/šunke nakon 230 dana soljenja morskom i kamenom soli i preporučene vrijednosti omjera

Parametri	Šunka s morskom soli	Šunka s kamenom soli	Preporučeni omjer
***ω*-6 /*ω*-3**	19,88	19,60	< 4
PUFA/SFA	0,29	0,32	> 0,4
MUFA/SFA	1,38	1,40	-

SFA = zasićene masne kiseline, MUFA = jednostruko nezasićene masne kiseline, PUFA = višestruko nezasićene masne kiseline, *ω*-3 omega-3 masne kiseline, *ω*-6 omega-6 masne kiseline

Tablica 11 Sastav masnih kiselina buta/šunke nakon 230 dana soljenja morskom i kamenom soli

Masne kiseline	Maseni udjel masnih kiselina u šunki (%)*	
	Morska sol	Kamena sol
C8:0	< LOD	< LOD
C10:0	0,10	0,10
C12:0	0,09	0,09
C14:0	1,29	1,26
C15:0	ND	0,05
C16:0	23,67	23,21
C17:0	0,28	0,29
C18:0	11,75	11,55
C20:0	0,17	0,18
C16:1, *ω*-7*t*	0,29	0,29
C16:1, *ω*-7*c*	3,06	2,90
C17:1	0,29	0,31
C18:1, *ω*-9*t*	0,35	0,35
C18:1, *ω*-9*c*	43,43	43,44
C18:1, *ω*-7	3,59	3,46
C20:1, *ω*-9	0,70	0,72
C18:2, *ω*-6*c*	9,74	10,48
C20:2, *ω*-6	0,46	0,51
C20:4, *ω*-6	0,19	0,20
∑ *ω*-6	10,39	11,19
C18:3, *ω*-3	0,45	0,49
C20:3, *ω*-3	0,08	0,08
∑ *ω*-3	0,52	0,57
SFA	37,37	36,76
MUFA	51,72	51,47
PUFA	10,91	11,77

*maseni udjel masne kiseline izražen je na ukupni udjel masnih kiselina; LOD - limit detekcije = 0,05%; ND nije detektirano; SFA = zasićene masne kiseline, MUFA = jednostruko nezasićene masne kiseline, PUFA = višestruko nezasićene masne kiseline, *ω*-3 omega-3 masne kiseline, *ω*-6 omega-6 masne kiseline

5. RASPRAVA

Cilj ovog rada bio je odrediti fizikalno-kemijska svojstva i sastav masnih kiselina slavonske šunke soljene morskom i kamenom soli nakon 230 dana proizvodnje te utvrditi udio soli u pojedinim dijelovima šunke u ovisnosti o korištenoj vrsti soli (**Slika 2**). Rezultati istraživanja uspoređeni su s literaturnim podacima.

Ključni utjecaj fizikalno-kemijskih svojstava i sastava masnih kiselina na razliku u kvaliteti šunki (pršuta) između pojedinih lokaliteta (država) ima sirovina, odnosno pasmina svinja, način uzgoja (otvoreni, poluotovreni i zatvoreni sustav držanja), način prehrane i završna tjelesna masa. Također, utjecaj imaju i tradicionalni tehnološki postupci proizvodnje, posebice (ne)primjena dimljenja, vrsta soli/salamure, intenzitet sušenja te trajanje procesa zrenja (Barbir i sur., 2014).

U ovom radu određen je udio vode u šunki soljenoj morskom soli od 40,70%, dok je udio vode u uzorku šunke soljene kamenom soli bio 45,50% (**Tablica 7**). Prema dobivenim rezultatima udjela vode može se zaključiti da morska sol doprinosi jačem otpuštanju vode iz šunke (većem proizvodnom kalu) u odnosu na kamenu sol. U drugim radovima Senčić (2009.) je naveo da udio vode u slavonskoj šunki iznosi 54,03%, a Vuković i sur. (2005.) navode da je udio vode u srijemskoj šunki u rasponu od 58,9 do 61,9%. Karolyi i sur. (2009.) u Drniškom pršutu odredili su udio vode od 32,62 do 35,98%. Može se zaključiti da udio vode u šunki značajno varira, a što je ovisno o masi šunke, tehnologiji prerade (poglavito načina I intenziteta soljenja i sušenja) te sadržaju potkožnog masnog tkiva i intramuskularne masti.

Aktivitet vode (a_w) je vrlo bitan čimbenik za održivost mesa i mesnih proizvoda. Niski aktivitet vode inhibira rast bakterija i plijesni te se zbog niskog aktiviteta vode šunke (pršuti) tijekom određenog razdoblja mogu čuvati i na sobnoj temperaturi. Veća vrijednost aktiviteta vode u šunkama proizvedenim od težih svinja (butova) posljedica je sporijeg sušenja, tj. sporijeg izdvajanja vode zbog debljeg potkožnog masnog tkiva i veće mase butova. Tijekom sušenja i zrenja aktivitet vode opada do vrijednosti 0,80 - 0,91 (Girard, 1992). Rast većine bakterija inhibiran je kada je a_w manji od 0,91 (Corry, 1973.). Senčić (2009.) je odredio aktivitet vode u slavonskoj šunki od 0,86, dok su Vuković i sur. (2005.) u srijemskoj šunki odredili vrijednosti u rasponu 0,89 - 0,93. Karolyi i sur. (2009.) su u Drniškom pršutu utvrdili vrijednosti od 0,78 do 0,81. Aktivitet vode (**Tablica 7**) određen u ovom radu za uzorak šunke koja je soljena morskom soli iznosi 0,74, a u uzorku šunke soljene kamenom soli 0,77, što pokazuje da vrsta soli neznatno utječe na aktivitet vode šunke. Niži aktivitet vode uzoraka šunke soljene morskom soli posljedica je manjeg masenog udjela vode (većeg proizvodnog kala) te veće koncentracije NaCl-a. Budući su obje vrijednosti aktiviteta vode (sa morskom i kamenom soli) manje od 0,91 može se pretpostaviti da primjena obje vrste soli inhibira rast bakterija i

plijesni u šunki te da ima dobro konzervirajuće djelovanje. Niske vrijednosti aktiviteta vode za oba uzorka rezultat je nižih relativnih vlažnosti zraka u komori *(Rh* < 75%) tijekom procesa zrenja te značajnijeg gubitka vode.

pH vrijednost za uzorak koji je soljen morskom soli iznosi 6,00, a kamenom soli 6,07 (**Tablica 7**.) iz čega je uočljivo da vrsta soli ne utječe na pH vrijednost šunke. U drugim radovima utvrđena je pH vrijednost u slavonskoj šunki od 5,63 (Senčić, 2009.) te u Istarskom pršutu od 6,13 (Karolyi, 2002.). Vuković i sur. (2005.) navode da je pH vrijednost mesa srijemske šunke između 6,45 i 6,65, a Martin i sur. (1999.) da je pH vrijednost Iberijskog pršuta 5,94. Manje varijabilnosti u pH vrijednostima mesa šunke određene u istraživanjima pojedinih autora u odnosu na rezultate dobivene u ovom radu mogu se pojasniti razlikama u dužini zrenja butova te vrsti mišića u kojem je pH vrijednost mjerena.

Natrijev klorid (NaCl) je također bitan sastojak koji pridonosi povećanju sposobnosti vezanja vode, formiranju boje, okusa i teksture te osiguranju mikrobiološke ispravnosti gotovog proizvoda. Udio soli u ovom radu za uzorak šunke koja je soljenja morskom soli iznosi 7,73% dok je udio soli u uzorku šunke koja je soljena kamenom soli iznosio 5,31% (**Tablica 7**). Po pozicijama buta za morsku sol dobiveni su sljedeći rezultati (**Tablica 8**): MS-1: 6,56%, MS-2: 7,03%, MS-3: 7,98%, MS-4: 8,43%, a rezultati udjela kamene soli po pozicijama su sljedeći: KS-1: 4,63%, KS-2- 5,12%, KS-3: 5,73%, KS-4: 6,54%. Prema dobivenim rezultatima uočljiv je veći udio soli kod uzorka šunke koja je soljena morskom soli, nego kod uzorka šunke koja je soljena kamenom soli. U **Tablici 9** prikazana je statistička obrada podatka o udjelima soli po pozicijama buta. Rezultati potvrđuju statistički značajnu razliku u udjelima soli s obzirom na vrstu soli i poziciju u šunki ($p = 0,01$ ili $p < 0,05$). Prema literaturnim podacima, prosječna količina soli u slavonskoj šunki iznosi 8,37% (Senčić, 2009.), u Parma pršutu 6,0% (Baldini i sur., 1993.) dok u srijemskoj šunki 4,9 - 6,3% (Vuković i sur., 2005.). Veći sadržaj soli rezultat je vrste soli (krupna morska sol), načina soljenja, temperature soljenja te proizvodnog kala i količine suhe tvari u šunki, odnosno intenziteta dimljenja i sušenja te trajanja procesa zrenja.

U procesu proizvodnje šunke (pršuta) od svinjskog buta do gotovog proizvoda zbivaju se brojne promjene, ponajprije dehidracija. Zbog primjene različitih tehnoloških procesa tijekom proizvodnje šunke (pršuta) na mastima se događaju brojne promjene, koje uključuju hidrolitičke procese, oslobađanje kratko-lančanih masnih kiselina i naknadnu oksidaciju kiselina uz stvaranje peroksida i hlapljivih spojeva, što doprinosi aromi. Udio masti je jedan od bitnih parametara kvalitete šunke (veći udio masti, veća prihvatljivost šunke). No, ono što najviše utječe na izgled, teksturu, intenzitet i trajnost okusa pršuta je intramuskularna mast.

U ovom radu određen je udio masti u šunki soljenoj kamenom soli od 18,1% dok je udio masti u uzorku šunke soljene morskom soli bio 18,3% što pokazuje da vrsta soli ne utječe na udio masti (**Tablica 7**) . Također je sličan udio masti (17 - 19%) objavio Honikel (2005.) za njemački i francuski pršut, te Devoli i sur. (2009.) za Parma (18,4%) pršut.

Način i tip hranidbe odnosno sastav obroka koji se daju farmskim životinjama presudno utječu na sastav masnih kiselina intramuskularne masti. Masne kiseline iz hrane ugrađuju se u masno tkivo svinja, a stupanj ugradnje ovisi o specifičnostima masnih kiselina i tipa obroka. Promjene u hranidbi svinja imaju za cilj proizvesti zdraviji proizvod tako da u mesu bude manji udio SFA te veći udio MUFA i PUFA. Fernandez i sur. (2007.) su naveli da sastav masnih kiselina u tkivu svinja ovisi o masnim kiselinama unesenim hranom te da zbog tradicionalnog slobodnog uzgoja Iberijskih svinja i hranidbe sa žirevima i travom Iberijski pršuti sadrže više MUFA nego Serrano pršuti. Larick i sur. (1992) i Monahan i sur. (1992.) su naveli da dodavanjem veće količine visoko nezasićenih ulja (suncokretovo, sojino, ulje uljane repice) u obroku smanjuje udio palmitinske i oleinske, a povećava udio dugolančanih masnih kiselina.

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da je oleinska (C18:1, *ω*-9) kiselina najdominatnija masna kiselina iz skupine MUFA, dok je linolna kiselina (C18:2, *ω*-6) iz skupine PUFA najmanje zastupljena što je prikazano u **Tablici 11**. Literaturni podaci pokazuju da je u tradicionalnim proizvodima od svinjskog mesa oleinska masna kiselina najzastupljenija, nakon čega slijede palmitinska (C16:0), stearinska (C18:0) i linola kiselina (Casaburi i sur., 2007.; Visessanguan i sur., 2006.; Pleadin i sur., 2014.; Marušić i sur., 2013.). Općenito, u suhomesnatim proizvodima prevladavaju jednostruko nezasićene masne kiseline dok su najmanje zastupljene višestruko nezasićene masne kiseline. Rezultati uzoraka analiziranih u ovom radu su usporedivi s navedenim literaturnim podacima, koji pokazuju da u suhomesnatim proizvodima prevladavaju jednostruko nezasićene masne kiseline.

Nutritivno poželjna svojstva masnih kiselina buta/šunke soljena morskom i kamenom soli nakon 230 dana proizvodnje se općenito određuju kroz omjer PUFA/SFA i *ω*-6/*ω*-3 (**Tablica 10**). Omjeri PUFA/SFA iznad 0,4 i *ω*-6/*ω*-3 ispod 4 se smatraju preporučljivim (Wood i sur., 2004.; 2008.). U ovom radu određen je PUFA/SFA u šunki soljenoj morskom soli od 0,29, dok je PUFA/SFA u uzorku šunke soljene kamenom soli bio 0,32. *ω*-6/*ω*-3 određen u ovom radu za uzorak šunke koja je soljena morskom soli iznosi 19,88, a u uzorku šunke soljene kamenom soli 19,60. Rezultati potvrđuju da s obzirom na navedene preporuke šunka nije u okviru poželjnih vrijednosti za omjer PUFA/SFA, kao ni za omjer *ω*-6/*ω*-3. Omjer PUFA/SFA

trenutno je jedan od glavnih parametara korišten za procjenu nutritivne kvalitete lipidnih frakcija u hrani zajedno sa omjerom *ω*-6/*ω*-3 zbog povoljnih učinaka linolenske kiseline (*ω*-6) na zdravlje, koji se odvijaju samo kada omjer PUFA/SFA nije veći od 1,5. Za SFA se smatra da povećavaju kolesterol u plazmi, izuzev stearinske kiseline koja reducira ukupni LDL kolesterol, stoga udio ove masne kiseline (stearinske) izuzima se iz skupine SFA kada se istražuje povezanost između SFA u hrani i rizika od srčanih bolesti (Kris-Etherton, 1999.).

6. ZAKLJUČCI

Na osnovi rezultata istraživanja provedenih u ovom radu, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Razlike u osnovnom kemijskom sastavu uzoraka slavonske šunke soljenih različitim vrstama soli (krupna morska (MS) i sitna kamena sol (KS)) posljedica su većeg proizvodnog kala, odnosno manjeg masenog udjela vode u uzorku šunke soljenom morskom soli ($w_{(vode)}$ (MS) = 40,70% > $w_{(vode)}$ (KS) = 45,50%).
2. Razlike u aktivitetima vode uzoraka slavonske šunke soljenih različitim vrstama soli (MS i KS), odnosno manji a_w uzoraka šunke soljene morskom soli (a_w (MS) = 0,742 < a_w (KS) = 0,765) posljedica je njegovog manjeg masenog udjela vode te većeg sadržaja NaCl-a ($w_{(NaCl)}$ (KS) = 5,31% < $w_{(NaCl)}$ (MS) = 7,73%). Obje vrijednosti a_w ispod su kritičnih inhibicijskih vrijednosti za trajne suhomesnate proizvode (a_w < 0,93).
3. Razlike u fizikalno-kemijskim svojstvima slavonske šunke i literaturnih podataka za fizikalno-kemijska svojstva različitih vrsta šunki i pršuta posljedica je svojstava sirovine (npr. mase, volume, sadržaja potkožnog masnog masnog tkiva, sadržaja intramuskularnog masnog tkiva, načina obrade buta i dr.), tehnoloških parametara primijenjenih u pojedinim proizvodnima fazama, posebice tijekom soljenja/salamurenja i sušenja, primijenjenih metoda konzerviranja (npr. sa ili bez dimljenja) i dr.
4. Utvrđene su statistički značajne razlike sadržaja NaCl-a u pojedinim dijelovima (pozicijama) šunke ($p < 0,05$), pri čemu je najveći udio NaCl-a određen u području mišića *m. semimembranosus* koji se nalazi na površini otvorene, medijalne strane buta kao posljedica izloženosti najvećim koncentracijama soli tijekom operacije soljenja. Vrijednosti masenog udjela soli u svim dijelovima buta šunke za obje vrste uzoraka (MS i KS), iznad su minimalnih inhibicijskih vrijednosti (> 4,5%).
5. Rezultati određivanja sastava masnih kiselina slavonske šunke pokazuju da je oleinska kiselina (C18:1, *ω*-9) najdominatnija masna kiselina iz skupine MUFA, linolna kiselina (C18:2, *ω*-6) iz skupine PUFA te palmitinska kiselina (C16:0) iz skupine SFA, što je u skladu s literaturnim podacima za druge vrste šunki i pršuta.
6. Kao i kod ostalih vrsta šunki i pršuta (literaturni podaci) omjeri PUFA/SFA (0,29 - 0,32) i *ω*-6/*ω*-3 (19,60 - 19,88) za oba analizirana uzorka slavonske šunke, nisu u skladu s nutritivno preporučenim vrijednostima (PUFA/SFA > 0,4 i *ω*-6/*ω*-3 < 4).

7. LITERATURA

Astiasaran I, Cid G, Melgar J, Bello J: A comparative analytical study between two types of hams, from Iberian and white pigs. Revista de Agroquimica & Technologia de Alimentos: 31- 37, 1991.

Baldini P, Bellati M, Campanini M, Pezzani G, Camorali G, Corbari G, Reverberi M: The tipical Italian dry-cured ham: how to assess it is quality? Suinicoltora 34: 6 - 37, 1993.

Barbir T, Vulić A, Pleadin J: Masti i masne kiseline u hrani životinjskog podrijetla. Veterinarska stanica 2: 97 - 100, 2014.

Bougt I, Opačak A, Stević I, Bogut S: Nutritivna i protektivna vrijednost riba s osvrtom na omega-3 masne kiseline. Ribarstvo 54: 21 - 37, 1996.

Bolzoni L, Barbieri G, Virgilli R: Changes in volatile compounds od Parma ham during maturation. Meat Science 43: 301 – 310, 1996.

Careri M, Mangia A, Barbieri L, Virgili R, Parolari G: Sensory property relationship to chemical data of Italian - type dry-cured ham. J. Food Science 58: 968 - 972, 1993.

Casaburi A, Aristoy M.C, Cavella S, Di Monaco R, Ercolini D, Toldrá F, Villani F: Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages of Vallo di Diano (Southern Italy) as affected by the use of starter culture. Meat Science 76: 295 - 307, 2007.

Chizzolini R, Novelli E, Campanini G, Dazzi G, Madarena G, Zanardi E, Pacchioli M.T, Rossi A: Lean colour of green and maturated Parma hams: Comparative evaluation and technological relevance of sensory and objective dana. Meat Science 44: 159 - 172, 1996.

Corry J: Water relations and heat resistance of microorganisms. Progress in Industrial Microbiology 12: 73 - 108, 1973.

Costa N, Dali' Olio S, Davoli R, Russo V: Influence of loading method and stocking density during transport on meat and dry-cured ham quality in pigs with different halothane genotypes. Meat Science 51: 391 - 399, 1999.

D'Evoli L, Lucarini M, Nicoli S, Aguzzi A, Gabrielli P, Lombardi-Boccia G: Nutritio-nal profile of traditional Italian hams. Proceeding of 5th world congress of dry-cured ham: 6 - 8, Aracena, Spain, 2009

Du M, Ahn, D.U: Volatile substances of Chinese traditional Jinhua ham and cantonese sausage. Journal of Food Science 66: 827 - 831, 2001.

Ferandez M, Ordenez H.A, Cambero I, Santos C, Pin C, De la Hoz L: Fatty acid compositions of seleeted varieties of Spanish dry ham related to their nutritional implications. Food Chemistry 101: 107 - 112, 2007.

Girard J.P: Technology of meat products. Ellis Horwood Limited, England, 1992.

Honikel K.O: Proposal for a nutritional labelling in the EU. Implications for the dry-cured ham. Proceedings III on dry-cured ham world congress. Zbornik radova: 151 - 159, 2005

https://hr.wikipedia.org/wiki/Schwarzwaldska_%C5%A1unka (15.9.2016.)

ISEMA: Prosciutto di San Daniele Dop, Consumption, Conservation, Production, 2003.

Jimen-Colomenero F, Carballo J, Cofrades S: Healthier meat and meat products: their role as functional food. Meat Science 59: 5 - 13, 2001.

Karoly D: Kakvoća buta švedskog landrasa u tehnologiji istarskog pršuta. Magistarski radi. Agronomski fakultet u Zagrebu, Zagreb, 2002.

Karoly D: Dijetalne masti i meso. Meso 6: 14 - 17, 2004.

Karoly D: Polinezasićene masne kiseline u prehrani i zdravlju ljudi. Meso 9: 151 - 158, 2007a.

Karoly D, Đikić M, Salajpal K: Drniški pršut - osobine sirovine i finalnog prozvoda. 44 hrvatski i 4. Međunarodni simpozij agronoma: 221 - 222, 2009.

Kovačević D: Kemija i tehnologija mesa i ribe. Prehrambeno - tehnološki fakultet, Osijek, 2001.

Kovačević D: Tehnologija kulena i drugih fermentiranih kobasica. Prehrambeno - tehnološki fakultet, Osijek, 2014.

Kris-Etherton: Monounsaturated fatty acids risk of cardiovascular disease. Circulation 100: 1253 - 1258, 1999

Krvavica M, Đugum J: Proizvodnja pršuta u svijetu i kod nas. Meso 8: 355 - 365, 2006.

Krvavica M: Učinak odsoljavanja na kristalizaciju tirozina i ukupnu kakvoću pršuta. Magistarski rad. Agronomski fakultet u Zagrebu, Zagreb, 2003.

Krvavica M, Lukić A, Vrdoljak M: Aktivnost proteolotičkih i lipolitičkih enzima tijekom proizvodnje pršuta. Meso 3: 158 - 162, 2007.

Larick D.K, Turner B.E, Schoenherr W.D, Coffey M.T, Pilkington D.H: Volatile compound content and fatty acid composition of pork as infl uenced by linoleic acid content of the diet. J. Anim. Science 70: 1397 - 1403, 1992

Martin I, Cordoba J.J, Antequera T, Timon M.L, Ventanes J: Effects of salt and temperature on proteolysis during ripening of Iberian ham. Meat Science 49: 145 - 153, 1998.

Martin I, Cordoba J.J, Ventanas J, Antequera T: Changes in intramuscular lipids during ripening of Iberian dry-cured ham. Meat Science 51: 129 - 134, 1999.

Marriott N.G, Graham P.P, Claus J.R: Accele rated dry curing of pork legs (hams): a review. Journal of Muscle Foods 3: 159 - 168, 1992.

Marušić N, Petrović M, Vidaček S, Janči T, Petrak T, Medić H: Fat content and fatty acid composition in Istrian and Dalmatian dry-cured ham. Meso 15: 279 - 284, 2013.

Monahan F.J, Buckley D.J, Morrisey P.A, Lynch P.B, Grey J.I: Influence of dietary fat and α-tocopheril acetate supplememtation of pigs on oxidative deterioration and weight loss in sliced dry-cured ham. Meat Science 51: 227 - 232, 1992.

Molina I, Toldrá F: Defection of proteolytic activity in microorganisms isolated form dry-cured ham. Journal of Food Science 57: 1308 - 1310, 1992.

Monin G, Marinova P, Talmant A, Martin F.J, Cornet M, Lanore D, Grasso F: Chemical and structural changes in dry-cured hams (Bayonne hams) during processing and effects of the dehairing technique. Meat Science 47: 29 - 47, 1997.

Moltilva M.J, Toldrá F, Nieto J, Flores J: Muscle lipolysis phenomena in the processing of dry-cured ham. Food Chemistry 48: 121 - 125, 1992.

Pleadin J, Krešić G, Barbir T, Petrović M, Milinović I, Kovačević D: Changes in basic nutrition and fatty acid composition during production of "Slavonski kulen". Meso 16: 514 - 519, 2014.

Puljić A: Istraživanje higijensko-tehnoloških i ekonomskih pokazatelja kooperacijske proizvodnje dalmatinskog pršuta. Magistarski rad. Veterinarski fakultet u Zagrebu, Zagreb, 1986.

Scott W: Water relations on food spoilage microorganisms. Advance in Food Research 7: 83 - 127, 1957

Senčić Đ: Slavonska šunka - hrvatski autohtoni proizvod. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 2009.

Siciliano C, Belstion E, De Marco R, DiGioia M.L, Leggio A, Liguori A: Quantitative determination of fatty acid chain composition in pork meat products by high resolution 1H NMR spectroscopy. Food Chemistry 136: 546 - 554, 2013.

Toldrá F, Aristoy M.C: Availability of essential amino acids in dry-cured ham. Int. Journal of Food Science and Nutritions 44, 4: 215 - 219, 1993.

Toldrá F: Proteolysis and lipolysis in flavout development of dry-cured meat products. Meat Science 49, 1: 100 - 110, 1998.

Toldrá F, Flores M: The role of muscle proteases and lipases in flavour development during the processing of dry-cured ham. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition 38: 331 - 352, 1998.

Toldrá F: Dry-cured meat products. Food and Nutrition press, Inc. Trumbull, Connecticut, USA.

Tomić M, Segarić A, Kozačinski L, Njari B, Pleadin J, Alagić D, Cvrtila Fleck Ž: Kakvoća pršuta. Meso 18: 241 - 246, 2016.

Virgili R, Parolai G, Soresi Bordoni C, Schivazappa, G: Free amino acids and dipeptides in dry-cured ham. J. Muscle Food 10: 119 - 130, 1999.

Vestergaard C.S: Sensory and chemical profiling of Italian dry-cured ham. Master Thesis. Royal Veterinary and Agricultural University of Denmark. Faculty of Dairy and Food Science, 1996.

Visessanguan W, Benjakul S, Riebroy S, Yarchai M, Tapingkae W: Changes in the lipid composition and fatty acid profile of Nham, a Thai fermented pork sausage, during fermentation. Food Chemistry 94: 580 - 588, 2006.

Vuković I, Vasilev D, Saičić S, Tubić M, Kričković D: Važnije osobine sremske šunke proizvedene optimiziranjem tradicionalnog postupka proizvodnje. Tehnologija mesa 46: 110 - 114, 2005.

WAGU Y, Kakuta, Toshitaka, Shindo, Hitoshi, Koizumi, Takeo: General components, amino acid, 5'-nucleotide and microorganism of Chinese fermented food "Jinhua Huotui". Nippon Shokuhin Kogyo Gakkai-Shi 44: 921 - 926, 1994.

Wang Ang, Yung-Kang C, Liu, KeShun, Huang, Yao-Wen: Asian foods: science & technology. CRC Press: 209 - 212, 1999.

Whetsell M.S, Raybum E.B, Lozier J.D: Human health effects of fatty acids in beef. Extension Service West Virginia University, 2003.

Whitney E, Rolfes S.R: Understanding nutrition. Wadsworth publishing, 2005.

Wirth F: Zur Technologie bei rohen Fleischerzengnissen. Fleiscwirtschaft 66: 531 - 536, 1986

Wood J.D, Richardson R.I, Nute G.R, Fisher A.V, Campo M.M, Kasapidpu E, Sheard P.R, Enser M: Effects of fatty acids on meat quality: a review. Meat Science 66: 21 - 32, 2004.

Wood J.D, Enser M, Fisher A.V, Nute G.R, Sheard P.R, Richardson R.I, Hughes S.I, Whittington F.M: Fat deposition, fatty acids composition meat quality: a review. Meat Science 78: 343 - 356, 2008.

Woods V.B, Fearon A.M: Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: a review. Livestock Science 126: 1 - 20, 2009.

8. PRILOZI

Prilog 1 Primjer izgleda omota CD-a za diplomski rad



Prilog 2 Primjer izgleda prednje strane CD-a za diplomski rad

