

# Utjecaj soljenja na kvalitetu sušene šunke

---

Šepak, Andrea

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:765934>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-07**



Repository / Repozitorij:

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



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

**Andrea Šepak**

6846/PT

**UTJECAJ SOLJENJA NA KVALITETU SUŠENE  
ŠUNKE**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet:** Kemija i tehnologija ribe i mesa

**Mentor:** Prof. dr.sc. Helga Medić

**Zagreb, 2017.**

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

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

Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo  
Laboratorij za tehnologiju mesa i ribe

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

### UTJECAJ SOLJENJA NA KVALITETU SUŠENE ŠUNKE

*Andrea Šepak, 6846/PT*

**Sažetak:** U ovom radu određivan je utjecaj soli, hranidbe (standardna ili uz dodatak žira) i spola životinja (kastrat ili nazimica) na razne fizikalno-kemijske parametre te kvalitetu gotovog proizvoda. Mjerenja su provedena na 8 različitih uzoraka kako bi se odredio osnovni kemijski sastav šunke. Određivanjem udjela vode, rezultati su pokazali kako manje soljeni uzorci vežu više vode. Metodom po Kjeldahl-u određivan je udio proteina, koji je najveći kod uzorka šunki proizvedenih od mesa nazimice, hranjene prehranom s dodatkom žira te standardno soljene. Što se tiče udjela soli, manje soljeni uzorci zadržali su manje soli u konačnom proizvodu, a najviše soli ostalo je u uzorku šunke dobivene od mesa kastrata, hranjenog standardnom prehranom. TBA testom određivan je stupanj oksidacije masnih kiselina, koji je pokazao da manje soljeni uzorci šunki imaju veći stupanj oksidacije, a rezultati su pokazali da najveći stupanj oksidacije masnih kiselina ima šunka proizvedena od mesa kastrata, hranjenog uz dodatak žira.

**Ključne riječi:** *kemijski sastav, kvaliteta gotovog proizvoda, suha šunka, redukcija soli*

**Rad sadrži:** 34 stranice, 8 slika, 1 tablicu, 56 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

**Mentor:** prof.dr.sc. Helga Medić

**Pomoć pri izradi:** dr.sc. Nives Marušić Radovčić, viši asistent

**Datum obrane:**

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor Thesis

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**University undergraduate study Food Technology**

**Department of Food Engineering**  
**Laboratory for Meat and Fish Technology**

**Scientific area: Biotechnical Sciences**  
**Scientific field: Food Technology**

### THE IMPACT OF SALTING ON THE QUALITY OF DRY CURED HAM

*Andrea Šepak, 6846/PT*

**Abstract:** The goal of this paper is to determine the impact of salt, feeding and gender of animals on various parameters as well as quality of the finished product. Measurements have been conducted on 8 different samples to determine the basic chemical composition of ham. The results of determining the water content in the samples have shown that samples with less salt bind more water. Protein content was determined using Kjeldahl's method. The biggest content of protein was in the hams produced of gilts meat, which were standardly salted and fed with acorn. As far as the salt content is concerned, less salted samples retained less salt in the final product and the most salt remained in the gelding sample that was fed standard feed. Degree of oxidation of fatty acids was determined using TBA test, which showed that less salted samples have higher TBA values. The results have shown that the highest degree of oxidation has ham produced of gelding fed with acorn supplement.

**Keywords:** *chemical composition, quality of final product, dry cured ham, salt reduction*

**Thesis contains** 34 pages, 8 figures, 1 table, 56 references

**Original in:** Croatian

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

**Mentor:** PhD. Helga Medić, full professor

**Technical support and assistance:** PhD. Nives Marušić Radovčić, Senior Assistant

**Thesis defended:**

## SADRŽAJ:

1.	UVOD .....	1
2.	TEORIJSKI DIO .....	2
2.1.	POJAM I ZNAČENJE TRAJNIH SUHOMESNATIH PROIZVODA .....	2
2.2.	PASMINE SVINJA ZA PROIZVODNJU PRŠUTA .....	3
2.3.	NUTRITIVNA VRIJEDNOST SVINJSKOG MESA I PRŠUTA .....	4
2.3.1.	Nutritivna vrijednost svinjskog mesa .....	4
2.3.2.	Nutritivna vrijednost pršuta .....	5
2.3.2.1.	Lipidi .....	5
2.3.2.2.	Proteini, aminokiseline i peptidi .....	6
2.3.2.3.	Minerali .....	6
2.3.2.4.	Vitamini .....	7
2.4.	SHEMA PROIZVODNJE PRŠUTA .....	8
2.5.	KONZERVIRANJE PRŠUTA SOLJENJEM .....	9
2.5.1.	Konzervirajući učinak soli .....	9
2.5.2.	Utjecaj soli na ostala svojstva pršuta .....	10
2.6.	UTJECAJ SOLI NA ZDRAVLJE .....	11
2.7.	NAJČEŠĆI PROBLEMI U PROIZVODNJI PRŠUTA .....	12
3.	EKSPERIMENTALNI DIO .....	15
3.1.	MATERIJALI .....	15
3.2.	METODE .....	16
3.2.1.	Određivanje udjela vode .....	16
3.2.2.	Određivanje udjela proteina .....	17
3.2.3.	Određivanje natrijevog klorida .....	18
3.2.4.	Određivanje stupnja oksidacije masnih kiselina .....	19
3.2.5.	Određivanje boje .....	19
4.	REZULTATI I RASPRAVA: .....	21
4.1.	UDIO VODE .....	22
4.2.	UDIO PROTEINA .....	23
4.3.	UDIO SOLI .....	24
4.4.	STUPANJ OKSIDACIJE MASNIH KISELINA .....	26
4.5.	BOJA .....	28
5.	ZAKLJUČAK .....	30
6.	LITERATURA .....	31

## 1. UVOD

Pršut je jedan od najcjenjenijih i najkvalitetnijih zaštićenih proizvoda Republike Hrvatske, a njegova proizvodnja vezana je uz priobalno područje. Italija i Španjolska danas su najveći proizvođači pršuta, kako industrijskih tako i brojnih vrsta zaštićenog imena. Njihove najpoznatije vrste su: u Italiji - Prosciutto di Parma, Prosciutto di San Daniele, Prosciutto di Modena, Prosciutto di Carpagena, Prosciutto Toscano i Prosciutto Veneto Berico-Euganeo; u Španjolskoj - iberijski Guijuelo i Teruel pršut, te Serrano pršut, koji su upisani u registre proizvoda Europske komisije (izvornost-PDO, zemljopisno podrijetlo-PGI i garantirano tradicijski specijalitet-TSG) (Đugum i Krvavica, 2006). U Republici Hrvatskoj, pršut se tradicionalno proizvodi u Istri, dalmatinskom zaleđu, na području Bukovice i Dalmatinske Zagore. Naši tradicionalni dalmatinski (PGI), istarski (PDO), drniški (PGI) i krčki (PGI) pršuti zaštićeni su oznakama kvalitete.

Tehnološki proces proizvodnje razlikuje se od regije do regije, veoma je kompleksan i dugotrajan, što opravdava njegovu visoku cijenu na tržištu. Proizvodi se od obrađenog svinjskog buta soljenjem ili salamurenjem, sušenjem (sa ili bez dimljenja) te dugotrajnim zrenjem. Tijekom procesa proizvodnje u šunki se događaju kompleksne promjene proteina i masti u mesu, gubitak vode i porast koncentracije suhe tvari i soli (NaCl). Te su promjene veoma značajne za finalnu kakvoću, nutritivna i organoleptička svojstva gotovog proizvoda. Soljenje i salamurenje kemijske su metode konzerviranja mesa. Konzerviranje isključivo kuhinjskom soli sa ili bez dodatnih sastojaka naziva se soljenje, a konzerviranje salamutom, odnosno suhom smjesom ili otopinom kuhinjske soli i Na-nitrita i/ili K-nitrita i/ili Na-nitrata i/ili K-nitrata i/ili drugih dodatnih sastojaka – salamurenje. Osim konzervirajućeg djelovanja soljenje i salamurenje imaju ulogu i poboljšanja organoleptičkih svojstava mesnih proizvoda, kao što su okus, boja i tekstura. Dodana količina soli treba predstavljati ravnotežu između konzervirajućeg učinka i slanosti mesnog proizvoda, a uobičajeni maseni udjeli soli u zrelom pršutu, ovisno o tipu pršuta kreću se od 4-6% kod umjereno slanog pršuta, odnosno 8-9% i više kod slanog tipova pršuta (Đugum i Krvavica, 2006). Konzumacija prekomjerne količine soli narušava zdravlje čovjeka, oštećuje bubrege, povišuje krvni tlak te uzrokuju arterijsku hipertenziju. Novijim istraživanjima nastoji se postići smanjenje udjela soli u trajnim suhomesnatim proizvodima, kao i u ostalim mesnim proizvodima.

Cilj ovog rada bilo je istražiti kako dodatak soli utječe na kemijski sastav, stupanj oksidacije masnih kiselina te boju suhe šunke. Također, u obzir je uzet i utjecaj spola te hranidbe svinje (standardnom prehranom ili prehrana uz dodatak žira).

## **2. TEORIJSKI DIO**

### **2.1. POJAM I ZNAČENJE TRAJNIH SUHOMESNATIH PROIZVODA**

Prvi pisani podaci o načinu sušenja svinjskog mesa radi čuvanja za kasniju uporabu potječu iz ranog rimskog doba, tadašnje Norcie u središnjoj Italiji. Rimska riječ za usoljeni i osušeni cijeli svinjski but bila je „perxuctus“, a dolazi od latinske riječi „perexsuctus“ – temeljito osušen (per-po, na + exsuctus- isušiti), koja je u kasnijem talijanskom jeziku modernizirana u riječ „prosciutto“, a označava usoljeni, začinjeni i osušeni zreli svinjski but, koji se konzumira narezan na tanke listove. Iz Rimskog Carstva vještina prerade svinjskog mesa proširila se europskim kontinentom, a u 15. stoljeću na američki kontinent prenio ju je Christopher Columbus (Đugum i Krvavica, 2006).

Pršut spada u trajne suhomesnate proizvode. Prema Pravilniku o proizvodima od mesa (Pravilnik, 2007), trajni suhomesnati proizvodi su proizvodi od različitih vrsta mesa u komadima s pripadajućim kostima, potkožnim masnim tkivom i kožom ili bez njih i dodatnih sastojaka, koji se konzerviraju postupcima soljenja, salamurenja, sušenja i zrenja, sa ili bez dimljenja, do stupnja primjerenog za konzumaciju bez prethodne toplinske obrade. Osim pršuta, trajni suhomesnati proizvodi od svinjskog mesa proizvode se i stavljaju na tržište pod nazivima: pršut, suha šunka, suha lopatica, suha vratina, suha svinjska pečenica ili pod drugim nazivima sukladno proizvođačkoj deklaraciji.

Postoje određeni uvjeti koje trajni suhomesnati proizvod treba ispunjavati. Površina trajnog suhomesnatog proizvoda mora biti suha i čista ili s mjestimičnim manjim naslagama plijesni u tankom sloju, a proizvodi s kožom moraju imati kožu svijetle do tamnosmeđe boje, bez zasjeka i drugih oštećenja. Moraju biti dovoljno osušeni, a vanjski izgled, izgled presjeka, miris, okus, konzistencija i tekstura moraju odgovarati zreлом proizvodu i vrsti mesa, a ako su dimljeni moraju imati miris i okus na dim. Njihov oblik mora biti pravilan, uredno obrezanih rubova i bez zasjeka. Boja mesa mora biti svijetlocrvene do tamnocrvene boje, a periferni dijelovi mogu biti tamnije boje.

Suha šunka je proizvod od svinjskog buta, sa ili bez kože, bez nogice, zdjeličnih kostiju, križne kosti i repa ili potpuno otkošten, sa ili bez dodatka začina, koji se konzervira postupkom soljenja ili salamurenja, sa ili bez dimljenja, sušenja i zrenja.

U znanstvenoj i stručnoj literaturi za pršut se na engleskom jeziku koristi naziv „dry cured ham“. Oba pojma, i „dry“ i „cured“ upućuju na činjenicu da dehidracija pršuta, odnosno

uklanjanje vode iz buta nije provedeno samo sušenjem ili salamurenjem, već kombinacijom obje tehnološke operacije.

Proizvodnja i potrošnja sušenog mesa, osobito proizvodnja pršuta najvjerojatnije potječe iz južnoeuropskih, mediteranskih te primorskih zemalja, čiji su posebni klimatski uvjeti pogodovali prirodnom sušenju i zrenju pršuta. U zemljama sjevernog, hladnijeg područja, čija klima nije omogućavala prirodno sušenje, korišteno je dimljenje. U svakom slučaju, postupak sušenja mesa nastao je iz potrebe da se meso sačuva od kvarenja.

Kasnije je došlo do razvoja drugih načina konzerviranja i prerade mesa. Međutim, proizvodnja i potrošnja trajnih suhomesnatih proizvoda nije samo opstala, već je tehnološki postupak proizvodnje stoljećima usavršavan kako bi se dobio vrhunski proizvod osobite arome i okusa. Tehnološki postupak proizvodnje pršuta najvećim se dijelom zasniva na iskustvu i tradiciji, koju su proizvođači prenosili iz generacije u generaciju. Znanstvena dostignuća, osobito u posljednjem desetljeću, razjasnila su veliki broj biokemijskih procesa u mesu značajnih za stvaranje poželjne konzistencije te karakterističnog okusa i mirisa pršuta. Time je posljednjih godina značajno unaprijeđen tehnološki postupak proizvodnje pršuta (Đugum i Krvavica, 2006).

## **2.2. PASMINE SVINJA ZA PROIZVODNJU PRŠUTA**

Ključni zahtjevi za korištenje mesa, odnosno butova i lopatica pojedine pasmine svinja u proizvodnji šunki su:

- a) da nisu sklone stresu, odnosno stvaranju blijedog, mekanog i vodnjikavog mesa, crveno-ružičastog, mekanog i vodnjikavog, tamnog, čvrstog i suhog mesa ili blijedog, čvrstog i suhog mesa,
- b) da imaju izraženu mramoriranost, odnosno veću količinu intramuskularne masti, koja gotovom proizvodu daje sočnost i nježnost, doprinosi poželjnoj aromi te smanjuje proizvodni kalo,
- c) da su svinje starije i veće tjelesne mase, jer one daju butove većeg volumena i mase, s većim udjelom masnog tkiva, u čijem je sastavu veća zastupljenost zasićenih masnih kiselina, čime se smanjuje užeglost i cijedenje masti po površini pršuta tijekom zrenja.



Najkvalitetniji pršuti dobivaju se od svinja koje zbog svoje autohtone genetike, načina uzgoja ili hranidbe predstavljaju vrhunsku sirovinu za proizvodnju pršuta specifičnih i jedinstvenih senzorskih svojstava. Današnji uzgoj svinja u Europi uglavnom se bazira na selekciji, odnosno križanju pasmina, koje je uglavnom usmjereno na povećanje dnevnog prirasta i mesnatosti. Kao rezultat toga, dobiva se blijedo, mekano i vodnjikavo meso, slabije kvalitete (Krvavica, 2006).

U ovom istraživanju korišteni su uzorci dobiveni od mesa turopoljskih svinja. Prema Hrvatskoj poljoprivrednoj agenciji, turopoljska svinja autohtona je pasmina hrvatske domaće svinje, potječe od divlje europske svinje *Sus scrofa ferus europaeus*. Nastala je na području današnjeg Turopolja, a zbog dobrih proizvodnih svojstava počela se širiti i izvan Turopolja, na dio Slovenije, Podravine i jugozapadni dio Mađarske. Srednje je velika pasmina domaće svinje, masnog tipa, ima srednje dugu glavu s jakim rilom i poluklempavim ušima. Otporna je na bolesti, vremenske prilike i promjene prehrane te je upravo to jedan od razloga da je meso dobiveno od turopoljske svinje sočno i ružičasto te dobre strukture i boje. Ona se uzgaja u Turopoljskom lugu, Šiljakovečkoj dubravi, parku prirode Lonjsko polje te kod privatnih uzgajivača. Prema podacima Hrvatske poljoprivredne agencije, 2011. godine bilo je 129 krmača i 30 nerasta, a po FAO/EAAP statusu ugroženosti, kritično je ugrožena pasmina. U današnje vrijeme kada dominira industrijalizirana poljoprivredna proizvodnja, postoji više razloga za očuvanje i unapređenje uzgoja turopoljske svinje. Ona je vrlo pogodna i interesantna za iskorištavanje u turističko-gastronomskoj ponudi, kroz kulinarske specijalitete.

## **2.3. NUTRITIVNA VRIJEDNOST SVINJSKOG MESA I PRŠUTA**

### **2.3.1. Nutritivna vrijednost svinjskog mesa**

U strukturi potrošnje svih vrsta mesa u Republici Hrvatskoj, svinjetina je na prvom mjestu. To proizlazi iz prehrambenih navika, ali i iz povoljnih proizvodnih uvjeta za uzgoj svinja.

Svinjsko meso ima manji maseni udio vode (49,0-71,0%), a značajan udio masti (7,0-34,0%), zbog čega uz pačje (22,9-37,0% masti) i guščje meso (28,8-38,1% masti) ima najveću energetska vrijednost. Njegov sastav ovisi o stupnju utovljenosti svinja i razini njihove mesnatosti. Ono je bogato proteinima (16,0-21,0%) i esencijalnim aminokiselinama, a sadrži posebno dobar omjer aminokiselina triptofana i oksiprolina (Senčić, 2008). Mršava, odnosno krta svinjetina, ima visok udio proteina (20,20%) i u njima za čovjeka sve neophodne aminokiseline. Od 19 aminokiselina koje su važne za prehranu ljudi, osam ih je neophodnih,

odnosno esencijalnih, jer se u tijelu čovjeka ne mogu sintetizirati pa ih se mora primiti hranom. Svinjetina sadrži sve esencijalne i uvjetno esencijalne aminokiseline. Nedovoljne količine esencijalnih aminokiselina ugrožavaju rad organa i organskih sustava, slabe imunitet organizma pa se u starijih ljudi ubrzava pojava i tijek bolesti. Svinjsko meso sadrži i značajan udio masti, koji varira ovisno o stupnju utovljenosti svinjskih trupova, genotipu svinja, načinu hranidbe, području trupa i drugom. Značajno je da svinjska mast sadrži znatne količine nezasićenih esencijalnih masnih kiselina i ima dobar omjer zasićenih, nezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina u odnosu na druge vrste mesa. Sadržaj kolesterola u krtoj svinjetini manji je nego u pilećem mesu, a nešto veći nego u malo masnoj junetini. Utvrđeno je da je veća razina kolesterola u plazmi ljudske krvi povezana s većim unosom polinezasićenih masnih kiselina u organizam, stoga su veće razine kolesterola u krvnoj plazmi češće su povezane sa smrću ljudi. Krta svinjetina ističe se i većim sadržajem fosfora i kalija, ali i magnezija i natrija. U manjim količinama ima i drugih oligoelemenata, poput bakra, kobalta, aluminija, mangana, olova, flouora, joda i barija. Osim raznih minerala, svinjsko meso ističe se i u visokoj koncentraciji vitamina B-kompleksa, posebice tiamina, koji je neophodan za normalno funkcioniranje živčanog sustava (Samac, Senčić, 2016).

### **2.3.2. Nutritivna vrijednost pršuta**

Razni čimbenici, kao što su pasmina, uzgoj te način prerade svinje, proizvode razlike u kvantitativnim i kvalitativnim aspektima masti, proteina, vode i soli, koji su odgovorni za senzorske i nutritivne karakteristike pršuta.

#### **2.3.2.1. Lipidi**

Idealan unos masti kreće se između 15 i 30% ukupne energije unesene prehranom, od čega maksimalno 10% zasićenih masnih kiselina, 6% polinezasićenih masnih kiselina, 10-15% mononezasićenih masnih kiselina i manje od 1% trans masnih kiselina. Također, preporučuje se maksimalan unos kolesterola do 300 mg dnevno (WHO, 2003).

Različite vrste pršuta sadrže različit udio masti, što uvelike ovisi o prehrani svinje i pasmini. Smatra se da je sadržaj masti jedan od najvažnijih svojstava koji doprinosi boljoj kvaliteti pršuta (što je on veći, veća je prihvatljivost pršuta). Najveći utjecaj ima na izgled, teksturu i intenzitet okusa (Gandemer, 2009). Također, masti pomažu pri doziranju unosa soli i usporavaju gubitak vode tijekom obrade buta, zahvaljujući manjoj brzini difuzije vode.

U prosjeku, pršuti bijelih svinja sadrže 35-40% zasićenih masnih kiselina, 45-50% mononezasićenih masnih kiselina te 10-15% polinezasićenih masnih kiselina. Iberijski pršut

sadrži najveći udio zasićenih masnih kiselina (54-58%) i najmanji udio mononezasićenih masnih kiselina (30-35%) te polinezasićenih masnih kiselina (8-12%), što se pripisuje visokom udjelu oleinske kiseline koja dolazi iz žira dodanog u prehranu svinja (Isabel i sur, 2003).

Mišićni lipidi pršuta sadrže triacilglicerole, koji su locirani u masnim stanicama te membranske lipide, kao što su fosfolipidi i kolesterol. Udio kolesterola u pršutima kreće se oko 70 mg/100 g u Serrano pršutu (Moreiras i sur., 2006) i oko 62-76 mg/100 g u Parma pršutu (Zanardi i sur., 2000). Konzumacija 30 g pršuta čini manje od 8% maksimalnog dnevnog unosa kolesterola (300mg/dan, WHO, 2003).

Tijekom prerade suhomesnatih proizvoda može doći do oksidacije nezasićenih masnih kiselina i kolesterola. Time su oni glavni uzročnici pogoršanja boje, okusa i teksture. Produkti oksidacije kolesterola i hidroperoksida doprinose stvaranju nepoželjnih bioloških svojstava, kao što su citogeni, mutageni i kancerogeni učinci (Ventanas i sur., 2005).

#### **2.3.2.2. Proteini, aminokiseline i peptidi**

Pršut je odličan izvor biološki važnih proteina jer sadrži esencijalne aminokiseline u povoljnim omjerima. Sadržaj proteina u pršutu iznosi oko 30 g/100 g, ovisno o stupnju sušenja i sadržaju masti (Toldrá, 2002). Također, sadrži visok udio slobodnih aminokiselina, koje su rezultat proteolize (Toldrá, 1997). Povećan udio lizina, oko 700 mg/100 g indicira na laku probavljivost proteina pršuta (Toldrá i Aristoy, 1993).

Pršut sadrži različite dipeptide bazirane na histidinu, koji imaju antioksidacijsko djelovanje, poput karnozina i anserina. Ti dipeptidi pomažu kontrolirati oksidaciju kroz prevenciju oksidacije lipida inaktiviranjem katalizatora i slobodnih radikala u citosolu (Decker i Crum, 1993). Oni su vrlo otporni na djelovanje proteaza te se njihov sadržaj tijekom sušenja ne mijenja (Toldrá, 2006). Nedavna istraživanja ukazala su na prisustvo velikog broja peptida koji potječu iz razgradnje specifičnog miofibrila i sarkoplazmatskih proteina. Raznim metodama identificiraju se brojni dugolančani peptidi koji su rezultat proteolize aktina, tinina, miozina i kreatin kinaza (Mora i sur., 2009), a njihov učinak u pršutu još se istražuje.

#### **2.3.2.3. Minerali**

Pršut je dobar izvor željeza, cinka, fosfora, kalija, magnezija i selen. Sadrži između 1,8 i 3,3 mg željeza na 100 g (Moreiras i sur., 2006). Budući da je željezo vrlo dostupno, njegov doprinos u prehrani je znatan, štoviše on favorizira apsorpciju željeza iz drugih namirnica. Nedostatak željeza može dovesti do anemije, koja je jedan od glavnih zdravstvenih problema ljudi, a

pogađa čak četvrtinu ljudske populacije. Pojavljuje se u svim uzrastima, a najčešće pogađa trudnice i djecu. Udio cinka u pršutu kreće se 2,2-3,0 mg/100 g (Moreiras i sur., 2006). Iako je prisutan u mnogim biljnim namirnicama, u njima je manje dostupan nego u mesnim proizvodima. Međutim, bio dostupnost cinka poboljšava se kada se povrće konzumira s proteinima životinja (Higgs, 2000). Cink je neophodan mineral u prehrani, sudjeluje u sastavu i aktivnosti od preko 200 enzima. Njegov nedostatak utječe na morbiditet, smrtnost, rast i razvoj, stoga se apelira na povećanoj potrošnji prehrane bogatom cinkom (Neumann i sur., 2002), kao što je pršut. Udio magnezija u pršutu kreće se između 17 i 24 mg/100 g (Moreiras i sur., 2006). Magnezij djeluje kao kofaktor u različitim enzimskim i metaboličkim putevima, s najvećom implikacijom u neuromuskularnim aktivnostima. Njegova prisutnost povezana je s razvitkom različitih poremećaja, kao što su kardiovaskularne bolesti, osteoporeza i dijabetes. Svinjetina sadrži oko 10-14 µg selen na 100 g (Higgs, 2000), dok Iberijski pršut sadrži 29 µg Selen na 100 g (Moreiras i sur., 2006). Selen je relativno novi objekt istraživanja zahvaljujući ulozi u antioksidacijskim obrambenim mehanizmima koji pružaju znatnu zaštitu od kardiovaskularnih bolesti i raka (Higgs, 2000).

#### **2.3.2.4. Vitamini**

Pršut je odličan izvor vitamina B skupine: tiamin (B<sub>1</sub>), riboflavin (B<sub>2</sub>), niacin, vitamin B<sub>6</sub> i vitamin B<sub>12</sub>, dok vitamine topljive u vodi (A, D, E i K) sadrži u vrlo malim količinama. Udio tiamina kreće se 0,57-0,84 mg/100 g (Moreiras i sur., 2006). Tiamin djeluje kao kofaktor u raznim enzimskim reakcijama koje utječu na apetit i živčani sustav. Organizam brže apsorbira niacin, zahvaljujući njegovom podrijetlu (uglavnom iz triptofana), nego vitamin B<sub>6</sub> (Higgs, 2000). Iberijski pršut sadrži oko 15 µg/100 g (Moreiras i sur., 2006) vitamina B<sub>12</sub>, što je znatno više u odnosu na njegovu koncentraciju u svježem mesu i ostalim mesnim proizvodima (Moreiras i sur., 2006). Vitamin B<sub>12</sub> također djeluje kao kofaktor u enzimskim reakcijama te ima važnu ulogu u normalnom funkcioniranju središnjeg živčanog sustava.

## 2.4. SHEMA PROIZVODNJE PRŠUTA



Slika 1. Shema proizvodnje pršuta (Krvavica i Đugum, 2006)

## **2.5. KONZERVIRANJE PRŠUTA SOLJENJEM**

### **2.5.1. Konzervirajući učinak soli**

Soljenje je kemijska metoda konzerviranja mesa isključivo kuhinjskom soli sa ili bez dodatnih sastojaka. Sol je proizvod kristalizacije, a sastoji se pretežno od NaCl-a, no ovisno o podrijetlu i načinu proizvodnje može sadržavati magnezijeve i druge soli. Sol koja se koristi u procesu proizvodnje pršuta definirana je posebnim propisom, odnosno Pravilnikom o soli (Pravilnik, 2011), a njen udio u mesnim proizvodima nije propisima ograničen, već se dodaje sukladno dobroj proizvođačkoj praksi.

Sol se prema krupnoći (promjeru čestica) dijeli na (Pravilnik, 2011):

- a) finu sol koja ima čestice takve veličine da 80% soli prolazi kroz sito veličine rupica 0,5 mm u kvadratu,
- b) sitnu sol koja ima čestice takve veličine da najmanje 80% soli prolazi kroz sito veličine rupica 1,3 mm u kvadratu,
- c) krupnu sol čije su čestice veće od čestica sitne soli.

Za proizvodnju pršuta, u fazi soljenja koristi se isključivo krupna sol.

Maseni udio soli u mesnim proizvodima kreće se u rasponu od 1,2 do 9% i više. Sa stajališta sigurnosti hrane, udio NaCl-a u trajnim suhomesnatim proizvodima koji se ne salamure, dakle bez dodatka nitrata i nitrita, treba iznositi minimalno 4%, dok maksimalni udio ne bi trebao prelaziti 6%, posebice u proizvodima s većim masenim udjelom vode.

Konzervirajuće djelovanje NaCl-a manifestira se uništavanjem vegetativnih oblika te inhibicijom rasta i razmnožavanja mikroorganizama. Pri 5%-tnoj koncentraciji NaCl-a u pršutu, inhibiran je rast anaerobnih mikroorganizama, dok je pri 10%-tnoj koncentraciji usporen ili inhibiran rast većine mikroorganizama.

Konzervirajući učinak NaCl-a postiže se (Brewer, 2004.):

- a) snižavanjem aktiviteta vode ( $a_w$ ) i inhibicijom razvoja mikroorganizma,
- b) povećanjem osmotskog tlaka na membranama mikroorganizama, uslijed povećanja koncentracije soli, koje rezultira difuzijom vode iz stanice mikroorganizama. Gubitkom vode u stanici mikroorganizama zaustavljaju se fiziološki procesi, rast i razmnožavanje, što u konačnici dovodi do inhibicije mikroorganizama i prestanka mikrobiološkog kvarenja ili do njihovog uništenja,
- c) oksidativnim djelovanjem  $\text{Cl}^-$  iona te oštećenjem enzima i drugih struktura bakterijskih stanica odgovornih za metaboličke procese,
- d) hidrolitičkim djelovanjem  $\text{Na}^+$  i  $\text{Cl}^-$  iona kao jake kiseline i lužine, što rezultira dehidracijom enzima bakterijskih stanica i gubitkom njihove sposobnosti biokatalize,
- e) smanjenom topljivosti  $\text{O}_2$  u vodenoj otopini NaCl-a potrebnog za razvitak pojedinih aerobnih patogenih bakterija i bakterija kvarenja.

### **2.5.2. Utjecaj soli na ostala svojstva pršuta**

Osim konzervirajućeg djelovanja, NaCl poboljšava organoleptička svojstva, odnosno općenitu kvalitetu pršuta na način da povećava slanost. Slanost pršuta ovisi o količini dodane soli te o trajanju procesa sušenja i zrenja, odnosno ukupnom gubitku na masi. U vodenoj otopini disocirani ioni klora daju slan okus, zbog čega ukoliko usporedimo mesne proizvode u koje je dodana jednaka količina soli, slaniji okus ima proizvod s većim masenim udjelom vode. Također, slanost se osjetno bolje osjeti u proizvodima s većim udjelom masti, dok proizvodi s većim udjelom proteina smanjuju okus slanosti. Treba spomenuti da NaCl dijelom uklanja strane mirise u mesu. NaCl utječe na poboljšanje teksture mesnog proizvoda, tako što povećava sposobnost vezanja vode hidratacijom  $\text{Na}^+$  i  $\text{Cl}^-$  te imobilizacijom u miofibrilarne strukture između proteinskih lanaca miozina i aktina. Time se povećava kohezivnost proizvoda te smanjuje gubitak vode i calo proizvodnje. Kuhinjska sol negativno djeluje na boju mesa. Klor, kao jaki oksidans denaturira mioglobin, nositelja purpurno crvene boje mesa ili oksidira  $\text{Fe}^{2+}$  u hemu mioglobina u  $\text{Fe}^{3+}$ , pri čemu nastaje nepoželjna tamnocrvena boja oksidiranog pigmenta mioglobina. Zbog toga boja površine soljenog ili salamurenog buta poprima tamne nijanse smeđe i sive boje. Također, NaCl ima izrazito djelovanje na proteolitičke i lipolitičke enzime, tako što inhibicijski djeluje na neutralne lipaze, katepsin i aminopeptidaze. Dosoljavanjem tijekom proizvodnje pršuta sprječava se visoka katepsinska aktivnost, posebice

katepsina B, koji može uzrokovati nepravilnosti u konzistenciji pršuta. Međutim, dosoljavanje nosi zdravstveni rizik visokog sadržaja soli i njezinog negativnog utjecaja na senzorska svojstva.

## **2.6. UTJECAJ SOLI NA ZDRAVLJE**

Kao i svi proizvodi od mesa, pršut je odličan izvor proteina neophodnih za izgradnju i funkcioniranje našeg organizma, bez dodatnih ugljikohidrata. Neki izvori navode da je zahvaljujući specifičnom postupku proizvodnje pršut bogat slobodnim aminokiselinama koje doprinose visokoj probavljivosti ove namirnice. Od vitamina, dobar je izvor vitamina B kompleksa, koji imaju raznoliku ulogu u našem tijelu. Pomažu u održavanju energije, koordiniraju aktivnost živaca i mišića, štite stanice od oksidativnih oštećenja, sudjeluju u procesima snižavanja kolesterola, stabiliziranja šećera u krvi i razgradnji masti. Pršut je odličan izvor cinka, esencijalnog mikroelementa, koji u organizmu ima ulogu regulatora mnogih genetskih aktivnosti, doprinosi radu inzulina, pravilnom funkcioniranju metabolizma, kao i funkcioniranju osjetila okusa i mirisa (USDA National Nutrient Database, 2003).

Udio soli u pršutu ima velik utjecaj na zdravlje ljudi te postoje određeni zdravstveni rizici od prekomjernog unosa soli. Kuhinjska sol neophodan je dodatak svakodnevnoj ljudskoj prehrani, jer omogućava normalno funkcioniranje organizma, primarno kroz regulaciju krvnog tlaka, ali i kroz prijenos živčanih i mišićnih podražaja. S druge strane, prekomjeran unos soli u organizam dovodi do povećanja krvnog tlaka, što posljedično uzrokuje arterijsku hipertenziju, oštećenje krvnih žila, srčanog mišića i bubrega. Povišeni krvni tlak uzrokuje veći rizik za nastanak srčanih, moždanih i bubrežnih bolesti, stoga bi se prehrana s većim udjelom soli trebala izbjegavati (Brown i sur., 2009; Pleadin i sur., 2015). Među prehrambenim proizvodima, proizvodi od mesa zauzimaju drugo mjesto u izvoru prekomjernog unosa kuhinjske soli (Desmond, 2006.). Dnevna potreba čovjeka za kuhinjskom soli iznosi 2-5 g, dok se prosječni unos kreće od 8-15 g, od čega se oko 30% unosi mesnim proizvodima. Upravo zato su WHO i EU postavile zahtjev za smanjenje udjela soli u svim prehrambenim proizvodima za 16%, dok se za budućnost predviđa i smanjenje do 30%.

Budući je sol jedan od najjeftinijih prehrambenih proizvoda, koji povoljno utječe na organoleptička svojstva i produljenje trajnosti proizvoda, dodatak novih zamjenskih tvari ima loš marketinški učinak na potrošače, ali i negativan utjecaj na sensoriku. Zbog svega navedenog, sve je veći interes u otkrivanju novih metoda za smanjenje udjela soli u mesnim



proizvodima. Maseni udio soli, odnosno Na<sup>+</sup> iona u mesnim proizvodima može se smanjiti na nekoliko poznatih načina:

- a) smanjenjem dodatka NaCl-a, što nosi rizik promjene senzorskih svojstava, manjeg konzervirajućeg učinka, ali i smanjenja topljivosti proteina zbog čega je takvim proizvodima potrebno dodati sredstva za vezanje, koja u odsutnosti soli zamjenjuju topljive proteine,
- b) zamjenom NaCl-a u cijelosti ili djelomično drugim kloridnim solima, kao što su kalijev klorid, magnezijev klorid i kalcijev klorid. Pri tome se funkcionalna uloga soli ne mijenja, ali navedene soli mogu uzrokovati gorak okus proizvoda te gubitak slanosti. Kao najbolja kombinacija se pokazala zamjena NaCl-a sa smjesom NaCl/KCl (70:30) ili smjesom NaCl/MgCl<sub>2</sub> (70:30). Takva kombinacija nema značajniji utjecaj na okus, teksturu i opću sensoriku,
- c) zamjenom dijela NaCl-a u cijelosti ili djelomično nekloridnim solima, pojačivačima okusa soli ili maskirnim sredstvima, čime se udio natrija uz očuvanje slanog okusa može smanjiti i do 50%,
- d) dodavanjem začinskog bilja i ekstrakata,
- e) promjenom svojstava soli, odnosno optimizacijom fizičkog oblika korištenjem činjenice da na percepciju slanog okusa soli u čvrstom stanju utječu veličina i oblik kristala,
- f) novim procesnim tehnikama, kao što su visokotlačna obrada mesa i odsoljavanje.

## **2.7. NAJČEŠĆI PROBLEMI U PROIZVODNJI PRŠUTA**

Suhomesnati proizvodi gotovo u svim slučajevima prolaze niz tehnoloških faza prerade pa u tim fazama treba očekivati greške na njima, no i kasnije za vrijeme skladištenja ili u prometu. Pogreške nastaju u boji, okusu, mirisu, konzistenciji i ostalim organoleptičkim svojstvima. Promjene su pretežno vezane za pogreške u tehnologiji proizvodnje, ali često i za kvalitetu sirovine i način čuvanja. Svako odvajanje od specifičnih svojstava gotovog proizvoda treba smatrati greškom. O intenzitetu utvrđenih grešaka ovisi ocjena tržišne kakvoće i upotrebljivost proizvoda za ljudsku prehranu. Suhomesnati proizvodi najčešće pokazuju istodobno više grešaka, nastalih zbog djelovanja različitih čimbenika. U slučajevima kada su promjene jače izražene proizvod je neupotrebljiv i štetan za prehranu ljudi (Mašić, 2005).

U uvjetima povišene temperature i nedovoljne ventilacije u dubljim slojevima mesa dolazi do autolitičkih procesa koji vode k razvoju smrdljivog zrenja u pršutu. Razgradnja pogađa prvenstveno bjelančevine, a u uvjetima nedovoljne aeracije dolazi i do ubrzane razgradnje ugljikohidrata u mesu. Do smrdljivog zrenja u pršutu može doći tijekom suhog soljenja i prešanja pri povišenoj temperaturi zraka ( $>10^{\circ}\text{C}$ ) ili početkom faze sušenja ako su vanjske temperature zraka izrazito visoke (Karolyi, 2009). Uslijed razgradnje mioglobina, pri smrdljivom zrenju dolazi i do promjene boje pršuta. Boja suhomesnatih proizvoda na površini poprima bakrenocrvenu, a na prerezu sivkasto zelenkastu do tamnozelenu nijansu. Konzistencija takvih suhomesnatih proizvoda je meko-elastična do tjestasta, a reakcija izrazito kisela za razliku od one pri gnjiljenju mesa.

Za razliku od autolitičkog smrdljivog zrenja, koje se odvija pod djelovanjem tkivnih enzima, kvarenje uslijed procesa gnjiljenja mesa odvija se pod utjecajem enzima saprofitske aerobne ili anaerobne bakterijske flore. Za gnjiležne procese kod suhomesnatih proizvoda značajni su pojava smrdljivog mirisa te promjena boje i konzistencije. Razlikujemo dvije vrste gnjiljenja, površinsko (aerobno), koje se brzo razvija pa dolazi do potpune razgradnje bjelančevina u konačne produkte ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2$  i  $\text{N}_2$ ). Takvu razgradnju organske tvari još nazivamo truljenjem. Ako se razgradnja organske tvari zbiva uz ograničen pristup ili bez pristupa zraka, dakle, anaerobno, onda gnjiležni procesi teku složenije te se razvijaju najrazličitiji međuprodukti i nastupa pravo smrdljivo gnjiljenje.

U pršutima se može razviti i proces kiselog vrenja. Uzrokuje ga nepravilni tijek razgradnje ugljikohidrata u mesu uz stvaranje kiselog mirisa, okusa i kisele reakcije. Ovakav tip kvarenja pršuta je rijedak. Navedeno kvarenje pršuta nastaje u početnim fazama proizvodnje (prijem i obrada buta, soljenje, prešanje). Promjene na površini buta lako su uočljive, dok se promjene u unutrašnjosti pouzdano otkrivaju ubadanjem drvenog ili koštanog štapića u pršut (uz kost) te provjerom mirisa i konzistencije mesa. Manji procesi kvarenja mogu se do određene mjere sanirati temeljitim izrezivanjem zahvaćenih dijelova pršuta. Preostale, nepromijenjene dijelove preporučljivo je iskoristiti odmah nakon termičke obrade. Međutim, u slučajevima opsežnih dubinskih promjena, naročito u smislu bakterijskog gnjiljenja, pršut nije upotrebljiv za ljudsku prehranu (Živković, 1986).

U kasnijim fazama proizvodnje, zbog bakteriostatskog učinka soli i gubitka vlage iz mesa, mogućnost kvarenja pršuta značajno se smanjuje. Ipak, u fazi sušenja i zrenja, do kvarenja može doći na mjestima međusobnog dodirivanja obješenih pršuta i nemogućnosti pravilnog procesa sušenja. Kvarenje se pritom s površine širi na unutrašnjost, a može se zaustaviti

izrezivanjem nastale promjene. Ovu promjenu treba spriječiti pravilnim rasporedom pršuta prilikom vješanja, bez njihova međusobnog dodirivanja (Karolyi, 2009).

Kada su pršuti u vertikalnom položaju, u području oko glave bedrene kosti može doći do pojave gnjecavosti. Ova pojava posljedica je slabog iskrvarenja i nepotpunog istiskivanja zaostale krvi iz bedrene arterije i drugih većih krvnih žila tijekom ručnog masiranja i soljenja buta te nedovoljnog prešanja. Pojava gnjecavosti može se ispraviti višekratnim soljenjem, dodatnim tlačenjem, posipanjem pepela te izlaganjem pršuta jačoj struji zraka (Karolyi, 2009).

Pojava kvarenja pršuta može se dogoditi i uslijed užglosti masnog tkiva. Ona se javlja tijekom dužeg zrenja i skladištenja pršuta u uvjetima povišene temperature i vlažnosti zraka te izravne izloženosti sunčevom svjetlu. Užglost uzrokuju naglašene oksidativne i hidrolitičke promjene koje se očituju pojavom stranog mirisa, oštrog peckavog okusa i žute boje masnog tkiva. Svjetlom induciran proces oksidacije masti, uslijed autokatalize ubrzo prelazi u proces autooksidacije (Živković, 1986). Manje uznapredovale promjene u dubini masnog tkiva od 2 do 4 mm mogu se procijeniti kao beznačajne. Pojava uznapredovale užglosti svojstvena je starijim proizvodima.

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. MATERIJALI

Za istraživanje su korišteni uzorci standardno proizvedenih (n=4) i manje soljenih (n=4) turopoljskih šunki, proizvedenih od svinja oba spola (nazimice i kastrati) autohtone turopoljske pasmine iz otvorenog uzgoja, hranjenih s ili bez dodatka žira. Svinje su bile uzgojene u gateru pokušališta Agronomskog fakulteta iz Zagreba u Šiljakovačkoj Dubravi, na način da je jedna grupa tovljenika u završnoj hranidbi (1,5 mjesec prije klanja), uz standardnu krmnu smjesu za svinje u tovu (ST-2) bila prihranjivana i žirom hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*), koji se nekada tradicionalno koristio u hranidbi turopoljskih svinja, dok je druga grupa tovljenika tijekom istog perioda bila hranjena samo ST-2 krmnom smjesom. Prosječna dob i završna masa tovljenika prije klanja iznosila je  $18,15 \pm 1,4$  mjeseci i  $94,8 \pm 11,5$  kg. Klanje i klaonička obrada tovljenika obje skupine obavljani su prema standardnoj proceduri u odobrenom objektu (Klaonica 32 d.o.o., Velika Mlaka), a rasijecanje polovica i prerada mesa u jednom mesno-prerađivačkom objektu u okolici Zagreba (IGO-MAT d.o.o., Otruševac). Za standardnu proizvodnju turopoljskih šunki obrađeni butovi ručno su natrljani smjesom soli za salamurenje (do 2,5 % na ukupnu masu mesa, NaNO<sub>2</sub> 0,54-0,66%) i začina (crni papar, češnjak, začinska paprika), naslagani u velike PVC kace te ostavljeni na hladnom (T=4 °C) da se sole kroz 5 tjedana. Nakon soljenja, butovi su hladno dimljeni u dimnoj komori (T=18° C, RVZ=80 %) dimom bukovog drveta ukupno 8 puta, nakon čega su premješteni u komoru na sušenje i zrenje u kontroliranim uvjetima (T=12° C, RVZ=75%). Kod proizvodnje manje soljenih šunki primijenjena je jednaka tehnologija prerade, osim što je vrijeme soljenja šunki bilo skraćeno s 5 tjedana na 3 tjedna. Uzorkovanje za kemijske analize obavljeno je kada su šunke bile stare oko 15 mjeseci. Distribucija uzoraka šunki prema spolu i hranidbenoj skupini svinja bila je jednaka.

## 3.2. METODE

### 3.2.1. Određivanje udjela vode

Udio vode određivan je gravimetrijskom metodom (ISO 1442:1997). Količina vode u različitim namirnicama podrazumijevala je gubitak na težini uzoraka sušenjem do konstantne mase.

U niske aluminijske posudice stavljen je kvarcni pijesak (oko 5 g) i postavljen stakleni štapić te je sve zajedno postavljeno u sušionik na zadanu temperaturu. Posudice su sušene oko 30 minuta bez poklopca (poklopac je naslonjen za zdjelicu). Zatim su poklopljene još u sušioniku, hladene u eksikatoru do sobne temperature (30 min.) te vagane na vazi ( $m_0$ ). Ta je masa upisana u tablicu. U izvagane i osušene aluminijske posudice dodano je oko 3 g homogeniziranog uzorka, lagano pomiješanog s kvarcnim pijeskom pomoću staklenog štapića te su posudice poklopljene i izvagane ( $m_1$ ). Posudice s uzorkom su otklopljene i postavljene u sušionik na 2,5 sata na zadanu temperaturu, nakon čega su opet poklopljene i hladene u eksikatoru do sobne temperature (30min.) te vagane ( $m_2$ ). Postupak je ponavlján sve dok se dva uzastopna mjerenja (nakon 1 sat sušenja) ne razlikuju za više od 0,1%. Obično su dovoljna 2 ciklusa.

Udio vode (%) izračunat je prema formuli:

$$\text{udio vode (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100 \quad (3)$$

gdje je:

$m_0$ - odvaga aluminijske posudice, pijeska i staklenog štapića (g)

$m_1$ -odvaga aluminijske posudice, uzorka, pijeska i staklenog štapića prije sušenja (g)

$m_2$ - odvaga aluminijske posudice, uzorka, pijeska i staklenog štapića nakon sušenja (g)

### 3.2.2. Određivanje udjela proteina

Udio proteina određivan je metodom po Kjeldahl-u. Ovom metodom je indirektno određivana količina proteina iz koncentracije dušika. Postupak je sastavljen iz tri faze: vlažnog spaljivanja/oksidacije; destilacije i titracije.

Uzorak je zagrijan s koncentriranom sumpornom kiselinom uz dodatak katalizatora ( $\text{CuSO}_4$ ). U drugoj fazi određivanja djelovalo se lužinom na amonij-sulfat te je time oslobođen amonijak, koji je predestilirani vodenom parom u tikvicu, s kiselinom poznate koncentracije. Višak kiseline određen je titracijom.

Uzorak je izvagan na listić aluminijske folije (2g s točnošću  $\pm 0,01\text{g}$ ), umotan i ubačen u epruvetu. U svaku kivetu dodano je 6 tableta Kjeldahl katalizatora i 14 mL konc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  kiseline i 5 mL  $\text{H}_2\text{O}_2$  te je lagano izmiješano dok se uzorak potpuno nije navlažio. Po završetku reakcije, stalak s epruvetama stavljen je u digestijsku jedinicu za mineralizaciju i uključen je sistem za odvod para. Prvih 10 minuta spaljivanje ide uz maksimalan protok vode, nakon čega je protok smanjen na 50%.

Mineralizacija je gotova nakon što tekućina u epruvetama postane bistra i svjetlo zelene boje. Epruvete su zajedno sa stalkom bile uklonjene iz digestijske jedinice i ostavljene na hlađenju zajedno s poklopcem do sobne temperature. Tada je u svaku epruvetu oprezno dodano 80 mL destilirane vode.

Na postolje u destilacijskoj jedinici stavljena je Erlanmayer tikvica, u kojoj se nalazi 25 mL borne kiseline te je podignuta u gornji položaj tako da je destilacijska cjevčica uronjena u otopinu.

Kjeldahlova epruveta stavljena je na svoje mjesto i zatvorena su sigurnosna vratašca. Dozirano je 50 ml 40 % NaOH u Kjeldahlovu epruvetu te je krenula destilacija, koja traje 4 minute. Destilat biva zelene boje što ukazuje na prisustvo amonijaka. On mora biti hladan jer u protivnom (što je destilat topliji) dolazi do gubitka amonijaka.

Bireta je napunjena sa 0,2 M HCl te je krenula titracija direktno u prihvatnu tikvicu. U završnoj točki boja otopine postala je blijedo ružičasta.

Izračun:

$$\%N = \frac{(T-B) \cdot c(\text{HCl}) \cdot 14,007 \cdot 100}{m(\text{uzorak})[\text{mg}]}$$

gdje je:

T – utrošeni mL 0,2 M otopine HCl za titraciju uzorka

B - utrošeni mL 0,2 M otopine HCl slijepe probe

$$c(\text{HCl}) = 0,2 \text{ mol/L}$$

### 3.2.3. Određivanje natrijevog klorida

Dokazivanje i određivanje udjela natrijevog klorida određeno je titracijskom metodom po Mohru. Rađene su tri paralelne titracije. U izračunu je korištena srednja vrijednost utrošenih volumena otopine srebrovog nitrata ( $\text{AgNO}_3$ ). Iz analitičkih podataka i volumena otopine  $\text{AgNO}_3$  utrošenog za titraciju izračunat je maseni udio natrijevog klorida (%) u ispitivanom uzorku.

U čašu od 100 mL izvagano je 2g (+/- 0,01g) dobro usitnjenog i homogeniziranog uzorka, dodano 2-3mL tople vode te je sve promiješano staklenim štapićem. Smjesa je kvantitativno prenesena u odmjernu tikvicu od 100 mL (uz ispiranje čaše vodom). Tikvica je dopunjena destiliranom vodom do oznake, dobro promiješana i držana u ključaloj vodenoj kupelji 15 minuta od trenutka kada je zakipio sadržaj tikvice. Otopina u tikvici je ohlađena, ali ne do kraja, promiješana i filtrirana preko filter papira. pH-vrijednost filtrata ispitana je univerzalnim indikatorskim papirom (pH 7-10). Ako filtrat reagira kiselo potrebno ga je neutralizirati pomoću otopine natrijevog hidroksida. Od dobivenog filtrata otpipetirano je 25 mL u Erlenmeyerovu tikvicu, dodane su 2-3 kapi indikatora (zasićene otopine  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) i titrirano je otopinom  $\text{AgNO}_3$  množinske koncentracije 0,1 M, do prve promjene boje.

Udio NaCl izračunat je prema formuli:

$$m_{100}(\text{NaCl}) = 4 \times c(\text{AgNO}_3) \times V_s(\text{AgNO}_3) \times M(\text{NaCl}) \quad (1)$$

$$\text{udio NaCl (\%)} = \frac{m_{100}(\text{NaCl})}{m(\text{uzorka})} \times 100 \quad (2)$$

### 3.2.4. Određivanje stupnja oksidacije masnih kiselina

Udio stupnja oksidacije masnih kiselina određen je TBA testom (test tiobarbiturne kiseline). Test tiobarbiturne kiseline koristi se za detekciju oksidacije nezasićenih masnih kiselina i masti, a ovisi o razvoju crvenog pigmenta koji nastaje reakcijom TBA s MDA.

Uzorak od 10 g mišićja pripremljen je i pomiješan s 20 mL 7,5 %TCA. Sve skupa homogenizirano je na Ultraturaxu 2 minute na položaju 3, pri čemu je važno da se uzorak dobro homogenizira. Ostavljeno je 30 minuta, nakon čega slijedi filtracija. 5 mL filtrata preneseno je u bočicu i pripremljena je slijepa proba, koja se sastoji od 5 mL destilirane vode i 5 mL otopine TBA. Bočica je lagano zatvorena i prenesena u kupelj na 100 °C, 40 minuta. Nakon 40 minuta bočica je brzo ohlađena pod mlazom hladne vode te je očitana apsorbancija na spektrofotometru na 538 nm. Pripremljene su različite koncentracije MDA (0,01-0,05 M) iz kojih je napravljen baždarni pravac, pomoću kojeg je izračunata vrijednost koncentracije c (MDA).

### 3.2.5. Određivanje boje

Određivanje boje provođeno je na površini uzorka odmah nakon otvaranja uzorka, kako bi se spriječila degradacija boje uzrokovana utjecajem svjetla i kisika iz zraka. Referentna metoda mjerenja boje mesa (Honikel, 1998) je ona koja koristi L\*, a\*, b\* spektar boja. Parametar L\* je mjera svjetlosti mesa iskazana vrijednostima od 0 do 100 (0 = crno; 100 = bijelo). Vrijednost parametra a\* je mjera crvenila mesa iskazana vrijednostima od - 60 do 60, a iskazuje spektar od crvene do zelene boje pri čemu veća vrijednost a\* parametra karakterizira crvenije meso. Vrijednost b\* parametra ukazuje na spektar nijansi između plave i žute boje, a njegova veća vrijednost označava izraženost žutog dijela spektra.

Za određivanje boje šunke korišten je spektrofotometar Konica Minolta CM-700d, kojeg vidimo na slici 2. Vrijednosti za L\*, a\* i b\* izračunate su kao srednja vrijednost 15 mjerenja uz napomenu da su se kod mjerenja izbjegavala područja s većom količinom masnoće zbog što točnijih i ujednačenijih mjerenja.





Slika 2. Konica Minolta CM-700d (Anonymous 2, 2016)

#### 4. REZULTATI I RASPRAVA:

S obzirom na specifičnosti vezane za genetsku osnovu svinja, tehnologiju uzgoja i tova, završne tjelesne mase svinja te specifičnosti u samoj tehnologiji prerade pršuta za očekivati je da su razlike u fizikalno kemijskim osobinama pojedinih vrsta pršuta značajne. Uspoređujući dobivene rezultate s rezultatima iz Tablice 1., vidljivo je kako rezultati variraju, ovisno o parametru određivanja.

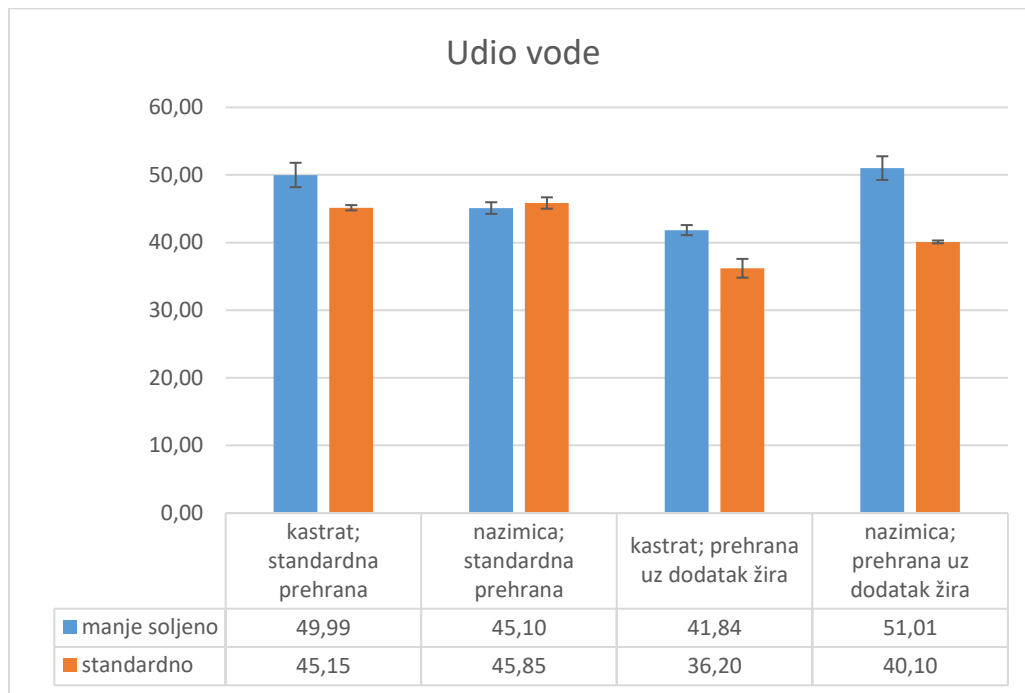
Tablica 1. Kemijska svojstva različitih vrsta pršuta

<b>VRSTA PRŠUTA</b>	<b>VODA %</b>	<b>PROTEINI %</b>	<b>MASTI %</b>	<b>SOL%</b>
<b>Istarski<sup>1</sup></b>	34,40	39,85	19,66	6,83
<b>Serrano<sup>2</sup></b>	48,50	33,10	5,90	8,70
<b>Iberijski<sup>3</sup></b>	49,00	24,60	20,50	6,50
<b>Parma<sup>4</sup></b>	61,80	26,90	3,50	6,00
<b>San Daniele<sup>4</sup></b>	60,40	27,60	3,60	6,50
<b>Bayonne<sup>5</sup></b>	57,00	30,00	5,00	6,20
<b>Country-style<sup>6</sup></b>	64,00	24,80	5,30	4,70

<sup>1</sup>Krvavica, 2003.; <sup>2</sup>Toldrá i sur. 1997.; <sup>3</sup>Leon-Crespo i sur. 1986.; <sup>4</sup>Baldini i sur. 1992.; <sup>5</sup>Toldrá, 2002.; <sup>6</sup>Eakes i sur. 1975.

#### 4.1. UDIO VODE

Na slici 3. prikazan je udio vode u ispitivanim uzorcima.



Slika 3. Grafički prikaz masenog udjela vode sa standardnom devijacijom manje soljenih i standardnih uzoraka mesa kastrata i nazimice hranjenima standardnom prehranom ili prehranom uz dodatak žira

Udio vode kod ispitivanih uzoraka kreće se u rasponu od 41,84 do 51,01 % za manje soljene uzorke i od 36,20 do 45,85 % za standardne uzorke, što je najbliže vrijednostima Istarskog, Serrano i Iberijskog pršuta. Niži udio vode u odnosu na ostale vrste pršute može se objasniti specifičnom obradom svježeg buta, bez kože i potkožnog masnog tkiva. Na taj je način veća površina buta izložena vanjskim utjecajima tijekom proizvodnog procesa, što uvelike doprinosi dehidraciji. Općenito, difuzija vode iz unutrašnjosti mesa prema površini odvija se prema Fick-ovom zakonu, a posljedica je kemijskog potencijala vode. Prema Fick-ovom zakonu, brzina difuzije odnosno količina tvari  $dm$  koja u vrlo kratkom vremenu  $dt$  prođe kroz presjek  $S$ , proporcionalna je gradijentu koncentracije  $dc/dx$ :

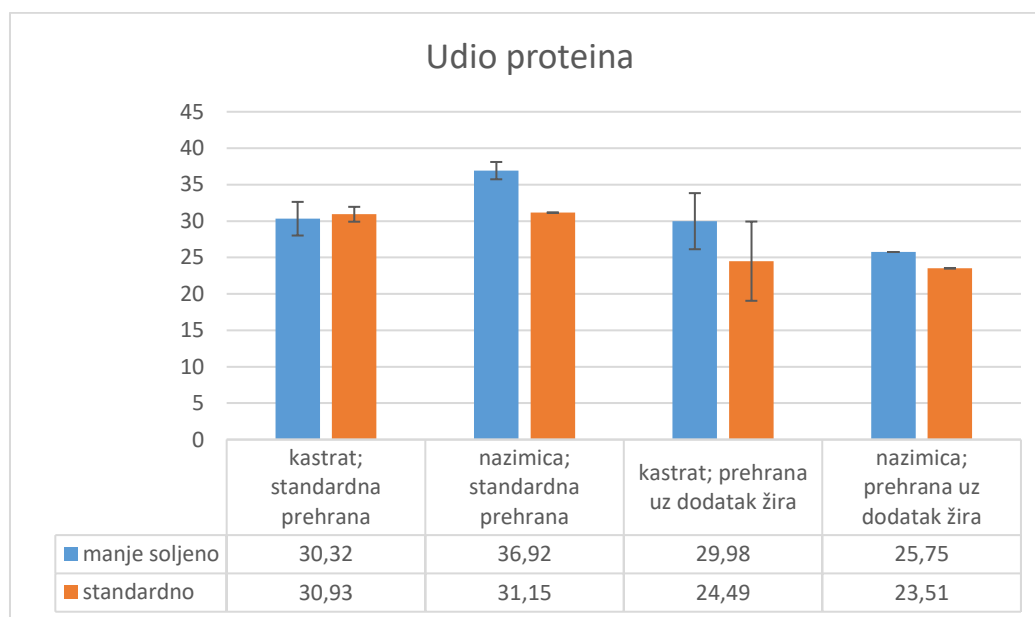
$$dm/dt \text{ (maseni tok)} = -D \cdot S \cdot dc/dx.$$

Iako voda ima manje molekule od  $\text{Na}^+$  i  $\text{Cl}^-$  iona, njezin koeficijent difuzije  $D$  znatno je manji od koeficijenta difuzije soli, jer je gradijent koncentracije soli jača pokretačka sila difuzije od kemijskog potencijala vode. Jedna od posljedica toga je smanjenje volumena i skupljanje mesa

zbog dehidracije (soljenje), čime se usporava protok molekula vode (Toldra, 2002). Upravo zbog toga, kako je i prikazano na slici 3., udio vode u manje soljenim uzorcima veći je, nego u ispitivanim standardnim uzorcima. Također, iz Tablice 1. vidljivo je kako najveći udio vode od 64,00% ima Country-style pršut te ujedno i najmanji udio soli 4,70%. Nasuprot tome, najmanji udio vode, 34,40%, ima Istarski pršut, s udjelom soli 6,83 %.

## 4.2. UDIO PROTEINA

Na slici 4. prikazan je udio proteina u ispitivanim uzorcima.



Slika 4. Grafički prikaz masenog udjela proteina sa standardnom devijacijom manje soljenih i standardnih uzoraka mesa kastrata i nazimice hranjenima standardnom prehranom ili prehranom uz dodatak žira

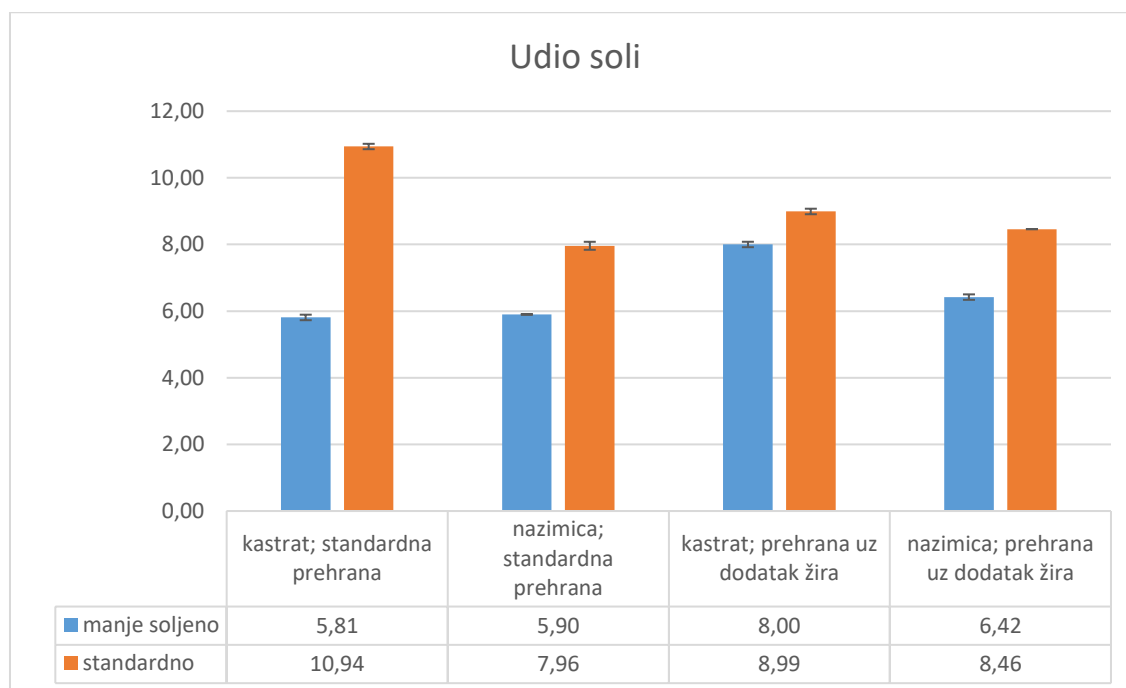
Udio proteina kod ispitivanih uzoraka kretao se od 25,70 do 36,92 % kod manje soljenih i između 23,51 i 31,15 % kod standardnih uzoraka. Iz slike 4., vidljivo je kako manje soljeni uzorci imaju veći udio proteina, što je po pretpostavkama ispravno, zato što je proces denaturacije proteina u manjoj mjeri vezan i za sadržaj soli (Parolari i sur. 1994). Djelovanje soli na povećanje sposobnosti vezanja vode, posebice u nekoliko prvih sati post mortem, izraženo je kod ionske jakosti NaCl-a od 0,4 (otprilike 2% soli u proizvodu) i dalje raste do optimalnih 0,8-1,0 (što odgovara približno koncentraciji 4-5% NaCl), dok iznad te vrijednosti djelovanje NaCl-a postaje suprotno. Pri većim koncentracijama soli ioni natrija i klor privlače

dipolne molekule vode i dehidriraju proteine, pri čemu dolazi do denaturacije (Hamm, 1960). Budući da je udio soli u manje soljenim i standardnim uzorcima veći od 5%, za očekivati je da će udio proteina biti veći kod manje soljenih uzoraka, što je i dobiveno u rezultatima. Sadržaj proteina varira sukladno s udjelom vode te se može zaključiti da u tom smislu nema odstupanja između ispitivanih uzoraka. Prema Tablici 1. se udio proteina kod ostalih vrsta pršuta kretao od 24,80% (Country-style) pa sve do 39,85% (Istarski pršut), dok je udio vode kod spomenutih vrsta varirao od 34,40% (Istarski pršut) do 64,00% (Country-stiye).

Ako uspoređujemo hranidbu svinja unutar ispitivanih uzoraka, vidljivo je kako prehrana uz dodatak žira u odnosu na standardnu prehranu nema velik utjecaj na konačan udio proteina kod kastrata, ali zato se kod nazimice pokazala razlika od 10%, koja ide u doprinos standardnoj prehrani. Žir ima veliku energetska vrijednost; 100 grama žira sadrži oko 510 kcal. Osim toga, sadrži i 6% vode, 8% bjelančevina, 54% ugljikohidrata i 32% masti, stoga je realnije za očekivati kako će se prehrana uz dodatak žira pokazati uspješnijom kod povećanja udjela masti, nego u sadržaju proteina.

### 4.3. UDIO SOLI

Na slici 5. prikazan je udio soli u ispitivanim uzorcima.



Slika 5. Grafički prikaz masenog udjela soli sa standardnom devijacijom manje soljenih i standardnih uzoraka mesa kastrata i nazimice hranjenima standardnom prehranom ili prehranom uz dodatak žira

Sol je glavni sastojak salamure i ima višestruk utjecaj na finalnu kakvoću pršuta. Najvažniji učinci soli su bakteriološki učinak, inhibicija rasta nepoželjnih mikroorganizama, formiranje okusa te snažan utjecaj na sve mišićne enzime. Slanost se osjetno bolje osjeti u proizvodima s većim udjelom masti, dok proizvodi s većim udjelom proteina smanjuju osjećaj slanosti (Ruusunen i sur., 2005).

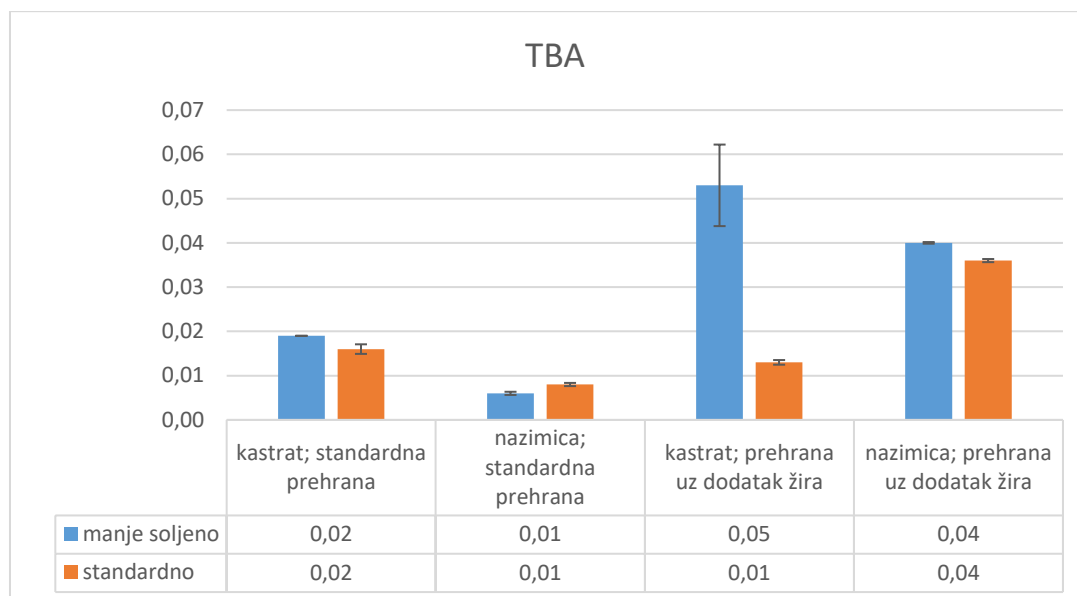
Udio soli uvelike ovisi o načinu obrade i proizvodnje pršuta. On je općenito viši što je u fazi soljenja dodano više soli i što je trajanje soljenja duže. Također, maseni udio soli veći je u pršutima koji imaju veću površinu mišićnog tkiva nepokrivenog kožom i masnim tkivom, pršutima koji imaju manju masu te pršutima koji se intenzivnije suše, odnosno koji imaju veći proizvodni kalo (Toldra, 2002). Tako na primjer, najveći udio soli iz Tablice 1. ima Serrano pršut i to 8,70%, a najmanji Country style s 4,70%. Uobičajeni maseni udjeli soli u zreлом pršutu ovisno o tipu pršuta, kreću se 4-6% kod umjereno slanog pršuta, odnosno 8-9% i više, kod slanog tipova pršuta. Iz toga se može zaključiti da Serrano pršut spada u slane, a Country style, vjerojatno zbog naročito kratkog procesa prerade od 70 dana, u umjereno slane pršute.

Kod ispitivanih uzoraka provedena je jednaka tehnologija prerade, osim što je vrijeme soljenja pršuta bilo skraćeno s 5 na 3 tjedna kod manje soljenih uzoraka. Iz toga je bilo očito da će manje soljeni uzorci imati manji maseni udio soli od standardnih uzoraka. Dobiveni rezultati za udio soli u standardnim uzorcima su od 5,81 do 8,00% za manje soljene uzorke te od 7,96 do 10,94% za standardne uzorke.

Promjenom prehrane, udio soli nije se previše mijenjao, a prema obrađenim rezultatima niti spol nema značajnog utjecaja na maseni udio soli.

#### 4.4. STUPANJ OKSIDACIJE MASNIH KISELINA

Slika 6. prikazuje stupanj oksidacije masnih kiselina u ispitivanim uzorcima.



Slika 6. Grafički prikaz stupnja oksidacije masnih kiselina, izražen u mg MDA po kg uzorka sa standardnom devijacijom manje soljenih i standardnih uzoraka mesa kastrata i nazimice hranjenima standardnom prehranom ili prehranom uz dodatak žira

Mast je jedna od najvažnijih komponenti mesa koja je odgovorna za sočnost, okus, tvrdoću i aromu gotovog proizvoda. To je ujedno i najvarijabilnija komponenta, jer kao što vidimo u Tablici 1., različite vrste pršuta imaju različit udio masti. Maseni udio masti u svinjskom mesu najviše varira od kemijskog sastava, a ovisi o spolu, udjelu masnog tkiva, zaklanoj težini, debljini buta, hranidbi i dr. (Inmaculada i sur., 2002). U normalnim biološkim uvjetima, molekula kisika neenzimatskom oksidacijom povremeno oduzima elektrone drugim molekulama, što uzrokuje nastanak slobodnih radikala. Kisik napada dvostruke veze u masnim kiselinama i stvara peroksidne veze. Fosfolipidi koji sadrže visok sadržaj nezasićenih masnih kiselina, uglavnom linolne i arahidonske kiseline podložniji su oksidaciji (Štefan i sur., 2007). Zasićene masne kiseline i mononezasićene masne kiseline otpornije su prema djelovanju kisikovih atoma od višestruko nezasićenih masnih kiselina. Lipidnu peroksidaciju najčešće uzrokuje hidroksilni radikal ( $\text{OH}^\cdot$ ), međutim mogu je pokrenuti i drugi radikali. Pri djelovanju iona bakra ili željeza, lipidni peroksidi stvaraju mnogobrojne produkte razgradnje od aldehida, ketona, ugljikovodika (etana, etena, pentana), epoksida, do aktivnih radikala. Najštetniji i jedan je od najčešćih produkata lipidne peroksidacije je malondialdehid (MDA), mutagen je te

tvori komplekse koje nalazimo u stanicama različitih organa. Malondialdehid (MDA) koji se tijekom peroksidacije masti stvara u malim količinama, pokazatelj je stupnja peroksidacije.

Stupanj oksidacije masnih kiselina u ispitivanim uzorcima varira od 0,006 do 0,053 mg MDA po kg uzorka u manje soljenim te između 0,008 i 0,036 mg MDA po kg uzorka u kontrolnim uzorcima. Usporedbom dobivenih vrijednosti, s vrijednostima Azijskih i Australskih znanstvenika, koji su za svoje uzorke dobili vrijednost od 2,02-2,34 mg MDA po kg uzorka (Hong i sur., 2016), možemo zaključiti kako su vrijednosti ispitivanih uzoraka znatno manje te pretpostaviti kako je došlo do pogreške tijekom izvođenja eksperimenta.

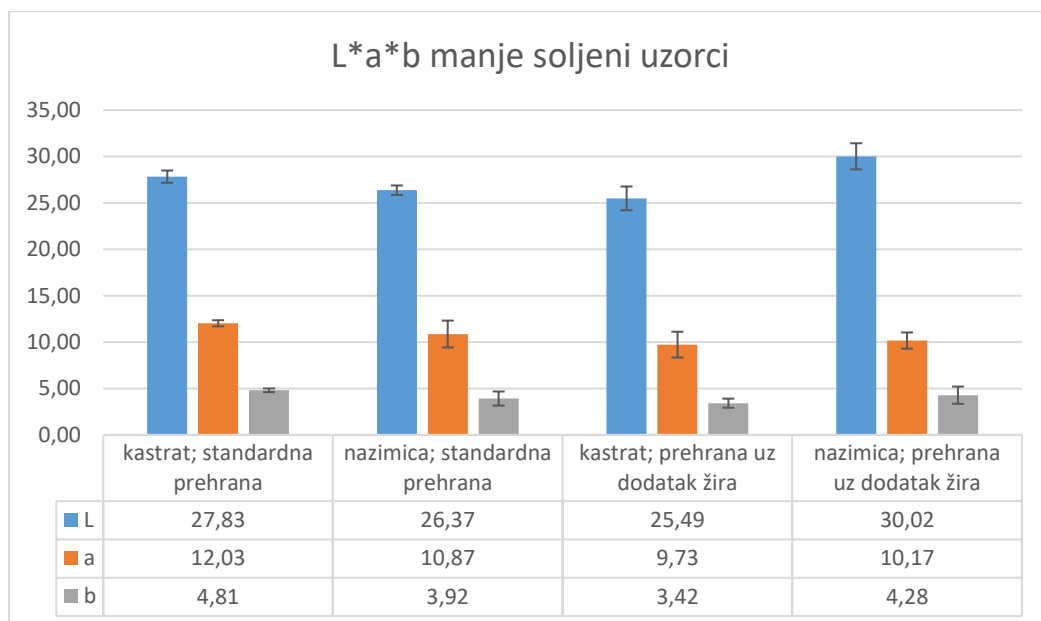
Usprkos tome, iz slike 6. je vidljivo kako je promjenom prehrane, pri tome mislim na uvođenje žira u standardnu prehranu mjesec i pol prije klanja svinja, povećan stupanj oksidacije masnih kiselina u ispitivanim uzorcima. Način i tip hranidbe, odnosno sastav obroka, presudno utječe na sastav masnih kiselina intramuskularne masti, a osobito u depoima masti. Budući da žir ima veliku energetska vrijednost, proporcionalno tome, povećao se stupanj oksidacije masnih kiselina s 0,019 na 0,053 mg MDA po kg uzorka kod kastrata, odnosno s 0,006 na 0,040 mg MDA po kg uzorka kod nazimice. Masne kiseline iz hrane ugrađuju se u masno tkivo svinja (Toldra i sur. 1996), a stupanj ugradnje ovisi o specifičnosti masnih kiselina i tipa obroka. Ispitivanje sadržaja masnih kiselina intramuskularnog i potkožnog masnog tkiva iberijskih pokazuje značajno smanjen sadržaj palmitinske i stearinske masne kiseline i povećan sadržaj oleinske i linolenske masne kiseline kod svinja hranjenih samo žirom (Flores i sur. 1988.). Kao primjer bih izdvojila linolnu kiselinu, koja se unosi hranom i prolazi kroz želudac svinje nepromijenjena, da bi iz tankog crijeva prešla u krvotok i ugradila se u tkivo.

Također, ako gledamo utjecaj spola na stupanj oksidacije masnih kiselina, iz grafa se može očitati da u ispitivanim uzorcima veći stupanj oksidacije ima pršut dobiven iz osušenog buta kastrata 0,016-0,053 mg MDA po kg uzorka, nego nazimice 0,006-0,040 mg MDA po kg uzorka. Spol ima velik utjecaj na udio masti te sukladno tome i na stupanj oksidacije masnih kiselina. Pršuti kastrata su masniji u odnosu na pršute nazimice, odnosno imaju bolju mramoriranost i deblji potkožni masni sloj (Gou i sur. 1995). Nazimice imaju manje potkožnog i intramuskularnog masnog tkiva u odnosu na kastrate, uz viši udio polinezasićenih masnih kiselina u mišićnom i masnom tkivu. Općenito, s porastom količine polinezasićenih masnih kiselina raste stupanj oksidacije masnih kiselina u konačnom proizvodu, stoga bi uzorci dobiveni od nazimice trebali pokazati veće vrijednosti TBA testa. Stoga zaključujem da je došlo do odstupanja u rezultatima prilikom pogrešnog izvođenja testa.

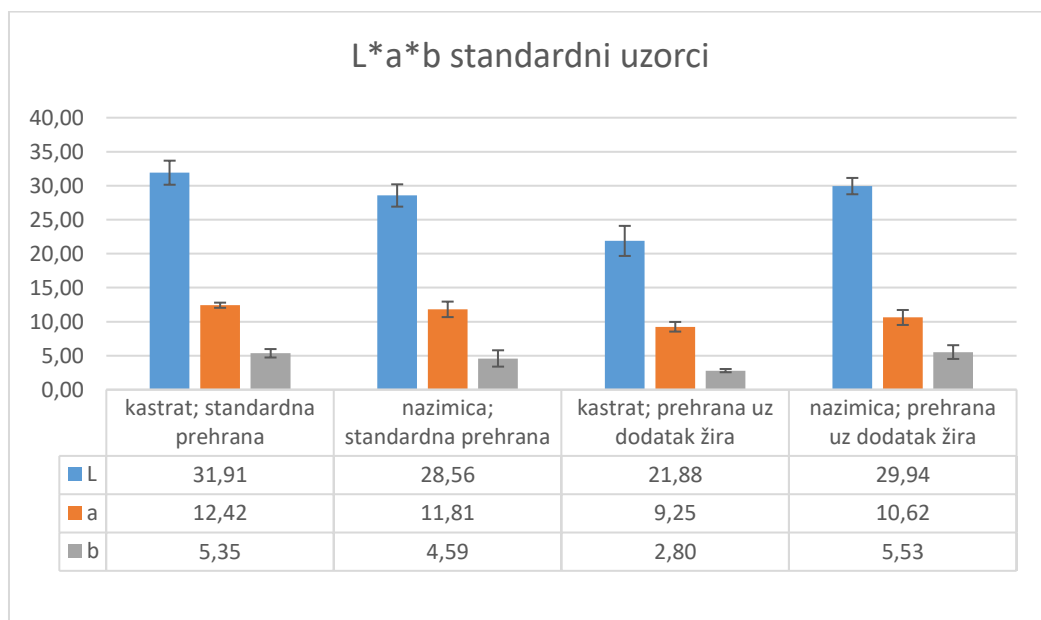


## 4.5. BOJA

Slike 7. i 8. prikazuju grafički prikaz L\*a\*b\* vrijednosti u ispitivanim uzorcima.



Slika 7. Grafički prikaz L\*a\*b\* vrijednosti manje soljenih uzoraka sa standardnom devijacijom mesa kastrata i nazimice hranjenima standardnom prehranom ili prehranom uz dodatak žira



Slika 8. Grafički prikaz L\*a\*b\* vrijednosti standardnih uzoraka sa standardnom devijacijom mesa kastrata i nazimice hranjenima standardnom prehranom ili prehranom uz dodatak žira

Određivanje boje provedeno je mjerenjem vrijednosti koordinata svjetloće ( $L^*$ ), spektra od zelene do crvene boje ( $a^*$ ) te spektra od plave do žute boje ( $b^*$ ). Boja pršuta uglavnom ovisi o koncentraciji i kemijskom stanju pigmenata u mesu te o mišićnoj strukturi (Pérez-Alvarez i sur., 1998.).

$L^*$  vrijednosti u ispitivanim uzorcima kreću se od 21,88 do 31,91, što je manje od  $L^*$  vrijednosti španjolskih (34,8-38,8) (Pérez-Alvarez i sur., 1998) i talijanskih (37,9-38,0) (Laureati i sur., 2014) uzoraka pršuta. Razlog tamnije boje kod španjolskih i talijanskih vrsta pršuta može biti posljedica intenzivnije i dulje faze dimljenja. Gledajući utjecaj soli, u manje soljenim uzorcima  $L^*$  vrijednost pokazala se manjom kod kastrata i nazimice hranjene standardnom prehranom, a većom kod kastrata i nazimice hranjene uz dodatak žira u odnosu na kontrolne uzorke.

$a^*$  vrijednosti u ispitivanim uzorcima kreću se od 9,25 do 12,42, što je više od rezultata koje su dobili Marušić i sur., (2016) u svom istraživanju Dalmatinskog pršuta (7,3-9,8), ali znatno niže od  $a^*$  vrijednosti španjolskog Serrano (16,6-18,9) (Pérez-Alvarez i sur., 1998) te talijanskog Parma i San Daniele (15,9-17,7) (Laureati i sur., 2014) pršuta. Razlog veće  $a^*$  vrijednosti, odnosno intenzivnija crvena boja mesa može biti posljedica dodatka nitrita, koji reakcijom s mioglobinom daje nitrozomioglobin, odgovoran za formiranje crvene boje mišićnog tkiva. Veća  $a^*$  vrijednost karakterizira crvenije meso, a sol, usporedbom manje soljenih (9,73-12,03) s kontrolnim uzorcima (9,25-12,42), nije imala utjecaj na intezitet crvene boje u uzorcima.

$b^*$  vrijednosti u ispitivanim uzorcima kreću se od 2,80 do 5,35, što je znatno niže od rezultata dobivenih u istraživanju španjolskih vrsta pršuta, pri čemu je ta vrijednost iznosila 10,50 (Pérez-Alvarez i sur. 1998.). Također,  $b^*$  vrijednost Dalmatinskog dimljenog pršuta iznosila je 7,3-10,4 (Marušić i sur., 2016). Iz slika 7. i 8. vidljivo je da manje soljeni uzorci imaju niže  $b^*$  vrijednosti, što znači da kontrolni uzorci imaju više izražen žuti dio spektra.

## 5. ZAKLJUČAK

Određivanjem osnovnog kemijskog sastava šunke u 8 različitih uzoraka, dobili smo uvid utjecaja soli na kvalitetu suhe šunke.

- Udio vode pokazao se većim u manje soljenim uzorcima (41,84-51,01%), nego u kontrolnim uzorcima (36,20-45,85%). Najveći udio vode imao je manje soljen uzorak mesa nazimice, a najmanji kontrolni uzorak mesa kastrata.
- Udio proteina u manje soljenim uzorcima (25,75-36,92%) veći je, nego u kontrolnim uzorcima (23,51-31,15%). Najmanji udio proteina imao je kontrolni uzorak mesa kastrata, a najveći manje soljen uzorak mesa nazimice.
- Stupanj oksidacije masnih kiselina se u ispitivanim uzorcima kretao od 0,006 do 0,053 mg MDA po kg uzorka i time se pokazao kao najvarijabilniji parametar. Najveći stupanj oksidacije masnih kiselina imao je uzorak manje soljenog mesa kastrata, a najmanji kontrolni uzorak mesa nazimice.
- Udio soli bio je niži u manje soljenim uzorcima i kretao se od 5,81 do 8,00%, dok se u kontrolnim uzorcima kretao od 7,96 do 10,94%. Tako se najveći udio soli pokazao u kontrolnom uzorku mesa kastrata, a najmanji u manje soljenom uzorku mesa kastrata.
- Prilikom određivanja parametra boje, pokazalo se kako sol utječe na b\* vrijednost, gdje se u kontrolnim uzorcima (2,8-5,53) pokazala većom, u odnosu na manje soljene (3,42-4,81).

Utjecaj hrane i spola najviše se pokazao u stupnju oksidacije masnih kiselina.

- Uvođenjem žira u standardnu prehranu svinja, stupanj oksidacije masnih kiselina se značajno povećao, najveći stupanj oksidacije imao je uzorak hranjen uz dodatak žira, a najmanji uzorak hranjen standardnom prehranom.
- Razlika u spolu također ima velik utjecaj na stupanj oksidacije masnih kiselina, tako je najveći stupanj oksidacije imao uzorak mesa kastrata, a najmanji uzorak mesa nazimice.

## 6. LITERATURA

- Anonymous 2 (2016) Konica Minolta, <<http://sensing.konicaminolta.asia/products/cm-700d-spectrophotometer/>> Pristupljeno 14.8.2017.
- Arnau, J., Gurrero, L., Casademont, G., Gou, P. (1995) Physical and chemical changes in different zones of normal and PSE dry cured ham during processing. *Food Chemistry* **52**: 63-69.
- Baldini, P., M. Bellatti, G. Camorali, F. Palmia, G. Parolari, M. Reverberi, G. Pezzani, C. Guerrieri, R. Raczynski, P. Rivaldi (1992) Characterization of Italian raw ham by chemical, physical, microbiological and organoleptic parameters. *Ind Conserve* **67**: 149-159.
- Brewer, S. (2004) Water-Holding Capacity. U: Encyclopedia of meat sciences, 2. izd., Dikeman, M., Devine, C., ur., Academic Press, str. 272-280.
- Brown, I.J., Tzoulaki, I., Candeias, V., Elliott, P. (2009) Salt intakes around the world: implications for public health. *International Journal of Epidemiology* **38**: 791-813.
- Cassens, R.G. (1995) Use of sodium nitrate in cured meats today. *Food Technology* **49**: 72-81.
- Cassens, R.G. (1997) Composition and safety of cured meats in the USA. *Food chemistry* **59**: 561-566.
- Decker, E. A., Crum, A. D. (1993) Antioxidant activity of carnosine in cooked ground pork. *Meat Science* **34**: 245-253.
- Desmond, E. (2006) Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science* **74**: 188-196.
- Eakes, B.D., Blumer, T.N., Monroe, R.J. (1975) Effect of nitrate and nitrite on color and flavor of country-style hams. *Journal of Food Science* **40**: 973-976.
- Eder, K., Müller, G., Kluge, H., Hirche, F., Brandsch, C. (2005) Concentrations of oxysterols in meat and meat products from pigs fed diets differing in the type of fat (palm oil or soybean oil) and vitamin E concentrations. *Meat Science* **70**: 15-23.
- Flores, M., Aristoy, M.C., Toldrá, F. (1996) HPLC purification and characterization of soluble alanyl aminopeptidase from porcine skeletal muscle. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **44**: 2578-2583.
- Gandemer, G. (2009) Dry cured ham quality as related to lipid quality of raw material and lipid changes during processing: A review. *Grasas y Aceites* **60**: 297-307.
- Gaull, G. E. (1990) Taurine in pediatric nutrition: A review and update. *Pediatrics* **83**: 433-442.

- Higgs, J. D. (2000) The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *Trends in Food Science and Technology* **11**: 85–95.
- Hrvatska poljoprivredna agencija (2017) Izvorne pasmine, <<http://www.hpa.hr/sektori/sektor-za-razvoj-stocarske-proizvodnje/>> Pristupljeno 14. kolovoza 2017.
- Hong, D.I., Yim, D.G., Chung, K.Y. (2016) Quality characteristics of dry-cured ham made from two different three-way crossbred pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **29**: 159-306.
- Honikel, K.O. (1998) Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat science* **49**: 447-457.
- Inmaculada, F., Martinez, A., Prieto, B., Carballo, J. (2002) Total and free fatty acids content during the ripening of artisan and industrially manufactured „Chorizo de cebolla“. *Grasas y Aceites* **53**, 403-413.
- Isabel, B., López-Bote, C. J., de la Hoz, L., Timón, M., García, C., Ruiz, J. (2003) Effects of feeding elevated concentrations of monosaturated fatty acids and vitamin E to swine on characteristics of dry cured hams. *Meat Science* **64**: 475–482.
- Karolyi, D. (2007) Utjecaj genotipa na sastav masnih kiselina mišićnog i masnog tkiva svinja, doktorska disertacija.
- Karolyi, D. (2009) Najčešći problemi u proizvodnji pršuta. *Meso* **11**: 134-141.
- Krvavica, M. (2006) Čimbenici kakvoće pršuta. *Meso* **7**: 279-290.
- Krvavica, M., Đugum, J. (2006) Proizvodnja pršuta u svijetu i kod nas. *Meso* **8**: 355-368.
- Laureati, M., Buratti, S., Giovanelli, G., Corazzin, M., Lo Fiego, P.D., Pagliarini, E. (2014) Characterization and differentiation of Italian Parma, San Daniele and Toscano dry-cured hams: A multi-disciplinary approach. *Meat Science* **96**: 288-294.
- Leon-Crespo, F., Martins, C., Penedo, J.C., Barranco, A., Mata, C., Beltran, F. (1986) Diferencias en la composición química de ocho regiones anatómicas del jamón serrano Iberico. *Alimentaria* **23**: 23-27.
- Marriott, N.G., Graham, P.P., Claus, J.R. (1992) Accelerated dry curing of pork legs (hams): a review. *Journal of Muscle Foods* **3**, 159-168.
- Marušić, N., Vidaček, S., Jančić, T., Petrak, T., Medić, H. (2014) Determination of volatile compounds and quality parameters of traditional Istrian dry-cured ham. *Meat Science* **96**, 1409-1416.
- Mašić, M. (2005) Greške suhomesnatih proizvoda. *Meso* **7**: 48-51.

- Mora, L., Sentandreu, M. A., Fraser, P. D., Toldrá, F., Bramley, P. M. (2009) Oligopeptides arising from the degradation of creatine kinase in Spanish drycured ham. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **57**: 8982–8988.
- Mora, L., Sentandreu, M. A., Koistinen, K. M., Fraser, P. D., Toldrá, F., Bramley, P. M. (2009) Naturally generated small peptides derived from myofibrillar proteins in serrano dry-cured ham. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **57**: 3228–3234.
- Motilva, M-J., F. Toldrá, Nadal, M.I., Flores, J. (1994) Prefreezing of hams affects lipolysis during dry-curing. *Journal of Food Science* **59**: 303-305.
- Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., Cuadrado, C. (2006) *Tabla de Composición de Alimentos*, 10. izd., str. 38-66.
- Neu, J., Shenoy, V., Chakrabarti, R. (1996) Glutamine nutrition and metabolism: Where do we go from here? *FASEB Journal* **10**: 829–837.
- Neumann, C., Harris, D. M., Rogers, L. M. (2002) Contribution of animal source foods in improving and function in children in the developing world. *Nutrition Research* **22**: 193–220.
- Parolari, G., Virgili, R., Schivazzapa, C. (1994) Relationship between cathepsin B activity and compositional parameters in dry-cured hams of normal and defective texture. *Meat Science* **38**: 117-122.
- Pérez-Alvarez, J. A., Sayas-Barberá, M. E., Fernández-López, J., Gago-Gago, M.A., Pagán-Moreno, M. J., & Aranda-Catalá, V. (1998) Chemical and colour characteristics of Spanish dry-cured ham at the end of the aging process. *Journal of Muscle Foods* **10**: 195-201.
- Pleadin, J., Kovačević, D., Perši, N. (2015) Ochratoxin A contamination of the autochthonous dry-cured meat product "Slavonski Kulen" during a six-month production process. *Food Control* **57**: 377-384.
- Pravilnik o mesnim proizvodima (2012) *Narodne novine* **131** (NN 131/2012).
- Pravilnik o soli (2011) *Narodne novine* **89** (NN 89/2011).
- Ruusunen, M., Puolanne, E. (2005) Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science* **70**: 531-541.
- Senčić, Đ., Butko, D., Antunović, Z., Novoselec, J. (2008) Utjecaj tjelesne mase na kvalitetu polovica i mesa crne slavonske svinje. *Meso* **10**: 274-278.
- Senčić, Đ., D. Samac, Z. Antunović, J. Novoselec, I. Klarić (2010) Utjecaj razine sirovih proteina u krmnim smjesama na kvalitetu polovica i mesa crnih slavonski svinja. *Meso* **12**: 28-33.
- Senčić, Đ., Samac, D., Matić, A. (2015) Utjecaj tjelesne mase crnih slavonskih svinja na kvalitetu slavonskih šunki. *Meso* **18**: 345-349.
- Senčić, Đ., Samac, D. (2016) Nutritivna vrijednost svinjskog mesa – predrasude i stvarnost. *Meso* **18**: 264-268.

- Sentandreu, M. A., & Toldrá, F. (2007) Oligopeptides hydrolysed by muscle dipeptidylpeptidases can generate angiotensin I converting enzyme inhibitory dipeptides. *European Food Research and Technology* **224**: 785–790.
- Šimat, V., Maršić-Lucic, J., Bogdanovic, T., Dokoza, M. (2009) Oksidacija masti u ribi i ribljim proizvodima. *Meso* **11**: 345-351.
- Štefan, L., Tepšić, T., Zavidic, T., Urukalo, M., Tota, D., Domitrović, R. (2007) Lipidna peroksidacija – uzroci i posljedice. *Medicina* **43**: 84-93.
- Toldrá, F., Flores, M., Navarro, J.L., Aristoy, M.C., Flores, J. (1997) New developments in dry-cured ham. U: *Chemistry of Novel Foods*. Okai, H., Mills, O., Spanier A.M., Tamura, M., ur., Allured Pub. Co. str. 259-272.
- Toldrá, F. (1998) Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Science* **49**: 101-110.
- Toldrá, F. (2002) *Dry-cured meat products*, 3.izd., Food and Nutrition Press, Inc. str.173-187.
- Toldrá, F. (2006) Biochemical proteolysis basis for improved processing of drycured meats. U: *Advanced technologies for meat processing*, 1.izd., Nollet, L.M.L., Toldrá, F., ur., CRC Press, str. 329–351.
- Ventanas, S., Ventanas, J., Ruiz, J., Estevez, M. (2005) Iberian pigs for the development of high-quality cured products. U: *Recent research development in agricultural and food chemistry*, 1. izd., Toldrá, F., Nollet, L.M.L., ur., str. 27–53.
- World Health Organization (WHO) (2003) Diet, nutrition and prevention of chronic diseases. *WHO Technical report Series* **916**.
- Zanardi, E., Novelli, E., Ghiretti, G. P., Chizzolini, R. (2000) Oxidative stability and cholesterol in salame Milano, Coppa and Parma ham: Dietary supplementation with vitamin E and oleic acid. *Meat Science* **55**: 169–175.
- Živković, J. (1986) *Higijena i tehnologija mesa*, 2. izd., GRO Tipografija, str. 36.