

# Promjene u kemijskom sastavu tijekom tehnološkog procesa proizvodnje dimljenog pršuta

---

**Vlašić, Antonia**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:840139>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, lipanj 2022.

Antonia Vlašić

**PROMJENE U KEMIJSKOM  
SASTAVU TIJEKOM  
TEHNOLOŠKOG PROCESA  
PROIZVODNJE DIMLJENOG  
PRŠUTA**

Rad je izrađen u Laboratoriju za tehnologiju mesa i ribe na Zavodu za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom doc. dr. sc. Nives Marušić Radovčić.

*Zahvaljujem se svojoj mentorici doc.dr.sc. Nives Marušić Radovčić na stručnoj pomoći, strpljenju i vodstvu prilikom izrade i pisanja ovog Diplomskog rada.*

*Posebno hvala mojoj obitelji koja mi je omogućila studiranje, podržavala me, imala razumijevanja, poticala me i vjerovala u mene i moj uspjeh. Hvala vam na beskonačnom strpljenju, ljubavi i podršci.*

*I na kraju želim se zahvaliti svim prijateljima i kolegama koji su mi vrijeme provedeno na fakultetu uljepšali svojim prisustvom i pomogli da to vrijeme smatram najljepšim dijelom svoga života.*

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo  
Laboratorij za tehnologiju mesa i ribe  
Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija  
Diplomski sveučilišni studij: Nutricionizam

### PROMJENE U KEMIJSKOM SASTAVU TIJEKOM TEHNOLOŠKOG PROCESA PROIZVODNJE DIMLJENOG PRŠUTA

*Antonia Vlašić, univ. bacc. nutr.*

0177049911

**Sažetak:** Cilj ovog rada bio je odrediti promjene u kemijskom sastavu u mišiću *biceps femoris* tijekom pet faza proizvodnje dimljenog pršuta. Određivan je udio vode, masti, proteina, pepela, NaCl te koncentracija aminokiselina i dipeptida karnozina i anserina. Udio vode tijekom proizvodnje smanjio se sa 74,8 % na 56,8 %, a gubitak vode je bio najintenzivniji za vrijeme sušenja i zrenja. Sadržaj masti u sirovom butu iznosio je 5,5 % te se nakon zrenja povećao na 12,5 %, dok se udio proteina tijekom proizvodnje smanjio sa 88,2 % na 69,2 %. Značajniji porast udjela soli bio je nakon dimljenja te se postepeno povećavao sve do 17,6 % nakon zrenja. S obzirom da udio pepela ovisi o NaCl, tako se i njegov sadržaj povećavao u skladu sa udjelom soli te je porastao sa 4,4 % na 19,3 %. Tijekom procesa proizvodnje dimljenog pršuta došlo je do porasta količine svih slobodnih aminokiselina zahvaljujući intenzivnoj proteolizi.

**Ključne riječi:** *dimljeni pršut, proces proizvodnje, fizikalno-kemijski parametri, aminokiseline*

**Rad sadrži:** 39 stranica, 2 slike, 3 tablice, 53 literaturna navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u:** Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** Doc. dr. sc. Nives Marušić Radovčić

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. prof. dr. sc. Helga Medić (predsjednik)
2. doc. dr. sc. Nives Marušić Radovčić (mentor)
3. doc. dr. sc. Mia Kurek (član)
4. doc. dr. sc. Katarina Lisak Jakopović (zamjenski član)

**Datum obrane:** 08. lipnja 2022.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**Department of Food Engineering**  
**Laboratory for Meat and Fish Technology**  
**Scientific area:** Biotechnical Sciences  
**Scientific field:** Food Technology  
**Graduate university study programme:** Nutrition

### CHANGES IN CHEMICAL COMPOSITION DURING THE SMOKED DRY-CURED HAM PROCESSING

*Antonia Vlašić, univ. bacc. nutr.*

0177049911

**Abstract:** The aim of this study was to determine the changes in chemical composition in the *biceps femoris* muscle during the five stages of smoked dry-cured ham production. The content of water, fat, protein, ash, NaCl and the content of amino acids and dipeptides carnosine and anserine were determined. Water content during production decreased from 74.8 % to 56.8 %, and water loss was most intense during drying and ripening. The fat content in raw ham was 5.5 % and increased to 12.5 % after ripening, while the protein content during production decreased from 88.2 % to 69.2 %. Significant increase of salt content occurred after the smoking phase and gradually increased to 17.6 %. Since the ash content depends on NaCl, its content increased in accordance with the salt content and increased from 4.4 % to 19.3 %. During the process of production of smoked dry-cured ham there was an increase in the amount of all free amino acids due to intensive proteolysis.

**Keywords:** *smoked dry-cured ham, production process, physicochemical parameters, amino acids*

**Thesis contains:** 39 pages, 2 figures, 3 tables, 53 references

**Original in:** Croatian

**Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) form is deposited in:** The Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

**Mentor:** PhD. Nives Marušić Radovčić, Assistant professor

**Reviewers:**

1. Helga Medić, PhD, Full professor
2. Nives Marušić Radovčić, PhD, Assistant professor
3. Mía Kurek, PhD, Assistant professor
4. Katarina Lisak Jakopović, PhD, Assistant professor (substitute)

**Thesis defended:** June 8<sup>th</sup>, 2022

## Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	3
<b>2.1. Suhomesnati proizvodi</b> .....	3
<b>2.2. Pršut</b> .....	4
<b>2.3. Dalmatinski pršut</b> .....	5
2.3.1. Povijest .....	5
2.3.2. Opća definicija .....	5
2.3.3. Opis sirovine .....	6
2.3.4. Tehnološki postupak proizvodnje dalmatinskog pršuta .....	7
2.3.4.1. Soljenje pršuta .....	7
2.3.4.2. Prešanje butova .....	8
2.3.4.3. Dimljenje pršuta .....	8
2.3.4.4. Sušenje pršuta .....	8
2.3.4.5. Zrenje pršuta .....	8
2.3.5. Opis gotovog proizvoda .....	9
<b>2.4. Fizikalno – kemijske promjene tijekom proizvodnje pršuta</b> .....	9
<b>2.5. Nutritivna vrijednost pršuta</b> .....	11
2.5.1. Proteini .....	12
2.5.1.1. Aminokiseline .....	12
2.5.1.2. Peptidi .....	13
2.5.2. Masti .....	14
2.5.3. Vitamini .....	15
2.5.4. Mineralne tvari .....	16
2.5.4.1. Sol .....	16
2.5.5. Utjecaj na zdravlje .....	17
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	18
<b>3.1. Materijali</b> .....	18
3.1.1. Uzorci pršuta .....	18
<b>3.2. Metode rada</b> .....	19
3.2.1. Određivanje udjela vode gravimetrijski .....	19
3.2.2. Određivanje proteina metodom po Kjeldahlu .....	19
3.2.4. Određivanje udjela masti .....	21
3.2.5. Određivanje natrijevog klorida .....	23
3.2.6. Određivanje sastava slobodnih aminokiselina i dipeptida .....	24



3.2.7. Statistička obrada podataka .....	24
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1. Fizikalno-kemijska analiza pršuta .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2. Sastav slobodnih aminokiselina i dipeptida .....</b>	<b>28</b>
<b>5. ZAKLJUČCI .....</b>	<b>33</b>
<b>6. LITERATURA .....</b>	<b>34</b>

## 1. UVOD

Pršut je trajni suhomesnati proizvod čija proizvodnja je tradicionalno vezana uz mediteranske zemlje, posebice Italiju, Španjolsku, Francusku, Portugal i Hrvatsku. Tehnološki postupak proizvodnje pršuta zasniva se prvenstveno na iskustvu i tradiciji, koja se prenosila s generacije na generaciju. Tijekom posljednjih desetak godina došlo je do iznimnog napretka ovog procesa zahvaljujući brojnim znanstvenim istraživanjima, što je značajno doprinijelo povećanom broju kvalitetno proizvedenih pršuta. Glavni razlog tomu je bolje razumijevanje biokemijskih procesa u mesu te korištenje stečenog znanja u svrhu stvaranja poželjnog okusa, arome i konzistencije proizvoda (Krvavica i Đugum, 2006).

Proces proizvodnje pršuta uključuje suho soljenje, gubitak vode i usporene kemijsko-enzimatske reakcije koje su odgovorne za promjene svježeg svinjskog buta sve do gotovog proizvoda. Svi navedeni procesi odvijaju se u posebnim uvjetima temperature, vlage i strujanja zraka. Nadalje, dolazi do promjene aktiviteta vode i pH vrijednosti te odvijanja proteolitičkih i lipolitičkih reakcija koje su zaslužne za posebne karakteristike gotovog proizvoda (Toldrá i sur., 2004). Postoji veliki broj različitih vrsta pršuta, čije osobine ovise o različitim čimbenicima kao što su genetska osnova, način uzgoja, dob, tjelesna masa i prehrana svinja te klimatski uvjeti, kakvoća buta i tehnologija proizvodnje (Krvavica i Đugum, 2006).

Tijekom procesa proizvodnje pršuta dolazi do promjene fizikalno-kemijskih parametara, odnosno smanjenja sadržaja vode i proteina te povećanja udjela soli i pepela. Navedene promjene proučavane su kod najpoznatijih europskih vrsta pršuta: španjolskog iberijskog i Serrano (León-Crespo i sur., 1986, Mariscal i sur., 2004), francuskog Bayonne (Monin i sur., 1997) te talijanskog Parma i San Daniele (Baldini i sur., 1992). Utvrđeno je kako se ovi pršuti značajno razlikuju po svojim fizikalno-kemijskim osobinama.

Dalmatinski pršut je trajan suhomesnati proizvod koji se tradicionalno proizvodi u području Dalmacije u Hrvatskoj. Razlikuje se od ostalih europskih pršuta po tome što u procesu proizvodnje prolazi fazu dimljenja, što doprinosi njegovoj specifičnoj aromi i organoleptičkim svojstvima. Na njegovu kakvoću značajno utječe i postupak salamurenja bez nitrata, nitrita i drugih aditiva (Kos i sur., 2015). „Dalmatinski pršut“ zaštićen je oznakom PGI, koja označava Registar proizvoda zaštićene zemljopisne oznake (Krvavica i Đugum, 2006).

Cilj ovog rada bio je odrediti promjene u kemijskom sastavu tijekom pet faza tehnološkog postupka proizvodnje dimljenog dalmatinskog pršuta: sirovi butovi, nakon soljenja, dimljenja, sušenja i zrenja. Analiza je provedena na uzorcima mišića *biceps femoris*, a određivan je osnovni kemijski sastav, odnosno udio vode, masti, proteina, pepela i NaCl te koncentracija slobodnih aminokiselina i dipeptida karnozina i anserina. Udio vode određen je gravimetrijskom metodom, udio masti metodom po Soxhletu, udio proteina metodom po Kjeldahlu, udio mineralnih tvari kao % pepela, udio NaCl titracijskom metodom po Mohru dok je koncentracija aminokiselina određena tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti (HPLC).

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Suhomesnati proizvodi

Suhomesnati proizvodi su velika skupina proizvoda od mesa čiji tehnološki postupak proizvodnje uključuje postupke soljenja ili salamurenja u kombinaciji s drugim oblicima konzerviranja kao što su dimljenje, zrenje ili termička obrada sa ili bez dimljenja (Živković, 1986). S obzirom na tehnološki postupak proizvodnje i način konzerviranja, suhomesnate proizvode možemo podijeliti na trajne i polutrajne suhomesnate proizvode (Pravilnik, 2012).

Prema Pravilniku o mesnim proizvodima (Pravilnik, 2012), trajne suhomesnate proizvode definiramo kao proizvode 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.

Prije stavljanja na tržište trajni suhomesnati proizvodi moraju imati zadovoljena određena senzorska svojstva. Njihova površina treba biti dovoljno osušena i čista, a dozvoljene su manje naslage plijesni u tankom sloju na pojedinim mjestima. Kod proizvoda koji sadrže kožu, ona mora biti svijetle do tamnosmeđe boje, bez ikakvih oštećenja. Što se tiče vanjskog izgleda, mirisa, okusa, konzistencije i teksture, oni moraju odgovarati vrsti mesa i zreлом proizvodu, a u slučaju da su dimljeni moraju imati miris i okus po dimu. Također, vanjski oblik mora biti što pravilniji. Dijelovi mesa moraju biti svijetlo do tamnocrvene boje, periferni dijelovi tamnije boje, dok masno tkivo treba biti čvrsto i bijele boje, a površinski slojevi mogu biti žućkaste boje. Aktivitet vode ( $a_w$ ) proizvoda može biti maksimalno 0,93 (Pravilnik, 2012).

Trajni suhomesnati proizvodi na tržište se stavljaju pod sljedećim nazivima: pršut, suha šunka, suha lopatica, suha vratina, kraška vratina, buđola i suha svinjska pečenica ili pod drugim nazivima sukladno članku 5. stavku 3. Pravilnika o mesnim proizvodima (Pravilnik, 2012).

## 2.2. Pršut

Soljenje, dimljenje i sušenje prvi su oblici čuvanja mesa od kvarenja te ujedno i način za kasniju konzumaciju. Prvi pisani podaci o načinu sušenja svinjskog mesa potječu iz ranog rimskog doba, kada je rimska riječ za usoljeni i osušeni cijeli svinjski but bila je *perxuctus*, što dolazi od latinske riječi *perexsuctus* – temeljito osušen. U kasnijem talijanskom jeziku ta riječ je modernizirana u *prosciutto*, a predstavlja usoljeni, osušeni i začinjeni zreli svinjski but (Krvavica i Đugum, 2006).

Prema Pravilniku o mesnim proizvodima (Pravilnik, 2012), pršut je trajni suhomesnati proizvod dobiven od svinjskog buta sa kostima, sa ili bez kože i potkožnog masnog tkiva, sa ili bez nogice, bez repa, sa ili bez zdjeličnih kostiju, sa ili bez dodatka začina, koji se konzervira postupkom suhog soljenja ili salamurenja sa ili bez dimljenja, podvrgnut procesima sušenja i zrenja u trajanju od najmanje 9 mjeseci. Senčić i Samac (2018) definiraju pršut kao trajan suhomesnati proizvod koji nastaje sušenjem svinjskih butova prirodnim putem ili kombinacijom umjetnog i prirodnog sušenja, s glavnim ciljem da se konzervira na duže vrijeme.

Proizvodnja pršuta najvjerojatnije potječe iz mediteranskih i primorskih zemalja upravo zbog posebnih klimatskih uvjeta koji prevladavaju u tim zemljama te pogoduju prirodnom sušenju i zrenju pršuta. Na području Mediterana postoji veliki broj različitih vrsta pršuta, a neki od najpoznatijih su talijanski Parma i San Daniele, španjolski iberijski i Serrano te francuski Bayonne i korzikanski pršut. Naše najpoznatije vrste pršuta su dalmatinski, istarski, drniški i krčki, a po kvaliteti nimalo ne zaostaju za navedenim vrstama pršuta (Krvavica i Đugum, 2006).

Tradicionalni postupak proizvodnje pršuta uglavnom uključuje faze soljenja, salamurenja te sušenja i zrenja, koji su ujedno i najbitniji. Paralelno s procesom soljenja odvija se i proces osmotske dehidracije, pri čemu sol ulazi u mišiće, a vlaga izlazi van. U mediteranskim zemljama, proces soljenja traje između 17 i 48 sati po kilogramu tjelesne težine, pri temperaturi od 0-4 °C i relativnoj vlažnosti zraka od 95 %. U skandinavskim zemljama taj proces se odvija u približno istim uvjetima, osim što soljenje traje 5-6 dana po kilogramu tjelesne težine. Ukupni proces soljenja u mediteranskim zemljama može potrajati i do nekoliko mjeseci, međutim, njegovo trajanje ovisi o velikom broju čimbenika, kao što su veličina pršuta, omjer mišićnog tkiva i mase, pH vrijednost, tehnologija, količina intramuskularne masti, prisutnost potkožnog masnog tkiva, itd. (Petrova i sur., 2015). Najvažniji učinci soli su bakteriostatsko djelovanje,

inhibicija rasta nepoželjnih mikroorganizama, snažno djelovanje na sve mišićne enzime te formiranje okusa (slanosti). Osim soli, u salamuru se mogu dodavati i drugi aditivi, od kojih su najčešći nitrati, nitriti, glukoza i askorbinska kiselina. Nakon soljenja i salamurenja, pršuti se drže na niskim temperaturama kako bi se sol ravnomjerno rasporedila po tkivu (Krvavica, 2006). Najbitnije promjene u tkivima događaju se za vrijeme sušenja i zrenja, čiji glavni temelj su dehidracija proizvoda i sniženje  $a_w$  jer na taj način smanjuje se aktivnost mikroorganizama te produljuje trajnost proizvoda. Osim toga, odvijaju se i brojni biokemijski procesi, od kojih su najznačajniji proteoliza i lipoliza, pri čemu dolazi do stvaranja kemijskih spojeva koji su zaslužni za specifičnu aromu i okus proizvoda (Krvavica i sur. 2012).

## **2.3. Dalmatinski pršut**

### 2.3.1. Povijest

Prerada i konzerviranje svinjskog mesa postupcima soljenja i sušenja započela je još u Starom Rimu te se proširila dalje po cijelom europskom kontinentu, uključujući i Dalmaciju. Nakon toga, tehnologija proizvodnje dalmatinskog pršuta prenosila se s generacije na generaciju te se s vremenom razvio postupak proizvodnje koji je karakterističan samo za područje Dalmacije. Danas taj postupak uključuje fazu dimljenja i salamurenje bez nitrata, nitrita i drugih aditiva. Prvi pisani trag o trgovini dalmatinskim pršutom potječe iz 1557. godine u kojem se navodi da se pršut zajedno sa sirom izvezio u Mletke i to preko Zadra. Dalmatinski pršut proizvodio se samo na seoskim gospodarstvima sve do II svjetskog rata, nakon kojeg je njegova organizirana proizvodnja značajno porasla. U posljednjih 20-ak godina, razvojem turizma i povećanom potražnjom za lokalnim namirnicama, povećava se njegova proizvodnja i on postaje autentični simbol Dalmacije (Kos i sur., 2015).

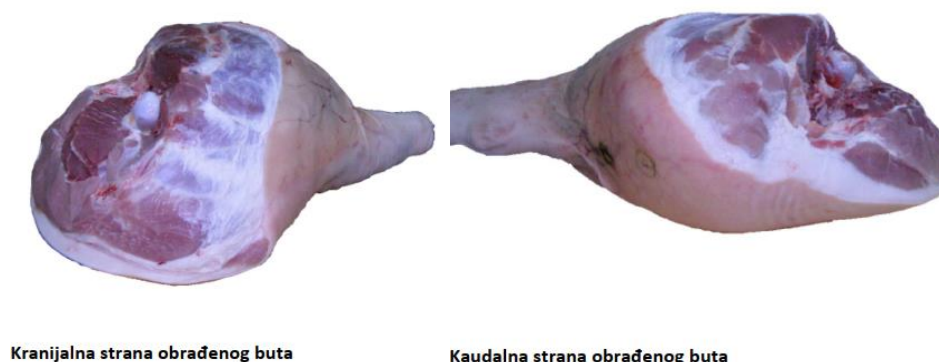
### 2.3.2. Opća definicija

Prema definiciji, dalmatinski pršut je trajan suhomesnati proizvod od svinjskog buta s kosti, kožom i potkožnim masnim tkivom, bez zdjeličnih kosti, suho soljen morskom soli, dimljen blagim izgaranjem tvrdog drva bukve (*Fagus sp.*), hrasta (*Quercus sp.*) ili graba (*Carpinus sp.*) te podvrgnut procesu sušenja i zrenja u trajanju od najmanje godinu dana (Kos i sur., 2015).

### 2.3.3. Opis sirovine

Za proizvodnju dalmatinskog pršuta tradicionalno se koriste svinje koje su uzgojene na vlastitim gospodarstvima, a uglavnom se radi o križancima različitih bijelih pasmina svinja (Krvavica i Đugum, 2006.). Prema Specifikaciji za dalmatinski pršut (Kos i sur., 2015), svježi but za proizvodnju dalmatinskog pršuta mora biti odvojen od svinjske polovice između zadnjeg slabinskog kralješka (*v. lumbales*) i prvog križnog kralješka (*v. sacrales*). Kako bi but bio pogodan za proizvodnju pršuta, u njemu se ne smiju nalaziti zdjelične kosti, odnosno bočna kost (*os ilium*), sjedna kost (*os ishii*), preponska kost (*os pubis*) i križna kost (*os sacrum*), a moraju biti odstranjeni i repni kralješci (*v. caudales*). U muskulaturi buta mora ostati samo dio sjedne kosti s hrskavicom (*tuber ishii*). But nema nogicu koja je odvojena u skočnom zglobu (*articulus tarsi*). S medijalne i lateralne strane but ima kožu i potkožno masno tkivo (slika 1). Masa obrađenog buta mora težiti najmanje 11 kg. Što se tiče kvalitete mesa, na svježem butu ne smije biti nikakvih vidljivih znakova traumatskih procesa, a meso buta mora biti crvenkasto-ružičaste boje, kompaktne strukture i suhe površine. U trenutku uvođenja buta u pršutanu, pH vrijednost koja se mjeri u mišiću *semimembranosus* treba iznositi između 5,5 i 6,1.

Poželjno je da debljina slanine s kožom na vanjskom dijelu svježe obrađenog buta bude 20-25 mm. Svježi butovi smiju se podvrgavati samo postupku hlađenja, što znači da se u fazama skladištenja i transporta moraju čuvati na temperaturama između 1 i 4 °C. Vrijeme koje smije proteći od klanja svinja do početka soljenja buta ne smije biti kraće od 24 ni dulje od 96 sati (Kos i sur., 2015).



**Slika 1.** Svježi but namijenjen proizvodnji dalmatinskog pršuta (Kos i sur., 2015)

*Biceps femoris* i *semimembranosus* najvažniji su mišići svinjskog buta s obzirom na njihov kemijski sastav i biokemijske reakcije koje se odvijaju tijekom procesa proizvodnje pršuta. *Biceps femoris* je unutarnji mišić prekriven masnim tkivom s jedne strane što usporava prodor soli u njega, dok je *semimembranosus* mišić koji se nalazi blizu površine koja nije prekrivena s masti zbog čega sol tijekom soljenja brzo prodire u njega. Spori prodor soli u mišić *biceps femoris* omogućuje veću proteolitičku aktivnost u ovom mišiću što utječe na kvalitetu teksture gotovog proizvoda (Petrova i sur., 2015). Komponente koje su najzastupljenije u mišiću mesa su voda, proteini, lipidi i minerale tvari, a njihov udio ovisi o različitim čimbenicima.

Tradicionalna proizvodnja dalmatinskog pršuta karakteristična je za seoska gospodarstva u Dalmatinskoj zagori (područje Drniša, Knina, Sinja, Imotskog i zaleđa Šibenika, Zadra i Omiša) (Krvavica i Đugum, 2006).

#### 2.3.4. Tehnološki postupak proizvodnje dalmatinskog pršuta

Prilikom proizvodnje dalmatinskog pršuta potrebno je provesti kontrolu kvalitete svježih butova te izabrati samo one butove koji imaju zadovoljena sva fizikalno-kemijska i senzorska svojstva. U pojedinim slučajevima, postoji mogućnost i dodatne obrade butova radi dobivanja pravilnog konačnog oblika. Ključne faze u proizvodnji dalmatinskog pršuta predstavljaju soljenje, prešanje, dimljenje, sušenje i zrenje (Kos i sur., 2015).

##### 2.3.4.1. Soljenje pršuta

Soljenje dalmatinskog pršuta vrši se korištenjem morske soli i postupkom suhog soljenja butova. Vrlo je bitno da se tijekom cijele faze soljenja održava niska temperatura, između 0 i 5 °C s relativnom vlažnošću zraka između 80 i 90 %, kako ne bi došlo do nepoželjnih posljedica poput smrdljivog zrenja. Prije soljenja potrebno je istisnuti svu zaostalu krv iz svježeg buta. Tijekom soljenja važno je da butovi budu pri istoj temperaturi (1 – 4 °C) kako bi se sol mogla brzo i ravnomjerno rasporediti, iz razloga što jako hladni butovi upijaju manje soli, a nedovoljno ohlađeni imaju tendenciju kvarenja. Bitno je naglasiti kako nije dozvoljena upotreba nikakvih začina, konzervansa ni aditiva. Nakon što se butovi dobro natrljaju po cijeloj površini sa suhom soli ostave se ležati s medijalnom stranom okrenutom prema gore. Nakon 7 – 10 dana butovi se ponovno natrljaju sa soli i ostave ležati s medijalnom stranom okrenutom prema dolje.



#### 2.3.4.2. Prešanje butova

Prešanje se odvija na način tako da se butovi slože u redove između ploča i opterete, a temperatura i relativna vlažnost zraka moraju biti jednake kao i kod faze soljenja. Glavni cilj ove dodatne faze, koja se odvija u posljednjem dijelu soljenja, jest pravilno oblikovanje pršuta koji se na tržište stavljaju u cjelovitom obliku s kosti. Faza prešanja traje 7 – 10 dana nakon čega se butovi isperu čistom vodom i ocijede te su potom spremni za dimljenje, sušenje i zrenje.

#### 2.3.4.3. Dimljenje pršuta

Butovi vežu se sa špagom ili se vješaju na kuku od nehrđajućeg čelika iznad petne kvrge (*tuber calcanei*) i prenašaju u drugu komoru zbog ujednačavanja temperature prije dimljenja. Nakon što se izjednači temperatura soljenih i ocijeđenih butova sa temperaturom komore slijedi faza dimljenja. Dimljenje se vrši upotrebom hladnom dima koji se dobiva izgaranjem tvrdog drva ili piljevine bukve (*Fagus sp.*) i hrasta (*Quercus sp.*). Temperatura ne smije prijeći 22 °C jer se tada prelazi granica hladnog dimljenja te može doći do denaturacije proteina u površinskom sloju, kao i kvarenja pršuta. Dimljenje traje najviše do 45 dana.

#### 2.3.4.4. Sušenje pršuta

Sušenje dalmatinskog pršuta odvija se pri temperaturi između 12 i 16 °C te relativnoj vlažnosti zraka smanjenoj sa 90 % na 70 % u trajanju do tri mjeseca.

#### 2.3.4.5. Zrenje pršuta

Faza zrenja odvija se u zamračenoj komori sa stabilnom mikroklimom koja ima otvore za izmjenu zraka kako bi se pravilno odvijao tehnološki proces. Temperatura se kreće između 12 i 15 °C, a relativna vlažnost zraka između 65 % i 75 %. U uvjetima stabilne mikroklike mogu se odvijati se svi biokemijski procesi kako bi se postigao optimalan miris, boja i okus. Zrenje traje šest mjeseci, a nakon godinu dana od početka soljenja pršut je zreo i spreman za konzumaciju.

### 2.3.5. Opis gotovog proizvoda

Tradicionalni dalmatinski pršut karakterizira specifičan oblik, osobita aroma, blagi slani okus, jednolična crvena boja mišićnog tkiva te poželjna konzistencija. Također, ne smije sadržavati nikakve dodatke osim morske soli. Prije stavljanja na tržište dalmatinski pršut treba zadovoljiti određena senzorska svojstva. Mora biti pravilnog oblika, bez zarezotina, pukotina, visećih dijelova kože i mišića te bez velikih nabora na koži. Potkožno masno tkivo mora biti bijele do ružičasto-bijele boje, dok mišićno tkivo treba imati crvenu do svijetlocrvenu boju. Gotov proizvod ne smije imati prisutne strane mirise (katran, nafta, svježe meso) već treba imati ugodnu aromu na usoljeno, suho i dimljeno meso. Okus mora biti slan ili blago slankast, dok nedefinirana i isprepletana mješavina okusa nije dopuštena. Konzistencija treba biti mekana, a tvrda konzistencija i minimalna topljivost nisu prihvatljive. Što se tiče kemijskih svojstava, sadržaj vode treba biti između 40 i 55 %,  $a_w$  ispod 0,93, a udio soli (NaCl) treba se kretati između 4,5 i 7,5 %. U trenutku stavljanja zajedničkog vrućeg žiga (postupak kojim se odobrava stavljanje pršuta na tržište) masa dalmatinskog pršuta mora iznositi najmanje 6,5 kg.

### 2.4. Fizikalno – kemijske promjene tijekom proizvodnje pršuta

Fizikalne i kemijske promjene, koje se za vrijeme svih faza tehnološke prerade pršuta događaju istovremeno, međusobno su povezane na način da uvjetuju jedna drugu. One se mogu razlikovati s obzirom na vrstu i tehnologiju uzgoja svinja te tehnološki postupak proizvodnje pršuta.

Soljenjem i salamurenjem dolazi do penetracije soli i sastojaka salamure u tkivo. Paralelno sa soljenjem događa se i proces osmotske dehidracije, kada voda migrira iz dubljih dijelova prema površini, a istovremeno sol i drugi otopljeni sastojci salamure difundiraju unutar proizvoda (Petrova i sur., 2015). Na taj način mijenja se sastav površinskog sloja kao posljedica evaporacije vodene pare s površine proizvoda, a ujedno se mijenjaju oblik i debljina pojedinih slojeva. Gubitkom vode s površinskog sloja povećava se koncentracija soli u njemu te sol difundira dalje u sve dublje slojeve. Gubitak vode tijekom sušenja odvija se postupno, a rezultat je istovremene evaporacije vode s površine prema van i prijenosa topline strujanjem zraka prema proizvodu. Naime, na početku sušenja voda se gubi brzo s površine, dok dublji slojevi gube vodu tek u kasnijim fazama sušenja. Taj proces uravnoteženja sadržaja vode vrlo sporo se odvija te na kraju faze sušenja sadržaj vode gotovo da se više ni ne mijenja. Bitno je naglasiti kako su difuzija i evaporacija vode vrlo složeni procesi koji su najintenzivniji za vrijeme sušenja

i zrenja (Krvavica i sur., 2012). Također, proces soljenja izaziva bubrenje mesa. Na taj način mijenja se tekstura proizvoda te sam proizvod postaje mekši, topljiviji pri žvakanju i može se lakše rezati, što značajno doprinosi organoleptičkim svojstvima pršuta. S obzirom da površinski sloj sadrži veći udio suhe tvari, tvrdi je u odnosu na unutarnje slojeve proizvoda (Ruiz-Ramirez i sur., 2005). Međutim, kod presušenih proizvoda može doći do narušavanja svih organoleptičkih svojstava. Prebrzi gubitak vode uzrokuje denaturaciju proteina u površinskom sloju te stvaranje tvrde kore. Zatim, dolazi do odvajanja površinskog sloja od unutarnjeg i stvaranja udubljenja, a kisik u udubljenim područjima potiče rast aerobnih mikroorganizama, lipidnu oksidaciju, stvaranje lošeg mirisa i naposljetku kvarenje proizvoda. Iz tog razloga, vrlo je bitno da se sušenje proizvoda odvija sporo (Zukál i Incze, 2010).

Glavni rezultat postupka sušenja mesa je gubitak vode – dehidracija. Smanjenjem količine vode, odnosno smanjenjem  $a_w$ , inhibira se rast mikroorganizama te sprječava se kvarenje proizvoda i produljuje rok trajnosti. Kada je u pitanju proizvodnja pršuta,  $a_w$  je potrebno sniziti do točno određene vrijednosti, koja ovisi o temperaturi skladištenja proizvoda. Ta vrijednost iznosi 0,90, a iz dosadašnjih istraživanja otkriveno je kako se voda u sirovom mesu mora smanjiti na najmanje 40 % kako bi se postigla navedena vrijednost (Ruiz-Ramirez i sur., 2005). S obzirom da se radi o velikom gubitku vode, od čak 60 %, postupak sušenja mesa potrebno je kombinirati i s drugim postupcima konzerviranja (soljenje, salamurenje i dimljenje) kako bi se  $a_w$  smanjio do željene razine (Krvavica i sur., 2012). Također,  $a_w$  ovisi i o pH proizvoda - što je pH vrijednost proizvoda viša,  $a_w$  mora biti niži (Ruiz-Ramirez i sur., 2005). Promjene u kemijskom sastavu tkiva nastupaju već u prvom koraku soljenja i salamurenja, a poznato je kako poželjna senzorska svojstva pršuta nastaju kao posljedica složenih kemijskih reakcija koje se odvijaju za vrijeme faze zrenja. Reakcije razgradnje proteina i masti, odnosno proteoliza i lipoliza, ključne su reakcije odgovorne za stvaranje poželjnog okusa i arome. Na organoleptička svojstva utječu i brojne druge kemijske reakcije u koje su uključeni endogeni enzimi, poput lipidne oksidacije, Maillardove reakcije, Streckerove degradacije i ostalih. Proteoliza je složen biokemijski proces u kojem se proteini djelovanjem endogenih enzima hidroliziraju u manje peptide i slobodne aminokiseline. Razgradnja započinje djelovanjem endogenih enzima kalpaina i katepsina pri čemu nastaju polipeptidi srednje veličine (Krvavica i sur., 2012). Tijekom sušenja i zrenja, dolazi do smanjenja aktivnosti vode, a time i smanjenja aktivnosti navedenih enzima (Petrova i sur., 2015). Istraživanja su pokazala kako aktivnost kalpaina i katepsina duže traje u mišiću *biceps femoris* u odnosu na mišić *semimembranosus*, a glavni

razlog je taj što je *semimembranosus* vanjski mišić, stoga brže upija sol, a time i brže smanjuje aktivnost ovih enzima (Parreno i sur., 1994). Zatim, nastavlja se razgradnja polipeptida do manjih peptida, koji utječu na okus finalnog proizvoda, te razgradnja manjih peptida djelovanjem aminopeptidaza do slobodnih aminokiselina, koje su zaslužne za okus i aromu. Slobodne aminokiseline sudjeluju kao supstrati i u daljnjim reakcijama koje doprinose formiranju konačne arome i okusa. Dulje trajanje procesa zrenja utječe na povećano stvaranje aminokiselina (Petrova i sur., 2015). Tijekom proizvodnje pršuta najviše dolazi do porasta razine lizina, alanina i glutaminske kiseline (Jurado i sur., 2007). Također, razgradnjom miofibrilarnih proteina koji grade mišićnu strukturu dolazi do formiranja teksture konačnog proizvoda. Nadalje, okus i aroma pršuta ovise o količini, sastavu i načinu razgradnje lipida tijekom proizvodnje. Lipolitički enzimi u pršutu nalaze se u mišićima i masnom tkivu. Fosfolipidi i trigliceridi razgrađuju se djelovanjem enzima fosfolipaza i lipaza na slobodne masne kiseline, čijom oksidacijom nastaju hlapljivi spojevi koji daju specifičnu aromu i okus proizvodu. Smatra se kako su fosfolipidi među bitnijim spojevima za stvaranje arome jer većina aminokiselina potječe upravo iz fosfolipida (Buscailhon i sur., 1994). Također, na okus utječu i kratkolančane slobodne masne kiseline. Svjetlost, prisustvo soli i povišena temperatura mogu potaknuti lipidnu peroksidaciju, pri čemu nastaju spojevi kao što su hidroperoksidi, aldehidi, ketoni, alkoholi, esteri i drugi, koji uzrokuju nepoželjnu aromu pršuta (Petrova i sur., 2015). Poznavanje složenog sustava kemijskih reakcija u tkivima suhomesnatih proizvoda omogućuje primjenu odgovarajućih tehnoloških postupaka kako bi se u konačnici dobio što kvalitetniji proizvod (Krvavica i sur., 2012).

## **2.5. Nutritivna vrijednost pršuta**

Na nutritivnu vrijednost pršuta utječe veliki broj čimbenika, poput načina uzgoja, starosne dobi i genotipa svinje te načina proizvodnje mesa. Svinjsko meso odličan je izvor proteina, minerala i masti, međutim, njegova prekomjerna konzumacija uzrokuje povećan unos zasićenih masti, kolesterola i soli, koji u velikim količinama mogu negativno utjecati na zdravlje. Iako još uvijek nije u potpunosti razjašnjen utjecaj pršuta na zdravlje, veliki broj znanstvenika smatra kako pršut može biti zdrava namirnica i uvrstiti se u svakodnevnu prehranu (Jiménez-Colmenero i sur., 2010).

### 2.5.1. Proteini

Sadržaj proteina u pršutu iznosi otprilike 30 g/100 g, ovisno o duljini sušenja pršuta i udjelu masti. Pršut se smatra izvrsnim izvorom biološki vrijednih proteina jer sadrži sve esencijalne aminokiseline u dobrim omjerima. Tijekom procesa proizvodnje pršuta dolazi do kemijske reakcije proteolize te, djelovanjem endogenih enzima, cijepanja proteina na manje peptide i slobodne aminokiseline (Jiménez-Colmenero i sur., 2010).

#### 2.5.1.1. Aminokiseline

Esencijalne aminokiseline su spojevi koje naše tijelo ne može sintetizirati i zbog toga ih moramo unositi putem hrane (Marušić i sur., 2013). Brojne su biološki važne funkcije esencijalnih aminokiselina, počevši od izgradnje mišićnog tkiva, obnove mišića nakon ozljeda i operacija, pa sve do djelovanja na imunološki sustav, stoga ih je vrlo bitno prehranom unositi u dovoljnim količinama (Li i sur., 2007). Slobodne aminokiseline nastaju u procesu proizvodnje pršuta iz mišićnih peptida, uz pomoć aminopeptidaza koje djeluju na N-terminalnim krajevima proteina i peptida. Duljim trajanjem proteolize dolazi do sve većeg porasta koncentracije aminokiselina. Također, nekoliko dodatnih čimbenika, poput rezidualne aktivnosti enzima, temperature, pH vrijednosti, dostupnosti supstrata i sastava proizvoda, utječe na porast koncentracije slobodnih aminokiselina u proizvodu (Salazar i sur., 2020). Slobodne aminokiseline apsorbiraju se putem crijevne sluznice i pokazuju visoku bioraspoloživost.

Koncentracija lizina u pršutu iznosi oko 700 mg/100 g, što nam sugerira visoku probavljivost proteina iz pršuta, a on može sudjelovati i kao supstrat u daljnjim kemijskim reakcijama, poput Maillardove reakcije. Nadalje, aminokiseline taurin i glutamin mogu pozitivno utjecati na naš živčani sustav. Taurin se u pršutu nalazi u koncentraciji od 80 mg/100 g te je esencijalna aminokiselina za vrijeme dojenja i bolesti, a iako se koncentracija glutamina u pršutu tijekom sušenja smanji na otprilike 5 mg /100 g, on ima bitnu ulogu u metaboličkim procesima i prevenciji određenih bolesti. Triptofan se povezuje s oporavkom od mentalnog umora, dok se leucin, izoleucin i valin povezuju s oporavkom nakon fizičke aktivnosti (Jiménez-Colmenero i sur., 2010).

### 2.5.1.2. Peptidi

Biološki aktivni peptidi su spojevi koji sadrže 2 – 20 aminokiselinskih ostataka povezanih peptidnim vezama, a oslobađaju se tijekom sušenja pršuta u biokemijskom procesu proteolize, djelovanjem mišićnih peptidaza (Martínez-Sánchez i sur., 2017). Dosadašnje studije utvrdile su brojne pozitivne učinke bioaktivnih peptida dobivenih iz hrane na zdravlje, uključujući antioksidativno, antihipertenzivno i antibakterijsko djelovanje (Gallego i sur., 2019). Osim na zdravlje, oni utječu i na kvalitetu finalnog proizvoda na način da produljuju rok trajnosti i poboljšavaju senzorska svojstva proizvoda. Pršut sadrži nekoliko različitih endogenih antioksidansa: tokoferole, ubikvinon, glutation, karnozin, anserin i druge.

Karnozin i anserin su dipeptidi bazirani na histidinu te glavne antioksidativne komponente u mesu. Oni sudjeluju u prevenciji oksidativnog stresa tako da sprječavaju lipidnu oksidaciju inhibicijom katalizatora i slobodnih radikala. Uz to, poboljšavaju stabilnost boje i smanjuju okus užglosti. Bitno je naglasiti kako su vrlo stabilni i otporni na proteolizu te se njihov sastav ne mijenja tijekom procesa proizvodnje pršuta (Jiménez-Colmenero i sur., 2010).

L-karnitin je „tvar slična vitaminima“ koja u ljudskom tijelu sudjeluje u stvaranju energije i snižavanju razine kolesterola. Njegov glavni izvor su meso i proizvodi od mesa te iako ga naš organizam može sintetizirati, većina L-karnitina u ljudskom tijelu potječe iz hrane. Također, sudjeluje u proizvodnji energije i metabolizmu lipida u različitim organima, kao što su skeletni mišići i srce. Poznato je kako potpomaže apsorpciju kalcija, čime sudjeluje u jačanju kostiju (Marušić i sur., 2013).

Koenzim Q10 (ubikvinon) ključna je komponenta respiratornog mitohondrijskog lanca i ima bitnu ulogu procesu oksidacijske fosforilacije. Smatra se kako koenzim Q10 štiti od kardiovaskularnih bolesti zahvaljujući njegovoj bioenergetskoj ulozi, pozitivom učinku na poboljšanje endotelne funkcije i borbi protiv oksidacije lipoproteina niske gustoće (Marušić i sur., 2013).

Inhibitorni i antioksidativni peptidi angiotenzin-1-konvertirajućeg enzima (ACE), poznatiji kao ACE inhibitori, imaju veliki značaj u liječenju hipertenzije. Osim što snižavaju krvni tlak, mogu smanjiti rizik od ukupnih kardiovaskularnih bolesti, šećerne bolesti i metaboličkog sindroma. (Čulić, 2016). Ovi bioaktivni peptidi nastaju tijekom proizvodnje pršuta, pa se može zaključiti kako je pršut odličan izvor antihipertenzivnih i antioksidativnih spojeva koji štite od oksidativnih oštećenja i smanjuju rizik od srčanih oboljenja (Marušić i sur., 2013).

## 2.5.2. Masti

Veliki broj dokaza upućuje na činjenicu kako prehrambene masti imaju bitnu ulogu u prevenciji i liječenju različitih kroničnih bolesti, posebice kardiovaskularnih. Međutim, postoji određena zabrinutost kada je u pitanju konzumacija pršuta – povećan unos kalorija koje potječu iz masti, kao i povećan unos zasićenih masnih kiselina te kolesterola.

Sadržaj masti u mesu ovisi o različitim čimbenicima, uključujući način prehrane životinje, način rezanja mesa, uvjete kuhanja i ostalo. Naime, ako je prehrana svinje bogata zasićenim masnim kiselinama, tada će razine palmitinske, palmitoleinske, stearinske i oleinske kiseline biti povišene te će omjer polinezasićenih/zasićenih masnih kiselina biti niži. Suprotno tome, ako je prehrana obogaćena linolnom kiselinom, koja se nalazi u namirnicama poput soje, kukuruza, suncokreta i ječma, tada će i meso te svinje biti obogaćeno navedenom masnom kiselinom (Toldrá i sur., 2004). Osim utjecaja na zdravlje, masti u pršutu utječu i na senzorska svojstva konačnog proizvoda, točnije, teksturu i okus.

Udio zasićenih masnih kiselina u pršutu iznosi otprilike 35-40 %, mononezasićenih 45-50 % te polinezasićenih 10-15 %. Nutricionisti smatraju kako je bitniji omjer polinezasićenih/zasićenih masnih kiselina i omega-6/omega-3 masnih kiselina, nego udio slobodnih masnih kiselina u pršutu. Omjer omega-6/omega-3 ne bi trebao biti veći od četiri jer previsok unos omega-6 masnih kiselina može potaknuti razvoj karcinoma, autoimunih i raznih upalnih bolesti (Ivanović i sur., 2016). Rezultati provedenog istraživanja pokazali su kako je upotreba lanenog ulja u prehrani svinja značajno povećala udio omega-3 masnih kiselina i linolenske kiseline, blago povećala udio eikozapentaenske (EPA) i dokozaheksaenske kiseline (DHA), dok je smanjila udio linoleinske kiseline (Jiménez-Colmenero i sur., 2006). Također, neke studije ispitale su utjecaj dodatka omega-3 masnih kiselina u mesu zbog njihovog pozitivnog utjecaja na smanjenje razina lipoproteina niske gustoće (LDL), kolesterola i triglicerida u krvi. Pršut također sadrži dobre količine konjugirane linoleinske kiseline (CLA). Još uvijek ispituje se njezin utjecaj na povećanje mišićne tjelesne mase i smanjenje udjela masnog tkiva, kao i antikancerogeni učinak (Higgs, 2000).

Mišićni lipidi u pršutu sadrže triacilglicerole, koji se nalaze u masnim stanicama, dok se membrana sastoji od fosfolipida i kolesterola. Fosfolipidi i triacilgliceroli tijekom proizvodnje pršuta razgrađuju se na slobodne masne kiseline, uz pomoć enzima fosfolipaza i lipaza. Pršut sadrži visoke količine sljedećih zasićenih masnih kiselina: palmitinske (25 %), stearinske (12 %) i miristinske kiseline (1,5 %). Pojedine zasićene masne kiseline utječu na porast ukupnog

kolesterola u krvi, LDL-a i omjera HDL-a/LDL-a, što se povezuje s povećanim rizik od kardiovaskularnih bolesti (Jiménez-Colmenero i sur., 2010).

Razine kolesterola u pršutu razlikuju se ovisno o kojoj je vrsti pršuta riječ. Primjerice, u španjolskom Serrano pršutu njegova koncentracija iznosi otprilike 70 mg/100 g, dok u talijanskom Parma pršutu iznosi između 62 i 76 mg/100 g. Konzumacija 30 g pršuta doprinosi unosu kolesterola manjem od 8 % od ukupnog preporučenog dnevnog unosa, koji prema preporukama Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) iznosi 300 mg/dan (Jiménez-Colmenero i sur., 2010).

Nezasićene masne kiseline i kolesterol značajno doprinose okusu, teksturu i boji pršuta, međutim, tijekom procesa proizvodnje pršuta može doći do njihove oksidacije te nastajanja nepoželjnih nusprodukata. Neki od tih produkata, poput hidroperoksida i derivata kolesterola (COP), mogu imati karcinogeni, mutageni, citotoksični i aterogeni učinak. Ipak, istraživanja su pokazala kako su koncentracije COP u pršutu ispod gornje maksimalne granice, koja iznosi 1 ppm, što je niže od sličnih produkata koji se nalaze u mliječnim proizvodima, jajima i kuhanom mesu (Jiménez-Colmenero i sur., 2010).

### 2.5.3. Vitamini

Pršut je odličan izvor vitamina B skupine – tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina, vitamina B6 i B12. Bitno je naglasiti kako udio vitamina B skupine ovisi i o njihovom udjelu u sirovom mesu, kao i procesima proizvodnje. Zanimljiva je činjenica kako je meso jedini životinjski izvor vitamina B12, a glavna uloga ovog vitamina je sudjelovanje u brojnim enzimskim reakcijama i utjecaj na normalno funkcioniranje središnjeg živčanog sustava (Mulvihil, 2004). Zbog toga, vegetarijancima i veganima često nedostaje vitamina B12 u prehrani te ga moraju unositi putem dodataka prehrani. Svinjetina i proizvodi od svinjetine (suha šunka, pršut) dobar su izvor tiamina (0,57-0,84 mg/100 g) i riboflavina (0,20-0,25 mg/100 g). Tiamin također sudjeluje kao kofaktor u brojnim enzimskim reakcijama koje reguliraju apetiti i živčani sustav (Mulvihil, 2004). Nadalje, pršut sadrži vitamin B6 i niacin u visokim količinama, a s obzirom da je njihov glavni izvor uglavnom aminokiselina triptofan, puno brže se apsorbiraju u tijelu u odnosu na vitamin B6 koji je vezan za glukozu u hrani biljnog podrijetla (Higgs, 2000). Koncentracija folata u pršutu iznosi svega 13,5 µg/100 g, a zajednički unos folata te vitamina B6 i B12 snižava razinu homocisteina u krvi, čija se visoka koncentracija povezuje s rizikom od kardiovaskularnih bolesti. Meso sadrži niske količine vitamina E, koji se uglavnom nalazi u



masnom tkivu, međutim, zadnjih nekoliko godina došlo je do porasta koncentracije vitamina E u mesu jer je došlo i do promjena u načinu prehrane životinja (Jiménez-Colmenero i sur., 2010).

#### 2.5.4. Mineralne tvari

Pršut je dobar izvor željeza, cinka, kalija, magnezija i selen. Sadržaj željeza u pršutu iznosi između 1,8 i 3,3 mg/100 g, a zbog visoke biorasploživosti doprinosi boljoj apsorpciji ne-hem željeza iz drugih izvora hrane. Poznato je kako nedostatak željeza dovodi do anemije, koja je veliki zdravstveni problem u svijetu, posebno kod određenih skupina, kao što su trudnice i djeca. Također, pršut je odličan izvor i cinka čije koncentracije se kreću između 2,2 i 3,0 mg/100 g. Cink je esencijalan mikronutrijent u našem tijelu te je uključen u sastav i aktivnost više od 200 enzima. Iako je njegova biorasploživost manja u hrani biljnog podrijetla, kombiniranjem povrća i proteina životinjskog podrijetla možemo ju povećati. Nadalje, koncentracija magnezija u pršutu kreće se između 17 i 24 mg/100 g, a on igra bitnu ulogu kao kofaktor u brojnim enzimskim i metaboličkim procesima, kao i prevenciji osteoporoze i kardiovaskularnih bolesti. Njegov sadržaj u pršutu ovisi o načinu prehrane svinje i vrsti soli koja se dodaje u pršut, poput magnezijevog aspartata, magnezijevog aspartat hidroklorida i magnezijevog fumarata (Higgs, 2000). Svinjsko meso sadrži oko 14 µg selen na 100 g mesa. Selen je element u tragovima koji djeluje kao antioksidans te sudjeluje u borbi protiv karcinoma i kardiovaskularnih bolesti (Mulvihill, 2004).

##### 2.5.4.1. Sol

Kuhinjska sol (NaCl) je sastojak koji omogućava normalno funkcioniranje organizma i to na nekoliko načina: regulira krvni tlak, prijenos živčanih i mišićnih podražaja te apsorpciju hranjivih tvari u probavnom sustavu. Također, kuhinjska sol je bitan sastojak mesnih proizvoda, s obzirom da pridonosi povećanju sposobnosti vezanja vode i masti, formiranju boje, okusa i teksture te osiguranju mikrobiološke ispravnosti gotovog proizvoda. Iako je nužna za normalnu funkciju organizma, utvrđeno je kako je njezin prekomjeren unos štetan za ljudsko zdravlje te može uzrokovati različite poremećaje u organizmu. Naime, može dovesti do povišenog krvnog tlaka, koji zatim uzrokuje povećani rizik od srčanih, moždanih i bubrežnih bolesti. Prema preporukama WHO, dnevni unos soli ne bi trebao biti veći od 5,0 g, odnosno dnevni unos natrija ne bi trebao biti veći od 2000 mg. Tijekom procesa proizvodnje pršuta koriste se postupci

soljenja i salamurenja koji utječu na povećanje koncentracije natrija u pršutu i do 1200 mg/100 g.

Prema podacima Hrvatske agencije za hranu (HAH), prosječnom konzumacijom 29,79 g/dan pršuta unese se 1,87 g soli, što je približno trećini vrijednosti maksimalnog preporučenog dnevnog unosa soli. Može se zaključiti kako se prosječnom konzumacijom pršuta ne prelazi preporučeni dnevni unos soli, ali svejedno značajno doprinosi njenom unosu. Stoga, konzumacija pršuta u svakodnevnoj prehrani treba biti umjerena, a osobama koje pate od prekomjerne tjelesne težine i povišenog krvnog tlaka se ograničava (Pleadin i sur., 2015).

#### 2.5.5. Utjecaj na zdravlje

Pršut sadrži esencijalne aminokiseline i bitne mikronutrijente, stoga ima visok potencijal da bude dio zdrave i uravnotežene prehrane (Ivanović i sur., 2016). Brojne kliničke studije ispitale su utjecaj uključivanja pršuta (posebno Iberijskog) u svakodnevnu prehranu kod odraslih osoba te se pokazalo kako ima pozitivno djelovanje na lipidni profil u krvi, krvni tlak i lipidnu peroksidaciju. Naime, njegova konzumacija utječe na snižavanje ukupnog kolesterola u plazmi, triglicerida i LDL kolesterola (Jiménez-Colmenero i sur., 2010). Istraživanje iz 2009. godine, koje je trajalo šest godina i uključivalo 13 293 zdravih ispitanika, proučavalo je utjecaj konzumacije pršuta na pojavu kardiovaskularnih bolesti (koronarne bolesti srca ili moždanog udara), hipertenzije i povećanje tjelesne mase. Rezultat su pokazali kako nije bilo poveznice između konzumacije pršuta i navedenih bolesti (Ruiz-Canela López i sur., 2009).

Glavni čimbenici koji dovode u pitanje nutritivnu vrijednost pršuta su visoka količina soli i kvaliteta masti. Iako postoji pretpostavka kako pršut obiluje zasićenim masnim kiselinama, pokazalo se kako zapravo sadrži visoke količine mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina. Međutim, problem je visoki udio omega-6 polinezasićenih masnih kiselina te posljedično tome, visoki omjer omega-6/omega-3 masnih kiselina, koji ne bi trebao biti veći od četiri. Isto tako, visoke količine soli u pršutu ograničavajući su čimbenik za osobe koje imaju visoki krvni tlak ili prekomjernu tjelesnu masu. Promjenama u tehnološkom procesu proizvodnje pršuta može se utjecati na smanjenje količina navedenih nutrijenata (Jiménez-Colmenero i sur., 2010).

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. Materijali

##### 3.1.1. Uzorci pršuta

Kao eksperimentalni materijali u ovom istraživanju korišteni su uzorci dimljenog dalmatinskog pršuta iz pet različitih faza proizvodnje: sirovi butovi, nakon soljenja, dimljenja, sušenja i zrenja. Ukupno 50 pršuta težine  $11,90 \pm 0,50$  kg dobiveno je od svinja pasmine Duroc  $\times$  (Yorkshire  $\times$  Landrace). Pršuti iz ovog istraživanja proizvedeni su u skladu s PGI specifikacijom za dalmatinski pršut, a konačna masa im je iznosila  $7.50 \pm 0.40$  kg. Proces proizvodnje uključivao je sljedećih nekoliko faza: soljenje u trajanju do 30 dana ( $0-5$  °C, relativna vlažnost zraka između 80 % i 90 %), hladno dimljenje u trajanju od 45 dana ( $<22$  °C), sušenje u trajanju do tri mjeseca ( $12-16$  °C, relativna vlažnost zraka smanjena sa 90 % na 70 %) te zrenje u trajanju od šest mjeseci ( $12-15$  °C, relativna vlažnost zraka između 65 % i 75 %). Ukupna proizvodnja trajala je 12 mjeseci.

Nakon svake faze obrade (sirovi butovi, nakon soljenja, dimljenja, sušenja i zrenja) analizirani su uzorci mišića *biceps femoris* iz 10 nasumično odabranih uzoraka dalmatinskog pršuta. Uzorci su kodirani, vakuumirani, zamrznuti i uskladišteni na  $-18$  °C te prije analize odmrzavani 24 sata na  $4$  °C.

## 3.2. Metode rada

### 3.2.1. Određivanje udjela vode gravimetrijski

Pod pojmom udio vode u različitim namirnicama podrazumijeva se gubitak na težini uzorka sušenjem do konstantne mase. Udio vode odredio se gravimetrijskom metodom (ISO 1442, 1997).

U niske aluminijske zdjelice stavljen je kvarcni pijesak (oko 5 grama) i stakleni štapić te je sve zajedno postavljeno u sušionik na temperaturu od  $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ , gdje su se posudice sušile 30 minuta. Nakon toga posudice su poklopljene u sušioniku, hladene u eksikatoru do sobne temperature (30 min), a zatim izvagane na vazi ( $m_0$ ). U izvagane i osušene aluminijske posudice dodano je oko 3 g homogeniziranog uzorka, lagano pomiješanog s kvarcnim pijeskom staklenim štapićem te su posudice poklopljene i izvagane ( $m_1$ ). Posudice s uzorkom su otklopljene i stavljene u sušionik na 2,5 h na zadanu temperaturu, nakon čega su opet poklopljene i hladene u eksikatoru (30 min) te izvagane ( $m_2$ ). Sušenje je trajalo dok se masa poslije sušenja više nije smanjivala, odnosno dok razlika u masi dvaju uzastopnih sušenja nije iznosila više od 1 – 3 mg. U nekim se propisima navodi „dok razlika uzastopnih vaganja ne bude manja od 0,1 % originalne mase uzorka“.

Udio vode izračuna se prema formuli:

$$\text{udio vode (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100 \quad [1]$$

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 proteina metodom po Kjeldahlu

Udio proteina određen je metodom po Kjeldahlu (HRN ISO 1871, 1999). Po ovoj metodi udio proteina u namirnici određuje se indirektno iz udjela dušika. Dušik je karakteristični sastojak

svih proteina i u njima ga nalazimo oko 16 %. Metoda se još naziva i „blok“ metodom, a sastoji se od zagrijavanja uzorka sa koncentriranom sumpornom kiselinom, destilacije i titracije.

Na listić aluminijske folije izvagan je uzorak (1 g homogeniziranog uzorka s točnošću  $\pm 0,01$  g) koji je zatim umotan i ubačen u epruvetu. U svaku epruvetu dodano je 15 mL koncentrirane sumporne kiseline, 2 tablete Kjeldahl katalizatora i 5 mL  $H_2O_2$  te se lagano miješalo dok se uzorak nije potpuno navlažio. Po završetku reakcije, stalak sa epruvetama stavljen je u digestijsku jedinicu za mineralizaciju te je uključen sistem za odvod para. Uzorci su spaljivani na temperaturi od 400 °C tijekom 40–60 minuta. Mineralizacija je završila nakon što je tekućina u epruvetama bistra i svjetlo zelene boje.

Ohlađeni uzorci razrijeđeni su dodatkom 75 mL destilirane vode te postavljeni u aparat Tecator Kjeltex System 1002. Na postolje destilacijske jedinice postavljena je Erlenmeyerova tikvica u koju je dodano 25 mL borne kiseline te je podignuta u gornji položaj na način da je destilacijska cjevčica uronjena u otopinu. Kjeldahlova epruveta stavljena je na svoje mjesto, nakon čega su se zatvorila sigurnosna vratašca. Uzorci su automatizirano destilirani uz dodatak 60 mL 40 % - tne otopine natrijevog hidroksida, a destilacija se odvijala 4 minute. Destilat u Erlenmeyerovoj tikvici je bio zelene boje što ukazuje na prisutnost amonijaka. Destilat morao biti hladan, jer bi u protivnom (što je destilat topliji) doći do gubitka amonijaka.

Destilat se titrirao standardiziranom kloridnom kiselinom (0,2 mM) do prelaska boje u ružičastu. Iz podataka za utrošak kiseline potrebne za titraciju izračunat je postotak dušika i udio proteina u uzorcima.

Udio dušika (% N) i postotak proteina izračunati su prema slijedećim formulama:

$$\% N = \frac{[(U-S) \times N \times 1,4007]}{m} \quad [2]$$

$$\% \text{ proteina} = \% N \times F \quad [3]$$

gdje je:

U – volumen HCl utrošen za titraciju uzorka (mL)

S – volumen HCl utrošen za titraciju slijepe probe (mL)

N – molaritet kiseline

m – masa uzorka (g)

F – faktor za preračunavanje dušika u proteine (6,25)

### 3.2.3. Određivanje količine mineralnih tvari

Ukupni sadržaj mineralnih tvari neke namirnice može se procijeniti na osnovu količine pepela, koji predstavlja anorganski ostatak koji zaostaje nakon spaljivanja organskog dijela namirnice (ISO 936, 1998). U pepelu se nalaze različiti kationi (kalija, natrija, magnezija, mangana i dr.), koji se nalaze uglavnom u obliku fosfata, karbonata, klorida, silikata i oksida. U malim udjelima mogu se naći i željezo, aluminij, bakar i dr.

Izvagano je 5 g uzorka ( $\pm 0,01$  g) u pripremljenom lončiću te se uzorak u ravnomjernom sloju rasporedio po lončiću. Lončić se polako zagrijavao preko Bunsenovog plamenika ili električnog grijača dok uzorci nisu karbonizirali. Nakon toga uzorci su stavljani u mufolnu peć, prethodno zagrijanu na  $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ , gdje su stajali sve dok se nije dobio bijeli ili blijedo zeleni pepeo. Po završetku spaljivanja lončići su stavljani u eksikator na hlađenje. Tek nakon potpunog hlađenja, što zahtijeva stajanje od najmanje 1 sata, lončići su izvagani.

Izračun:

$$\% \text{ pepela} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100 \quad [4]$$

gdje je:

$m_1$  – masa prazne posudice (g)

$m_2$  – masa posudice s uzorkom prije sušenja (g)

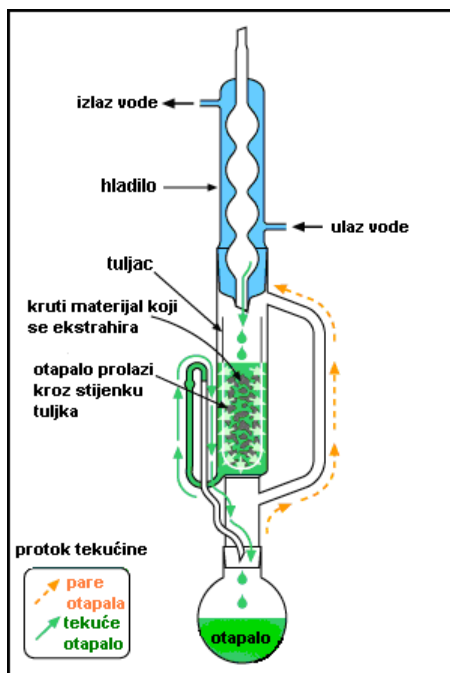
$m_3$  – masa posudice s pepelom (g)

### 3.2.4. Određivanje udjela masti

Osnova određivanja lipida je njihova ekstrakcija iz namirnice otapalom. Sastav toga ekstrakta zavisit će od primijenjene metode (sa ili bez dodatka kiselina) odnosno izbora otapala – polarnosti otapala.

Udio masti u uzorcima određen je metodom po Soxhletu (HRN ISO 1443, 1999). Ekstrakcijom masti po Soxhletu određuje se slobodna mast. Aparatura se sastojala od tikvice, ekstraktora i hladila. Na osušenu i izvaganu tikvicu stavljen je ekstraktor sa tuljcem u kojem je bio uzorak, dodalo se otapalo, postavilo hladilo te se provela kontinuirana ekstrakcija do iscrpljenja

namirnice. Vrijeme ekstrakcije je obično propisano metodom. Po završetku ekstrakcije, otapalo je predestilirano u istoj aparaturi, a mast koja je zaostala u tikvici je osušena i izvagana. Shematski prikaz aparature za ekstrakciju masti po Soxhletu prikazan je na slici 2.



**Slika 2.** Shematski prikaz aparature za ekstrakciju masti po Soxhletu (vlastita fotografija)

U odmašćenom tuljcu za ekstrakciju izvagano je na analitičkoj vagi oko 7 g usitnjenog uzorka prsnog mišića fazana. Izvagani uzorak u tuljcu potom se zatvorio vatom te se tuljac postavio u ekstraktor aparata po Soxhletu. Spojila se tikvica u koju su stavljene dvije staklene kuglice za vrenje, a zatim je dodan potrebnii volumen otapala etera ili petroletera. Otapalo se predestiliralo, a ekstrakt se skupio u izvaganoj tikvici. Ekstrakcija se provodila 8 sati. Nakon završene ekstrakcije, otapalo se otparilo, a ostatak se u tikvici sušio 60 minuta pri  $103 \pm 2$  °C, ohladio i izvagao. Sušenje se ponavljalo po 30 minuta do konstantne mase.

Udjel masti računa se prema formuli:

$$\text{udjel masti (\%)} = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \times 100 \quad [5]$$

gdje je:

$m_0$  – masa uzorka (g)

$m_1$  – masa prazne tikvice sa kamenčićima za vrenje (g)

$m_2$  – masa tikvice s kamenčićima za vrenje i ekstrahiranom masti nakon sušenja (g)

### 3.2.5. Određivanje natrijevog klorida

Dokazivanje i određivanje udjela natrijevog klorida odredilo se 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 izračuna se maseni udjel natrijevog klorida (%) u ispitivanom uzorku.

U čaši od 100 mL izvagano je 2g (+/- 0,01g) dobro usitnjenog i homogeniziranog uzorka, dodano je 2-3 mL tople vode i promiješano staklenim štapićem da se ne dobije homogena smjesa. 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 (ako je potrebno vodom dopuniti do oznake), 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 izračuna se prema formuli:

$$m_{100}(\text{NaCl}) = 4 \times c(\text{AgNO}_3) \times V_s(\text{AgNO}_3) \times M(\text{NaCl}) \quad [6]$$

$$\text{udio NaCl (\%)} = \frac{m_{100}(\text{NaCl})}{m(\text{uzorka})} * 100 \quad [7]$$



### 3.2.6 Određivanje sastava slobodnih aminokiselina i dipeptida

Analiza sastava slobodnih aminokiselina i dipeptida (karnozina i anserina) provedena je prema metodi Floresa i sur. (1997). Uzorci pršuta homogenizirani su sa 5 volumena 0,01 M HCl na Ultraturaxu (T18 basic, IKA, Baden-Württemberg, Njemačka) i centrifugirani (7300 rpm, 20 min) (Rotina 380 R, Hettich LabTechnology, Tuttlingen, Njemačka). Supernatant je filtriran kroz staklenu vunu. 250  $\mu$ L ekstrakta pomiješano je sa 50  $\mu$ L 1 nM norleucina (interni standard) i deproteinizirano sa 750  $\mu$ L ACN. Otopina je ostavljena 30 min i centrifugirana (7300 rpm, 10 min). Alikvot supernatanta je derivatiziran PICT-om kako je opisano u Bidlingmeyer i sur. (1987). Kromatografska analiza provedena je pomoću tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti (HPLC) pod nazivom Agilent 1290 Series (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, SAD) i detektora diodnog niza (254 nm). PICT derivati aminokiselina razdvojeni su kolonom Novapack C18 (300  $\times$  3,9 cm) (Waters, Milford, MA, SAD) na 52 °C. Mobilnu fazu čini: (A) 0,07 M natrijevog acetata podešenog na pH 6,55 s ledenom octenom kiselinom i 2,5 % acetonitrila i (B) acetonitril:voda:metanol (45:40:15). Uvjeti kromatografije opisani su u Flores i sur. (1997).

### 3.2.7. Statistička obrada podataka

Statistički izračun rezultata određen je jednosmjernom analizom varijance (one-way ANOVA test) uz razinu značajnosti 5 % ( $P < 0,05$ ). Za statističku obradu podataka korišten je računalni program SPSS 12.0 (IBM, USA).

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

Glavni cilj ovog rada bio je određivanje kemijskog sastava dimljenog dalmatinskog pršuta tijekom pet faza proizvodnje te usporedba s drugim vrstama pršuta. Fizikalno-kemijskom analizom određen je udio vode, masti, proteina, pepela, natrijeva klorida te koncentracija slobodnih aminokiselina i dipeptida karnozina i anserina. Rezultati fizikalno-kemijskih analiza prikazani su tablično.

### 4.1. Fizikalno-kemijska analiza pršuta

Tablica 1 prikazuje udjele vode, masti, proteina, pepela i NaCl te izračunatu srednju vrijednost i standardnu pogrešku za uzorke dimljenog dalmatinskog pršuta u pet različitih faza proizvodnje: sirovi butovi, nakon soljenja, nakon dimljenja, nakon sušenja i nakon zrenja u trajanju od 12 mjeseci.

**Tablica 1.** Osnovni kemijski sastav u različitim fazama proizvodnje dimljenog dalmatinskog pršuta u mišiću *biceps femoris*

Osnovni kemijski sastav	Sirovi butovi	Nakon soljenja	Nakon dimljenja	Nakon sušenja	Nakon zrenja	p-vrijednost
Voda (%)	74,82±0,12 <sup>e</sup>	72,33±0,37 <sup>d</sup>	68,93±0,85 <sup>c</sup>	63,41±0,55 <sup>b</sup>	56,78±0,30 <sup>a</sup>	0,000
Mast (% od suhe tvari)	5,54±0,54 <sup>b</sup>	5,05±0,19 <sup>b</sup>	2,57±0,18 <sup>a</sup>	5,38±0,44 <sup>b</sup>	12,45±0,45 <sup>c</sup>	0,000
Proteini (% od suhe tvari)	88,19±0,91 <sup>c</sup>	87,11±1,60 <sup>c</sup>	78,20±0,82 <sup>b</sup>	70,35±1,23 <sup>a</sup>	69,16±1,22 <sup>a</sup>	0,000
Pepeo (% od suhe tvari)	4,37±0,11 <sup>a</sup>	8,24±0,35 <sup>b</sup>	13,44±0,32 <sup>c</sup>	17,68±0,35 <sup>d</sup>	19,33±0,48 <sup>e</sup>	0,000
NaCl (% od suhe tvari)	0,20±0,00 <sup>a</sup>	4,87±0,44 <sup>b</sup>	12,47±0,20 <sup>c</sup>	15,06±0,32 <sup>d</sup>	17,55±0,50 <sup>e</sup>	0,000

\* različita slova a, b, c, d i e označavaju statistički značajnu razliku,  $p < 0,05$ . Rezultati su izraženi na % suhe tvari.

Gubitak vode je glavni cilj sušenja mesa jer smanjenjem količine vode sprječava se rast mikroorganizama i produljuje rok trajnosti proizvoda. Prema dosadašnjim istraživanjima, udio vode u pršutu trebao bi se smanjiti na najmanje 40 % kako bi se postigla željena  $a_w$  (Ruiz-Ramirez i sur., 2005).

Udio vode u ispitivanim uzorcima na početku (sirovi butovi) iznosio je 74,82 % te se nakon posljednje faze zrenja snizio na vrijednost od 56,78 %. S obzirom da je mišić *biceps femoris* prekriven kožom i potkožnim masnim tkivom, gubitak vode odvijao se vrlo sporo kroz sve faze proizvodnje. Gubitak je bio najintenzivniji za vrijeme zrenja iz razloga što ova faza traje najduže, kao i zbog uvjeta okoline u kojima se ona odvija (povišena temperatura i niža relativna vlažnost zraka). Prema Specifikaciji za dalmatinski pršut (Kos i sur., 2015), sadržaj vode ne smije biti veći od 55 %, stoga može se zaključiti kako je rezultat dobiven u ovom istraživanju malo veći (na gornjoj granici) od navedene Specifikacije. Uspoređujući navedene rezultate s rezultatima drugih istraživanja, može se vidjeti kako je udio vode u francuskom Bayonne pršutu, prema istraživanju koje su proveli Monin i sur. (1997), na početku iznosio 75,9 % te se do kraja proizvodnje smanjio na 61,6 %, što je malo veća konačna vrijednost u odnosu na dimljeni dalmatinski pršut. Gubitak vode u ovom istraživanju bio usporen sve do faze zrenja kada je došlo do značajnijeg gubitka, a jednak trend vidljiv je i kod proizvodnje dalmatinskog pršuta. Nešto veći konačni rezultati uočeni su i kod proizvodnje španjolskog Serrano pršuta, gdje je sadržaj vode na početku iznosio 72,3 % te se u gotovom proizvodu smanjio na 64,9 % (Armenteros i sur., 2012). Slični rezultati kao i za dalmatinski pršut primijećeni su u istraživanju Bermúdeza i sur. (2014), gdje je vrijednost udjela vode u španjolskom pršutu (eng. Celtra dry-cured ham) od početka do kraja proizvodnje smanjila se sa 73,7 % na 56,6 %, s najvećim padom nakon zrenja.

Udio masti u pršutu razlikuje se ovisno o vrsti pršuta, a na njega utječu različiti čimbenici poput pasmine i načina prehrane svinje. Osim utjecaja na zdravlje, masti utječu i na senzorska svojstva pršuta - teksturu, okus i aromu (Marušić Radovčić i sur., 2021).

Sadržaj masti u sirovim butovima ispitivanih uzoraka u mišiću *biceps femoris* iznosio je 5,5 %, a značajni pad dogodio se nakon faze dimljenja kada se njegov udio snizio na vrijednost od 2,6 % od suhe tvari. Ponovni porast uslijedio je nakon faza sušenja i zrenja, a konačni udio masti u gotovom proizvodu iznosio je 12,5 % od suhe tvari. Prema rezultatima istraživanja Bermúdeza i sur. (2014), udio masti u španjolskom pršutu (eng. Celta dry-cured ham) tijekom proizvodnje snizio se gotovo neprimjetno, sa 8,0 % na 7,8 % od suhe tvari, što je znatno niže od udjela masti u dalmatinskom pršutu iz ovog istraživanja. Razlog tako niskog udjela masti bi mogao biti taj što dodavanje i raspodjela soli (NaCl) u uzorcima za vrijeme i nakon faze soljenja može doprinijeti smanjenju ukupnog udjela masti u krutoj tvari (Bermúdez i sur., 2014). Također, za španjolske pršute je karakteristično da se proizvode bez kože, ali s potkožnim masnim tkivom, dok se dalmatinski pršuti proizvode s kožom i potkožnim masnim tkivom te bi stoga bilo za

očekivati da će dalmatinski pršut imati veći udio masti od španjolskog (Krvavica i Đugum, 2006). Suprotno tome, iberijski pršut prema istraživanju Carrapiso i Garcíe (2008) sadrži 12,7 % masti od suhe tvari, što je u skladu s rezultatima dobivenim za dalmatinski pršut. Visok sadržaj intramuskularne masti kod iberijskog pršuta rezultat je specifične hranidbe žirom i pašom u produženom uzgoju i tovu, koja je bogata nezasićenim masnim kiselinama (García i sur., 1991). Prema rezultatima drugih istraživanja, udio masti u španjolskom Serrano pršutu na kraju proizvodnje iznosio je 14,3 %, dok je u iberijskom pršutu iznosio visokih 28,5 % od suhe tvari (Mariscal i sur., 2004).

Pršut je odličan izvor proteina, a prema istraživanjima njihov udio u pršutu iznosi otprilike 30 g/100 g. Tijekom procesa proizvodnje pršuta započinje reakcija proteolize, stoga dolazi do smanjenja udjela proteina te povećanja udjela peptida i slobodnih aminokiselina (Toldrá, 2002).

Tablica 2 prikazuje udjele proteina u dimljenom dalmatinskom pršutu izražene kao % od suhe tvari. Na početku istraživanja udio proteina u ispitivanim uzorcima iznosio je 88,2 % te se tijekom procesa proizvodnje smanjio na 69,1 % od suhe tvari. Do pada udjela proteina vjerojatno je došlo zbog apsorpcije i difuzije soli nakon faze soljenja, čime se smanjio ukupni udio proteina u krutoj tvari. Naime, značajniji pad proteina (u mišiću *biceps femoris*) dogodio nakon faze dimljenja, a nakon te iste faze značajno se povećao udio soli. S obzirom da dimljenje ne utječe na smanjenje udjela proteina, logično je za zaključiti da je glavni razlog tome povećan sadržaj soli (Poljanec i sur., 2021). Također, smanjeni udio proteina mogao bi biti rezultat faze sušenja jer tada dolazi do smanjenja postotka proteina u ukupnom sadržaju krutih tvari u uzorcima. Bermúdez i sur. (2014) navode kako je udio proteina u španjolskom pršutu (eng. Celta dry-cured ham) na početku iznosio 85,0 % te se do kraja proizvodnje smanjio na 71,5 % od suhe tvari, što je dosta slično rezultatima za dalmatinski pršut. U tom istraživanju najznačajniji pad udjela proteina dogodio se nakon faze soljenja (sa 83,4 % na 75,9 %). Prema istraživanju koje su proveli Martuscelli i sur. (2009) udio proteina u dimljenom talijanskom pršutu (Prosciutto di Sauris) smanjio se sa 88,2 % na 70,2 % od suhe tvari, što je također vrlo slično vrijednostima za dimljeni dalmatinski pršut. U istom istraživanju je utvrđeno kako različite metode dimljenja nemaju utjecaj na sadržaj proteina u mišiću *biceps femoris* kod pršuta.

Sadržaj pepela u pršutu mijenja se ovisno o sadržaju vlage, odnosno suhe tvari, a u ovom istraživanju kretao se između 4,4 % i 19,3 % od suhe tvari. S obzirom da udio pepela ovisi o NaCl, tako se i njegov sadržaj povećavao u skladu sa sadržajem soli te je značajniji porast doživio upravo nakon faze soljenja. Njegov udio u španjolskom pršutu (eng. Celta dry-cured

ham), prema Bermúdezu i sur. (2014), na početku je iznosio 4,58 % u sirovim butovima te se povećao na 19,7 % nakon posljednje faze zrenja. Ako još uzmemo u obzir da se najveći porast dogodio nakon faze soljenja, možemo zaključiti kako se radi o skoro identičnim rezultatima kao i za dalmatinski pršut.

Soljenje je kemijska metoda konzerviranja koja se koristi u proizvodnji različitih mesnih proizvoda, uključujući suhomesnate. Soljenje ima učinak na smanjenje  $a_w$ , a time i na smanjenje mogućnosti kvarenja proizvoda. Osim što kuhinjska sol (NaCl) služi kao konzervans, također ima ulogu u poboljšanju organoleptičkih svojstava (okusa, boje i teksture) proizvoda (Pleadin i sur., 2015). Preslan okus posljedica je prekomjernog soljenja ili salamurenja solima s više od 5 % NaCl u proizvodu, dok nedovoljno slani proizvodi sadrže manje od 1,5 % NaCl (Živković i Hađiosmanović, 1996).

Udio soli u ispitivanim uzorcima povećao se sa 0,2 % na 17,6 % od suhe tvari. Najveći skok dogodio se nakon faze dimljenja (sa 0,2 % na 12,5 % od suhe tvari), nakon čega se udio soli nastavio postepeno i polagano povećavati sve do kraja proizvodnje. S obzirom se radi o mišiću *biceps femoris* (unutarnjem mišiću), kojeg prekriva potkožno masno tkivo i sadrži intramuskularnu mast, sol prodire vrlo sporo te je na početku proizvodnje njen udio dosta nizak, a dalje se povećava ovisno o vrsti pršuta (Bermúdez i sur., 2017). Usporedbom dobivenih rezultata s rezultatima iberijskog i Serrano pršuta (mišić *biceps femoris*) u istraživanju Mariscalá i sur. (2004), može se vidjeti kako udio natrijeva klorida u iberijskom pršutu na kraju proizvodnje iznosio 10,5 % od suhe tvari, dok u Serrano pršutu iznosio 11,9 % od suhe tvari, što su dosta niže vrijednosti od rezultata dobivenih za dalmatinski pršut. Suprotno tome, udio natrijeva klorida u španjolskom pršutu (eng. Celta dry-cured ham) povećao se sa 0,5 % na 16,1 % od suhe tvari, a to je u skladu s rezultatima iz ovog istraživanja (Bermúdez i sur., 2014). Nešto veći udio soli sadrži dimljeni talijanski pršut (Prosciutto di Sauris) koji se tijekom proizvodnje povećao sa 0,59 % na 19,3 % od suhe tvari (Martuscelli i sur., 2009).

#### **4.2. Sastav slobodnih aminokiselina i dipeptida**

Tablica 2 prikazuje sadržaj svih slobodnih aminokiselina u mišiću *biceps femoris* u dimljenom dalmatinskom pršutu tijekom pet faza proizvodnje: sirovi butovi, nakon soljenja, nakon dimljenja, nakon sušenja i nakon zrenja.

Tijekom proizvodnje dimljenog dalmatinskog pršuta dolazi do porasta količine svih slobodnih aminokiselina zahvaljujući intenzivnoj proteolizi. Visoki sadržaj slobodnih aminokiselina doprinosi poboljšanoj aromi i nutritivnoj kvaliteti gotovog proizvoda. Esencijalne aminokiseline su nutritivne komponente koje imaju brojne pozitivne učinke na naš organizam, a naše tijelo ih ne može sintetizirati, pa ih moramo unositi putem hrane. Stoga, vrlo je bitno poznavati dobre prehrambene izvore esencijalnih aminokiselina, a pršut je jedan od njih (Marušić i sur., 2013).

**Tablica 2.** Sadržaj slobodnih aminokiselina (mg/100 g od suhe tvari) u mišiću *biceps femoris* tijekom proizvodnje dimljenog dalmatinskog pršuta (srednja vrijednost  $\pm$  standardna pogreška)

Aminokiseline	Sirovi butovi	Nakon soljenja	Nakon dimljenja	Nakon sušenja	Nakon zrenja	p-vrijednost
ASP	16,29 $\pm$ 1,08 <sup>a</sup>	96,68 $\pm$ 5,70 <sup>b</sup>	249,61 $\pm$ 5,05 <sup>d</sup>	126,16 $\pm$ 6,87 <sup>b</sup>	172,91 $\pm$ 17,76 <sup>c</sup>	0,000
GLU	48,99 $\pm$ 3,63 <sup>a</sup>	149,98 $\pm$ 5,61 <sup>b</sup>	122,25 $\pm$ 14,01 <sup>b</sup>	327,39 $\pm$ 19,63 <sup>c</sup>	649,6 $\pm$ 31,17 <sup>d</sup>	0,000
SER	4,31 $\pm$ 0,41 <sup>a</sup>	71,7 $\pm$ 4,49 <sup>b</sup>	155,53 $\pm$ 7,18 <sup>c</sup>	193,18 $\pm$ 11,16 <sup>d</sup>	252,55 $\pm$ 15,28 <sup>e</sup>	0,000
ASN	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	32,42 $\pm$ 2,53 <sup>b</sup>	53,17 $\pm$ 1,72 <sup>bc</sup>	63,58 $\pm$ 9,61 <sup>c</sup>	49,32 $\pm$ 9,22 <sup>b</sup>	0,000
GLY	37,19 $\pm$ 2,71 <sup>a</sup>	68,06 $\pm$ 2,93 <sup>a</sup>	158,56 $\pm$ 7,82 <sup>b</sup>	195,65 $\pm$ 5,79 <sup>c</sup>	289,57 $\pm$ 15,51 <sup>d</sup>	0,000
GLN	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	122,47 $\pm$ 3,05 <sup>cd</sup>	133,67 $\pm$ 9,01 <sup>d</sup>	99,32 $\pm$ 8,21 <sup>c</sup>	32,97 $\pm$ 3,11 <sup>b</sup>	0,000
BALA	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	15,89 $\pm$ 1,26 <sup>b</sup>	4,75 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup>	24,27 $\pm$ 2,15 <sup>c</sup>	27,61 $\pm$ 2,04 <sup>c</sup>	0,000
TAU	106,26 $\pm$ 5,76 <sup>c</sup>	96,5 $\pm$ 3,37 <sup>ab</sup>	82,36 $\pm$ 1,34 <sup>a</sup>	84,39 $\pm$ 4,73 <sup>ab</sup>	100,11 $\pm$ 3,94 <sup>bc</sup>	0,000
HIS	9,65 $\pm$ 0,65 <sup>a</sup>	35,46 $\pm$ 0,87 <sup>a</sup>	77,24 $\pm$ 4,54 <sup>b</sup>	157,23 $\pm$ 6,84 <sup>c</sup>	226,06 $\pm$ 13,14 <sup>d</sup>	0,000
THR	5,29 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>	41,2 $\pm$ 3,42 <sup>a</sup>	157,56 $\pm$ 8,67 <sup>b</sup>	123,97 $\pm$ 18,18 <sup>b</sup>	136,99 $\pm$ 8,53 <sup>b</sup>	0,000
ALA	77,96 $\pm$ 5,50 <sup>a</sup>	100,22 $\pm$ 6,18 <sup>a</sup>	279,88 $\pm$ 15,86 <sup>b</sup>	300,99 $\pm$ 13,25 <sup>b</sup>	528,13 $\pm$ 27,22 <sup>c</sup>	0,000
ARG	121,20 $\pm$ 7,42 <sup>a</sup>	131,47 $\pm$ 6,58 <sup>a</sup>	510,38 $\pm$ 18,00 <sup>d</sup>	230,56 $\pm$ 23,51 <sup>b</sup>	364,36 $\pm$ 32,81 <sup>c</sup>	0,000
PRO	28,75 $\pm$ 1,81 <sup>a</sup>	37,91 $\pm$ 3,48 <sup>a</sup>	30,81 $\pm$ 2,19 <sup>a</sup>	208,97 $\pm$ 9,43 <sup>b</sup>	350,96 $\pm$ 15,32 <sup>c</sup>	0,000
TYR	13,36 $\pm$ 0,88 <sup>a</sup>	57,01 $\pm$ 4,30 <sup>b</sup>	110,94 $\pm$ 5,31 <sup>c</sup>	170,23 $\pm$ 16,39 <sup>d</sup>	173,7 $\pm$ 12,70 <sup>d</sup>	0,000
VAL	29,62 $\pm$ 1,95 <sup>a</sup>	96,9 $\pm$ 4,76 <sup>b</sup>	183,19 $\pm$ 6,24 <sup>c</sup>	249,86 $\pm$ 12,14 <sup>d</sup>	355,06 $\pm$ 17,25 <sup>e</sup>	0,000
MET	20,68 $\pm$ 1,24 <sup>a</sup>	35,91 $\pm$ 0,94 <sup>ab</sup>	58,81 $\pm$ 6,30 <sup>b</sup>	87,37 $\pm$ 8,03 <sup>c</sup>	145,01 $\pm$ 8,86 <sup>d</sup>	0,000
ILE	19,55 $\pm$ 0,59 <sup>a</sup>	46,18 $\pm$ 1,40 <sup>a</sup>	114,07 $\pm$ 7,05 <sup>b</sup>	195,57 $\pm$ 6,96 <sup>c</sup>	266,43 $\pm$ 15,79 <sup>d</sup>	0,000
LEU	25,05 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	83,46 $\pm$ 2,86 <sup>b</sup>	248,29 $\pm$ 11,31 <sup>c</sup>	305,43 $\pm$ 12,72 <sup>d</sup>	413,95 $\pm$ 25,36 <sup>e</sup>	0,000
PHE	19,74 $\pm$ 2,42 <sup>a</sup>	62,42 $\pm$ 1,77 <sup>b</sup>	114,36 $\pm$ 8,75 <sup>c</sup>	179,5 $\pm$ 7,70 <sup>d</sup>	219,23 $\pm$ 15,70 <sup>e</sup>	0,000
TRP	24,20 $\pm$ 1,69 <sup>a</sup>	22,28 $\pm$ 1,93 <sup>a</sup>	58,91 $\pm$ 4,12 <sup>b</sup>	102,69 $\pm$ 13,73 <sup>c</sup>	111,29 $\pm$ 12,57 <sup>c</sup>	0,000
ORN	3,66 $\pm$ 0,31 <sup>b</sup>	4,14 $\pm$ 0,21 <sup>b</sup>	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,88 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup>	0,81 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup>	0,000
LYS	28,76 $\pm$ 1,79 <sup>a</sup>	112,10 $\pm$ 3,19 <sup>a</sup>	352,89 $\pm$ 13,86 <sup>b</sup>	900,05 $\pm$ 27,18 <sup>c</sup>	1240,7 $\pm$ 76,73 <sup>d</sup>	0,000

\* različita slova a, b, c, d i e označavaju statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ).

Kod ispitivanih uzoraka dimljenog dalmatinskog pršuta došlo je do velikog porasta koncentracije svih esencijalnih aminokiselina: histidina (sa 9,65 na 226,06 mg/100 g od suhe tvari), treonina (sa 5,29 na 136,99 mg/100 g), arginina (sa 121,20 na 364,36 mg/100 g), valina (sa 29,62 na 355,06 mg/100 g), metionina (sa 20,68 na 145,01 mg/100 g), izoleucina (sa 19,55 na 266,43 mg/100 g), leucina (sa 25,05 na 413,95 mg/100 g), fenilalanina (sa 19,74 na 219,23 mg/100 g), triptofana (sa 24,20 na 111,29 mg/100 g) i lizina (sa 28,76 na 1240,7 mg/100 g). Dobiveni rezultati u skladu su s istraživanjem od Marušić i sur. (2013), gdje je također došlo do porasta vrijednosti svih esencijalnih aminokiselina kod proizvodnje španjolskih vrsta pršuta.

U sirovom butu najzastupljenije aminokiseline bile su arginin, alanin i taurin, što se podudara s rezultatima za talijanski pršut (Prosciutto di Sauris), prema Martuscelli i sur. (2009). Tijekom svih pet faza proizvodnje najviše je došlo do stvaranja arginina, lizina, glutaminske kiseline, leucina i alanina, a slični rezultati dobiveni su za Serrano pršut u istraživanju Rivas-Cañedo i sur. (2021), kao i za ostale vrste pršuta (Marušić i sur., 2013, Martuscelli i sur., 2009). Taj porast proizlazi iz intenzivne aktivnosti glavnih aminopeptidaza prisutnih u mišiću, alanil-aminopeptidaza koje pokazuju specifičnost za veliki broj supstrata te su najaktivnije na početku proizvodnje (Poljanec i sur., 2021). U gotovom proizvodu najveću koncentraciju imale su lizin, glutaminska kiselina i alanin, što je u skladu s rezultatima za Serrano pršut (Toldrá i sur., 2000). Druga istraživanja utvrdila su najveću koncentraciju lizina i arginina kod talijanskog i španjolskog pršuta (Martuscelli i sur., 2009, Marušić i sur., 2013). Također, možemo zaključiti kako postupak dimljenja ne utječe negativno na stvaranje aminokiselina jer je došlo do njihovog značajnog porasta nakon te faze.

Kada se želi utvrditi probavljivost proteina iz hrane uglavnom se mjeri razina dostupnog lizina, esencijalne aminokiseline koja najčešće nastaje kao produkt na početku Maillardove reakcije (Toldrá i Aristoy, 1993). U ovom istraživanju može se primijetiti najveći porast razine slobodnog lizina (sa 28,76 na 1240,7 mg/100 g pršuta), što znači da je odmah raspoloživ za apsorpciju te da ne zahtjeva daljnje probavljanje. To nam upućuje na činjenicu kako su proteini iz pršuta visoko probavljivi.

Taurin je organska kiselina koja sadrži sumpor, a derivat je metabolizma aminokiselina metionin i cistein, pa možemo zaključiti kako nije esencijalna. Njezini glavni prehrambeni izvori su namirnice životinjskog podrijetla, posebice riba i crveno meso. Taurin je neophodan za zdravlje očiju, srca, mišića, mozga i središnjeg živčanog sustava (Marušić i sur., 2013). Njegov udio u mesu ovisi o vrsti mišića. Primjerice, prema istraživanju koje su proveli Aristoy i Toldrá (1998), pokazalo se kako je sadržaj taurina puno viši u mišiću *trapeziusu* (162,5

mg/100 g suhe tvari) nego u mišiću *semimembranosus* (22,5 mg/100 g suhe tvari). U ovom istraživanju količina taurina na početku prerade sirovih butova (mišić *biceps femoris*) iznosila je 106,26 mg/100 g te se do kraja zrenja pršuta smanjila na 100,11 mg/100 g suhe tvari pršuta. Ovi rezultati nisu iznenađujući s obzirom na činjenicu da taurin nije klasičan produkt proteolize koji nastaje za vrijeme sušenja pršuta. Međutim, ne podudaraju se s rezultatima studije Armenterosa i sur. (2012), gdje se sadržaj taurina za vrijeme procesa proizvodnje pršuta povećao sa 68,8 mg/100 g na 298,4 mg/100 g suhe tvari.

Nadalje, iz rezultata može se uočiti kako je došlo i do porasta sadržaja svih neesencijalnih aminokiselina: asparaginske kiseline (sa 16,29 na 172,91 mg/100 g od suhe tvari), glutaminske kiseline (sa 48,99 na 649,6 mg/100 g), serina (sa 4,31 na 252,55 mg/100 g), asparagina (sa 0,00 na 49,32 mg/100 g), glicina (sa 37,19 na 289,57 mg/100 g), glutamina (sa 0,00 na 32,97 mg/100 g), beta-alanina (sa 0,00 na 27,61 mg/100 g), tirozina (sa 13,36 na 173,7 mg/100 g), alanina (sa 77,96 na 528,13 mg/100 g) i prolina (sa 28,75 na 350,96 mg/100 g).

Ako idemo usporediti navedene rezultate s rezultatima istraživanja Armenterosa i sur. (2012), možemo uočiti veliku sličnost u vrijednostima za većinu aminokiselina, međutim, postoji razlika u sadržaju beta-alanina i glutamina. Naime, u tom istraživanju došlo je do smanjivanja sadržaja beta-alanina (sa 17,2 na 13,3 mg/100 g) tijekom sušenja pršuta, a glavni razlog je taj što je beta-alanin dio prirodnih dipeptida (karnozina i anserina) koji se ne hidroliziraju za vrijeme sušenja. Također, došlo je i do smanjenja sadržaja glutamina (sa 200 na 71,1 mg/100 g), čija vrijednost raste za vrijeme faze soljenja, a zatim naglo pada u fazi sazrijevanja pršuta (Armenteros i sur., 2012).

Poznato je kako aminokiseline utječu na senzorske karakteristike pršuta, prvenstveno okus i aromu. Tako se slanost povezuje s visokim sadržajem glutaminske kiseline, sladak okus s alaninom, serinom, prolinom, treoninom i glicinom, zrela aroma s tirozinom, lizinom i asparaginskom kiselinom, kiselost s leucinom, fenilalaninom, histidinom, asparaginskom i glutaminskom kiselinom, te gorčina s valinom, izoleucinom i metioninom (Pérez-Santaescolástica i sur., 2018).



**Tablica 3.** Udio karnozina i anserina u mišiću *biceps femoris* tijekom različitih faza proizvodnje dimljenog dalmatinskog pršuta

Dipeptidi	Sirovi butovi	Nakon soljenja	Nakon dimljenja	Nakon sušenja	Nakon zrenja	p-vrijednost
CAR	847,13±13,52 <sup>b</sup>	885,37±17,18 <sup>b</sup>	606,43±25,93 <sup>a</sup>	1393,03±55,89 <sup>c</sup>	1577,23±84,03 <sup>c</sup>	0,000
ANS	44,19±1,43 <sup>a</sup>	42,15±0,99 <sup>a</sup>	38,46±2,63 <sup>a</sup>	33,55±3,00 <sup>a</sup>	59,26±5,04 <sup>b</sup>	0,000

\*Različita slova a, b i c označavaju statistički značajnu razliku (p<0,05)

Tablica 3 prikazuje sadržaj dipeptida karnozina i anserina u dimljenom dalmatinskom pršutu (mišić *biceps femoris*) tijekom svih pet faza proizvodnje. Iako ovi dipeptidi još uvijek nisu istraženi u dimljenim pršutima, dobro su istraženi u drugim vrstama suhomesnatih proizvoda (Poljanec i sur., 2021).

Iz rezultata možemo iščitati kako sadržaj karnozina raste tijekom cijelog procesa proizvodnje, osim tijekom faze dimljenja kada se njegov sadržaj smanjuje, te svoju maksimalnu vrijednost dostiže nakon zrenja. Suprotno tome, sadržaj anserina smanjuje se sve do faze sušenja, a nakon zrenja njegova vrijednost raste i doseže svoj maksimum. Uspoređujući ove rezultate s rezultatima za španjolski Serrano pršut iz istraživanja Toldre i sur. (2000), možemo primijetiti skoro pa iste koncentracije karnozina i anserina u finalnom proizvodu, iako u navedenom istraživanju koncentracija karnozina se smanjivala tijekom cijelog procesa proizvodnje, dok je koncentracija anserina bila konstantna te se nije značajno mijenjala. Nadalje, Marušić i sur. (2013) navode kako je u španjolskoj vrsti pršuta došlo do smanjenja sadržaja karnozina (sa 1805 na 1270 mg/100 g od suhe), dok se sadržaj anserina povećao (sa 28,2 na 70,9 mg/100 g od suhe tvari) te je sadržaj ovih dipeptida u finalnom proizvodu bio sličan kao i kod dalmatinskog pršuta. Pérez-Palacios i sur. (2010) primijetili su kako je u iberijskom pršutu tijekom proizvodnje došlo do smanjenja sadržaja karnozina i anserina, s tim da je vrijednost anserina u gotovom proizvodu bila slična onoj u dalmatinskom pršutu. Možemo zaključiti kako sadržaj karnozina i anserina ovisi o vrsti pršuta te kako postupak dimljenja ne utječe značajno na njihov sadržaj.

## 5. ZAKLJUČCI

Na temelju provedenog istraživanja i dobivenih rezultata te provedene rasprave može se zaključiti sljedeće:

1. Tijekom proizvodnje dimljenog dalmatinskog pršuta udio vode smanjio se sa 74,8 % na 56,8 %. Gubitak vode bio je najintenzivniji za vrijeme sušenja i zrenja.
2. Udio masti u sirovim butovima bio je 5,5 % te povećao na 12,5 % od suhe tvari nakon faze zrenja.
3. Udio proteina u ispitivanim uzorcima smanjio se sa 88,2 % na 69,2 % od suhe tvari. Nakon faze dimljenja došlo je do naglog pada udjela proteina, a nakon te iste faze došlo je do značajnog povećanja udjela soli.
4. Udio pepela povećao se sa 4,4 % na 19,3 %, što je u skladu sa udjelom soli jer je udio pepela proporcionalan udjelu natrijeva klorida.
5. Udio natrijeva klorida tijekom proizvodnje povećao se sa 0,20 % na 17,5 % od suhe tvari. Najveći skok dogodio se nakon faze dimljenja te se nastavio postepeno povećavati sve do kraja proizvodnje.
6. Najzastupljenije aminokiseline u sirovom butu bile su arginin, alanin i taurin. Tijekom procesa proizvodnje dimljenog pršuta došlo je do porasta svih slobodnih aminokiselina zahvaljujući intenzivnoj proteolizi. Najzastupljenije aminokiseline bile su arginin, lizin, alanin, glutaminska kiselina i leucin.
7. Koncentracija karnozina povećavala se tijekom cijelog procesa proizvodnje, osim faze dimljenja. Suprotno tome, koncentracija anserina smanjivala se sve do faze sušenja te je nakon faze zrenja porasla.

## 6. LITERATURA

Aristoy MC, Toldrá F (1998) Concentration of free amino acids and dipeptides in porcine skeletal muscles with different oxidative patterns. *Meat Sci* **50**, 327–332. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(98\)00037-0](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(98)00037-0)

Armenteros M, Aristoy MC, Barat JM, Toldrá F (2012) Biochemical and sensory changes in dry-cured ham salted with partial replacements of NaCl by other chloride salts. *Meat Sci* **90**, 361–367. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.07.023>

Baldini P, Bellatti M, Camorali G, Palmia F, Parolari G, Reverberi M, i sur. (1992) Characterization of Italian raw ham by chemical, physical, microbiological and organoleptic parameters. *Ind Conserve* **67**, 149-159. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=IT9362331> Pristupljeno 12. travnja 2022.

Bermúdez R, Franco D, Carballo J, Lorenzo JM (2014) Physicochemical changes during manufacture and final sensory characteristics of dry-cured Celta ham. Effect of muscle type. *Food Control* **43**, 263–269. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.03.028>

Bermúdez R, Franco D, Carballo J, Lorenzo JM (2017) Sensory properties and physico-chemical changes in the biceps femoris muscle during processing of dry-cured ham from celta pigs. Effects of cross-breeding with duroc and landrace pigs. *Ital J Food Sci* **29**, 123–137. <https://doi.org/10.14674/1120-1770/ijfs.v436>

Bidlingmeyer BA, Cohen SA, Tarvin TL, Frost B (1987) A new, rapid, high-sensitivity analysis of amino acids in food type samples. *J Assoc Off Anal Chem* **70**, 241–247. <https://doi.org/10.1093/jaoac/70.2.241>

Buscailhon S, Gandemer G, Monin G (1994) Time-related changes in intramuscular lipids of French dry-cured ham. *Meat Sci* **37**, 245–255. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90084-1](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90084-1)

Carrapiso AI, García C (2008) Effect of the Iberian pig line on dry-cured ham characteristics. *Meat Sci* **80**, 529–534. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.02.004>

Čulić V (2016) ACE Inhibitors: Hypertension Treatment, Organoprotection and Precautionary Measures. *Medicus* **25**, 127-137. <https://hrcak.srce.hr/170010> Pristupljeno 1. travnja 2022.

Flores M, Aristoy MC, Spanier AM, Toldrá F (1997) Non-volatile components effects on quality of “Serrano” dry-cured ham as related to processing time. *J Food Sci* **62**, 1235–1239. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb12252.x>

Gallego M, Mora L, Hayes M, Reig M, Toldrá F (2019) Peptides with Potential Cardioprotective Effects Derived from Dry-Cured Ham Byproducts. *J Agric Food Chem* **67**, 1115-1126. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b05888>

García C, Berdagué JJ, Antequera T, López-Bote CJ, Córdoba JJ, Ventanas J (1991) Volatile components of dry-cured Iberian hams. *Food Chem* **41**, 207-214. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(91\)90128-b](https://doi.org/10.1016/0308-8146(91)90128-b)

Higgs JD (2000) The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *Trends Food Sci Technol* **11**, 85-95. [https://doi.org/10.1016/s0924-2244\(00\)00055-8](https://doi.org/10.1016/s0924-2244(00)00055-8)

HRN ISO 1443:1999 Meso i mesni proizvodi - Određivanje ukupne količine masti (ISO 1443:1973).

HRN ISO 1871:1999 Poljoprivredni prehrambeni proizvodi - Općenite upute za određivanje dušika Kjeldahlovom metodom (ISO 1871:1975).

ISO 1442:1997 Meat and meat products - Determination of moisture content (Reference method).

ISO 936:1998 Meat and meat products - Determination of total ash.

Ivanović J, Baltić MZ, Janjić J, Marković R, Baltić T, Bošković M, i sur. (2016) Health aspects of dry-cured ham. *Meat Technol* **57**, 39-46. [https://www.journalmeattechnology.com/index.php/meat\\_technology/article/view/36](https://www.journalmeattechnology.com/index.php/meat_technology/article/view/36)  
Pristupljeno 15. ožujka 2022.

Jiménez-Colmenero F, Reig M, Toldrá F (2006) New approaches for the development of functional meat products. U: Nollet LML, Toldrá F (ured.) *Advanced Technologies for Meat Processing*, 2. izd., Taylor & Francis, London, str. 275-308.

Jiménez-Colmenero F, Ventanas J, Toldrá F (2010) Nutritional composition of dry-cured ham and its role in a healthy diet. *Meat Sci* **84**, 585-593. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.10.029>

- Jurado A, Garcia C, Timo ML, Carrapiso AI (2007) Effect of ripening time and rearing system on amino acid-related flavour compounds of Iberian ham. *Meat Sci* **75**, 585–594. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.09.006>
- Kos I, Mandir A, Toić U (2015) Dalmatinski pršut - Oznaka zemljopisnog podrijetla, Specifikacija, Udruga dalmatinski pršut, Trilj. <https://www.prsut-vostane.hr/hr/specifikacija-dalmatinski-prsut.pdf> Pristupljeno 10. ožujka 2022.
- Krvavica M (2006) Čimbenici kakvoće pršuta. *MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu* **6**, 279-290. <https://hrcak.srce.hr/22421> Pristupljeno 17. travnja 2022.
- Krvavica M, Đugum J (2006) Proizvodnja pršuta u svijetu i kod nas. *MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu* **7**, 355-365. <https://hrcak.srce.hr/22460> Pristupljeno 18. ožujka 2022.
- Krvavica M, Mioč B, Friganović E, Kegalj A, Ljubičić I (2012) Sušenje i zrenje - temeljni tehnološki procesi u proizvodnji trajnih suhomesnatih proizvoda. *MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu* **14**, 138-144. <https://hrcak.srce.hr/86063> Pristupljeno 2. travnja 2022.
- León-Crespo F, Martins C, Penedo J, Barranco A, Mata C, Beltrán F (1986) Diferencias en la composición química de ocho regiones anatómicas del jamón serrano Ibérico. *Alimentaria* **23**, 23-27. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5252053> Pristupljeno 20. travnja 2022.
- Li P, Yin Y, Li D, Kim SW, Wu G (2007) Amino acids and immune function. *Br J Nutr* **98**, 237-252. <https://doi.org/10.1201/9780203010266-30>
- Mariscal C, García Ruiz A, Soriano A, Cabezudo MD (2004) Study of the proteolysis and cathepsin D activity of commercial dry-cured Iberian and Serrano hams. *Sci Aliments* **24**, 221-232. <https://doi.org/10.3166/sda.24.221-232>
- Martínez-Sánchez SM, Minguela A, Prieto-Merino D, Zafrilla-Rentero MP, Abellán-Alemán J, Montoro-García S (2017) The Effect of Regular Intake of Dry-Cured Ham Rich in Bioactive Peptides on Inflammation, Platelet and Monocyte Activation Markers in Humans. *Nutrients* **9**, 1-11. <https://doi.org/10.3390/nu9040321>
- Martuscelli M, Pittia P, Casamassima LM, Manetta AC, Lupieri L, Neri L (2009) Effect of intensity of smoking treatment on the free amino acids and biogenic amines occurrence in dry cured ham. *Food Chem* **116**, 955-962. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.03.061>

Marušić Radovčić N, Poljanec I, Petričević S, Mora L, Medić H (2021) Influence of Muscle Type on Physicochemical Parameters, Lipolysis, Proteolysis, and Volatile Compounds throughout the Processing of Smoked Dry-Cured Ham. *Foods* **10**, 1-22. <https://doi.org/10.3390/foods10061228>

Marušić N, Aristoy MC, Toldra F (2013) Nutritional pork meat compounds as affected by ham dry-curing. *Meat Sci* **93**, 53-60. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.07.014>

Monin G, Marinova P, Talmant A, Martin JF, Cornet M, Lanore D, i sur. (1997) Chemical and structural changes in dry-cured hams (Bayonne hams) during processing and effects of the dehairing technique. *Meat Sci* **47**, 29–47. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(97\)00038-7](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(97)00038-7)

Mulvihill B (2004) Micronutrients in meat. U: Jensen WK, Devine C, Dikeman M (ured.) Encyclopedia of meat sciences, 2. izd., Elsevier, Oxford, str. 618-623.

Parreno M, Cusso R, Gil M, Sarraga C (1994) Development of cathepsin B, L and H activities and cystatin-like activity during two different manufacturing processes for Spanish dry-cured ham. *Food Chem* **49**, 15–21. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(94\)90226-7](https://doi.org/10.1016/0308-8146(94)90226-7)

Pérez-Palacios T, Ruiz J, Barat JM, Aristoy MC, Antequera T (2010) Influence of pre-cure freezing of Iberian ham on proteolytic changes throughout the ripening process. *Meat Sci* **85**, 121–126. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.12.015>

Pérez-Santaescolástica C, Carballo J, Fulladosa E, Garcia-Perez JV, Benedito J, Lorenzo JM (2018) Effect of proteolysis index level on instrumental adhesiveness, free amino acids content and volatile compounds profile of dry-cured ham. *Food Res Int* **107**, 559–566. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.001>

Petrova I, Aasen IM, Rustad T, Eikevik TM (2015) Manufacture of dry-cured ham: a review. Part 1. Biochemical changes during the technological process. *Eur Food Res Technol* **241**, 587-599. <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2490-2>

Pleadin J, Koprivnjak O, Krešić G, Gross-Bošković A, Buzjak Služek V, Tomljanović A, i sur. (2015) Dnevni unos soli putem tradicionalnih mesnih proizvoda u Hrvatskoj. *MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu* **17**, 534-540. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:184:205582> Pristupljeno 30. travnja 2022.

- Poljanec I, Marušić Radovčić N, Petričević S, Karolyi D, Listeš E, Medić H (2021) Proteolysis and protein oxidation throughout the smoked dry-cured ham process. *Food Chem* **362**, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130207>
- Pravilnik (2012) Pravilnik o mesnim proizvodima. Narodne novine 131, Zagreb. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012\\_11\\_131\\_2801.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012_11_131_2801.html) Pristupljeno 3. ožujka 2022.
- Rivas-Cañedo A, Martínez-Onandi N, Gaya P, Nuñez M, Picon A (2021) Effect of high-pressure processing and chemical composition on lipid oxidation, aminopeptidase activity and free amino acids of Serrano dry-cured ham. *Meat Sci* **172**, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108349>
- Ruiz-Canela López M, Bes-Rastrollo M, Zazpe I, Martínez JA, Cuervo M, Martínez-González MÁ (2009) Consumo de jamón curado e incidencia de episodios cardiovasculares, hipertensión arterial o ganancia de peso. *Med Clín* **133**, 574-580. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2009.06.052>
- Ruiz-Ramirez J, Serra X, Arnau J, Gou P (2005) Relationship between water content, NaCl content, pH and texture parameters in dry – cured muscles. *Meat Sci* **70**, 579-587. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.02.007>
- Salazar E, Cayuela JM, Abellán A, Bueno-Gavilá E, Tejada L (2020) Fatty Acids and Free Amino Acids Changes during Processing of a Mediterranean Native Pig Breed Dry-Cured Ham. *Foods* **9**, 1-10. <https://doi.org/10.3390/foods9091170>
- Senčić Đ, Samac D (2018) Nutritivna vrijednost suhih šunki i pršuta. *MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu* **20**, 138-144. <https://doi.org/10.31727/m.20.2.3>
- Toldrá F (2002) Dry-cured meat products, 1. izd., Food and Nutrition press, Connecticut.
- Toldrá F, Aristoy MC (1993) Availability of essential amino acids in dry-cured ham. *Int J Food Sci Nutr* **44**, 215-219. <https://doi.org/10.3109/09637489309017442>
- Toldrá F, Aristoy MC, Flores M (2000) Contribution of muscle aminopeptidases to flavor development in dry-cured ham. *Food Res Int* **33**, 181-185. [https://doi.org/10.1016/s0963-9969\(00\)00032-6](https://doi.org/10.1016/s0963-9969(00)00032-6)
- Toldrá F, Rubio MA, Navarro JL, Cabrerizo L (2004) Quality aspects of pork and its nutritional impact. *Adv Exp Med Biol* **542**, 25-32. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9090-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9090-7_2)

Zukál E, Incze K (2010) Drying. U: Toldra F (ured.) Handbook of Meat Processing, 1. izd., Blackwell Publishing, New Jersey, str. 219-229.

Živković J (1986) Higijena i tehnologija mesa II. dio, Kakvoća i prerada, Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski Fakultet, Zagreb.

Živković J, Hadžiosmanović M (1996) Suhomesnati proizvodi, Pogreške suhomesnatih proizvoda, Veterinarski priručnik, 5. izd., Medicinska naklada, Zagreb.



## IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja Antonia Vlašić izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

A. Vlašić

---

Vlastoručni potpis