

# Utjecaj anatomske lokacije mišića na udio, sastav i stupanj oksidacije masti u dalmatinskom pršutu nakon faze zrenja

---

**Katavić, Josipa**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*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:159:729582>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, srpanj 2020.

Josipa Katavić 1255/PI

**UTJECAJ ANATOMSKE  
LOKACIJE MIŠIĆA NA UDIO,  
SASTAV I STUPANJ OKSIDACIJE  
MASTI U DALMATINSKOM  
PRŠUTU NAKON FAZE ZRENJA**

Rad je izrađen u Laboratoriju za tehnologiju mesa i ribe na Zavodu za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom dr. sc. Nives Marušić Radovčić, docentice Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i uz pomoć Ivne Poljanec, mag.ing.

Zahvaljujemo se Hrvatskoj zakladi za znanost koja je omogućila sredstva za ovo istraživanje u sklopu projekta "Primjena inovativnih metoda u praćenju proteolitičkih, lipolitičkih i oksidativnih procesa tijekom proizvodnje pršuta, IM – HQHAM" (IP-2016-06-6793).

*Zahvaljujem mentorici doc. dr. sc. Nives Marušić Radovčić na stručnim savjetima, strpljenju i pomoći prilikom izrade ovog diplomskog rada.*

*Zahvaljujem i asistentici Ivni Poljanec na strpljenju i pomoći tijekom izrade ovog rada.*

*Veliko hvala mojim prijateljima i kolegama koji su mi bili pomoć i podrška te uz čije je društvo studiranje bilo znatno lakše.*

*Najveće hvala mojoj obitelji i dečku koji su mi svojim nesebičnim odricanjem, strpljenjem, podrškom i ljubavi omogućili ovaj uspjeh.*

## 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

### UTJECAJ ANATOMSKE LOKACIJE MIŠIĆA NA UDIO, SASTAV I STUPANJ OKSIDACIJE MASTI U DALMATINSKOM PRŠUTU NAKON FAZE ZRENJA

*Josipa Katavić, 1255/PI*

**Sažetak:** *Cilj ovog rada bio je utvrditi utjecaj anatomske lokacije mišića na boju, udio, sastav i stupanj oksidacije masti u Dalmatinskom pršutu nakon faze zrenja. Istraživani mišići bili su semimembranosus (SM) i biceps femoris (BF) te s obzirom na različitu lokaciju bilo je potrebno utvrditi postoje li razlike u ispitivanim parametrima. Oksidacija masti određena je spektrofotometrijskom metodom (TBARS test), udio masti metodom po Soxhletu, a sastav masnih kiselina plinskom kromatografijom. Analizirani su i parametri boje  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$ . Rezultati istraživanja pokazali su veći udio masti te posljedično i veći stupanj oksidacije masti (veće TBARS vrijednosti) u mišiću SM u odnosu na mišić BF. BF imao je više vrijednosti  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  parametara od SM. Analizom sastava masnih kiselina određeni su udjeli 37,99-38,07 % SFA, 50,61-51,82 % MUFA i 10,19-11,32 % PUFA. Anatomska lokacija mišića nije statistički utjecala na udio SFA, MUFA i PUFA.*

**Ključne riječi:** *Dalmatinski pršut, boja, TBARS, udio masti, masne kiseline*

**Rad sadrži:** 43 stranice, 16 slika, 5 tablica, 57 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

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

**Pomoć pri izradi:** *Ivna Poljanec, mag. ing.*

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. Prof. dr. sc. *Helga Medić*
2. Doc. dr. sc. *Nives Marušić Radovčić*
3. Doc. dr. sc. *Katarina Lisak Jakopović*
4. Doc. dr. sc. *Mia Kurek (zamjena)*

**Datum obrane:** 16. srpnja 2020.

## 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

### INFLUENCE OF MUSCLE TYPE ON THE FAT CONTENT, COMPOSITION AND OXIDATION IN DALMATIAN DRY- CURED HAM AFTER RIPENING

*Josipa Katavić, 1255/PI*

**Abstract:** *The aim of this study was to determine the influence of anatomical muscle location on the color, fat content, fatty acid composition and degree of fat oxidation in Dalmatian dry-cured ham after ripening. The examined muscles were semimembranosus (SM) and biceps femoris (BF) and considering the different location it was necessary to determine whether there were differences in the examined parameters. Fat oxidation was determined by spectrophotometric method (TBARS test), fat content by Soxhlet method, and fatty acid composition by gas chromatography. The color parameters  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  were also analyzed. The results of this study showed a higher fat content and consequently a higher degree of fat oxidation (higher TBARS values) in the SM muscle compared to the BF muscle. BF had higher  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  parameters than SM. The analysis of fatty acid composition determined the proportions of 37.99-38.07 % SFA, 50.61-51.82 % MUFA and 10.19-11.32 % PUFA. The anatomical location of the muscles did not statistically affect the proportion of SFA, MUFA, and PUFA.*

**Keywords:** *Dalmatian dry-cured ham, color, TBARS, fat content, fatty acids*

**Thesis contains:** 43 pages, 16 figures, 5 tables, 57 references

**Original in:** Croatian

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

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

**Technical support and assistance:** *BSc Ivna Poljanec*

#### Reviewers:

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

**Thesis defended:** 16 July 2020

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1. UVOD .....                                                        | 1  |
| 2. TEORIJSKI DIO.....                                                | 3  |
| 2.1. TRAJNI SUHOMESNATI PROIZVODI .....                              | 3  |
| 2.1.1. Pršut.....                                                    | 3  |
| 2.2. OZNAKE KVALITETE .....                                          | 5  |
| 2.3. TEHNOLOŠKI POSTUPAK PROIZVODNJE DALMATINSKOG PRŠUTA.....        | 6  |
| 2.4. NUTRITIVNI SASTAV .....                                         | 9  |
| 2.5. OKSIDACIJA MASTI.....                                           | 13 |
| 2.6. TIOBARBITURNA KISELINA U ODREĐIVANJU STUPNJA OKSIDACIJE MASTI.. | 15 |
| 2.7. BOJA PRŠUTA.....                                                | 16 |
| 3. MATERIJALI I METODE .....                                         | 18 |
| 3.1. MATERIJALI .....                                                | 18 |
| 3.2. METODE .....                                                    | 19 |
| 3.2.1 Određivanje boje .....                                         | 19 |
| 3.2.2 Određivanje udjela masti po Soxhletu.....                      | 19 |
| 3.2.3 Određivanje sastava masnih kiselina.....                       | 20 |
| 3.2.4 Određivanje stupnja oksidacije masti .....                     | 21 |
| 3.2.5 Statistička obrada podataka .....                              | 22 |
| 4. REZULTATI I RASPRAVA .....                                        | 23 |
| 4.1 BOJA.....                                                        | 23 |
| 4.2 TBARS TEST.....                                                  | 26 |
| 4.3 UDIO MASTI I SASTAV MASNIH KISELINA.....                         | 29 |
| 5. ZAKLJUČCI .....                                                   | 37 |
| 6. LITERATURA .....                                                  | 38 |





# 1. UVOD

Dalmatinski pršut je trajni 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). Dalmatinski pršut nositelji je Zaštićene oznake zemljopisnog porijekla (ZOZP) na EU i nacionalnoj razini. Proces proizvodnje obuhvaća slijedeće faze proizvodnje: obrada buta, soljenje (samo morska sol), prešanje, dimljenje, sušenje i zrenje. Odlikuju ga osebujna aroma i miris dima te blago slankast okus.

Najistraživaniji mišići pršuta u znanstvenoj literaturi su *biceps femoris* (BF) i *semimembranosus* (SM). Važni su zbog kemijskog sastava i biokemijskih reakcija koje se odvijaju tijekom proizvodnje pršuta. SM je vanjski mišić koji je u direktnom kontaktu sa soli i atmosferskim utjecajima te je podložan bržoj dehidraciji te u konačnici sadrži više soli i manje vode. Mišić BF je unutarnji mišić te sadrži manji udio soli i veći udio vode (Théron i sur., 2011). Zbog različite anatomske lokacije mišića te posljedično zbog toga što nisu podvrgnuti istim uvjetima tijekom tehnološkog procesa proizvodnje može rezultirati razlikama u određenim parametrima kvalitete.

Udio masti i boja pršuta jedni su od najvažnijih karakteristika koje utječu na prihvatljivost pršuta od strane potrošača, također udio masti jedan je od bitnih parametara kvalitete pršuta. Masti su odgovorne za mnoge bitne karakteristike mesa i mesnih proizvoda, odnosno utječu na okus, nježnost i sočnost. Osim poželjnih karakteristika, masti imaju i negativnu stranu, jer tijekom proizvodnje pršuta dolazi do oksidacije masti što u konačnici dovodi do smanjenja nutritivne vrijednosti i smanjenja senzorskih kvaliteta (promjene boje, teksture, mirisa i okusa) (Domínguez i sur., 2019).

Osim udjela masti važan je i sastav masnih kiselina. Uz anatomsku lokaciju mišića, udio masti te sastav masnih kiselina u izravnoj su korelaciji s ishranom i pasminom svinja. Prema Marušić i sur. (2013) sastav masnih kiselina za Dalmatinski pršut sadrži 41 % SFA, 51 % MUFA i 8 % PUFA. Boja pršuta uglavnom ovisi o kemijskom stanju i koncentraciji mesnih pigmenata te o mišićnoj strukturi (Costa i sur., 2008). Koncentracija najvažnijeg pigmenta za boju, mioglobina, također ovisi o anatomske lokaciji mišića te prema Yiu i sur. (2001) ona je veća u mišiću *biceps femoris*.

Provedena su mnoga istraživanja sa svrhom određivanja utjecaja genotipa i ishrane svinja te anatomske lokacije mišića na udio, sastav i stupanj oksidacije masti te boju u različitim vrstama pršuta: španjolski Serrano i Iberijski, francuski Bayonne i Korzikanski, talijanski Parma i San Daniele te Istarski pršut (Gandemer, 2009; Jiménez-Colmenero i sur., 2010; Marušić i sur., 2011; Marušić i sur., 2013; Pérez-Alvarez i sur., 1998; García-Esteban i sur. 2003; Koutina i sur., 2012; Andrés i sur., 2004).

Stoga je cilj ovog rada bio utvrditi utjecaj anatomske lokacije mišića (*biceps femoris* i *semimembranosus*) na boju, udio, sastav i stupanj oksidacije masti u Dalmatinskom pršutu nakon faze zrenja.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. TRAJNI SUHOMESNATI PROIZVODI

U Hrvatskoj proizvodnja trajnih suhomesnatih proizvoda traje od davnina. Prema Pravilniku o mesnim proizvodima (Pravilnik, 2018) trajni suhomesnati proizvodi su toplinski neobrađeni proizvodi od svinjskog mesa s ili bez pripadajućih kosti, potkožnog masnog tkiva i kože, s dodanim drugim sastojcima. Trajni suhomesnati proizvodi od svinjskog mesa proizvode se i stavljaju na tržište pod nazivima: pršut, suha šunka, suha lopatica, suha vratina ili buđola, suha pečenica, suha slanina i panceta. Trajni suhomesnati proizvodi odlikuju se suhom i čistom površinom, s mjestimičnim mogućim naslagama plijesni u tankom sloju. Mesnati dijelovi moraju biti svijetlo crvene do tamno crvene boje, a masno tkivo mora biti čvrsto i bijele boje, dok površinski slojevi mogu imati žućkastu nijansu. Rubovi proizvoda moraju biti uredno obrezani, a cijeli proizvod mora biti što pravilnijeg oblika i bez oštećenja. Koža mora biti svijetle do tamnosmeđe boje. Nakon što je proizvod dobro osušen, vanjski izgled, izgled presjeka, miris, okus, konzistencija i tekstura moraju odgovarati zreлом proizvodu i vrsti mesa, a ako su dimljeni moraju imati miris i okus dima (Pravilnik, 2018).

#### 2.1.1. Pršut

Prema Pravilniku o mesnim proizvodima (Pravilnik, 2018) pršut je trajni suhomesnati proizvod od svinjskog buta s kostima, s ili bez kože i potkožnog masnog tkiva, s ili bez nogice, bez repa, s ili bez zdjeličnih kostiju. Proizvodi se postupkom suhog soljenja ili salamurenja, uz mogućnost dodatka drugih začina ili začinskog bilja, nakon čega slijede procesi sušenja i zrenja, s ili bez provedbe postupka dimljenja. Proces postupka proizvodnje mora trajati najmanje devet mjeseci. Nakon sušenja i zrenja, pršut se može stavljati na tržište otkošten. Pršut nije dozvoljeno proizvoditi upotrebom arome dima (Pravilnik, 2018).

U Hrvatskoj postoje četiri vrste autohtonih pršuta, a to su Istarski koji je ujedno i nositelj Zaštićene oznake izvornosti na EU i nacionalnoj razini te Krčki, Dalmatinski i Drniški koji su nositelji Zaštićene oznake geografskog porijekla (Gaćina, 2017).

Zahvaljujući lakoj dostupnosti morskoj soli i sredozemnoj klimi, Dalmatinci su uz pomoć starih Rimljana i njihovih vještina konzerviranja mesa s vremenom razvili postupak proizvodnje ovog autohtonog prehrambenog suvenira koji je postao dio tradicije (Kos i sur., 2015; Gaćina, 2017). Dalmatinski pršut je trajni 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. Proizvodnja Dalmatinskog pršuta smije se odvijati isključivo unutar administrativnih granica Ličko-senjske (Grad Novalja), Zadarske, Šibensko-kninske, Splitsko-dalmatinske i Dubrovačko-neretvanske županije. Dalmatinski pršut prepoznatljiv je po specifičnoj aromi po dimu te se po tome i razlikuje u odnosu na druge autohtone pršute. Senzorska svojstva karakteristična za Dalmatinski pršut su pravilan oblik, bijela do ružičasto-bijela boja masnog tkiva te jednolična crvena boja mesa. Uz to, miris dima mora biti blago izražen te pršut mora imati osebujnu aromu (ugodne arome na fermentirano, usoljeno, suho i dimljeno svinjsko meso). Okus mora biti blago slankast ili slan, a žvakaća konzistencija mekana. Uz navedena senzorska svojstva, kemijska svojstva koja mora posjedovati Dalmatinski pršut su sadržaj vode od 40 do 55 %, sadržaj soli od 4,5 do 7,5 % i aktivitet vode ispod 0,93 (Kos i sur., 2015). Dalmatinski pršut prikazan je na slici 1.



Slika 1. Dalmatinski pršut (Anonymous 1, 2020)

## 2.2. OZNAKE KVALITETE

Pršut je u Republici Hrvatskoj jedan od najkvalitetnijih i najcjenjenijih autohtonih proizvoda. On se u Hrvatskoj proizvodi od davnina, a za njegovu posebnost odgovorni su geografski položaj te prirodni i klimatski uvjeti (Gaćina, 2017). Kako bi se zaštitio dio Hrvatske tradicije uvedene su oznake kvalitete: Izvornosti (ZOI), Zemljopisnog podrijetla (ZOZP) poljoprivrednih proizvoda i kultura i Zajamčeni tradicionalni specijaliteti (ZTS). Također, cilj je politike kvalitete EU-a zaštititi nazive određenih proizvoda radi promicanja njihovih jedinstvenih karakteristika koje su povezane s njihovim zemljopisnim podrijetlom i tradicionalnim umijećem i vještinama. Oznakama zemljopisnog podrijetla stječe se povjerenje potrošača te se naglašava kvaliteta autohtonog proizvoda (Europska komisija).

Kako bi proizvod stekao oznaku Izvornosti proizvod mora potjecati iz određenog mjesta, regije ili u posebnim slučajevima države. Kvaliteta i karakteristike proizvoda nastaju pod utjecajem posebnih prirodnih i ljudskih čimbenika određene zemljopisne sredine. Bitno je naglasiti da se sve faze proizvodnje moraju obavljati u određenom zemljopisnom području. Za razliku od oznake Izvornosti kod oznake Zemljopisnog podrijetla barem jedna faza proizvodnje (koja proizvod čini posebnim) mora se obavljati u određenom zemljopisnom području. Proizvod koji nosi oznaku Zaštićenog zemljopisnog podrijetla potiče iz određenog mjesta, regije ili države te se njegova kvaliteta, ugled ili ostale karakteristike pripisuju njegovu zemljopisnom podrijetlu (Registracija i zaštita naziva hrvatskih autohtonih proizvoda, 2015).

Oznakom Zajamčeni tradicionalni specijalitet ističu se tradicionalni aspekti, koji se odnose na način izrade proizvoda ili njegov sastav, bez povezanosti s konkretnim zemljopisnim područjem. Proizvod koji sadrži oznaku Zajamčenog tradicionalnog specijaliteta zaštićen je od krivotvorenja i zloupotrebe (Europska komisija).

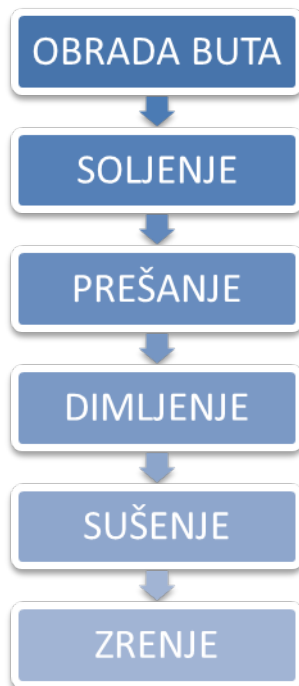
Nositelj Zaštićene oznake izvornosti (ZOI) na EU i nacionalnoj razini je Istarski pršut. Dalmatinski, Drniški i Krčki pršut nositelji su Zaštićene oznake zemljopisnog porijekla (ZOZP) na EU i nacionalnoj razini (Gaćina, 2017).



Slika 2. ZOI, ZOZP i ZTS (Europska komisija)

### 2.3. TEHNOLOŠKI POSTUPAK PROIZVODNJE DALMATINSKOG PRŠUTA

Tijek tehnološkog postupka proizvodnje Dalmatinskog pršuta prikazan je na slici 3.



Slika 3. Tijek tehnološkog postupka proizvodnje Dalmatinskog pršuta

Tehnološki postupak proizvodnje započinje kontrolom kvalitete sirovine (buta) (Kos i sur., 2015). But je dio polovice s najvećim udjelom mišićnog tkiva uz najmanji udio ukupnog masnog tkiva (Ukmar i sur., 2008). Jedan od najvećih problema u tradicionalnoj proizvodnji je neujednačena kvaliteta butova što u konačnici utječe na kvalitetu gotovog proizvoda. Neujednačena kvaliteta butova rezultat je različitog genotipa, dobi, spola i tjelesne mase, postupanja sa svinjama *ante* i *post mortem*, morfoloških osobina svinja, odnosa mišićnog i masnog tkiva u butu (Krvavica, 2006). Prema istraživanju Ukmar i sur. (2008) utvrđeno je da najveći udio u svinjskim polovicama čini but, slijede ga leđni dio, plećka i rebreni dio. Također je utvrđeno da se najkvalitetnije meso nalazi u butu (Ukmar i sur., 2008). Za proizvodnju Dalmatinskog pršuta but mora biti odvojen od svinjske polovice između zadnjeg slabinskog kralješka (*v. lumbales*) i prvog križnog kralješka (*v. sacrales*). Moraju biti odstranjena zdjelična kost, odnosno bočna kost (*os ilium*), sjedna kost (*os ishii*), preponska kost (*os pubis*), križna kost (*os sacrum*) te repni kralješci (*v. caudales*). S medijalne i lateralne strane but ima kožu i potkožno masno tkivo koje mjereno okomito ispod glave bedrene kosti, treba iznositi najmanje 15 mm, a poželjno je da debljina slanine s kožom bude 20-25 mm. But mora biti crvenkasto-ružičaste boje, suhe površine i kompaktne strukture, a

vrijednost pH mjerena u području poluopnastog mišića (*m. semimembranosus*) treba iznositi između 5,5 i 6,1. Ne smije se koristiti niti jedan oblik konzerviranja osim hlađenja (1-4°C) te vrijeme od klanja svinja do soljenja ne smije biti kraće od 24 niti dulje od 96 sati. Masa obrađenog buta mora iznositi najmanje 11 kg. Prije početka soljenja potrebno je masažom istisnuti zaostalu krvi iz cijelog buta, posebno iz femoralne arterije smještene u brazdi miškulature s medijalne strane (Kos i sur., 2015).

Glavne faze proizvodnje Dalmatinskog pršuta su:

1. **Soljenje pršuta** (prikazano na slici 4.) provodi se uz upotrebu samo morske soli. U proizvodnji Dalmatinskog pršuta nije dozvoljena upotreba nikakvih drugih začina niti konzervansa. Soljenje pršuta odvija se pri niskim temperaturama (2-6°C) te pri relativnoj vlazi zraka višoj od 80 % kako ne bi došlo do pojave smrdljivog zrenja koje se kasnije ne može popraviti. Također, za kakvoću gotovog proizvoda, vrlo je važno da butovi imaju istu temperaturu kako bi prodiranje soli bilo brzo i ravnomjerno. Pri preniskoj temperaturi apsorpcija soli bit će manja, a ako su butovi nedovoljno ohlađeni podložni su kvarenju. Soljenje se odvija tako da se sa suhom soli butovi natrljaju po cijeloj površini te se ostave ležati s medijalnom stranom okrenutom prema gore 7 do 10 dana. Nakon toga, butovi se ponovno natrljaju po cijeloj površini te se opet ostave ležati 7 do 10 dana s medijalnom stranom okrenutom prema dolje.



Slika 4. Soljenje pršuta (Anonymous 2, 2020)

2. **Prešanje butova** (prikazano na slici 5.) odvija se pri niskim temperaturama (2-6°C) i pri relativnoj vlazi zraka višoj od 80 %. Sa svrhom pravilnog oblikovanja pršuta butovi se mogu prešati na način da se butovi slože u redove između ploča i opterete. Ta faza traje 7 do 10 dana. Ako se butovi ne prešaju oni se bez preslagivanja nakon završetka faze soljenja ostave



ležati još 7 do 10 dana. Bez obzira, prešaju li se butovi ili ne, slijedi ispiranje čistom vodom i cijedenje. Nakon ispiranja, butovi se vežu se špagom ili se vješaju na kuku od nehrđajućeg čelika iznad petne kvrge (*tuber calcanei*). Zatim se butovi vješaju u besprijekorno čiste prostorije s otvorima za zrak (zaštićenim mrežicama radi sprječavanja ulaska kukaca) radi ujednačavanja temperature prije dimljenja.



Slika 5. Prešanje butova (Annonymous 3, 2014)

3. **Dimljenje i sušenje pršuta** prikazano je na slici 6. Dimljenje se vrši uporabom hladnog dima čija temperatura ne smije biti viša od 22°C, jer bi to dovelo do denaturacije bjelančevina u površinskom sloju pršuta što bi u konačnici dovelo do kvarenja pršuta. Dim se dobije izgaranjem tvrdog drva ili piljevine bukve (*Fagus sp.*), hrasta (*Quercus sp.*) ili graba (*Carpinus sp.*). Postupci dimljenja i sušenja traju do najviše 45 dana.



Slika 6. Dimljenje i sušenje pršuta (Anonymous 4, 2014)

4. **Zrenje pršuta** (prikazano na slici 7.) odvija se u prostorijama za zrenje koje su zamračene, imaju stabilnu mikroklimu i blagu izmjenu zraka. Temperatura ne bi trebala prelaziti 20°C, a relativna vlaga zraka bi trebala biti ispod 90 %. (Kos i sur., 2015). Tijekom zrenja odvijaju se razni biokemijski procesi, koji su i najintenzivniji u toj fazi te generiraju različite kemijske spojeve odgovorne za specifičnu aromu i okus proizvoda (Krvavica i sur., 2012). U fazi zrenja

pršutarima je dopušteno „štukovati“, odnosno popunjavati pukotine nastale na medijalnoj strani. Popunjavanje se vrši smjesom napravljenom od usitnjenog svinjskog sala pomiješanog s pšeničnim ili rižinim brašnom uz dodatak soli (Kos i sur., 2015).



Slika 7. Zrenje pršuta (Anonymous 5, 2019)

Pršut je zreo i spreman za konzumaciju godinu dana nakon početka soljenja. Nakon što je certifikacijsko tijelo utvrdilo sukladnost proizvoda sa specifikacijom i nakon što je završena posljednja faza proizvodnje proizvod s oznakom zemljopisnog podrijetla Dalmatinski pršut smije se stavljati na tržište i to cijeli ili u komadima. Autohtoni Dalmatinski pršut može se prepoznati po znaku koji se kao vrući žig nanosi nakon završene faze zrenja. Znak ima ovalni oblik pečata unutar kojeg se nalaze tri lavlje glave, a na gornjem vanjskom obodu piše „Dalmatinski pršut“ kao što se može vidjeti na slici 8. (Kos i sur., 2015).



Slika 8. Grafički prikaz zajedničkog znaka Dalmatinskog pršuta (Kos i sur., 2015)

#### 2.4. NUTRITIVNI SASTAV

S prehrambenog stajališta, trajni suhomesnati proizvodi vrlo su važan izvor proteina koji su od velike biološke važnosti, ali s druge strane stvaraju zabrinutost zbog sadržaja masti

(Pleadin i sur., 2016). Zbog zabrinutosti potrošača za zdravlje, odnosno zbog mogućeg štetnog učinka, veliki dio vanjske masti može se ukloniti prilikom rezanja i narezivanja pršuta prije pakiranja za konzumaciju (Jiménez-Colmenero i sur., 2010). Osim zbog sadržaja kolesterola, također i zbog visokog sadržaja soli te sastojaka dima suhomesnati proizvodi smatrani su lošima za ljudsko zdravlje (Senčić i Samac, 2018). Udio masti jedan je od bitnih parametara kvalitete pršuta (što je viši udio masti veća je prihvatljivost pršuta), ali ono što najviše utječe na izgled, teksturu (sočnost) i na intenzitet i postojanost okusa pršuta je sadržaj međumišićnog masnog tkiva. Međumišićno masno tkivo kao i potkožno masno tkivo pridonose smanjenom unosu soli i usporavaju gubitak vlage zbog manje brzine difuzije vode (Jiménez-Colmenero i sur., 2010). Sadržaj masti u svinjskom mišiću značajno varira ovisno o stupnju tova i prisutnosti masnog tkiva, ali uglavnom čini od 1 do 13 % ukupne mišićne težine. Intramuskularni lipidi podijeljeni su u dvije glavne skupine, a to su lipidi koji su pohranjeni u masnim stanicama i membranski lipidi (Petrova i sur., 2015). U masnim stanicama smješteni su triacilgliceroli (TAG), a u membranskim lipidima fosfolipidi (PL) i kolesterol. Triacilgliceroli bogati su s MUFA i sadrže više SFA, dok fosfolipidi sadrže veći udio PUFA od kojih su trećina dugolančanih PUFA s 4, 5 ili 6 dvostrukih veza. Kao što je već ranije spomenuto, udio masti u različitim vrstama pršuta može varirati, ovisno o genotipu svinja i načinu njihove hranidbe te se to može vidjeti u tablici 1. Osim udjela masti valja istaknuti i sastav masnih kiselina. Udio slobodnih masnih kiselina na kraju procesa može iznositi 9-20 % ukupnih masti (Jiménez-Colmenero i sur., 2010). Njihov udio i vrsta igraju značajnu ulogu u prevenciji i liječenju brojnih kroničnih poremećaja, a posebno kardiovaskularnih bolesti (Marušić i sur., 2013). Sastav masnih kiselina pršuta najviše ovisi o sastavu masti iz hrane, a djelomično i o genotipu svinja (Senčić i Samac, 2018). Slobodne masne kiseline nastaju procesom lipolize, razgradnjom triacilglicerola (TAG) djelovanjem lipaza i razgradnjom fosfolipida (PL) djelovanjem fosfolipaza (Senčić i Samac, 2018). One izravno utječu na okus i aromu pršuta stvaranjem prekursora okusa i arome (slobodne polinezasićene masne kiseline) koji kasnije služe kao supstrat za oksidacijske procese (Krvavica i Đugum, 2007). Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji unos masti trebao bi biti između 15 i 30 % ukupnog energetskeg unosa, unos zasićenih masnih kiselina (SFA) do 10 %, polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) između 6 i 10 % (n-6:5-8 %; n-3:1-2 %), oko 10-15 % mononezasićenih masnih kiselina (MUFA) i manje od 1 % trans masnih kiselina te preporuča smanjiti udio kolesterola na 300 mg/dan (Jiménez-Colmenero, 2010). Također, prema preporukama Svjetske zdravstvene organizacije važan je odnos između ukupnih n-6 i n-3 masnih kiselina, koji bi trebao biti između 1 i 4 te odnos između polinezasićenih i

zasićenih masnih kiselina koji bi trebao biti između 0,4 i 1 (Senčić i Samac, 2018). Općenito, proizvodi od svinjskog mesa sadrže veće udjele zasićenih masnih kiselina (SFA), a manje količine mononezasićenih masnih kiselina (MUFA) i polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) od preporučenih vrijednosti (Pleadin i sur., 2016). Prema Jiménez-Colmenero i sur. (2010) sastav masnih kiselina u pršutima od bijelih svinja u prosjeku čini 35-40 % SFA, 45-50 % MUFA i 10-15 % PUFA, a pršutima od crnih svinja (Iberijski pršut) sadrže veći udjel MUFA (54-58 %) te manju udio SFA (30-35 %) i PUFA (8-12 %), što se može pripisati žirevima kojima se hrane te svinje (sadrže velike udjele oleinske kiseline) (Tablica 1.) (Jiménez-Colmenero i sur., 2010). Prema Senčić i Samac (2018) najzastupljenije masne kiseline u Dalmatinskom pršutu pripadaju skupini mononezasićenih masnih kiselina (MUFA), zatim skupini zasićenih masnih kiselina (SFA), a najmanje skupini polinezasićenih masnih kiselina (PUFA). Najzastupljenija masna kiselina iz skupine MUFA je oleinska kiselina C18:1, glavne masne kiseline u skupini SFA su palmitinska C16:0 i stearinska C18:0, a u skupini PUFA to je linolna kiselina C18:2 i  $\alpha$ -linolenska kiselina C18:3. Zbog oksidacije nezasićenih masnih kiselina s dvostrukim vezama, tijekom proizvodnje pršuta dolazi do povećanja relativnog udjela MUFA, do smanjenja udjela PUFA dok je udio SFA skoro nepromijenjen (Senčić i Samac, 2018). Relativno visoka razina kolesterola i nizak omjer polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina predstavljaju faktore rizika za neke poremećaje kao što su kardiovaskularne bolesti (Pleadin i sur., 2016). Neke zasićene masne kiseline (SFA) koje sadrže manje od 18 ugljikovih atoma u lancu, povećavaju ukupni kolesterol i lipoproteine niske gustoće u krvi (LDL) te također i omjer HDL/LDL što je povezano s povećanjem rizika nastanka već navedenih kardiovaskularnih bolesti. No s druge strane, MUFA smanjuje udio LDL-kolesterola u plazmi bez da utječe na smanjenje antiaterogene aktivnosti HDL-kolesterola u lipoproteinima. Prehrana bogata PUFA utječe na smanjenje razine LDL-kolesterola u krvi, dok veći udio SFA povećava te je zbog toga važan već navedeni omjer PUFA/SFA koji bi trebao biti između 0.4 i 1, a prema tablici 1. kreće se između 0.18 i 0.60, pri čemu se optimalnije vrijednosti pojavljuju kod pršuta bijelih svinja kao što su Serrano i Parma. Veći udjel PUFA nije dovoljan sam za sebe da bi hrana bila povoljnija za zdravlje, uz PUFA vrlo je bitan i omjer n-6/n-3 koji ne bi trebao biti veći od 4. Iz tablice 1. može se primijetiti da su vrijednosti tog omjera puno veće od preporučenog omjera (Jiménez-Colmenero i sur., 2010). Kao što je već spomenuto, pršuti su dobar izvor proteina visoke biološke vrijednosti, jer sadrže esencijalne aminokiseline u dobrim omjerima (Jiménez-Colmenero i sur., 2010). Neke od najzastupljenijih aminokiselina u pršutima su glutaminska kiselina, alanin, lizin, leucin i arginin. Pršuti su također dobar izvor mineralnih tvari, kao što su cink, željezo selen,

vitamina, pogotovo onih koji pripadaju skupini B (tiamin, riboflavin, niacin, vitamin B<sub>6</sub> i vitamin B<sub>12</sub>), dok vitamine A,C,E,D i K sadrže u manjim količinama (Senčić i Samac, 2018; Jiménez-Colmenero i sur., 2010). Osim toga sadrže i velik broj hranjivih tvari u lako probavljivom i slobodnom obliku (Senčić i Samac, 2018).

Tablica 1. Udio masti<sup>a</sup> i profil masnih kiselina (izražene u postotku od ukupnih masnih kiselina) različitih vrsta pršuta (Jiménez-Colmenero i sur., 2010).

| <b>Pršut (prehrana)</b>                            | <b>masti<sup>a</sup></b> | <b>SFA</b> | <b>MUFA</b> | <b>PUFA</b> | <b>PUFA/SFA</b> | <b>n-6/n-3</b> |
|----------------------------------------------------|--------------------------|------------|-------------|-------------|-----------------|----------------|
| 1. Iberijski (žir)                                 | 11.28                    | 32.51      | 59.37       | 8.12        | 0.25            | 12.1           |
| 2. Iberijski (žir)                                 | 9.51(19.24)              | 33.97      | 54.60       | 11.43       | 0.33            | 18.1           |
| 3. Iberijski (komercijalna prehrana)               | 5.47                     | 35.15      | 51.39       | 13.44       | 0.38            | 31.2           |
| 4. Iberijski (žir)                                 | (17.23)                  | 34.9       | 57.2        | 6.76        | 0.19            | 9.4            |
| 5. Serrano (komercijalna prehrana)                 | 4.8(18.8)                | 32.7       | 52.7        | 10.2        | 0.31            | 16.2           |
| 6. Serrano (komercijalna prehrana)                 | 3.5                      | 33.4       | 55.6        | 11.0        | 0.33            | 12.7           |
| 7. Bayonne (komercijalna prehrana)                 | 2.6                      | 36.4       | 52.9        | 10.7        | 0.29            | 14.1           |
| 8. Bayonne (komercijalna prehrana)                 | 3.5                      | 36.52      | 47.49       | 15.3        | 0.42            | 29.6           |
| 9. Korzikanski (kesten)                            | 12.3                     | 35.0       | 53.8        | 11.2        | 0.32            | -              |
| 10. Korzikanski (komercijalna prehrana)            | 5.3                      | 34.9       | 55.4        | 9.7         | 0.28            | 8.7            |
| 11. Parma (komercijalna prehrana)                  | 3.57                     | 35.99      | 54.04       | 8.59        | 0.23            | 39.9           |
| 12. Parma (komercijalna prehrana)                  | (18.4)                   | 37.9       | 52.0        | 9.9         | 0.26            | -              |
| 13. San Daniele (komercijalna prehrana)            | (23.0)                   | 38.5       | 51.9        | 9.6         | 0.25            | -              |
| 14. Cinta Senese (žir)                             | -                        | 33.26      | 51.35       | 15.38       | 0.46            | 14.2           |
| 15. Jinhua (komercijalna prehrana)                 | -                        | 37.10      | 46.63       | 14.24       | 0.38            | -              |
| 16. Iberijski (prehrana s dodatkom MUFA)           | 7.08                     | 34.79      | 54.21       | 11.0        | 0.38            | 28.20          |
| 17. Seranno (prehrana s dodatkom kukuruznoog ulja) | -                        | 32.60      | 47.77       | 19.58       | 0.60            | 8.2            |
| 18. Seranno (prehrana s dodatkom n-3 i MUFA)       | -                        | 33.06      | 47.40       | 19.98       | 0.60            | 1.97           |
| 19. Parma (prehrana s dodatkom kukuruznog ulja)    | -                        | 31.82      | 50.20       | 17.83       | 0.56            | 20.5           |
| 20. Parma (prehrana s dodatkom ulja uljane repice) | -                        | 30.42      | 54.62       | 15.26       | 0.46            | 12.3           |
| 21. Parma (komercijalna prehrana)                  | -                        | 35.99      | 54.04       | 9.36        | 0.26            | 26.94          |
| 22. Parma (suplementi s CLA)                       | -                        | 38.99      | 53.08       | 7.33        | 0.18            | 29.39          |

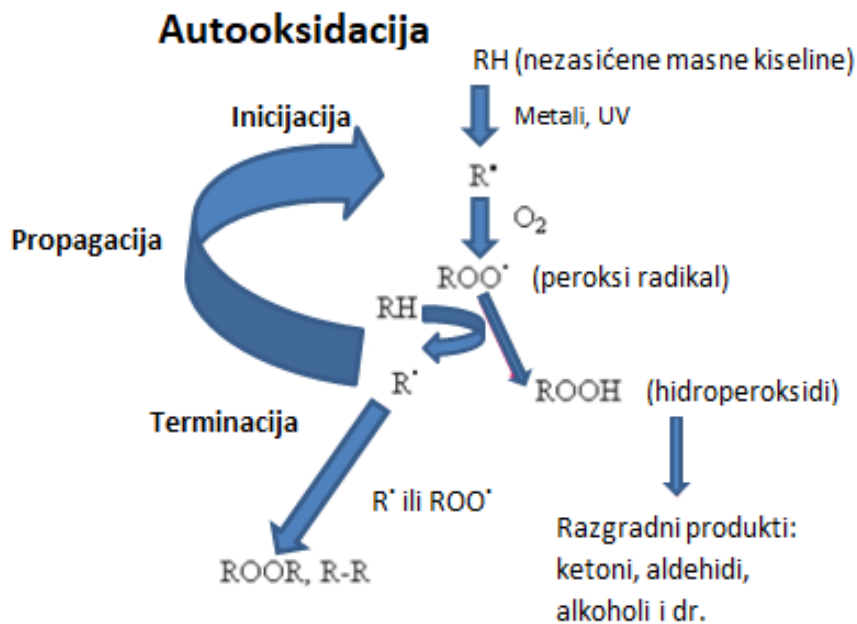
<sup>a</sup>Izraženo kao g IMF/100 g mišića *Biceps femoris*: ili g masti/100 g tankog dijela kriške s preostalim međumišićnom i 5 mm potkožne masti (u zagradi).

## 2.5. OKSIDACIJA MASTI

Masti su vrlo važan dio ljudske prehrane. Sadrže energiju važnu za odvijanje bioloških procesa u našem tijelu te sadrže velik broj tvari poput esencijalnih masnih kiselina i vitamina topivih u mastima. Sastav i sadržaj masti vrlo je važan za potrošače, jer su masti odgovorne za mnoge poželjne karakteristike mesa i mesnih proizvoda, odnosno odgovorni su za okus, nježnost i sočnost mesa (Domínguez i sur., 2019). Međutim, masti imaju i negativnu stranu. Masti, osim što su primarno odgovorni za poželjnu aromu isto tako su odgovorni i za neželjenu aromu. Masti prolaze kroz proces oksidacije (Cheng, 2016). Oksidacijski procesi ne samo da smanjuju nutritivnu vrijednost mesa zbog gubitka esencijalnih masnih kiselina već postupno utječu na smanjivanje senzorskih kvaliteta. To uključuje promjene na boji, teksturi, mirisu i okusu (Domínguez i sur., 2019). Osim što oksidacija masti utječe na smanjenje roka trajanja, povećanje neugodnog okusa, promjenu funkcionalnih i senzorskih karakteristika može stvoriti i kancerogene tvari. Jedan od produkata oksidacije masti je malondialdehid te se smatra da je kancerogen (Cheng, 2016). Iako oksidacija masti u većini slučajeva ima negativan učinak na meso i mesne proizvode, oksidacija može doprinijeti razvoju poželjnih aroma što se i događa tijekom faze zrenja ili sušenja prilikom čega nastaje ugodna aroma pršuta (Domínguez i sur., 2019).

Oksidacija masti događa se enzimskim i neenzimskim reakcijama te postoji mnogo mehanizama koji mogu objasniti te složene reakcije u mesu (Cheng, 2016). Komponente koje reagiraju tijekom oksidacije lipida su nezasićene masne kiseline i kisik. Druge komponente mogu potaknuti ili spriječiti oksidacijske reakcije. Oksidacija masti može se provesti na tri glavna načina koji uključuju složene reakcije: autooksidacije, enzimski katalizirana oksidacija i fotooksidacija (Domínguez i sur., 2019). Autooksidacija je kontinuirani niz reakcija slobodnih radikala i najvažniji mehanizam oksidacije masti. Autooksidacija se odvija u tri faze, a to su: inicijacija, propagacija i terminacija kao što se može vidjeti na slici 9. U fazi inicijacije nastaju slobodni radikali kada kisik iz zraka napada nezasićene masne kiseline (Cheng, 2016). Nakon faze inicijacije slijedi faza propagacije u kojem se povećava broj reaktivnih spojeva i na kraju slijedi faza terminacije u kojoj se reaktivni spojevi razgrađuju ili reagiraju jedan s drugim pri čemu nastaju nereaktivni spojevi (Domínguez i sur., 2019). Primarni produkti autooksidacije su hidroperoksidi koji su vrlo nestabilni. Hidroperoksidi su bez mirisa i okusa te oni sami ne doprinose aromi proizvoda, ali iz njih mogu lako nastati sekundarni produkti autooksidacije kao što su aldehidi, alkeni, ketoni i alkoholi koji utječu na

stvaranje nepoželjnih aroma (Cheng, 2016). Enzimaska i fotooksidacija razlikuju se od autooksidacije u formiranju hidroperoksida, tijekom faze inicijacije (Domínguez i sur., 2019).



Slika 9. Autooksidacija u mesu (Cheng, 2016)

Kako je već navedeno, oksidacija masti je proces koji uključuje više mehanizama s vrlo složenim reakcijama i interakcijama između supstrata i katalizatora. Na te reakcije utječu mnogi faktori koji mogu biti unutarnji i vanjski (Domínguez i sur., 2019). Faktori koji utječu na oksidaciju masti su: temperatura, svjetlost, sadržaj kisika, kataliza, fosfolipidi, nezasićene masne kiseline, stanje prije klanja, procesi koji uništavaju mišićne membrane i pH (Cheng, 2016). Oksidativna stabilnost mesa ovisi o ravnoteži antioksidansa i prooksidansa. Glavni faktori koji utječu na oksidaciju masti su sadržaj masti i masnih kiselina, jer su masne kiseline glavni supstrat u reakcijama oksidacije. Kao što je već ranije spomenuto, najvažnije dvije skupine masti su triacilgliceroli (TAG) i fosfolipidi (PL). Brojna istraživanja pokazala su da se povećanjem intramuskularne masti povećava i udio triacilglicerola, a da udio fosfolipida ostaje isti. Bez obzira što su veći udjeli masti, a samim time i triacilgliceroli, istraživanja su pokazala da su fosfolipidi vrlo bitni za reakcije oksidacije. Za ovu visoku fosfolipidnu reaktivnost postoje dva glavna objašnjenja. Prvo objašnjenje je to da raspored lipida u membranama olakšava širenje oksidacije, jer su katalitička mjesta bliža. Također, činjenica koja tomu doprinosi je ta da fosfolipidi imaju više polinezasićenih masnih kiselina nego triacilgliceroli. Različita istraživanja potvrdila su te tvrdnje te su potkrijepljene i brojevima kojima je pokazano da triacilgliceroli sadrže 4,5 do 14 %, a fosfolipidi sadrže 37 do 47 % polinezasićenih masnih kiselina. U vezi s tim, drugim istraživanjem koje je promatralo ulogu

triacilglicerola i fosfolipida u tvorbi malondialdehida, zaključeno je da fosfolipidna frakcija pridonosi tvorbi 90 % malondialdehida (Domínguez i sur., 2019). Također, različite vrste životinja imaju različitu osjetljivost na oksidaciju. Na primjer, pileće meso sadrži veću razinu nezasićenih masnih kiselina od svinjetine pa je stoga podložnije oksidaciji. No ako svinjetinu usporedimo s govedinom, svinjetina će biti podložnija oksidaciji, također zbog većeg udjela nezasićenih masnih kiselina. Stupanj oksidacije masti bit će veći ako se na meso djeluje procesima mljevenja, usitnjavanja, ljuštenja, emulgiranja i kuhanja, jer se tim procesima oslobađaju fosfolipidi te su oni podložni oksidaciji (Cheng, 2016).

Kako je već pokazano da oksidacija ima pozitivne i negativne utjecaje na kvalitetu mesa i mesnih proizvoda važno je moći odrediti stupanj oksidacije masti kako bi se uspostavile mjere za njeno smanjenje. Zbog mnogih faktora koji utječu na oksidaciju te zbog složenih reakcija i interakcija koje se događaju tijekom oksidacije masti nemoguće je razviti jednu metodu mjerenja stupnja oksidacije masti. Kao što je već ranije navedeno, najvažniji primarni produkti su hidroperoksidi. Oni su vrlo nestabilni pa se vrlo brzo raspadaju stvarajući sekundarne produkte. Zbog toga, metode mjerenja stupnja oksidacije masti generalno se mogu podijeliti na one metode koje mjere promjene u primarnim produktima (promjene u masnim kiselinama i nastanak hidroperoksida i konjugiranih diena/triena) i promjene u sekundarnim produktima (nastanak karbonila, aldehida, hlapljivih komponenti i malondialdehida) (Domínguez i sur., 2019).

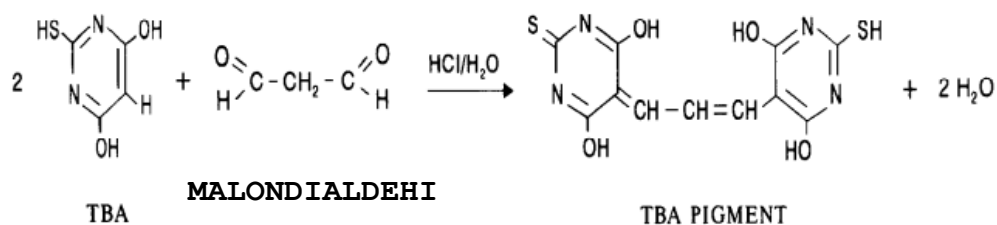
## 2.6. TIOBARBITURNA KISELINA U ODREĐIVANJU STUPNJA OKSIDACIJE MASTI

Dosad su razvijene i primjenjivane mnoge metode za određivanje primarnih i sekundarnih produkata oksidacije (Reitznerová i sur., 2017). Test tiobarbiturne kiseline (TBA test) jedan je od najčešće korištenih metoda za mjerenje stupnja oksidacije masti u hrani nastale tijekom prerade i/ili pohrane određivanjem sekundarnih produkata lipidne oksidacije npr. malondialdehida (MDA) (Šimat i sur., 2009). Malondialdehid najčešće se koristi kao oksidacijski marker, jer je jedan od najzastupljenijih aldehida koji nastaju tijekom sekundarnih reakcija oksidacije lipida i njegova koncentracija u mesu može biti 300  $\mu\text{M}$  ili više (Reitznerová i sur., 2017). Taj sekundarni produkt lipidne oksidacije nezasićenih masnih kiselina, jedan je od najvažnijih produkata oksidacije koji se smatra kancerogenim i uzročnikom mutacija. Tiobarbiturna kiselina (TBA), zahvaljujući svojoj reaktivnosti, osobito



s karbonilnim spojevima (aldehidi, ketoni) te s kiselinama, esterima, amidima, šećerima i pirimidinskim spojevima ima široku primjenu (Šimat i sur., 2009).

Reakcijom malondialdehida (MDA) s 2-tiobarbiturnom kiselinom (TBA) (prikazana na slici 10.) pri niskom pH i visokoj temperaturi nastaje ružičasto fluorescentni kompleks TBA-MDA koji se zatim određuje spektrofotometrijski (Šimat i sur., 2009; Fernández i sur., 1997). Vidljiva i ultraljubičasta spektrofotometrija pigmenta ima primarni maksimum pri 532-535 nm te sekundarni pri 245-305 nm. Intenzitet obojenja je mjera koncentracije MDA. Prilikom određivanja koncentracije MDA uspoređuje se apsorbancija TBA-MDA kompleksa sa standardom napravljenim od 1,1,3,3 tetraetoksipropana (TEP) ili 1,1,3,3 tetrametoksipropana (TMP), jer se MDA može dobiti kiselom hidrolizom iz TMP ili TEP u ekvimolekularnoj reakciji. Brzina reakcije TBA s malondialdehidom ovisi o koncentraciji otopine TBA, temperaturi i pH.



Slika 10. Reakcija tiobarbiturne kiseline i malondialdehida (Fernández i sur., 1997)

Osim malondialdehida s TBA reagiraju i drugi produkti oksidacije kao što su  $\alpha,\beta$ -nezasićeni aldehidi i nehlapljivi prekursori tih spojeva no MDA je ipak najvažniji. Zbog reaktivnih spojeva koji reagiraju s TBA, a nisu MDA ova metoda još se naziva i TBARS (TBA reaktivni spoj). To se događa jer reagiraju s TBA čime nastaje adukt čiji spektar je identičan onome dobivenom reakcijom s MDA standardom, njihov UV spektar identičan je onome MDA standarda pri pH 7,0 i pH 2,0, izlaze iz kolone u isto vrijeme kao i MDA standard kada su analizirane HPLC-om te zato što su prinosi MDA određenog TBA testom jednaki onima određenim HPLC-om (Fernández i sur., 1997).

## 2.7. BOJA PRŠUTA

Boja mesa vrlo je važna te njenim mjerenjem možemo odrediti kakve promjene se događaju i što je njihov uzrok, također može se odrediti preferencija kupaca i provesti ocjenjivanje proizvoda (Yiu i sur., 2001). U pršutima boja je jedna od najvažnijih karakteristika koja privlači potrošače (Pérez-Palacios i sur., 2011). Dalmatinski pršut odlikuje se jednoličnom crvenom bojom mesa i bijelom do ružičasto-bijelom bojom masnog tkiva

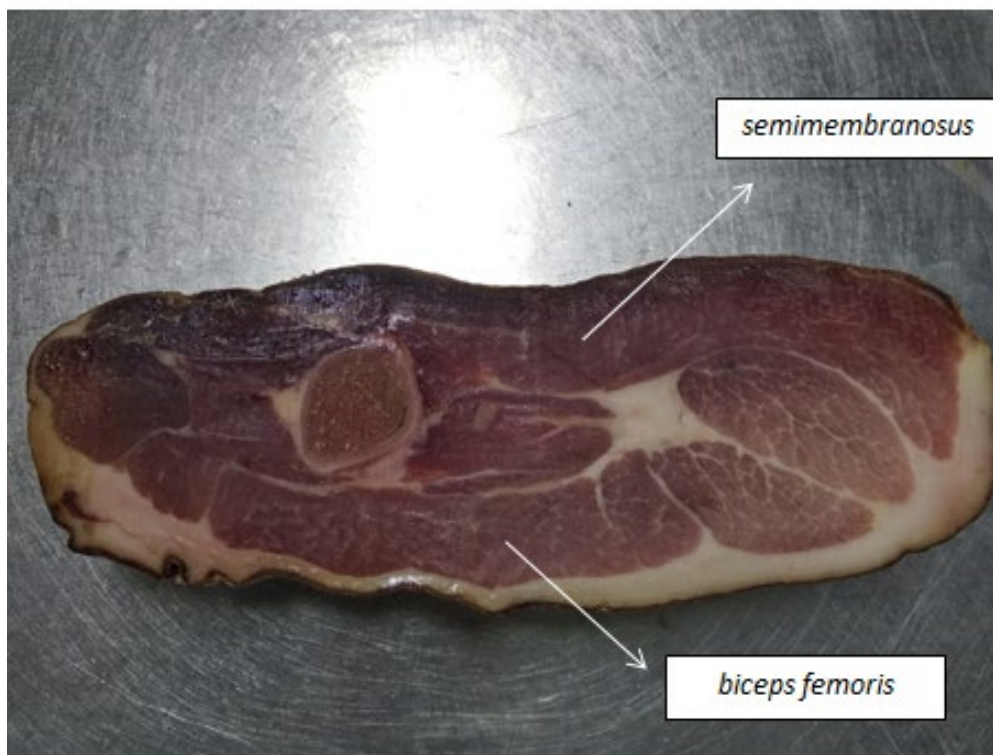
(Kos i sur., 2015). Boja pršuta uglavnom ovisi o kemijskom stanju i koncentraciji mesnih pigmentata te o mišićnoj strukturi (Costa i sur., 2008). Pigment uglavnom odgovoran za boju mesa je protein mioglobin (Yiu i sur., 2001). Sadržaj pigmenta mioglobina koji je svojstven mišićnom tkivu uglavnom ovisi o pasmini svinje, njenoj starosti te o prehranbenom statusu (Honikel, 1998). Pršuti proizvedeni od mlađih svinja su najčešće bljeđih nijansi crvene boje, jer je količina mioglobina fiziološki niža u mišićima mlađih životinja (Karolyi, 2009). Za formiranje karakteristične crvene boje mišićnog tkiva pršuta odgovorna je reakcija mioglobina s nitritnim oksidom pri čemu nastaje nitrozomioglobin. Otprilike 10 do 40 % mioglobina transformira se u nitrozomioglobin čija je boja vrlo stabilna, jer se NO skupina veže na željezo u hemu i time blokira oksidacijska i redukcijska svojstva mioglobina (Krvavica, 2006). Koncentracija mioglobina je različita u različitim mišićima. Prema Yiu i sur. (2001) može se vidjeti kako koncentracija mioglobina, kod svinja pasmine hampshire, u mišiću *biceps femoris* iznosi 5,06 mg/g, a u vanjskom dijelu mišića *semimembranosus* iznosi 4,05 mg/g. Različite kemijske karakteristike pršuta na kraju procesa zrenja imaju utjecaj na boju. Tim karakteristikama pripadaju sadržaj soli i vlage,  $a_w$  i pH (Pérez-Alvarez i sur., 1998). Također, razdoblje prije klanja te samo klanje i naknadna obrada utječu na brzinu i opseg pada pH i temperature i posljedično utječu na boju. Na boju mesa također utječu procesi oksigenacije i oksidacije koji se javljaju tijekom skladištenja i distribucije proizvoda (Honikel, 1998).

Boja može biti izmjerena od strane senzorskog panela (subjektivna procjena) ili instrumentalno pomoću spektrofotometra (objektivna procjena). Referentna metoda koja se koristi za mjerenje boje mesa koristi  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  spektar boja.  $L^*$  parametar je mjera svjetline koja se izražava u vrijednostima od 0 do 100 pri čemu je vrijednost 0 jednaka crnoj boji, a vrijednost 100 jednaka je bijeloj boji.  $a^*$  parametar je mjera crvenila mesa i iskazuje spektar od crvene do zelene, odnosno od -60 do 60 pri čemu su veće vrijednosti karakteristične za crveno meso.  $b^*$  parametar pokazuje vrijednosti između plavog i žutog spektra pri čemu su veće vrijednosti karakteristične za žuti dio spektra (Yiu i sur., 2001).

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. MATERIJALI

U ovom diplomskom radu mjerenja su provedena na uzorcima Dalmatinskog pršuta proizvedenog od pasmine svinja DANBRED koji je tropasminski križanac danskog landrasa, velikog jorkšira i duroka ((danski landras x veliki jorkšir) x durok). Nakon faze zrenja (12 mjeseci) izuzeto je 10 uzoraka, odnosno presjeka butova iz kojih su izdvojeni mišići *semimembranosus* i *biceps femoris* (prikazani na slici 11.). Prilikom ispitivanja boje provedena su po 4 mjerenja na svakom mišiću (*biceps femoris* i *semimembranosus*) odnosno ukupno je provedeno 80 mjerenja. Za mjerenje stupnja oksidacije masti za svaki mišić *biceps femoris* i *semimembranosus* napravljena su po dva paralelna mjerenja što ukupno čini 40 mjerenja. Određivanje sastava masnih kiselina također je provedeno na mišićima *biceps femoris* i *semimembranosus*. Za određivanje sastava masnih kiselina također su provedena po dva paralelna mjerenja na svakom mišiću, odnosno ukupno 40 mjerenja.



Slika 11. Presjek mišića svinjskog buta (vlastita fotografija)

Boja je izmjerena odmah po primitku uzoraka. Za ostale analize, mišići su pakirani u vrećice za vakuumiranje po 15 do 20 g te su vakuumirani uređajem za vakuumiranje (Homevac

HV500, Status, Slovenija), označeni brojevnim oznakama te kraticama mišića. Do provedbe analize uzorci su čuvani u zamrzivaču na  $-18^{\circ}\text{C}$ .

## 3.2 METODE

### 3.2.1 Određivanje boje

Boja je određena odmah po primitku uzoraka. Određivanje boje provedeno je na površini mišića *biceps femoris* i *semimembranosus*. Za određivanje boje pršuta korišten je spektrofotometar Konica Minolta (CM-700d, Minolta, Japan) prikazan na slici 12. Na svakom uzorku provedeno je 4 mjerenja za svaki mišić te su se prilikom mjerenja izbjegavala mjesta s većim udjelom masnoće radi što točnijih rezultata. Parametri koji su se određivali su  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$ , odnosno  $L^*$  parametar koji je mjera svjetline koja se izražava u vrijednostima od 0 do 100 (0=crna boja, 100=bijela boja),  $a^*$  parametar koji je mjera crvenila mesa. Parametar  $a^*$  iskazuje spektar od crvene do zelene, odnosno od -60 do 60 pri čemu su veće vrijednosti karakteristične za crveno meso.  $b^*$  parametar pokazuje vrijednosti između plavog i žutog spektra pri čemu su veće vrijednosti karakteristične za žuti dio spektra (Yiu i sur., 2001).



Slika 12. Spektrofotometar Konica Minolta (CM-700d, Minolta, Japan) (Anonymous 6, 2020)

### 3.2.2 Određivanje udjela masti po Soxhletu

Udio masti određen je metodom po Soxhletu (HRN ISO 1443:1999). Metoda se temelji na višekratnoj kontinuiranoj ekstrakciji masti koja se provodi uz odgovarajuće organsko otapalo koje se nakon ekstrakcije otpari, a ekstrahirana mast se suši i važe.

Prije provođenja metode određivanja udjela masti po Soxhletu laboratorijsko posuđe (tikvice za ekstrakciju i petrijevke) je oprano i osušeno na  $105^{\circ}\text{C}/1$  h. Zatim je u petrijevke izvagano 10 grama kvarcnog pijeska i oko 10 grama uzorka Dalmatinskog pršuta. Uzorak i pijesak promiješani su staklenim štapićem te osušeni na  $103-105^{\circ}\text{C}/3.5$  h. Nakon što je smjesa uzorka i pijeska ohlađena te dodatno usitnjena prebačena je u čahuru za ekstrakciju koja je

sadržavala vatu na dnu te čep od vate na vrhu. U okruglu tikvicu s ravnim dnom dodane su dvije kuglice za vrenje nakon čega je tikvica s kuglicama izvagana. Zatim je postavljena aparatura po Soxhletu (prikazana na slici 13.). U ekstraktor je postavljena čahura s uzorkom, u koju je dodavano otapalo (medicinski benzin) dok se dva puta ne prelije te je pokrenuta ekstrakcija uključivanjem kupelji. Ekstrakcija se provodila 6 sati od početka kapanja otapala preko uzorka. Nakon završene ekstrakcije u tikvici je zaostala mast i dio otapala, a višak otapala se otpario. Tikvica s ekstrahiranom masti prebačena je u sušnicu 103-105 °C /1 h te je ohlađena do sobne temperature i izvagana. Postupak sušenja provodio se do konstantne mase. Udio masti prikazan je kao % od ukupne mase te je izračunat prema formuli:

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

$m_0$  = masa uzorka (g)

$m_1$  = masa okrugle tikvice s ravnim dnom + dvije kuglice za vrenje (g)

$m_2$  = masa okrugle tikvice s ravnim dnom + dvije kuglice za vrenje + ekstrahirana mast (g)



Slika 13. Aparatura za ekstrakciju masti po Soxhletu (Anonymous 7, 2020)

### 3.2.3 Određivanje sastava masnih kiselina

Za određivanje sastava masnih kiselina u uzorcima masti koristi se plinska kromatografija. Za određivanje sastava masnih kiselina plinskom kromatografijom potrebno je prevesti masne kiseline u njihove metilne estere. Metilni esteri pripremljeni su metodom po Bannonu (ISO 5509:2000).

Prilikom pripreme metilnih estera masnih kiselina izvagano je 60 mg uzorka masti koji je zatim otopljen u 4 mL izooktana u epruveti sa staklenim čepom, volumena oko 10 mL. U

epruvetu je zatim dodano 200  $\mu\text{L}$  metanolne otopine KOH ( $c = 2 \text{ mol L}^{-1}$ ) i snažno protreseno oko 30 sekundi te ostavljeno na sobnoj temperaturi da reagira. Nakon što se reakcijska smjesa izbistrila i kada se glicerolni sloj odvojio na dnu epruvete u smjesu je dodano 1 g natrijeva hidrogensulfata monohidrata da bi se smjesa neutralizirala. Bistra otopina prebačena je u vijalicu.

Metilni esteri masnih kiselina analizirani su metodom ISO 5508:1990. Analiza se provela na plinskom kromatografu Agilent Technologies 6890N Network GC System (Santa Clara, SAD) opremljenim s plamenoionizacijskim detektorom (FID) koji je preko kanala spojen na računalo. Korištena je kapilarna kolona DB-23 (Agilent) dužine 60 m i unutarnjeg promjera 0,25 mm, a debljina filma je 0,25  $\mu\text{m}$ . Kao stacionarna faza korišten je cijanopropil-silikon. U kompjuterskom sustavu zadani su uvjeti analize koji su postavljeni nakon provedenih preliminarnih ispitivanja po kojima su odabrani optimalni uvjeti. Početna temperatura kolone iznosila je 60  $^{\circ}\text{C}$ , brzina porasta temperature 7 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$  do konačne temperature od 220  $^{\circ}\text{C}$  koja je zadržana na 17 min. Temperaturu detektora iznosila je 280 $^{\circ}\text{C}$ , a temperatura injektora 250 $^{\circ}\text{C}$ . Količina injektiranog uzorka iznosila je 1  $\mu\text{L}$ . Kao plin nosioc korišten je helij čija je brzina protoka 1,5 mL/min.

Masne kiseline identificirane su usporedbom vremena zadržavanja metilnih estera pojedine masne kiseline s vremenima zadržavanja metilnih estera standardne smjese 37 masnih kiselina (F.A.M.E C4 – C24, Supelco) poznatog sastava.

### 3.2.4 Određivanje stupnja oksidacije masti

Za mjerenje stupnja oksidacije masti koristi se test tiobarbiturne kiseline (TBARS). Reakcijom malondialdehida (MDA) s 2-tiobarbiturnom kiselinom (TBA) nastaje ružičasto fluorescentni kompleks TBA-MDA koji se zatim određuje spektrofotometrijski. Intenzitet obojenja je mjera koncentracije MDA (Fernández i sur, 1997).

Određivanje stupnja oksidacije masti provedeno je TBARS metodom prema Bruna i sur. (2001). Postupak određivanja stupnja oksidacije masti započinje tako da je u tube za centrifugu (oak Ridfe Centrifuge Tube, PPCC, ref. 3119-0050, Nalge Nunc Internacional) izvagano 5 g uzorka Dalmatinskog pršuta. Zatim je dodano 10 mg BHT i 20 ml 5 %-tnetrioctenekiseline (TCA). Nakon toga je homogenizirano 3 puta po 20 sekundi (Ultra Turax T25 basic, IKA-WERKE) i odmah stavljeno u led. Prije centrifugiranja tube je bilo potrebno ekvilibrirati kako bi imale jednaku težinu. Centrifuga se provodila tijekom 10 min na 12000

rpm na 4°C. Nakon centrifuge provedla se filtracija se preko filter papira Watman (n° 54) u zasebne epruvete.

U označene epruvete prvo je dodano 4 mL uzorka (za slijepu probu je umjesto filtrata stavljena otopina TCA), a zatim 4 mL TBA te je ostavljeno da reagira 1 h na 100°C . Pri tome je trebalo obratiti pažnju da se epruvete ne zatvore u potpunosti. Nakon 1 h apsorbancija je očitana na 532 nm ( $A_{532}$ ).

Otopine za kalibracijsku krivulju pripremljene su iz 25  $\mu$ mol otopine primarnog standarda TMP (1, 1, 3, 3-tetrametoksipropan). Konstrukcija najbolje linearne aproksimacije rađena je na temelju 5 točaka radnih kalibracijskih otopina koncentracija 12,5; 6,25; 3,13; 1,56 i 0,75  $\mu$ mol/ml. Otopine za kalibracijsku krivulju također su kao i uzorci podvrgnute kolorimetrijskoj reakciji pri 1 h na 100°C. 1 mol TMP je ekvivalentan s 1 mol malondialdehida (MDA). Koncentracija malondialdehida ( $\mu$ M MDA) izračunata je pomoću očitane apsorbancije i baždarnog pravca. Rezultati su izraženi kao mg MDA/kg uzorka.

Koncentracija mg MDA/kg pršuta izračunata je prema formuli:

$$\text{mg MDA/kg uzorka} = \mu\text{M MDA} \cdot 0,2888$$

### 3.2.5 Statistička obrada podataka

Statistička obrada podataka provedena je uz korištenje ANOVA testa uz razinu značajnosti od 5 % odnosno  $P < 0,05$ . Program korišten za obradu je SPSS Statistics version 17.0.

## 4 REZULTATI I RASPRAVA

Na mišićima *biceps femoris* i *semimembranosus* izuzetih iz uzoraka Dalmatinskog pršuta nakon faze zrenja provedene su analize određivanja boje ( $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  parametara), određivanje stupnja oksidacije masti TBARS metodom po Bruna i sur. (2001) te određivanje udjela masti i sastava masnih kiselina.

Rezultati analiza prikazani su kao srednja vrijednost  $\pm$  standardna pogreška.

### 4.1 BOJA

Boja pršuta jedan je od najvažnijih senzorskih pokazatelja koji služe za privlačenje potrošača. Ona uglavnom ovisi o koncentraciji i kemijskom stanju mišićnih pigmenata i o mišićnoj strukturi (Costa i sur., 2008). Parametri boje ( $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$ ) određeni na mišićima *biceps femoris* i *semimembranosus* na Dalmatinskom pršutu nakon faze zrenja u trajanju od 12 mjeseci prikazani su u tablici 2.

Tablica 2.  $L^*a^*b^*$  parametri boje u uzorcima Dalmatinskog pršuta nakon faze zrenja u mišićima *biceps femoris* (BF) i *semimembranosus* (SM)

|           | BF                            | SM                            | <i>p</i> -vrijednost |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| <b>L*</b> | 52,11 $\pm$ 0,37 <sup>b</sup> | 47,86 $\pm$ 0,26 <sup>a</sup> | 0,000                |
| <b>a*</b> | 2,99 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>  | 2,25 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>  | 0,000                |
| <b>b*</b> | 5,34 $\pm$ 0,14 <sup>b</sup>  | 4,51 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>  | 0,000                |

\*Različita slova(a i b) označavaju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) (razlika u mišićima)

Rezultati su izraženi kao srednja vrijednost  $\pm$  standardna pogreška.

Dobivena srednja vrijednost za parametar  $L^*$  u mišiću *biceps femoris* iznosi 52,11 što je znatno više od dobivenih rezultata iz nekih prijašnjih istraživanja. Primjerice, prema Marušić Radovčić i sur. (2016) rezultati za  $L^*$  parametar u istom mišiću u Dalmatinskom pršutu kreću se između 33,7 i 41,6. Također, niže vrijednosti za parametar  $L^*$  dobivene su i u istraživanjima provedenim na španjolskom Serrano pršutu (32,22 $\pm$ 0,59) (Costa i sur., 2008) i na drugim vrstama španjolskog pršuta (34,8) (Pérez-Alvarez i sur., 1998), (39,44-47,78) (García-Esteban i sur. 2003). Bermúdez i sur. (2014) istraživanjem na mišiću *biceps femoris* Celta pršuta nakon faze zrenja dobili su vrijednost 43,48 za parametar  $L^*$ . Vrijednosti



dobivene u ovom istraživanju znatno su veće i od vrijednosti dobivenim u istraživanju na talijanskim vrstama pršuta ( $30,97 \pm 1,39$ ) (Costa i sur., 2008).

Vrijednost parametra  $L^*$  za *semimembranosus* iznosi 47,86 što je slično vrijednostima dobivenim u istraživanju koje su proveli Marušić Radovčić i sur. (2019a) na Dalmatinskom pršutu, također na mišiću *semimembranosus* (47,06 i 47,36). Dobivene vrijednosti u Dalmatinskom pršutu više su nego u španjolskim vrstama pršuta (25,98) (Pérez-Alvarez i sur., 1998; García-Esteban i sur., 2003; Lorenzo i Purrinos, 2013). Niže  $L^*$  vrijednosti nađene su i u Celta pršutu (35,27) (Bermúdez i sur., 2014).

$L^*$  vrijednosti pokazale su statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) između mišića *biceps femoris* i *semimembranosus*. Također, iz dobivenih rezultata vidljivo je kako su  $L^*$  vrijednosti mišića *biceps femoris* više u usporedbi sa *semimembranosus*. Različite vrijednosti parametra  $L^*$  između dva mišića povezana su s udjelom vode, pH, dehidratacijom prema površini te sa samom strukturom mišića (Marušić Radovčić i sur., 2019a). Također, tamnija boja mišića *semimembranosus* javlja se kao posljedica više izloženosti dimu tijekom tehnološkog procesa proizvodnje. Mišić *semimembranosus* vanjski je mišić, a mišić *biceps femoris* je unutarnji mišić (Théron i sur., 2011). *Semimembranosus* jedini dolazi izravno u kontakt sa soli i regulira difuziju soli prema unutarnjim mišićima, odnosno prema *biceps femorisu*, a također odvija se i kretanje vode iz unutrašnjosti prema površini, od *biceps femorisu* prema *semimembranosusu*. Kako je *semimembranosus* vanjski mišić podložniji je procesu dehidratacije zbog izravnog kontakta sa zrakom i to doprinosi koncentraciji pigmenta i posljedično tamnijoj boji (Marušić Radovčić i sur., 2019a; García-Esteban i sur. 2003). Također, vrijednost parametra  $L^*$  ovisi i o pasmini svinja, odnosno o sadržaju inter- i intramuskularne masti što doprinosi većoj mramoriranosti mesa, a posljedično i svjetlijoj boji pršuta (veće vrijednosti parametra  $L^*$ ) (Kovačević, 2017). Razlika u mramoriranosti mesa posljedica je načina uzgoja i hranidbe svinja (Krvavica i Đugum, 2006).

Uspoređujući  $a^*$  vrijednosti, ovim su istraživanjem dobivene manje vrijednosti (1,98-4,41) od onih dobivenih u istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2019a) na *biceps femorisu* Dalmatinskog pršuta (4,97 do 5,46). Također, više vrijednosti parametra  $a^*$  u Dalmatinskom pršutu za isti mišić dobivene su i prema Marušić Radovčić i sur. (2016) (7,3-9,8). Vrijednosti parametra  $a^*$  za Dalmatinski pršut također su znatno niže od onih određenih u španjolskom Iberijskom i Serrano pršutu (16,6–18,9) i talijanskom Parma i San Daniele pršutu (15,9–17,7) (Marušić Radovčić i sur., 2016). Također, u španjolskom Celta pršutu, dobivene vrijednosti za parametar  $a^*$  u mišiću *biceps femoris* više su od dobivenih vrijednosti (Bermúdez i sur., 2014). I u drugim španjolskim vrstama pršuta (15,55) (Pérez-Alvarez i sur., 1998), (20,60-

29,02) (García-Esteban i sur. 2003) te drugim talijanskim vrstama ( $15,66 \pm 0,61$ ) (Costa i sur., 2008) dobivene vrijednosti znatno su veće od vrijednosti dobivenih za Dalmatinski pršut.

Razlog veće vrijednosti parametra boje  $a^*$ , odnosno intenzivnija crvena boja, koja se javlja kod obje vrste mišića, bez obzira na anatomsku lokaciju, kod španjolskih vrsta pršuta, posljedica je upotrebe nitrita i nitrata prilikom procesa proizvodnje tih vrsta pršuta (Marušić Radovčić i sur. 2016).

Vrijednost parametra  $a^*$  u mišiću *semimembranosus* iznosi 2,25 što je u skladu s istraživanjima na Dalmatinskom pršutu (Marušić Radovčić i sur., 2019a) (2,99-3,99). S druge strane, dobivene vrijednosti opet su znatno niže kada se uspoređuje sa španjolskim vrstama pršuta (8,85) (Pérez-Alvarez i sur., 1998) (12,04-21,15) (García-Esteban i sur. 2003). Također, vrijednost parametra  $a^*$  u mišiću *semimembranosus* dobivena za španjolsku vrstu pršuta Celta iznosi 11,56 (Bermúdez i sur., 2014).

Crvenilo ( $a^*$ ) pršuta izravno je povezano s koncentracijom mioglobina. Sadržaj pigmenta mioglobina koji je svojstven mišićnom tkivu uglavnom ovisi o pasmini svinje, njenoj starosti te o prehrambenom statusu (Honikel, 1998). Gledajući anatomsku lokaciju mišića, *semimembranosus* kao vanjski mišić ima niže vrijednosti od mišića *biceps femoris*. Kontakt sa soli dovodi do reakcija s mioglobinom. Tijekom soljenja dolazi do denaturacije mioglobina, jer klor djeluje kao jaki oksidans, odnosno može prouzročiti oksidaciju  $Fe^{2+}$  u hemu mioglobina u  $Fe^{3+}$  što dovodi do nastanka nepoželjne crvene boje oksidiranog pigmenta metmioglobina. Tijekom soljenja vrijednost parametra  $a^*$  se smanjuje. Zbog toga na otvorenom dijelu na medijalnoj strani dolazi do pojave tamne nijanse smeđe i sive boje (Kovačević, 2017). Vrlo je važna tvorba nitrozomioglobina tijekom procesa zrenja koja također ima utjecaj na  $a^*$  parametar (Pérez-Alvarez i sur., 1998). Otprilike 10 do 40 % mioglobina transformira se u nitrozomioglobin čija je boja vrlo stabilna, jer se NO skupina veže na željezo u hemu i time blokira oksidacijska i redukcijska svojstva mioglobina (Krvavica, 2006).

Također, prema Yiu i sur. (2001) koncentracija mioglobina veća je u *biceps femorisu* nego u *semimembranosusu* te tomu odgovara činjenica da veću vrijednost parametra  $a^*$  pokazuje *biceps femoris*.

Kako je već ranije spomenuto, sadržaj mioglobina povezan je sa starosti životinja. Količina mioglobina je fiziološki niža u mišićima mlađih životinja pa su posljedično tome pršuti proizvedeni od mlađih svinja bljeđih nijansi crvene boje (Karolyi, 2009).

$a^*$  i  $b^*$  vrijednosti pokazale su statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) između mišića *biceps femoris* i *semimembranosus*.

Kao i u slučaju svih ostalih parametara boje i kod parametra b\* mišić *biceps femoris* pokazuje više vrijednosti od mišića *semimembranosus*. Parametar b\* odgovoran za žuti spektar također ovisi o koncentraciji soli i količini vode u pršutu, odnosno u pojedinom mišiću (Pérez-Alvarez i sur., 1998).

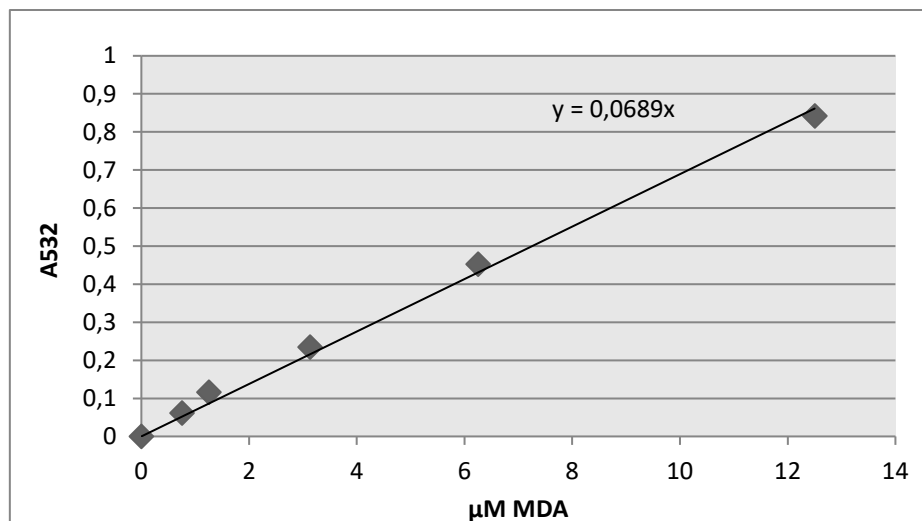
Vrijednost parametra b\* za mišić *biceps femoris* iznosi 5,34 što je u skladu s istraživanjima na Dalmatinskom pršutu (4,35-5,72) (Marušić Radovčić i sur., 2019a). Vrijednosti dobivene za španjolsku vrstu pršuta Celta (7,65) (Bermúdez i sur., 2014) te za ostale španjolske vrste pršuta (10,50) (Pérez-Alvarez i sur., 1998) (21,00-25,70) (García-Esteban i sur. 2003) znatno su veće od onih dobivenih za Dalmatinske pršute.

Vrijednost parametra b\* u *semimembranosusu* iznosi 4,51 što je u skladu s istraživanjima na istom mišići u Dalmatinskom pršutu (2,72-4,14) (Marušić Radovčić i sur., 2019a). Prema Bermúdez i sur. (2014) vrijednost dobivena za *semimembranosus* u španjolskom Celta pršutu iznosi 5,65. Vrijednosti parametra b\* znatno su više i u ostalim španjolskim vrstama pršuta (15,98-20,56) (García-Esteban i sur. 2003).

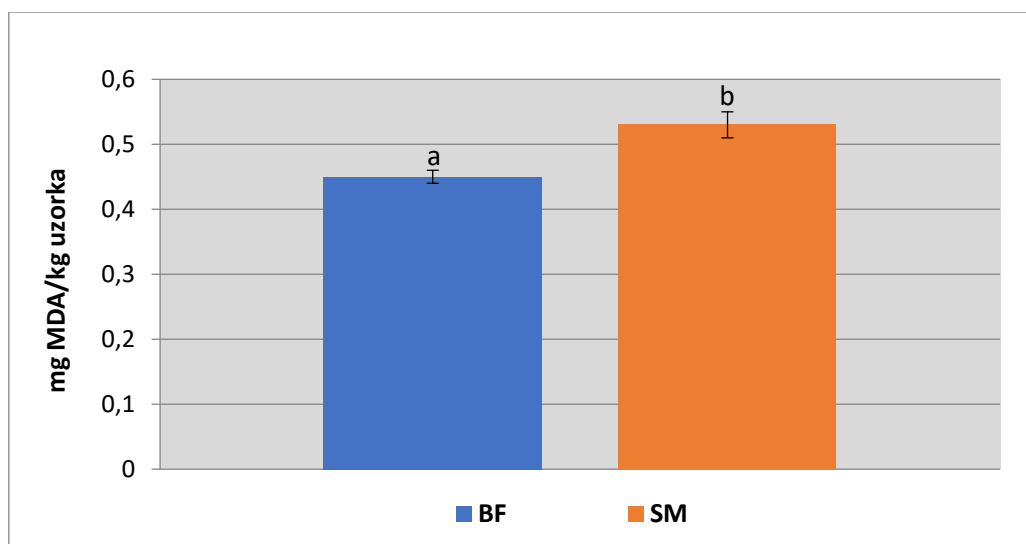
## 4.2 TBARS TEST

Oksidacija masti dovodi do pojave neugodnih mirisa i okusa. Oksidacija masti odvija se na masnim kiselinama, pogotovo na nezasićenim masnim kiselinama. Osim što dovodi do promjene arome i okusa, oksidacija utječe i na teksturu, boju i nutritivnu vrijednost pršuta. Za određivanje stupnja oksidacije masti TBARS testom najvažniji je sekundarni produkt autooksidacije malondialdehid (MDA). Uz malondialdehid, kao sekundarni produkti nastaju još i pentanal, heksanal i 4-hidroksinonena. Oni nastaju razgradnjom primarnih produkata autooksidacije, odnosno razgradnjom hidroperoksida (Fernández i sur., 1997).

U ovom radu koristio se TBARS test po Bruni i sur. (2001) uz modifikaciju gdje se 15 mL HClO<sub>4</sub> zamijenilo s 20 ml TCA. TBARS test uključuje reakciju između MDA i TBA pri čemu dolazi do stvaranja ružičastog kompleksa s maksimumom apsorbancije na 532 nm (Ganhão i sur., 2011). Koncentracija malondialdehida ( $\mu\text{M}$  MDA) izračunata je pomoću očitane apsorbancije i baždarnog pravca (prikazane na slici 14.). Rezultati su izraženi kao mg MDA/kg uzorka.



Slika 14. Baždarna krivulja TBA



\* Različita slova (a i b) označavaju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) (razlika u mišićima)

Slika 15. Rezultati mjerenja oksidacije masti u uzorcima Dalmatinskog pršuta nakon zrenja u mišićima *biceps femoris* (BF) i *semimembranosus* (SM)

Dobivene vrijednosti određivanjem oksidacije masti pomoću TBARS metode pokazuju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) između mišića *biceps femoris* i *semimembranosus* u uzorcima Dalmatinskog pršuta nakon faze zrenja. Srednje vrijednost za *biceps femoris* dobivena mjerenjem stupnja oksidacije masti TBARS metodom iznosi 0,45 mg MDA/kg uzorka, a za *semimembranosus* 0,53 mg MDA/kg uzorka.

Prema istraživanju Bermúdez i sur. (2014) vidljivo je kako proces proizvodnje pršuta utječe na promjenu TBARS vrijednosti u oba mišića. Naime, TBARS vrijednosti, kako za *semimembranosus* tako i za *biceps femoris*, povećavaju se tijekom razdoblja soljenja i

nakon soljenja te se najviše vrijednosti postižu nakon faze sušenja, odnosno nakon faze soljenja. Povećanje sadržaja malondialdehida tijekom određenih faza tehnološkog procesa proizvodnje mogu biti povezane s prooksidativnim djelovanjem metalnih iona prisutnih kao nečistoće u soli (Bermúdez i sur., 2014).

Uzimajući u obzir anatomsku lokaciju mišića, TBARS vrijednosti brže rastu u mišiću *semimembranosus* nego u mišiću *biceps femoris* što je u skladu s nastankom više produkata primarne lipidne oksidacije u vanjskom mišiću (Bermúdez i sur., 2014). Na kraju procesa proizvodnje, Bermúdez i sur. (2014) utvrdili su smanjenje TBARS vrijednosti kao posljedicu reakcije sekundarnih produkata oksidacije s ostacima proteina te su vrijednosti na kraju procesa bile više za mišić *biceps femoris*.

Srednja vrijednost stupnja oksidacije masti za *biceps femoris* iznosi 0,45 mg MDA/kg uzorka. Vrijednosti dobivene za *biceps femoris* u istraživanju provedenom na uzorcima Dalmatinskog pršuta prema Marušić Radovčić i sur. (2016) kreću se u rasponu od 0,2 do 0,8 mg MDA/kg uzorka te su u skladu s rezultatima ovog istraživanja. Također, u skladu s rezultatima ovog istraživanja su i vrijednosti dobivene prema Marušić Radovčić i sur. (2019a) u istraživanju također provedenom na uzorcima Dalmatinskog pršuta (0,31-0,48 mg MDA/kg uzorka). Slične vrijednosti su nađene za *biceps femoris* u Istarskom pršutu (0,42–0,44 mg MDA/kg uzorka) (Marušić i sur., 2011).

U istraživanjima provedenim na Iberijskim pršutima dobivene vrijednosti za mišić *biceps femoris* u skladu su s istraživanjima provedenim na Dalmatinskom pršutu (0,38-0,48 mg MDA/kg uzorka) (Andrés i sur., 2004) (0,34 mg MDA/kg uzorka) (Fuentes i sur. 2014). Slično je i s talijanskim Parma pršutom gdje su dobivene vrijednosti za *biceps femoris* 0,3-0,5 mg MDA/kg uzorka (Marušić i sur., 2014).

Međutim prema istraživanju Koutina i sur. (2012) provedenom na uzorcima Parma pršuta na mišiću *biceps femoris* dobili su TBARS vrijednost oko 1 mg MDA/kg uzorka, što je znatno više od vrijednosti dobivenih u ovom istraživanju. Također, znatno više TBARS vrijednosti dobivene su i u istraživanju Celta pršuta, gdje je dobivena vrijednost za *biceps femoris* iznosila 1,57 mg MDA/kg uzorka.

U mišiću *semimembranosus* Dalmatinskog pršuta, dobivena TBARS vrijednost iznosi 0,53 mg MDA/kg uzorka što je u skladu s TBARS vrijednostima dobivenim u istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2019a), također provedenom na mišiću *semimembranosus* u

Dalmatinskom pršutu (0,35-0,53 mg MDA/kg uzorka). Prema Andrés i sur. (2004) vrijednosti dobivene za isti mišić u Iberijskom pršutu (0,34-0,52 mg MDA/kg uzorka) slične su dobivenim vrijednostima u ovom radu. Kao i za mišić *biceps femoris*, Koutina i sur. (2012) i za mišić *semimembranosus* u Parma pršutu dobili su puno veće vrijednosti (1 mg MDA/kg uzorka) od onih dobivenih u ovom radu također kao i Bermúdez i sur. (2014) (1,37 mg MDA/kg uzorka).

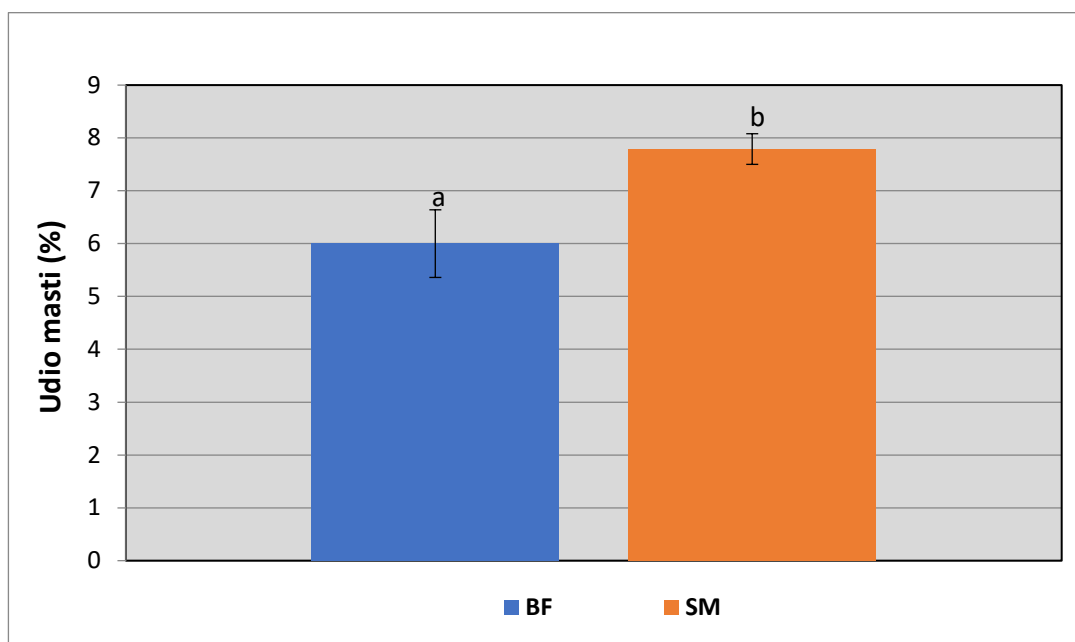
Prema Cilla i sur. (2006) u Teruel pršutu stupanj oksidacije masti iznosi 0,33 mg MDA/kg uzorka.

Uspoređujući vrijednosti dobivene za oba mišića, mišić *semimembranosus* pokazuje više vrijednosti od *biceps femorisa* što se i može vidjeti na slici 15. Razlog tomu je to što su mišići podvrgnuti različitim uvjetima tijekom proizvodnje. *Semimembranosus* kao vanjski mišić, u prvim fazama proizvodnje izložen je bržoj dehidraciji te upijanju soli. *Biceps femoris* kao unutarnji mišić ima veći sadržaj vode tijekom procesa te do prodiranja soli dolazi tek u kasnijim fazama proizvodnje (nakon 3 mjeseca) (Pugliese i sur., 2015). *Semimembranosus* više je izložen vanjskim atmosferskim uvjetima te zbog toga dolazi i do veće oksidacije masti nego u mišiću *biceps femoris*, koji je prekriven tankim slojem potkožne masti s jedne strane te mišićima, tankim slojem vezivnog tkiva i međumišićnom masti s druge strane (Marušić Radovčić i sur., 2019a; Andrés i sur., 2004). Također, *semimembranosus* sadrži veći udjel polinezasićenih masnih kiselina što posljedično dovodi i do većih TBARS vrijednosti (Wang i sur., 2013).

#### 4.3 UDIO MASTI I SASTAV MASNIH KISELINA

Udio masti kao i udio i sastav masnih kiselina bitni su parametri kvalitete pršuta. Masti su odgovorne za mnoge bitne karakteristike mesa i mesnih proizvoda, odnosno utječu na okus nježnost i sočnost (Domínguez i sur., 2019). Što je udio intramuskularne masti veći to je veća i prihvatljivost pršuta (Jiménez-Colmenero i sur., 2010). Udio i vrsta masnih kiselina vrlo su važni, jer igraju značajnu ulogu u prevenciji i liječenju brojnih kroničnih poremećaja, a posebno kardiovaskularnih bolesti (Marušić i sur., 2013). Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji unos masti trebao bi biti između 15 i 30 % ukupnog energetskeg unosa, unos zasićenih masnih kiselina (SFA) do 10 %, polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) između 6 i

10 % (n-6:5-8 %; n-3:1-2 %), oko 10-15 % mononezasićenih masnih kiselina (MUFA) i manje od 1 % trans masnih kiselina te preporučuje se smanjiti udio kolesterola na 300 mg/dan (WHO, 2003).



\* Različita slova (a i b) označavaju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) (razlika u mišićima)

Slika 16. Udio masti (%) u mišićima *biceps femoris* (BF) i *semimembranosus* (SM) u Dalmatinskom pršutu.

I udio masti u različitim vrstama pršuta može varirati, ovisno o genotipu svinja i načinu njihove hranidbe (Jiménez-Colmenero i sur., 2010). Također, udio masti se mijenja, odnosno kontinuirano raste tijekom tehnološkog procesa proizvodnje zbog smanjenja masenog udjela vode i proizvodnog kala (Kovačević, 2017).

Dobivene vrijednosti za udio masti (%) prikazane u tablici 4. pokazuju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) između mišića *biceps femoris* i *semimembranosus* u uzorcima Dalmatinskog pršuta.

Udio masti u mišiću *biceps femoris* u Dalmatinskom pršutu iznosi 6,00 % dok u *semimembranosus* 7,79 %. Nešto veći udjeli masti određeni su u istraživanju Marušić i sur. (2013) za Dalmatinski pršut (9,49-21,29 %) te za Istarski pršut (7,45-21,12 %). U drugom istraživanju, također provedenom na uzorcima Istarskog pršuta, Marušić i sur. (2011) odredili su udjele masti od  $7,38 \pm 0,04$  % i  $12,54 \pm 0,01$  %. Udio masti određen u Dalmatinskom pršutu u ovom radu viši je od udjela masti u Serrano pršutu ( $3,5 \pm 0,5$  %), te od udjela masti u francuskim vrstama pršuta, Bayonne ( $2,6 \pm 0,1$  %) i Korzikanski ( $5,3 \pm 17$  %) (Gandamer,

2009). Veće udjele masti u odnosu na *biceps femoris* u Dalmatinskom pršutu dobivene su za Iberijski pršut prema Gandemer (2009) ( $9,3 \pm 2,9$  %) te su veće vrijednosti vidljive i u tablici 1. (9,51-19,24 %). S obzirom na to da se Iberijski pršut proizvodi od autohtone pasmine svinja gdje uzgoj i tov traju znatno duže (18-24 mjeseca) nego kod bijelih svinja te se specifično hrane (žir i paša) što omogućava deponiranje masti, odnosno sadrže veće udjele intramuskularne masti od bijelih pasmina, očekivani su veći udjeli masti u uzorcima Iberijskog pršuta nego u uzorcima Dalmatinskog pršuta (Krvavica i Đugum, 2006). Također, veći udjeli masti dobiveni su i analizom mišića *biceps femoris* u uzorcima Parma (18,4 %) i San Daniele pršuta (23,0 %) (Tablica 1.).

Kao što je već naglašeno, hranidba ima znatan utjecaj na udio masti u pršutu što se može potvrditi vrijednostima prikazanim u tablici 1. gdje se vidi kako iste vrste pršuta pokazuju različite udjele masti s obzirom na različit način hranidbe. Odnosno, svinje koje su bile hranjene žirom ili kestenom imaju veći udio masti od onih hranjenih komercijalnom prehranom.

S obzirom na anatomsku lokaciju mišića vrijednosti dobivene za udio masti u mišiću *semimembranosus* više su od vrijednosti dobivenih za mišić *biceps femoris* (prikazano na slici 16.). Razlog veće vrijednosti masti u mišiću *semimembranosus*, su nejednaki uvjeti procesiranja, odnosno *semimembranosus* koji je vanjski mišić izložen je većem utjecaju zraka što posljedično dovodi do smanjenja udjela vode te do povećanja udjela masti.

Prema Karolyi (2006) udio masti za *semimembranosus* u Istarskom pršutu iznosi  $16,91 \pm 4,59$  %, odnosno pokazuje više udjele u usporedbi s uzorcima Dalmatinskog pršuta analiziranim u ovom radu .

U tablici 5. prikazan je sastav masnih kiselina određen na mišićima *semimembranosus* i *biceps femoris* na uzorcima Dalmatinskog pršuta nakon faze zrenja. Rezultati su prikazani kao % od ukupne masti. Masne kiseline su prikazane kao pojedinačne te u skupinama (SFA, MUFA, PUFA). Prikazan je također i udio n6 i n3 te njihov omjer.



Tablica 5. Sastav masnih kiselina u uzorcima Dalmatinskog pršuta nakon zrenja u mišićima *biceps femoris* (BF) i *semimembranosus* (SM) (% od ukupne masti)

| Masna kiselina   | BF                     | SM                      | <i>p</i> -vrijednost |
|------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|
| <b>C10:0</b>     | 0,13±0,00              | 0,13±0,00               | 0,738                |
| <b>C12:0</b>     | 0,09±0,00              | 0,10±0,00               | 0,337                |
| <b>C14:0</b>     | 1,41±0,03              | 1,44±0,04               | 0,530                |
| <b>C16:0</b>     | 24,32±0,28             | 24,45±0,33              | 0,761                |
| <b>C16:1</b>     | 3,34±0,11              | 3,28±0,12               | 0,716                |
| <b>C17:0</b>     | 0,23±0,01              | 0,25±0,01               | 0,129                |
| <b>C17:1</b>     | 0,19±0,00              | 0,20±0,00               | 0,052                |
| <b>C18:0</b>     | 11,42±0,28             | 11,39±0,26              | 0,930                |
| <b>C18:1t</b>    | 0,14±0,00              | 0,14±0,00               | 0,663                |
| <b>C18:1c</b>    | 47,51±0,58             | 46,32±0,55              | 0,153                |
| <b>C18:2t</b>    | 0,12±0,01              | 0,12±0,01               | 0,622                |
| <b>C18:3n6</b>   | 0,08±0,00              | 0,07±0,00               | 0,594                |
| <b>C18:2cn6</b>  | 8,87±0,33              | 9,92±0,43               | 0,058                |
| <b>C18:3n3</b>   | 0,36±0,02 <sup>a</sup> | 0,42±0,02 <sup>b</sup>  | 0,042                |
| <b>C20:0</b>     | 0,18±0,00              | 0,17±0,01               | 0,067                |
| <b>C20:1</b>     | 0,65±0,01              | 0,67±0,01               | 0,195                |
| <b>C20:2</b>     | 0,43±0,01              | 0,46±0,02               | 0,137                |
| <b>C20:4n6</b>   | 0,33±0,02              | 0,33±0,01               | 0,948                |
| <b>C23:0</b>     | 0,21±0,02 <sup>b</sup> | 0,15±0,01 <sup>a</sup>  | 0,028                |
| <b>SFA</b>       | 37,99±0,52             | 38,07±0,53              | 0,920                |
| <b>MUFA</b>      | 51,82±0,61             | 50,61±0,55              | 0,157                |
| <b>PUFA</b>      | 10,19±0,35             | 11,32±0,47              | 0,060                |
| <b>n6</b>        | 9,27±0,33              | 10,32±0,43              | 0,061                |
| <b>n3</b>        | 0,36±0,02 <sup>a</sup> | 0,42±0,02 <sup>b</sup>  | 0,042                |
| <b>n6/n3</b>     | 25,6±0,33 <sup>b</sup> | 24,59±0,16 <sup>a</sup> | 0,037                |
| <b>MUFA/PUFA</b> | 5,20±0,21              | 4,60±0,24               | 0,065                |

\* Različita slova (a i b) označavaju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) (razlika u mišićima)

\*\*SFA-zasićene masne kiseline; MUFA-mononezasićene masne kiseline; PUFA-polinezasićene masne kiseline  
Rezultati su izraženi kao % od ukupne masti.

Sastav masnih kiselina u pršutu najviše ovisi o sastavu masti iz hrane, a djelomično i o genotipu svinja, dobi, spolu, tjelesnoj masi te anatomskoj poziciji (Senčić i Samac, 2018; Kovačević, 2017). Prilikom ugradnje masnih kiselina one se ugrađuju direktno u masno tkivo, a stupanj ugradnje ovisi o vrsti masnih kiselina i tipu obroka (Kovačević, 2017). Prema Jimenez-Colmenero i sur. (2010) u prosjeku, sastav masnih kiselina pršuta bijelih pasmina svinja sadrži 35-40 % SFA, 45-50 % MUFA i 10-15 % PUFA. Za Dalmatinski pršut ti udjeli iznose 41 % SFA, 51 % MUFA i 8 % PUFA (Marušić i sur., 2013).

Udjeli masnih kiselina određeni u ovom radu ne pokazuju statistički značajnu razliku ( $P > 0,05$ ) s obzirom na anatomsku lokaciju mišića te odgovaraju prosječnim vrijednostima masnih kiselina dobivenim u ranijim istraživanjima provedenim na Istarskim, Iberijskim, Parma, Bayonne, Serrano, Korzikanskim i San Daniele pršutima (Marušić i sur., 2013; Jimenez-Colmenero i sur., 2010). Vrijednosti dobivene za oba mišića u uzorcima Dalmatinskog pršuta iznose 37,99-38,07 % SFA, 50,61-51,82 % MUFA i 10,19-11,32 % PUFA.

Udio pojedinih grupa masnih kiselina određene u mišiću *biceps femoris* u Dalmatinskom pršutu iznose 37,99 % SFA, 51,82 % MUFA i 10,19 % PUFA. Prema Marušić i sur. (2013) *biceps femoris* u Istarskom pršut sadrži 39 % SFA, 53 % MUFA i 8 % PUFA. Iz navedenih vrijednosti može se zaključiti kako Istarski i Dalmatinski pršut imaju sličan omjer masnih kiselina. Sličnosti u omjeru masnih kiselina mogu se pripisati sličnim pasminama svinja od kojih se pršuti proizvode. Istarski pršut proizvodi se od pasmine i križanaca bijelih mesnatih svinja veliki jorkšir i landrasi, a Dalmatinski pršut analiziran u ovom radu proizveden je od tropasminskog križanaca DANBRED ((danski landras x veliki jorkšir) x durok). Pršut koji je proizveden također od tropasminskog križanca DANBRED također pokazuje slične vrijednosti za mišić *biceps femoris* (39,24 % SFA, 53,32 % MUFA i 7,43 % PUFA) dok pršut proizveden od crne Slavonske svinje za isti mišić pokazuje niže vrijednosti SFA (31,89 %) te više vrijednosti MUFA (59,47 %) i PUFA (8,25 %) (Marušić Radovčić i sur., 2019b). Iz navedenih rezultata istraživanja može se potvrditi kako genotip svinja ima utjecaj na sastav masnih kiselina.

Iz tablice 1. može se zaključiti da Iberijski pršuti sadrže niže vrijednosti SFA (32,51-35,15 %), dok su vrijednosti MUFA (51,39-59,37 %) te PUFA (6,76-13,44 %) u skladu s vrijednostima dobivenim u ovom radu. Veće vrijednosti MUFA mogu se povezati s prehranom te s načinom uzgoja iberijskih svinja. Iberijske svinje tradicionalno se uzgajaju slobodnim načinom te se uglavnom hrane žirom i pašom (trava) te se zbog toga očekuje se veći udio MUFA kod svinja koje su hranjene žirom, jer žir sadrži visok udio masti i visok

udio oleinske kiseline, dok trava sadrži visok udio linolenske kiseline što doprinosi većem udjelu PUFA. Sastav masnih kiselina ovisi o hranidbi te udjelu zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina (Marušić i sur., 2013). Vrijednosti dobivene za Parma pršut kreću se u rasponu od 30,42-38,99 % SFA, 50,20-54,62 % MUFA i 7,33-17,83 % PUFA te se vrijednosti sastava masnih kiselina za druge talijanske, francuske i španjolske vrste pršuta kreću u sličnim rasponima (prikazano u tablici 1.). Dalmatinski pršut (mišić BF) sadrži veći udio SFA u odnosu na Serrano (32,6-33,4 %), Bayonne (36,4-36,52 %), Korzikanski pršut (35,0 %) te nešto niži udio u odnosu na San Daniele pršut (38,5 %). Udio PUFA u različitim vrstama pršuta u svijetu prikazanih u tablici 1. sličan je udjelu određenom u Dalmatinskom pršutu u ovom istraživanju. Što se udjela MUFA tiče on iznosi 47,40-55,6 % u Serrano, 47,49-52,9 % u Bayonne i 51,9 % u San Daniele pršutu, što je u skladu s vrijednostima dobivenim za Dalmatinski pršut. U Korzikanskom pršutu određen je nešto viši udio MUFA (53,8-55,4 %) u odnosu na Dalmatinski pršut analiziran u ovom radu.

Razlike u sastavu masnih kiselina u različitim vrstama pršuta (Iberijski, Bayonne, Serrano, Parma i Korzikanski) prikazanim u tablici 1. dobivene su zbog različitog načina hranidbe. Veći postotak MUFA, a manji SFA i PUFA može se povezati s hranidbom svinja žirevima (sadrže veći udio oleinske kiseline) (Jimenez-Colmenero i sur., 2010). Visoki udjeli nezasićenih masnih kiselina uzrokuju pojavu mekanog i topljivog masnog tkiva što u konačnici može dovesti do užeglosti, odnosno kvarenja masti (Kovačević 2017). Više SFA sadrže životinje hranjene komercijalnom prehranom. Razlog različitih udjela masnih kiselina može biti i sustav držanja (otvoren ili zatvoren) te genotip svinja (Senčić i Samac, 2018).

Najzastupljenija skupina masnih kiselina u Dalmatinskom pršutu je MUFA, što je bilo i za očekivati, jer tijekom proizvodnje pršuta dolazi do povećanja relativnog udjela MUFA, smanjenja udjela PUFA, dok udio SFA ostaje skoro pa nepromijenjen. Do takvih promjena dolazi zbog oksidacije nezasićenih masnih kiselina s dvostrukim vezama (Senčić i Samac, 2018).

Udio pojedinih grupa masnih kiselina u uzorcima *semimembranosus* Dalmatinskog pršuta dobivene u ovom radu iznose 38,07 % SFA, 50,61 % MUFA i 11,32 % PUFA. Udjeli MUFA i PUFA mišića *semimembranosus*, neznatno su više od vrijednosti mišića *biceps femoris*. Do toga dolazi zbog veće koncentracije NaCl-a, te niže pH vrijednosti i manje aktivnosti (aw) vode što doprinosi aktivaciji lipolitičkih enzima odnosno tijekom početka proizvodnog procesa rezultira većom koncentracijom slobodnih masnih kiselina u

površinskom mišiću *semimembranosus* u odnosu na unutarnji mišić buta *biceps femoris*, koji sadrži veće koncentracije soli i manju aw (intenzivnija dehidracija površine buta) (Kovačević, 2017).

Najzastupljenije zasićene masne kiseline u pršutima su palmitinska (C16:0) (25 %), stearinska (18:0) (12 %) i miristinska (C14:0) (1,5 %) (Jimenez-Colmenero i sur., 2010). U uzorcima Dalmatinskog pršuta analiziranim u ovom radu najzastupljenije masne kiseline su oleinska (C18:1c), palmitinska (C16:0), stearinska (C18:0), linolna (C18:2cn6) i miristinska (C14:0), tim redoslijedom u postocima od 47 %, 24 %, 11 %, 9 % i 1,4 %. Najveća zastupljenost oleinske, palmitinske, linolne i stearinske masne kiseline u zrelom pršutu rezultat je njihove najveće početne koncentracije u svježem butu te njihove stabilnosti, odnosno otpornosti na oksidaciju (Kovačević, 2017). Uzimajući u obzir anatomsku lokaciju mišića vrijednosti dobivene za palmitinsku (C16:0), stearinsku (C18:0), oleinsku (C18:1c), linolnu (C18:2cn6) te za miristinsku masnu kiselinu (C14:0) ne pokazuju statistički značajnu razliku ( $P > 0,05$ ) (vrijednosti su prikazane u tablici 5.)

Prema Marušić i sur. (2013) najzastupljenije masne kiseline za mišić *biceps femoris* u uzorcima Dalmatinskog pršuta su oleinska kiselina, C18:1c (46,5 %), palmitinska, C16:0 (25,85 %), stearinska, C18:0, (13,51 %), linolna, C18:2cn6 (6,87 %) i miristinska, C14:0 (1,47 %). Slične vrijednosti dobivene su i za Istarski pršut, odnosno dobivene su vrijednosti od 48,54 % za oleinsku (C18:1c), 24,80 % za palmitinsku (C16:0), 11,79 % za stearinsku (C18:0), 6,44 % za linolnu (C18:2cn6) i 1,41 % za miristinsku masnu kiselinu (C14:0) (Marušić i sur., 2013). Isti trend je i s vrijednostima dobivenim u ovom istraživanju za mišić *biceps femoris* u uzorcima Dalmatinskog pršuta koje iznose 47,5 % za oleinsku (C18:1c), 24,32 % za palmitinsku (C16:0), 11,42 % za stearinsku (C18:0), 8,87 % za linolnu (C18:2cn6) i 1,41 % za miristinsku masnu kiselinu (C14:0). U usporedbi sa sastavom masnih kiselina u mišiću *biceps femoris* u različitim vrstama pršuta (Iberijski, Serrano, Parma, Nero Siciliano i Bayonne), Iberijski i Parma pršut sadrže veće udjele oleinske kiseline (54,51 % i 49,99 %) od Dalmatinskog pršuta, dok Serrano pršut ima sličan udio (47,99 %), a Nero Siciliano i Bayonne pršut pokazuju niže vrijednosti za oleinsku kiselinu (39,53 % i 43,60 %) (Marušić i sur., 2013). Što se udjela palmitinske kiseline tiče, sličan udjel Dalmatinskom pršutu sadrži samo Serrano pršut (24,48 %), dok Iberijski (22,92 %), Parma (21,65 %), Nero Siciliano (22,55 %) i Bayonne pršut (2,91 %) (Marušić i sur.2013) sadrže niže udjele palmitinske kiseline. Parma i Bayonne pršut sadrže više udjele stearinske kiseline (12,67 % i 12,53 %), Nero Siciliano ima slične udjele (11,08 %), a Iberijski i Serrano pršut imaju niže udjele stearinske kiseline (7,45 % i 10,98 %) (Marušić i sur., 2013) od ispitivanih uzoraka

Dalmatinskog pršuta. Parma pršut jedini ima niže vrijednosti linolne kiseline (7,77 %), dok ostale vrste imaju više udjele linolne kiseline od Dalmatinskog pršuta (Iberijski- 9,41 %, Serrano-9,62 %, Nero Siciliano-16,75 %, Bayonne-11,70 %) (Marušić i sur., 2013). Vrijednosti za miristinjsku kiselinu dobivene u istraživanju Marušić i sur. (2013) kreću se oko 1-1,5 % kao što je slučaj i u uzorcima Dalmatinskog pršuta dobivenih u ovom radu.

Prema Karolyi (2006) vrijednosti masnih kiselina u mišiću *semimembranosus* u uzorcima Istarskog pršuta iznose 41,20 % za oleinsku (C18:1c), 24,45 % za palmitinsku (C16:0), 13,98 % za stearinsku (C18:0), 10,52 % za linolnu (C18:2cn6) te 1,30 % za miristinjsku masnu kiselinu (C14:0). Vrijednosti dobivene u ovom radu za mišić *semimembranosus* u uzorcima Dalmatinskog pršuta u skladu su s vrijednostima u uzorcima Istarskog pršuta, osim malo većeg udjela oleinske masne kiseline (46,32 %), te nešto nižeg udjela stearinske (11,39 %) i linolne masne kiseline (9,92 %) u Dalmatinskom pršutu.

Veći udjeli masnih kiselina u mišiću *semimembranosus* u odnosu na *biceps femoris* u skladu su s većim udjelima masti određenim u mišiću *semimembranosus* u istraživanju Pugliese i sur. (2015) provedenom na uzorcima Kraškog pršuta.

Danas se važnost stavlja na omjer n-6/n-3, a ne na ukupan udio masnih kiselina ili individualne udjele pojedinih masnih kiselina. Omjer n-6/n-3 bi se trebao kretati između 4 i 6, već omjer n-6/n-3 od toga povezan je s pojavom raznih kardiovaskularnih bolesti, raka i autoimunih bolesti, dok niži udio n-6/n-3 ima suprotan učinak (Jimenez-Colmenero i sur., 2010).

Dobivene vrijednosti za omjer n-6/n-3 prikazane u tablici 5. pokazuju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) između mišića *biceps femoris* i *semimembranosus* u uzorcima Dalmatinskog pršuta.

Omjer n-6/n-3 za mišić *biceps femoris* u Dalmatinskom pršutu iznosi 25,6 %, a za mišić *semimembranosus* 24,59 %. Na omjer n-6/n-3 može se utjecati sastavom obroka, odnosno načinom i tipom hranidbe (Jimenez-Colmenero i sur., 2010), što je i vidljivo u tablici 1. Također, iz tablice 1. može se vidjeti kako se omjer n-6/n-3 kreće za druge pršute iz različitih europskih zemalja (za mišić *biceps femoris*). Može se vidjeti kako se za Bayonne pršut taj omjer kreće između 14,1 i 29,6, odnosno između 12,3 i 39,9 za Parma pršut i 9,4 i 31,2 za Iberijski pršut te za Korzikanski pršut iznosi 8,7.

Iz dobivenih rezultata vidljivo je kako je omjer n-6/n-3 puno veći od preporučenih omjera, ali prema Simopoulos (2002) taj omjer u pršutima obično se kreće između 15-20, odnosno u skladu su s ranije objavljenim vrijednostima koje također ukazuju na veće omjere općenito u trajnim suhomesnatim proizvodima.

## 5. ZAKLJUČCI

Na temelju dobivenih rezultata i provedene rasprave dobiveni su sljedeći zaključci:

1. Anatomska lokacija mišića utjecala je na određene  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  parametre boje. BF imao je veće vrijednosti za sva tri ispitivana parametra od SM. Razlog tomu je taj što je SM vanjski mišić stoga je podložniji procesu dehidracije zbog izravnog kontakta sa zrakom, dok je BF unutarnji mišić zaštićen potkožnom masti, vezivnim tkivom te međumišićnom masti.
2. Statistički značajna razlika ( $P < 0,05$ ) između SM i BF dobivena je određivanjem stupnja oksidacije masti TBARS metodom. SM (0,53 mg MDA/kg) imao je veći stupanj oksidacije masti od BF (0,45 mg MDA/kg uzorka). Veće TBARS vrijednosti mišića SM rezultat su vanjskog položaja mišića, odnosno u direktnom je kontaktu sa zrakom koji pospešuje oksidaciju.
3. Postojala je statistički značajna razlika u udjelu masti ( $P < 0,05$ ) obzirom na položaj mišića u pršutu. SM imao veći udio masti (7,79 %) od BF (6,00 %).
4. Anatomska lokacija mišića nije pokazala statistički značajnu razliku ( $P > 0,05$ ) u udjelima SFA, MUFA i PUFA te su vrijednosti iznosile 37,99-38,07 % SFA; 50,61-51,82 % MUFA i 10,19-11,32 % PUFA u oba mišića. U uzorcima Dalmatinskog pršuta, nakon faze zrenja, najzastupljenije masne kiseline su oleinska (C18:1c) (47 %), palmitinska (C16:0) (24 %) i stearinska (C18:0) (11 %).

## 6. LITERATURA

Andrés, A. I., Cava, R., Ventanas, J., Muriel, E., Ruiz, J. (2004) Lipid oxidative changes throughout the ripening of dry-cured Iberian hams with different salt contents and processing conditions. *Food Chem.* **84**(3), 375–381. doi:10.1016/s0308-8146(03)00243-7

Anonymous 1 (2019) Slika Dalmatinskog pršuta, <<https://www.njuskalo.hr/image-w920x690/prsut/prsut-cijeli-vostane-slika-126040328.jpg>>. Pristupljeno 6. travnja 2020.

Anonymous 2 (2020) Slika soljenja pršuta, < <https://thewholeleg.com/prosciutto-di-parma/how-its-cured>>. Pristupljeno 27. svibnja 2020

Anonymous 3 (2014) Slika prešanja butova, <[http://www.prsut-vostane.hr/hr/faze\\_proizvodnje\\_prsuta.html](http://www.prsut-vostane.hr/hr/faze_proizvodnje_prsuta.html) > . Pristupljeno 27. svibnja 2020.

Anonymous 4 (2014) Slika dimljenja i sušenja pršuta, <<https://www.agroklub.com/stocarstvo/dah-hladnoce-obradovao-prsutare/12138/>>.

Pristupljeno 27. svibnja 2020.

Anonymous 5 (2019) Slika zrenja pršuta, < <https://dalmatinskiportal.hr/zivot/dani-dalmatinskog-prsuta-i-vina-u-vrgorcu-vise-od-40-izlagaca-predstavilo-najbolje-proizvode/46446>> . Pristupljeno 27. svibnja 2020.

Anonymous 6 (2020) Konica Minolta CM-700d, <[https://www.comintec.com.mx/images/productos/fotos/cm-600d\(1\).jpg](https://www.comintec.com.mx/images/productos/fotos/cm-600d(1).jpg)>. Pristupljeno 22. travnja 2020.

Anonymous 7 Slika Aparatura po Soxhletu, <<https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.pbf.unizg.hr%2Fcontent%2Fdownload%2F4948%2F32307%2Fversion%2F1%2Ffile%2Fsohxlet&psig=AOvVaw3bbqcmHQoBn9E4zGJzn5Ni&ust=1590670755068000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCPC8gbia1OkCFQAAAAAdAAAAABAD> >. Pristupljeno 27. svibnja 2020.

Bermúdez, R., Franco, D., Carballo, J., Lorenzo, J. M. (2014) Physicochemical changes during manufacture and final sensory characteristics of dry-cured Celta. *Food Control* **43**. 263-269.

Bruna, J. M., Ordóñez, J. A., Fernández, M., Herranz, B., de la Hoz, L. (2001) Microbial and physico-chemical changes during the ripening of dry fermented sausages superficially inoculated with or having added an intracellular cell-free extract of *Penicillium aurantiogriseum*. *Meat Sci.* **59**, 87-96.

Cheng J. H. (2016) Lipid Oxidation in Meat. *J Nutr Food Sci.* **6**, 494.

Cilla, I., Altarriba, J., Guerrero, L., Gispert, M., Martínez, L., Moreno, C., Roncalés, P. (2006) Effect of different Duroc line sires on carcass composition, meat quality and dry-cured ham acceptability. *Meat Sci.* **72**(2), 252–260. doi:10.1016/j.meatsci.2005.07.010

Costa, M. de R., Bergamin Filho, W., Silveira, E. T. F., Felício, P. E. de. (2008) Colour and texture profiles of boneless restructured dry-cured hams compared to traditional hams. *Scientia Agricola* **65**, 169–173. doi:10.1590/s0103-90162008000200010

Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., Lorenzo, J. M. (2019) A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. *Antioxidants* **8**(10), 429. doi:10.3390/antiox8100429

Europska komisija, <[https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/food-safety-and-quality/certification/quality-labels/quality-schemes-explained\\_hr](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/food-safety-and-quality/certification/quality-labels/quality-schemes-explained_hr)>. Pristupljeno 29. svibnja 2020.

Fernández J., Pérez-Álvarez J. A., Fernández-López J. A. (1997) Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food Chem.* **59**, 345-353.

Fuentes, V., Ventanas, S., Ventanas, J., Estévez, M. (2014) The genetic background affects composition, oxidative stability and quality traits of Iberian dry-cured hams: Purebred Iberian versus reciprocal Iberian×Duroc crossbred pigs. *Meat Sci.* **96**(2), 737–743.



Gaćina, N. (2017) Specifičnosti Autohtonih Hrvatskih Pršuta, *Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku*, (3-4), str. 57-62. Preuzeto s: <https://hrcak.srce.hr/184520> Pristupljeno 27. ožujka 2020.

Gandemer, G. (2009) Dry cured ham quality as related to lipid quality of raw material and lipid changes during processing: a review. *Grasas Aceites* **60**, 297–307.

Ganhão, R., Estévez, M., Morcuende, D. (2011) Suitability of the TBA method for assessing lipid oxidation in a meat system with added phenolic-rich materials. *Food Chem.* **126**(2), 772–778. doi:10.1016/j.foodchem.2010.11.064

García-Esteban, M., Ansorena, D., Gimeno, O., Astiasarán, I. (2003) Optimization of instrumental colour analysis in dry-cured ham. *Meat Sci.* **63**(3), 287–292. doi:10.1016/s0309-1740(02)00084-0

Honikel, K. O. (1998) Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* **49**(4), 447–457. doi:10.1016/s0309-1740(98)00034-5.

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

ISO 5508:1990, Internacional standard of animal and vegetable oils i fats – Analysis by gas chromatography of methylesterso fatty acids-

ISO 5509:2000, Internacional standard of animal and vegetable oils i fats – preparation of methylesters of fatty acids-

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

Karolyi, D. (2009) Najčešći problemi u proizvodnji pršuta. *Meso* **11**, 134-143.

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 20. travnja 2020.

- Koutina, G., Jongberg, S., Skibsted, L. H. (2012) Protein and Lipid Oxidation in Parma Ham during Production. *J. Agric. Food Chem.* **60**(38), 9737–974.
- Kovačević, D. (2017) Kemija i tehnologija šunki i pršuta, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek.
- Krvavica, M. (2006) Čimbenici kakvoće pršuta. *Meso* **7**, 279-290.
- Krvavica, M., Đugum, J. (2007) Razgradnja lipida mišićnog i masnog tkiva tijekom zrenja pršuta. *Meso* **9**, 267-273.
- Krvavica, M., Đugum, J. (2006) Proizvodnja pršuta u svijetu i kod nas. *Meso* **7**, 355-365.
- Krvavica, M., Mioč, B., Friganović, E., Kegalj, A., Ljubičić, I. (2012) Sušenje i zrenje - temeljni tehnološki procesi u proizvodnji trajnih suhomesnatih proizvoda. *Meso* **14**, 138-144.
- Lorenzo, J. M., Purrinos, L. (2013) Changes on Physico-chemical, Textural, Proteolysis, Lipolysis and Volatile Compounds During the Manufacture of Dry-cured “Lacón” from Celta Pig Breed. *J. Bio. Sci.* **13**, 168-182.
- Marušić Radovčić, N., Mikulić, A., Turk, M., Medić, H. (2019a) Differentiation of *Biceps femoris* and *Semimembranosus* muscles of smoked dry-cured ham by quality parameters. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition* **14**, 4-9.
- Marušić Radovčić, N., Poljanec, I., Vidinski, P., Novina, K., Medić, H. (2019b) Influence of different pig genotype on aroma, colour and fatty acids composition of smoked dry-cured ham. *Meso* **21**, 548-561.
- Marušić Radovčić, N., Vidaček, S., Janči, T., Medić, H. (2016) Characterization of volatile compounds, physico-chemical and sensory characteristics of smoked dry-cured ham. *J Food Sci Technol.* **53**(11), 4093-4105.
- Marušić, N., Petrović, M., Vidaček, S., Janči, T., Petrak, T., Medić H. (2013) Udio masti i sastav masnih kiselina u istarskom i dalmatinskom pršutu. *Meso* **15**, 279-284.
- Marušić, N., Petrović, M., Vidaček, S., Petrak, T., Medić, H. (2011) Characterization of traditional Istrian dry-cured ham by means of physical and chemical analyses and volatile compounds. *Meat Sci.* **88**, 786–790.

Marušić, N., Vidaček, S., Janči, T., Petrak, T., Medić, H. (2014) Determination of volatile compounds and quality parameters of traditional Istrian dry-cured ham. *Meso* **96**, 1409–1416.

Pérez-Alvarez, J.A., Sayas-Barberá, M.E., Fernández-López, J., Gago-Gago, M.A., PagánMoreno, M.J., Aranda-Catalá, V. (1998) Chemical and color characteristics of spanish drycured ham at the end of the aging process. *J. Muscle Foods*. **10**, 195–201.

Pérez-Palacios, T., Ruiz, J., Martín, D., Barat, J. M., Antequera, T. (2011). Pre-cure Freezing Effect on Physicochemical, Texture and Sensory Characteristics of Iberian Ham. *Food Sci. Technol. Int* **17**, 127–133. doi:10.1177/1082013210381435

Petrova, I., Aasen, I.M., Rustad, T., Eikevik, T.M. (2015) Manufacture of dry-cured ham: areview. Part 1. Biochemical changes during the technological process. *Eur. Food Res. Technol.* **241**, 587–599.

Pleadin, J., Demšar, L., Polak, T., Vulić, A., Lešić, T., Kovačević, D. (2016) Fatty acids composition of Croatian and Slovenian traditionaldry-cured meat products. *Meso* **18**, 89–96.

Pravilnik o mesnim proizvodima (2018) *Narodne novine* **62**, Zagreb.

Pugliese, C., Sirtori, F., Škrlep, M., Piasentier, E., Calamai, L., Franci, O., Čandek-Potokar, M. (2015) The effect of ripening time on the chemical, textural, volatile and sensorial traits of Biceps femoris and Semimembranosus muscles of the Slovenian dry-cured ham Kraški pršut. *Meat Sci.* **100**, 58–68. doi:10.1016/j.meatsci.2014.09.012

Registracija i zaštita naziva hrvatskih autohtonih proizvoda (2015) <<https://www.mingo.hr/public/Poduzetnistvo/115-vodic-zastita-autohtonih-proizvoda-lowres.pdf>> Pristupljeno 29. svibnja 2020.

Reitznerová, A., Šuleková, M., Nagy, J., Marcincák, S., Semjon, B., Čertik, M.,Klempová, T. (2017) Lipid Peroxidation Process in Meat and Meat Products: A Comparison Study of Malondialdehyde Determination between Modified 2-Thiobarbituric Acid Spectrophotometric Method and Reverse-Phase High-Performance Liquid Chromatography. *Molecules* **22**, 1-12. doi:10.3390/molecules22111988

Senčić, Đ., Samac, D. (2018) Nutritivna vrijednost suhih šunki i pršuta. *Meso* **20**, 138-142.

Simopoulos, A. (2002) The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. Pharmacother.* **56**(8), 365–379. doi:10.1016/s0753-3322(02)00253-6

Šimat, V., Maršić-Lučić, J., Bogdanović, T., Dokoza, M. (2009) Oksidacija masti u ribi i ribljim proizvodima. *Meso* **11**, 345-351.

Théron, L., Sayd, T., Pinguet, J., Chambon, C., Robert, N., Santé-Lhoutellier, V. (2011) Proteomic analysis of *semimembranosus* and *biceps femoris* muscles from Bayonne dry-cured ham. *Meat Sci.* **88**, 82-90.

Ukmar, R., Đurkin, I., Maltar, Z., Kralik, G., Petricevic, A., Kušec, G. (2008) Mesnatost i sastav klaonicki obrađenih trupova svinja u Hrvatskoj. *Meso* **10**, 422-428.

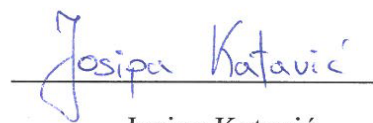
World Health Organization – WHO (2003):WHO Technical Report Series, no. 916 (TRS 916). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva, 2003. 87-88. <<http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/trs916/download/en/>> Pristupljeno 29. travnja 2020.

Wang, Z., Gao, X., Zhang, J., Zhang, D., Ma, C. (2013) Changes of Intramuscular Fat Composition, Lipid Oxidation and Lipase Activity in Biceps femoris and Semimembranosus of Xuanwei Ham During Controlled Salting Stages. *J. Integr. Agric.* **12**(11), 1993–2001. doi:10.1016/s2095-

Yiu, H., Wai-Kit, N., Rogers, R. (2001) Meat Science and Application. CRC Press.

## IZJAVA O IZVORNOSTI

*Izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristila drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.*

  
Josipa Katavić