

# Utjecaj pojedinih faza proizvodnje na boju i stupanj oksidacije masti u dimljenom pršutu

---

Jelačić, Nives

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

*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:159:165737>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-19**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

**Nives Jelačić**

7044/PT

**UTJECAJ POJEDINIH FAZA PROIZVODNJE NA BOJU I  
STUPANJ OKSIDACIJE MASTI U DIMLJENOM PRŠUTU**

**ZAVRŠNI RAD**

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

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

**Zagreb, 2019.**

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, doc. Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

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).

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

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

Zavod za Prehrambeno-tehnološko inženjerstvo  
Laboratorij za tehnologiju mesa i ribe  
Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

**Utjecaj pojedinih faza proizvodnje na boju i stupanj oksidacije masti u dimljenom pršutu**

***Nives Jelačić, 0058206354***

**Sažetak:** Tijekom proizvodnje pršuta dolazi do mnogih biokemijskih promjena koje utječu na fizikalno-kemijske karakteristike, izgled, aromu i kvalitetu finalnog proizvoda. Cilj ovog rada bio je odrediti promjene boje ( $L^*a^*b^*$ ) i stupanja oksidacije masti (TBARS test) na mišićima *biceps femoris* (BF) i *semimembranosus* (SM) tijekom soljenja, dimljenja i sušenja Dalmatinskog pršuta. Tijekom prve četiri faze proizvodnje dimljenog pršuta došlo je do porasta stupnja oksidacije masti kako u BF tako i u SM. Promjena boje određena je mjerenjem  $L^*a^*b^*$  vrijednosti.  $L^*$  vrijednost nije se statistički značajno mijenjala ( $P > 0,05$ ) u BF tijekom procesa proizvodnje dok je u SM zabilježeno smanjenje nakon faze soljenja. Došlo je do smanjenja  $a^*$  vrijednosti u BF-u nakon faze soljenja, te se održala konstantnom u daljim fazama proizvodnje. Razlike u  $a^*$  vrijednost za SM uočene su nakon faze dimljenja. Nakon faze dimljenja došlo je do statistički značajnog smanjenja ( $P < 0,05$ )  $b^*$  vrijednosti u BF i SM.

**Ključne riječi:** Dalmatinski pršut, boja, oksidacija masti, TBA vrijednost

**Rad sadrži:** 25 stranica, 10 slika, 1 tablicu, 31 literaturni navod

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

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

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

**Datum obrane:** 14. lipnja 2019.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

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

**Department of Food Engineering**  
**Laboratory of Meat and Fish Technology**  
**Scientific area: Biotechnical Sciences**  
**Scientific field: Food Technology**

### **Effect of different production stages on color and degree of lipid oxidation in smoked dry-cured ham**

***Nives Jelačić, 0058206354***

**Abstract:** During the production of dry-cured ham there are many biochemical changes that affect the physical-chemical characteristics, appearance, aroma and quality of the final product. The aim of this study was to determine the changes in colour ( $L^*a^*b^*$ ) and the degree of fat oxidation (TBARS test) on the *biceps femoris* (BF) and *semimembranosus* (SM) muscle during the salting, smoking and drying of Dalmatian dry-cured ham. During the first four stages of smoked dry-cured ham production there was a rise in the degree of fat oxidation both in BF and SM. Changes in colour was determined by measuring  $L^*a^*b^*$  values. The  $L^*$  value did not change significantly ( $P > 0.05$ ) in BF during the production process while in SM there was a decrease after the salting phase.  $a^*$  values decreased in BF after salting and was maintained constant in further stages of production. Differences in  $a^*$  value for SM were observed after the smoking phase. After the smoking phase there was a statistically significant decrease ( $P < 0.05$ ) of  $b^*$  value both in BF and SM.

**Keywords:** Dalmatian dry-cured ham, color, lipid oxidation, TBA value

**Thesis contains:** 25 pages, 10 figures, 1 table, 31 references

**Original in:** Croatian

**Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10000 Zagreb**

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

**Technical support and assistance:** Ivna Poljanec, mag. ing.

**Defence date:** June 14<sup>th</sup> 2019

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO.....	2
2.1. Pojam pršuta.....	2
2.2. Dalmatinski pršut.....	3
2.2.1. Tehnološki postupak proizvodnje.....	4
2.3. Masti.....	6
2.3.1. Lipoliza mišićnog i masnog tkiva.....	7
2.3.2. Proces oksidacije.....	7
2.3.3. TBARS test.....	8
2.4. Boja.....	9
3. EKSPERIMENTALNI DIO.....	11
3.1. Materijal.....	11
3.2. Metode.....	12
3.2.1. Određivanje stupnja oksidacije masnih kiselina.....	12
3.2.2. Određivanje boje.....	14
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	16
5. ZAKLJUČCI.....	22
6. LITERATURA.....	23

# 1. UVOD

Pršut je tradicionalni trajni suhomesnati proizvod specifičan za mediteransko područje. Najpoznatiji proizvođači su Italija, Španjolska, Francuska, Portugal, te Hrvatska. Osobine svake pojedine vrste pršuta uvelike ovise o različitim čimbenicima koji naposljetku oblikuju konačna senzorna, fizikalna, kemijska i nutritivna svojstva gotovog proizvoda. Neki od bitnih faktora su: izbor sirovine (genetska osnova, dob i masa svinje), način prehrane, klimatski uvjeti, tehnologija prerade (Krvavica, Đugum, 2006).

S ciljem zaštite i očuvanja tradicionalne tehnologije i visoke kakvoće svojih pršuta, Hrvatska je pristupila zaštiti njihova naziva upisom u Registre proizvoda Europske komisije. Shodno tome, zaštićenu oznaku zemljopisnog podrijetla (PGI) imaju drniški, dalmatinski i krčki pršut, dok je istarski zaštićen oznakom izvornosti (PDO).

Osnovne kemijske komponente mesa (proteini, masti, voda, minerali, ugljikohidrati), odnosno njihov udio i sastav važni su kod formiranja konačne arome, mirisa, teksture i boje pršuta. Najvarijabilnija komponenta mišića upravo je mast, a osim što utječe na organoleptička svojstva proizvoda, njenom oksidacijom dolazi do tvorbe nepoželjnih produkata koji uzrokuju kvarenje. Također, boja nam može dati uvid o starosti životinje budući da mišić starije životinje sadrži veću koncentraciju pigmenta mioglobina što se očituje tamnijim izgledom. Vizualni je doživljaj boje često i jedini način na koji možemo procijeniti kvalitetu proizvoda od mesa prilikom kupnje istoga, te je stoga bitno istražiti parametre koji utječu na promjenu boje.

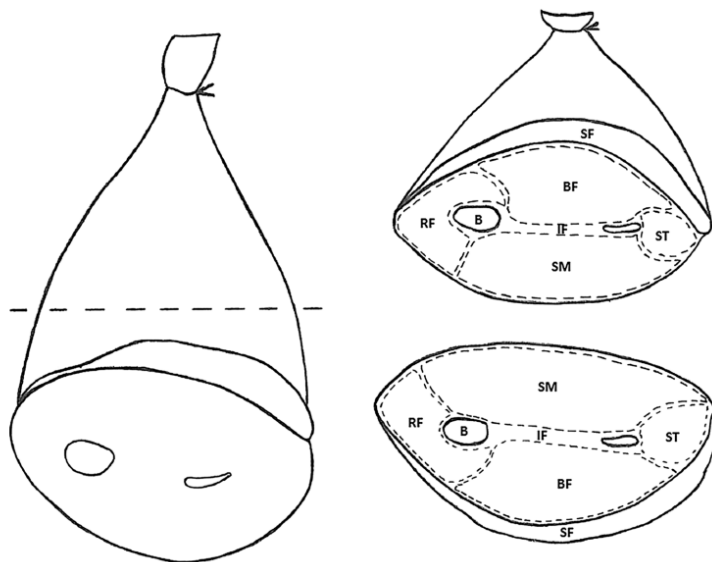
Cilj ovog rada bio je odrediti promjene u stupnju oksidacije masti pomoću testa tiobarbiturne kiseline (TBARS testa) te promjene boje tijekom različitih faza proizvodnje (sirovi but, nakon soljenja, dimljenja i sušenja) dimljenog pršuta u mišićima *biceps femoris* (BF) i *semimembranosus* (SM).

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Pojam pršuta

Pršut je proizvod od svinjskog buta sa kostima, sa ili bez kože i potkožnog masnog tkiva, sa ili bez nogice, bez repa, sa ili bez zdjeličnih kostiju, sa ili bez dodatka začina, koji se konzervira postupkom suhog soljenja ili salamurenja sa ili bez dimljenja, podvrgnut procesima sušenja i zrenja u trajanju od najmanje 9 mjeseci, a koji se nakon sušenja i zrenja može stavljati na tržište otkošten (NN 131/12).

Na Slici 1 prikazan je poprečni presjek svinjskog buta sa pripadajućim mišićima. *Biceps femoris* (BF) i *semimembranosus* (SM) najistraživaniji su mišići i često se koriste za međusobnu usporedbu budući da postoji razlika u kemijskom sastavu i biokemijskim reakcijama koje se odvijaju tijekom obrade pršuta. BF je unutarnji mišić prekriven debelim slojem potkožnog masnog tkiva koji otežava prodor kisika do mišića, te time umanjuje utjecaj vanjskih uvjeta na zrenje buta. S druge pak strane, SM se nalazi blizu površine i nije obavijen slojem masti što će omogućiti lakšu oksidaciju masti prodiranjem kisika iz okoline (Petrova i sur., 2015).



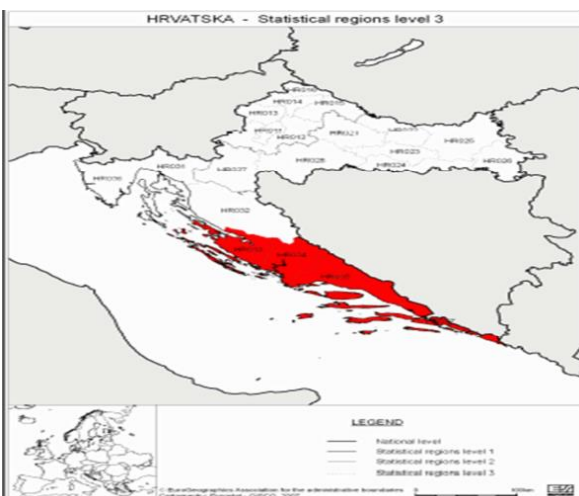
**Slika 1.** Presjek svinjskog buta: SM-Semimembranosus; ST-Semitendinosus; BF-Biceps femoris; RF-Rectus femoris; B-kost; IF-unutrašnje masno tkivo; SF-potkožno masno tkivo (Petrova i sur., 2015)



## 2.2. Dalmatinski pršut

Prema definiciji „Dalmatinski pršut“ je trajan suhomesnati proizvod od svinjskog buta s kosti, kožom i potkožnim masnim tkivom, bez zdjeličnih kosti, suho soljen morskom soli, dimljen blagim izgaranjem tvrdog drva bukve (*Fagus sp.*), hrasta (*Quercus sp.*) ili graba (*Carpinus sp.*) te podvrgnut procesu sušenja i zrenja u trajanju od najmanje godinu dana. Gotov proizvod se odlikuje osebujnom aromom, blagim slanim okusom, jednoličnom crvenom bojom mesa i poželjnom konzistencijom, te ne smije sadržavati nikakve dodatke osim morske soli.

Proizvodnja „Dalmatinskog pršuta“ smije se odvijati isključivo unutar administrativnih granica Ličko-senjske, Zadarske, Šibensko-kninske, Splitsko-dalmatinske i Dubrovačko-neretvanske županije (Slika 2).



**Slika 2.** Područja proizvodnje Dalmatinskog pršuta (Kos i sur., 2015)



**Slika 3.** Grafički prikaz zajedničkog znaka „Dalmatinskog pršuta“ (Kos i sur., 2015)

Porijeklo „Dalmatinskog pršuta“ moguće je dokazati primjenom sustava sljedivosti koji se temelji na: fizičkom označavanju butova, odnosno gotovog proizvoda, te dokumentima koje je potrebno popunjavati tijekom različitih faza proizvodnje, odnosno dokumentima koji su različiti subjekti u lancu proizvodnje dužni imati radi zadovoljavanja zakonskih propisa. Zajednički znak

„Dalmatinskog pršuta“ (Slika 3) se po završetku faze zrenja nanosi kao vrući žig na kožu onih pršuta za koje je ovlašteno tijelo utvrdilo da su proizvedeni u skladu sa specifikacijom i posjeduju sva propisana fizikalno-kemijska i senzorska svojstva (Kos i sur., 2015).

### 2.2.1. Tehnološki postupak proizvodnje

Proizvodnja „Dalmatinskog pršuta“ započinje kontrolom kvalitete sirovine, odnosno izborom i preradom svježih butova. Prema Pravilniku o mesnim proizvodima (NN 131/12) but mora biti odvojen od svinjske polovice između zadnjeg slabinskog kralješka i prvog križnog kralješka, te se na njemu ne smiju nalaziti zdjelične kosti (bočna, sjedna i preponska), te križna kost, a moraju biti odstranjeni i repni kralješci. S medijalne i lateralne strane but ima kožu i potkožno masno tkivo. Muskulatura buta mora biti pravilno polukružno zaobljena, te pritom s otvorene medijalne strane ne smije biti visećih dijelova, a distalni dio kože s pripadajućim masnim tkivom mora biti zaobljen. But spreman za preradu mora biti crvenkasto-ružičaste boje, kompaktne strukture i suhe površine. Sam postupak proizvodnje odvija se u nekoliko etapa, a to su:

- soljenje
- prešanje
- dimljenje i sušenje
- zrenje
- pakiranje.

Soljenje se vrši pri temperaturi 2-6 °C i relativnoj vlazi zraka višoj od 80% budući da bi u uvjetima više temperature moglo doći do smrdljivog zrenja pršuta. Prije soljenja važno je masažom istisnuti zaostalu krv iz buta, naročito iz femoralne arterije. Dalmatinski se pršut smije soliti samo morskom soli bez uporabe začina. Uporaba konzervansa poput natrijave nitrita, natrijeva nitrata, kalijeva sorbata, askorbinske i propionske kiseline, također je zabranjena. Obrađeni se butovi po cijeloj površini natrljaju suhom soli, te ostaju ležati 7-10 dana s medijalnom stranom okrenutom prema gore. Nakon toga se ponovno utrljavaju sa soli i okreću na drugu stranu idućih 7-10 dana.

Prešanje butova opcionalno je u posljednjem dijelu faze soljenja, a glavni je cilj pravilno oblikovanje pršuta, posebice kad na tržište dolaze u cjelovitom obliku. Proces prešanja teče tako da se butovi slože između ploča i opterete. Nakon 7-10 dana se ispiru čistom vodom i cijede. Ukoliko se izostavi faza prešanja, usoljeni se butovi ostavljaju ležati 7-10 dana nakon čega se također ispiru i cijede. Tijekom ove faze vrijede isti uvjeti temperature i vlage zraka kao i kod soljenja.

Ocijede se butovi vežu špagom ili vješaju na kuku iznad petne kvрге, te sele u čistu komoru radi ujednačavanja temperature prije dimljenja. Dimljenje se može vršiti uporabom hladnog dima ili pak na klasičan način s otvorenim ložištem. Dim se dobiva izgaranjem tvrdog drva ili piljevine bukve, hrasta ili graba. Prilikom dimljenja s otvorenim ložištem važno je održavati temperaturu u komori nižom od 22 °C. Uslijed viših temperature može doći do denaturacije proteina u površinskom sloju pršuta i stvaranja barijere za izlazak vode iz buta što uzrokuje kvarenje. Industrijsko dimljenje mesa u neprikladnim uvjetima može dovesti do kontaminacije hrane kancerogenim policikličkim aromatskim ugljikovodicima (PAH-ovima). Zagađenje se može značajno smanjiti zamjenom direktnog sa indirektnim dimljenjem pomoću vanjskog generatora dima. Budući da su PAH-ovi vezani za čestice, uporabom filtera za uklanjanje čestičnog materijala iz dima može se smanjiti kontaminacija (Zelinkova i Wenzl, 2015). Proces dimljenja i sušenja traje do 45 dana.

Pršuti se potom premještaju u zamračene komore za zrenje gdje je temperature niža od 20 °C, a relativna vlaga zraka ispod 90%. Komore moraju biti opremljene otvorima za izmjenu zraka ili prozorima, te zaštićene gustom mrežicom na otvorima kako bi se sprječilo ulazak nepoželjnih nametnika. Tijekom faze zrenja odvijaju se biokemijski procesi kojima se postiže poželjna boja i optimalna harmonija mirisa i okusa. Pukotine nastale na medijalnoj strani tijekom zrenja dozvoljeno je „štukovati“ smjesom napravljenom od usitnjenog svinjskog sala pomiješanog pšeničnim ili rižinim brašnom uz dodatak soli. Zrenje je završeno godinu dana od početka soljenja, te je pršut spreman za konzumaciju.

Proizvod s oznakom zemljopisnog podrijetla „Dalmatinski pršut“ smije se stavljati na tržište samo po završetku posljednje faze proizvodnje i nakon što je certifikacijsko tijelo utvrdilo

sukladnost proizvoda sa specifikacijom. Na tržište se stavlja kao cijeli pršut ili u komadima, tj. narezan (Kos i sur., 2015).

### 2.3. Masti

Masti su u mesu odgovorne za poželjne i nepoželjne arome i okuse. Lipidna oksidacija uzrokuje pogoršanje kvalitete mesa te njegovo kvarenje tijekom skladištenja. Izravno utječe na okus, boju, teksturu, nutritivni sastav i zdravstvenu ispravnost budući da kao produkti razgradnje mogu nastati toksični spojevi (npr. malondialdehid). Masti se mogu oksidirati enzimskim i neenzimskim kemijskim reakcijama, te postoje mnogi mehanizmi koji objašnjavaju te kompleksne reakcije. Meso s većom količinom nezasićenih masnih kiselina sklono je autooksidaciji koja je ujedno i najvažniji mehanizam oksidacije masti u mesu (Cheng, 2016).

Udio masti u skeletnim mišićima svinje varira 1-13% od ukupne mase mišića, a ovisi o stupnju utovljenja i količini masnog tkiva. Masti se uglavnom nalaze intramuskularno, intermuskularno, te u adipoznom tkivu. Razlikujemo trigliceride pohranjene u masnim stanicama, fosfolipide u staničnim membranama, te kolesterol (Krvavica, 2006).

Masti u trupu svinja sastavljene su iz mononezasićenih (MUFA) i zasićenih masnih kiselina (SFA), dok ostatak čine polinezasićene (PUFA). Jiménez-Colmenero i sur. (2010) navode kako su istraživanja u talijanskim, francuskim i španjolskim vrstama pršuta pokazala da se udio MUFA kreće 45-50%, SFA 35-40%, te PUFA 10-15%. U mišićnom i masnom tkivu najzastupljenije su oleinska (C18:1), palmitinska (C16:0) i stearinska kiselina (C18:0). Sastav triglicerida intermuskulatorne masti najvećim dijelom otpada na MUFA i SFA, uz 7-15% PUFA (uglavnom linolne kiseline, C18:2) (Karolyi, 2007).

Udio PUFA u masnim kiselinama fosfolipida staničnih membrana je viši, te iznosi 45-57%. Karakteristično visok udio PUFA, koji proizlazi iz visokog sadržaja linolne kiseline, poboljšava povoljan nutritivni omjer polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina (Karolyi, 2007). Fosfolipidi su, iako manje zastupljeni, također važni za razvoj karakteristične arome i okusa kroz oksidativne procese tokom prerade. Sastoje se od relativno visokog udjela polinezasićenih masnih kiselina (lecitin) čiji sastav ovisi o genotipu i vrsti mišića (Krvavica, 2006).

### 2.3.1. Lipoliza mišićnog i masnog tkiva

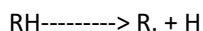
Masti mišićnog tkiva dijele se na triacilglicerole i fosfolipide. Na triacilglicerole djeluju lizozomske kisele lipaze i neutralne lipaze, te kao međuprodukti nastaju di- i monoacilgliceroli. Na njih potom ponovno djeluju lizozomske kisele lipaze i u konačnici nastaju slobodne masne kiseline. Od fosfolipida također nastaju slobodne masne kiseline pod djelovanjem fosfolipaza.

Kod razgradnje masti masnog tkiva, na triacilglicerole djeluju hormon senzitivne lipaze i dolazi do tvorbe di- i monoacilglicerola. Na njih u ovom slučaju djeluju monoacilglicerol lipaze uz nastajanje glicerola uslijed čega se otpuštaju slobodne masne kiseline (Toldrá, 2002).

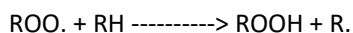
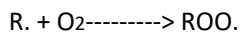
### 2.3.2. Proces oksidacije

Oksidacijsko razlaganje masti (tzv. autooksidacija) podrazumijeva niz lančanih reakcija koje uzrokuju slobodni radikali. To su atomi ili molekule koje sadrže jedan nespareni elektron što ih čini vrlo nestabilnim i reaktivnim. Mehanizam se dijeli u tri osnovne faze: inicijacija, propaganacija i završetak (Slika 4).

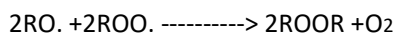
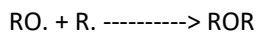
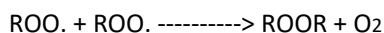
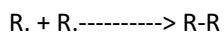
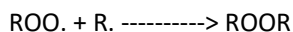
**Inicijacija:**



**Propaganacija:**



**Završetak:**



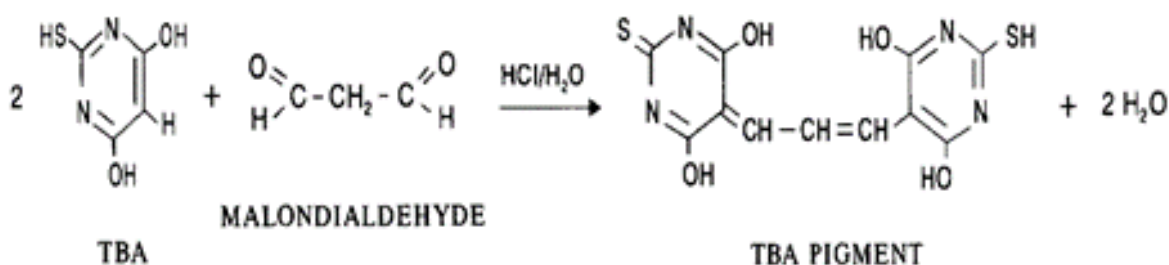
**Slika 4.** Faze autooksidacije; RH - nezasićena masna kiselina; R· - slobodni radikal; ROO· - slobodni radikal peroksida; RO· - alkoksi radikal; ROOH - hidroperoksid (Cheng, 2016)

Tijekom inicijacije dolazi do reakcije kisika iz zraka sa nezasićenim masnim kiselinama pri čemu se formiraju slobodni radikali. U idućem koraku nastali slobodni radikali reagiraju s masnim kiselinama stvarajući pritom lančanu reakciju kojom nastaje još slobodnih radikala.

Za vrijeme propagacije, kisik se veže za slobodne radikale masnih kiselina tvoreći pritom hidroperoksidi i slobodne radikale peroksida. Hidroperoksidi, primarni produkti nastali autooksidacijom, vrlo su nestabilni te se stoga lako prevode u sekundarne produkte kao što su aldehidi, alkeni, ketoni i alkoholi koji uzrokuju neugodne mirise u mesu. Od sekundarnih produkata (pentanal, heksanal, 4-hidroksinonenal, malondialdehid), koristimo malondialdehid (MDA) za detekciju oksidacije masnih kiselina budući da tvori obojenje u reakciji s tiobarbiturnom kiselinom u TBA-testu. Preostali slobodni radikali međusobno reagiraju tvoreći neaktivne polimere, te time završava autooksidacija (Cheng, 2016).

### 2.3.3. TBARS test

Test tiobarbiturne kiseline (TBARS test) najraširenija je metoda za određivanje stupnja oksidacije masti. Točnije, određuje se količina malondialdehida (MDA), sekundarnog razgradnog produkta oksidacije koji nastaje oksidacijom nezasićenih masnih kiselina. MDA reagira sa tiobarbiturnom kiselinom dok se zagrijava u kiseljoj otopini, te dolazi do kondenzacije i tvorbe kompleksa Schiffove baze. Novonastali se kompleks odlikuje rožim obojenjem koje je moguće spektrofotometrijski mjeriti (Slika 5).



**Slika 5.** Reakcija TBA i MDA (Fernández i sur., 1997)

TBA reagira i sa drugim aldehidima koji nisu produkti oksidacije masti (npr. 2-alkani, 2,4-alkadienali), te se stoga za ovaj test rabi naziv TBARS. Obzirom na naspecifičnost i nedovoljnu razjašnjenost reakcija koje se odvijaju sa TBA, teško je odrediti u kolikoj je mjeri intenzitet boje uistinu odraz koncentracije MDA. Osim sa MDA, TBA reagira sa alkanima, alkenima, alkadienalima, te drugim produktima oksidacije uslijed čega nastaju kompleksi koji tvore obojenja koja mogu smetati prilikom spektrofotometrijske analize.

Međutim, Hoyland i Taylor (1991) navode kako su rezultati TBARS testa u dobroj korelaciji sa rezultatima senzorske analize prilikom određivanja užglosti.

TBARS test široko je korišten kao mjera oksidativne užglosti u masnoj hrani, osobito u mesnim proizvodima. Za dobivanje rezultata uspoređuje se apsorbancija MDA-TBA kompleksa sa standardom izrađenim od 1,1,3,3-tetraetoksi-propana (TEP) ili 1,3,3-tetrametoksi-propana (TMP), budući da se MDA može dobiti kiselom hidrolizom iz TMP ili TEP u ekvimolekularnoj reakciji. Brzina reakcije TBA s MDA ovisi o koncentraciji TBA-otopine, temperaturi i pH (Fernández i sur., 1997).

## 2.4. Boja

Boja mesa je glavni vizualni faktor kvalitete. Prosječnom je potrošaču upravo boja prva senzorna karakteristika koju će primjetiti prilikom kupnje mesnih proizvoda. Njena postojanost je uvjetovana komponentama mišićnih vlakana budući da ona sadrže pigmente koji mogu apsorbirati ili reflektirati svjetlost. U mesu je najvažiji pigment mioglobin koji čini 50 – 80% ukupnog pigmenta. Slične je strukture kao hemoglobin u krvi čija je uloga transport kisika, dok mioglobin služi kao skadište kisika.

Boja mesa pojedinih životinjskih vrsta razlikuje se i ovisi o količini mioglobina. Povećanjem razine mioglobina dolazi do promjene intenziteta boje mesa od bijelo-ružičaste do tamno crvene. Tako će, primjerice meso govedine biti tamnije u odnosu na svinjetinu koja ima manji sadržaj mioglobina, dok će piletina biti najsvjetlija.

Razina mioglobina unutar vrste ovisi o funkciji pojedinog mišića, te o dobi životinje. Mišići visoke potrošnje (mišići nogu) imaju veći sadržaj mioglobina budući da postoji veća poteba za skladištenjem i isporukom kisika u mišić. Također, sadržaj mioglobina raste sa starošću životinje, te je stoga meso starijih životinja tamnije boje od mesa mlađih životinja (Miller, 2002).

Mioglobin je klasificiran kao metaloprotein budući da ima proteinski dio sastavljen od aminokiselinskog lanca kovalentno vezanog na organsku strukturu željeza nazvanu hem željezo. Poseban problem koji utječe na koncentraciju mioglobina je promjena njegove topivosti. Uvjeti koji doprinose razvoju blijedog, mekog i vodnjikavog svinjskog mesa (visoka temperatura i niski pH) denaturiraju mnoge proteine, uključujući mioglobin. Denaturirani mioglobin ne doprinosi crvenoj boji mesa. Stoga, bilo koji postupak koji rezultira promjenom topivosti mioglobina može izravno utjecati na boju svježeg mesa.

Oksidacijsko stanje hem željeza izravno utječe na boju koju reflektira mioglobin. Kada je željezo u  $Fe^{2+}$  stanju, molekula ima visoki afinitet za kisik. Ako je prisutan kisik, mioglobin tvori oksimioglobin, oblik odgovoran za jarko crvenu boju govedine i svinjetine. Ako kisik nije dostupan i željezo nije vezano za plin, oblik mioglobina je prirodni mioglobin ili deoksimioglobin. Kada je veliki dio mioglobina prisutan kao deoksimioglobin, meso je tamnije crvenkasto ljubičaste boje. Oksidacija hem željeza dovodi do prijelaza  $Fe^{2+}$  u  $Fe^{3+}$ . Ovaj prijelaz je negativan za izgled proizvoda budući da oksidirani pigment, metmioglobin, daje sivkasto smeđu boju mesu (Lonergan i sur., 2019).

Brojni su čimbenici koji utječu na boju mesa: pH mišića, dob, pasmina, spol, prehrana životinje, način klanja. Tijekom skladištenja također treba paziti na odgovarajuću temperaturu, dostupnost kisika i svjetla, rast mikroorganizama i atmosferske uvjete (O'Grady i Kerry, 2010).

Boja mesnih proizvoda, naročito suhomesnatih, uglavnom ovisi o koncentraciji i kemijskom stanju mesnih pigmenata, te o mišićnoj strukturi. Ostali sastojci i aditivi također mogu utjecati na konačnu boju. Korištenjem nitrata i/ili nitrita, nastaje nitrozomioglobin, što rezultira mesom svijetlo crvene boje (Costa i sur., 2008).



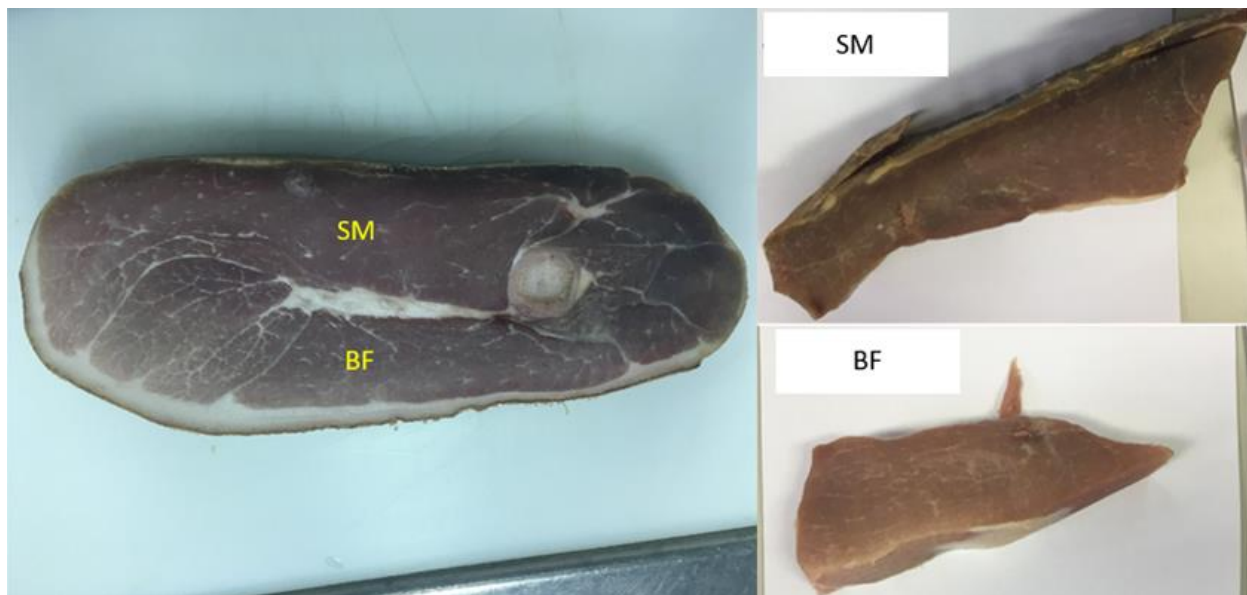
### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. Materijal

Za istraživanje su ispitivani uzorci pršuta tijekom 4 faze proizvodnje (sirovi butovi, nakon soljenja, nakon dimljenja, nakon sušenja). Analizirano je 10 uzoraka po svakoj fazi proizvodnje u dva mišića: *biceps femoris* i *semimembranosus* (Slika 6), što čini ukupno 80 uzoraka.

Uzorci su uzorkovani u Mesnoj industriji Braće Pivac u Vrgorcu u Dalmatinskoj zagori, te su uzorci presjeka butova slani na analizu u Zagreb na Prehrambeno-biotehnološki fakultet.

Nakon dostave uzoraka, izuzeti su uzorci BF i SM te vakumirani i pohranjeni na -18 °C do početka analiza. Za svaki su uzorak bile napravljene dvije paralelne probe kod ispitivanja TBA, odnosno tri za boju. Rezultat je prikazan kao srednja vrijednost ± standardna greška.



**Slika 6.** Analizirani mišići svinjskog buta; BF – *Biceps femoris*, SM – *Semimembranosus* (vlastita fotografija)

## 3.2. Metode

### 3.2.1. Određivanje stupnja oksidacije masnih kiselina

#### Princip:

TBARS test bazira se na reakciji malondialdehida (MDA) sa tiobarbiturnom kiselinom (TBA) pri čemu nastaje kompleks koji daje rozo obojenje. Reakcija se zasniva na kondenzaciji dviju molekula TBA s jednom molekulom MDA uz eliminaciju dviju molekula vode (Slika 5).

Intenzitet obojenja je mjera koncentracije MDA i organoleptički je korelirana sa stupnjem užeglosti masti. Uspoređuje se apsorbancija MDA-TBA kompleksa sa standardom 1,1,3,3-tetrametoksi-propanol (TMP) u ekvimolekularnoj reakciji (Fernández i sur., 1997).

#### Postupak:

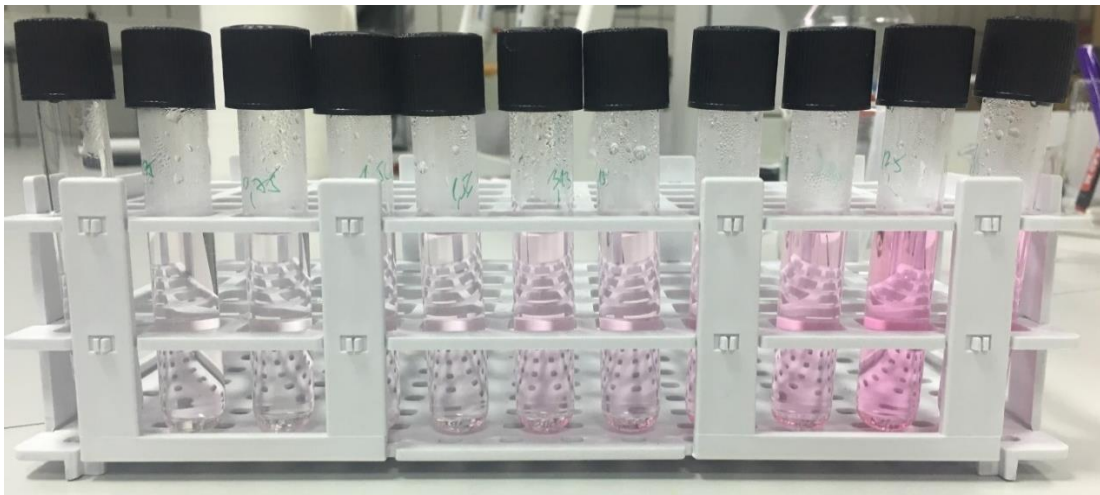
Uzorak je najprije podvrgnut ekstrakciji, nakon čega slijedi kolorimetrijska reakcija pri čemu se iz očitane apsorbancije saznaje maseni udio MDA u uzorku.

Izvagano je 5 g uzorka u tubama za centrifugu (oak Ridfe Centrifuge Tube, PPCC, ref. 3119-0050, Nalge Nunc Internacional), te potom dodano 10 mg BHT i 20 mL 5%-tne trioctene kiseline (TCA). Uzorak je homogeniziran 3 puta tijekom 20 sec (UltraTurax T25 basic, IKA-WERKE) i odmah stavljen u led. Tube za centrifuge su ekvilibrirane. Centrifugiranje je provedeno tijekom 10 min na 12000 rpm pri 4 °C (Rotina 380 R, Hettich), te je sadržaj potom filtriran preko filter papira Watman (n°54).

Za izradu kalibracijske krivulje korišten je standard 1,1,3,3-tetrametoksiopropanol (TMP). Pripremljene su otopine TMP-a u sljedećim koncentracijama: 12,5; 6,25; 3,13; 1,56; 0,75  $\mu\text{M}$  u 5%-tnoj TCA (Slika 7).

Za kolorimetrijsku je reakciju u tube za centrifuge od 15 mL sljedećim redoslijedom dodano: 4 mL TCA za slijepu probu / 4 mL otopine za kalibracijsku krivulju (TMP) / 4 mL centrifugiranog uzorka, te 4 mL TBA 0,02 M u destiliranoj vodi. Uzorci su vorteksirani i ostavljeni da reagiraju 1

h na 100 °C (Block Heater SBH130D, Stuart). Na kraju je očitana asporbancija na 532 nm pomoću spektrofotometra (Specord 50 Plus, Analytik Jena).



**Slika 7.** Otpine TMP-a u različitim koncentracijama za izradu kalibracijske krivulje (vlastita fotografija)

Izračun:

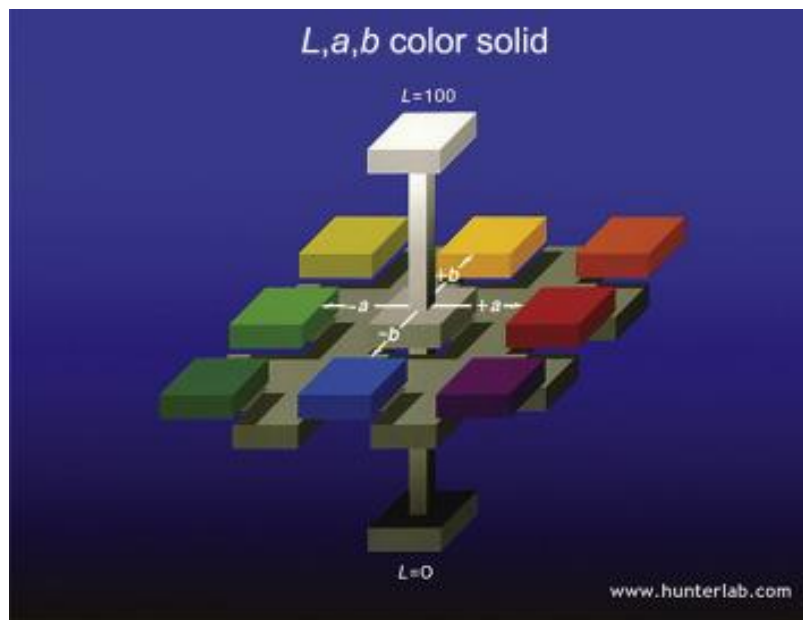
1 mol TMP-a je ekvivalentan sa 1 mol malonaldehida (MDA). Preko kalibracijske krivulje izračunata je koncentracija MDA u  $\mu\text{M}$  u ekstraktu.

- Kalibracijska krivulja:  $\mu\text{M TMP} = m \text{ Abs}_{532} + b = \mu\text{M MDA}$
- $\frac{\text{mg MDA}}{\text{kg uzorka}} = \mu\text{M MDA} \times 72(\text{PM MDA}) \times 0,004 \text{ L} = \mu\text{g MDA} / \text{g uzorka} = \text{mg MDA} / \text{kg uzoka}$
- $\mu\text{g MDA} / \text{g uzorka} = \frac{\mu\text{g MDA}}{4 \text{ mL TCA}} \times \frac{20 \text{ mL TCA}}{5 \text{ g uzorka}}$

### 3.2.2. Određivanje boje

Princip:

Referentna metoda mjerenja boje mesa koristi  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  vrijednosti. (Honikel, 1998) Parametar  $L^*$  mjeri je svjetline proizvoda. Vrijednost 0 ukazuje na crno, a 100 na čisto bijelu boju.  $a^*$  vrijednost je mjera crvenila mesa i iskazuje se veličinom od -60 do 60. Pozitivne vrijednosti ukazuju na intenzitet crvenog svjetla, a negativne na intenzitet zelenog. Veća vrijednost parametra  $a^*$  ukazuje na crvenije meso.  $b^*$  vrijednost opisuje spektar između plave i žute boje. Pozitivne vrijednosti opisuju intenzitet žutog svjetla, dok negativne plavog (Lonergan i sur., 2019) (Slika 8).



**Slika 8.** Grafički prikaz  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  paramatara (Lonergan i sur., 2019)

Postupak:

Mjerenje boje provedeno je spektrofotometrom (Slika 9) (osvjetljivač D65,  $10^\circ$  standardni promatrač, otvor 8 mm, otvoreni konus) Konica Minolta CM-700d (Osaka, Japan). Prije analize spektrofotometar je kalibriran bijelom kalibracijskom kapom CM-A177. Izvedena su 3 mjerenja

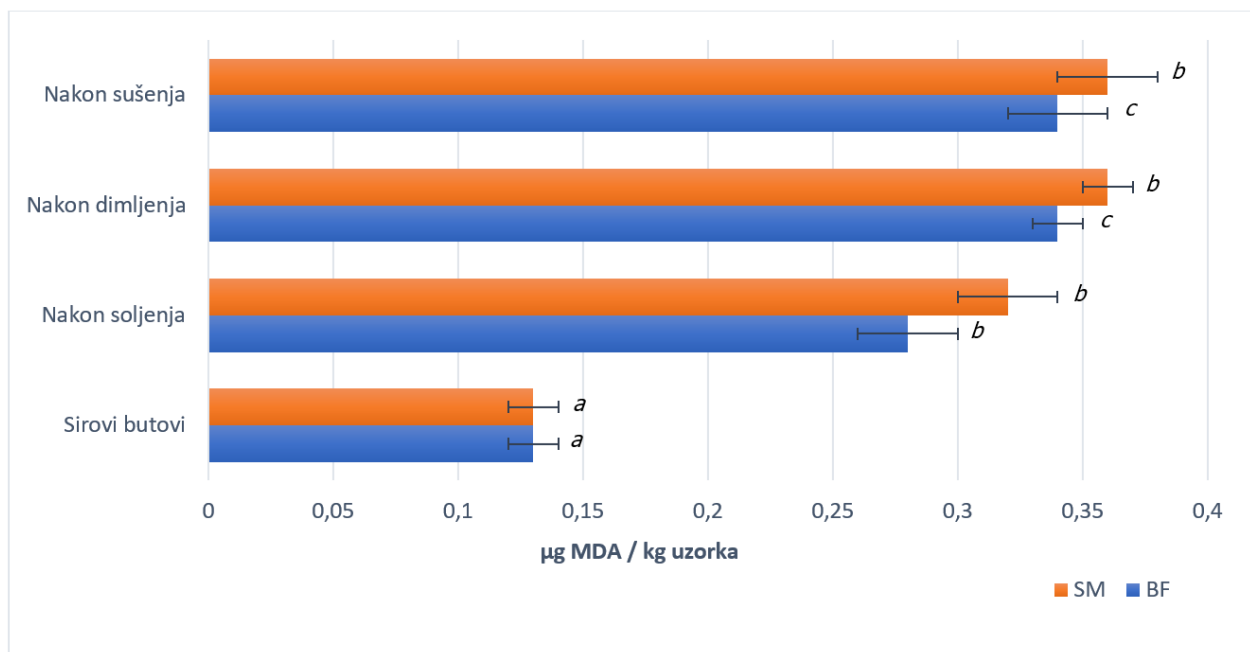
po svakom uzorku, u oba mišća (*Semimembranosus* i *Biceps femoris*). Prilikom mjerenja pazilo se da se izbjegavaju mjesta s masnim tkivom kako bi rezultati što točnije prikazali pravu boju tkiva mišića.



**Slika 9.** Spektrofotometar Konica Minolta CM-700d (vlastita fotografija)

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

U pršutu se tijekom tehnološkog procesa proizvodnje događaju mnogobrojne biokemijske reakcije, a među njima je i oksidacija masti. Tim se procesom formira mnogo hlapljivih spojeva koji utječu na aromu pršuta, no također mogu prouzročiti užeglost i kvarenje. Ispitivanje stupnja oksidacije masti provedeno je TBARS metodom, a rezultati su prikazani kao  $\mu\text{g}$  MDA (malondialdehida) po kg uzorka (Slika 10).



\* Različita slova (a-c) označavaju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) (razlika u fazama)

**Slika 10.** Utjecaj anatomske lokacije mišića (BF – *biceps femoris*, SM – *semimembranosus*) na TBARS vrijednosti u pojedinim fazama proizvodnje dimljenog pršuta (srednja vrijednost 10 uzoraka).

Rezultati istraživanja pokazuju da je nakon faze soljenja došlo do porasta TBARS vrijednosti s  $0,13 \mu\text{g}$  MDA (sirovi butovi) na  $0,28 \mu\text{g}$  za uzorke *biceps femoris*, odnosno  $0,32 \mu\text{g}$  MDA za uzorke *semimembranosus*. Do sličnog su zaključka došli Harkouss i sur. (2015) koji su u istraživanju na Bayonne pršutu zabilježili višu koncentraciju malohdialdehida u uzorcima nakon

soljenja, te je ta pojava pripisana prooksidacijskom djelovanju NaCl-a. TBARS krivulja bila je bifazna, s početnim povećanjem, nakon čega je slijedilo smanjenje nakon 21. tjedna. Početna faza povećanja odgovara nakupljanju aldehida, najvećim dijelom malondialdehida i hidroksilnonenala koji su opisani kao konačni krajnji produkti oksidacije polinezasićenih masnih kiselina u mesu.

Prema Kanneru i sur. (1991), zbog prooksidacijskog učinka kloridni ioni istiskuju ione željeza iz makromolekula i čine ih inicijatorima za lipidnu peroksidaciju. Osim toga, metalni ioni prisutni su kao nečistoće u korištenoj soli, te se to također može povezati s prooksidacijskim djelovanjem soli.

Nakon faze dimljenja i sušenja dolazi do postupnog povećanja TBARS vrijednosti pri čemu je veći porast zabilježen u SM. Slične vrijednosti dobili su Koutina i sur. (2012) za Parma pršute. Veće vrijednosti MDA nađene su u SM za razliku od BF upravo zbog položaja mišića. SM je vanjski mišić koji se nalazi bliže površini, te će stoga na njega više djelovati vanjski uvjeti koji potiču oksidaciju. S druge strane, BF je zaštićen slojem masnog tkiva na površini (Slika 6). Međutim, ni u jednoj fazi nije zabilježena statistički značajna razlika ( $P < 0,05$ ) između mišića BF i SM.

U ovom istraživanju nisu izvršena ispitivanja nakon faze zrenja. Za dalmatinski su pršut nakon zrenja zabilježene TBARS vrijednosti 0,2-0,8 (Marušić Radovčić i sur., 2016), te se stoga i u ovim uzorcima očekuje daljnji rast koncentracije malondialdehida nakon faze zrenja. Za istarski su pršut TBARS vrijednosti nešto niže i iznose 0,42-0,44 (Marušić i sur., 2011).

Andrés i sur., (2004) proveli su istraživanje stupnja oksidacije masti na uzorcima iberijskog pršuta, a vrijednosti su nešto niže nego u predmetnom istraživanju. Primjerice, za sirove su buteve izmjerene TBARS vrijednosti 0,09 za BF i 0,08  $\mu\text{g}$  MDA/kg uzorka za SM. Na kraju faze soljenja, TBARS vrijednosti su porasle na 0,16-0,20 za BF, odnosno 0,15-0,18 za SM. Nakon faze sušenja TBARS vrijednosti su se kretale od 0,14-0,16 za BF i 0,18-0,19 za SM. Na kraju zrenja, nakon 415 dana, za BF je izmjereno 0,40-0,48, a za SM 0,34-0,40  $\mu\text{g}$  MDA/kg uzorka. U iberijskom su pršutu izmjerene nešto niže vrijednosti TBARS testa koje mogu biti rezultat dodatka nitrita i nitrata tijekom tehnološkog procesa proizvodnje. Nitriti i nitrati imaju antioksidacijsko djelovanje te stoga mogu usporiti nastajanje malondialdehida.

Cava i suradnici (1999) su u iberijskom pršutu nakon zrenja u trajanju od 700 dana zabilježili pad koncentracije MDA u odnosu na vrijednosti nakon faze sušenja. Za objašnjenje ovakvih rezultata predložene su dvije teorije. Tijekom dugotrajne obrade TBA reaktivne tvari, uglavnom aldehidi koji su nestabilni, mogu se razgraditi u hlapive spojeve. Prema drugoj teoriji aldehidi dolaze u interakciju sa slobodnim aminokiselinskim skupinama proteina što dovodi do stvaranja fluorescentnih Schiffovih baza. Nastajanje takvih proizvoda sprečava reakciju aldehida s TBA (Harkouss i sur., 2015). Smanjenje TBARS vrijednosti za BF i SM mišiće, prema Kikugawa i sur. (1991), pripisuje se naprednim reakcijama sekundarnih produkata oksidacije lipida s proteinskim ostacima.

Na boju mesa utječu razni faktori kao što su fizikalne karakteristike mesa, udio vode, koncentracija hem proteina mioglobina i dr. Crvena mišićna vlakana koja imaju pretežno aerobni metabolizam, zahtijevaju više kisika nego bijela mišićna vlakna, te stoga sadrže veće koncentracije mioglobina. Boja mesa može se odrediti kemijski određivanjem koncentracije mioglobina, te instrumentalno pomoću kolorimetra, odnosno određivanjem  $L^*a^*b$  vrijednosti.

Boja dimljenog pršuta u pojedinim fazama proizvodnje mjerena je spektrofotometrom u mišićima BF i SM, a dobiveni rezultati prikazani su u Tablici 1.

$L^*$  vrijednost koja predstavlja mjeru za svjetlinu mesa, pokazala je statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) tijekom proizvodnog procesa. Također, bilo je razlike i između pojedinih mišića u svim fazama, osim kod sirovih butova.

Vrijednost parametra  $L^*$  u BF je ostala konstantna tijekom faza u sirovim butovima, nakon dimljenja i nakon sušenja, te se kretala 53,58 - 54,28. U SM je došlo do smanjenja  $L^*$  vrijednosti nakon faze soljenja, te se kasnije održala u vrijednostima 49,81 – 49,97 nakon faze dimljenja i sušenja. Postojale su statistički značajne razlike ( $P < 0,05$ ) između mišića nakon faze soljenja, dimljenja i sušenja koje se mogu objasniti položajem mišića. Naime, SM je vanjski mišić koji je podložniji oksidacijskom djelovanju iz okoline, te se kod njega očekuje niža vrijednost parametra  $L^*$ , odnosno tamnija boja.



**Tablica 1.** Utjecaj anatomske lokacije mišića (BF- *biceps femoris*; SM- *semimembranosus*) na parametre boje (L\*, a\*, b\*) tijekom proizvodnje pršuta (srednja vrijednost 10 uzoraka).

	<b>Sirovi butovi</b>	<b>Nakon soljenja</b>	<b>Nakon dimljenja</b>	<b>Nakon sušenja</b>	<b>p-vrijednost</b>
<b>L*</b>					
<b>BF</b>	54,02±0,40 <sup>b</sup>	51,51±0,22 <sup>a,1</sup>	53,58±0,26 <sup>b,1</sup>	54,28±0,21 <sup>b,1</sup>	0,000
<b>SM</b>	54,40±0,44 <sup>c</sup>	48,20±0,21 <sup>a,2</sup>	49,97±0,23 <sup>b,2</sup>	49,81±0,24 <sup>b,2</sup>	0,000
<b>p-vrijednost</b>	0,524	0,000	0,000	0,000	
<b>a*</b>					
<b>BF</b>	2,99±0,27 <sup>b,1</sup>	1,95±0,10 <sup>a</sup>	1,81±0,09 <sup>a</sup>	1,87±0,08 <sup>a,1</sup>	0,000
<b>SM</b>	1,77±0,16 <sup>b,2</sup>	1,85±0,08 <sup>b</sup>	1,71±0,09 <sup>ab</sup>	1,38±0,04 <sup>a,2</sup>	0,010
<b>p-vrijednost</b>	0,000	0,435	0,419	0,000	
<b>b*</b>					
<b>BF</b>	8,51±0,17 <sup>c</sup>	8,32±0,11 <sup>c</sup>	3,76±0,10 <sup>a,1</sup>	4,21±0,07 <sup>b,1</sup>	0,000
<b>SM</b>	8,20±0,20 <sup>b</sup>	8,20±0,07 <sup>b</sup>	3,23±0,06 <sup>a,2</sup>	3,38±0,06 <sup>a,2</sup>	0,000
<b>p-vrijednost</b>	0,251	0,370	0,000	0,000	

\*Različita slova (a-c) označavaju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) (razlika u fazama). Različiti brojevi (1,2) označavaju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) (razlika između mišića).

U istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2016) na Dalmatinskom pršutu nakon faze zrenja u mišiću BF, zabilježena je L\* vrijednosti između 33,7 – 41,6. U istraživanju Petričević i sur. (2018) vrijednost parametra L\* za krčki pršut iznosila je 35,97, te 40,94 za drniški. Lorenzo i Purrinous (2013) u istraživanjima na Celta pršutu su zaključili da dolazi do smanjenja L\* vrijednosti tijekom soljenja i u fazi nakon soljenja sa 38,68 na 33,22 i 31,82. Carrapiso i Garcia (2008) istraživali su boju Iberijskog pršuta te dobili L\* vrijednost u BF nakon faze zrenja 38,08 – 38,78, što je nešto više od vrijednosti koje su izmjerili Perez-Alvarez i sur. (1999) na španjolskim pršutima, te za BF iznosi 34,80, a za SM 25,98. U istarskom su pršutu također pronađene nešto niže vrijednosti na

kraju zrenja u odnosu na dalmatinski, a u BF iznose 34,64 – 35,27 (Marušić i sur., 2011). Viša L\* vrijednost na kraju zrenja za dimljene pršute (dalmatinski, drniški), u odnosu na one koji nisu dimljeni (istarski, krčki, španjolske vrste) mogla bi biti posljedica samog dimljenja.

I kod parametra a\* (mjera crvenila) zabilježeno je smanjenje vrijednosti kroz faze, a statistički značajna razlika između BF i SM bila je kod sirovih butova, te nakon faze sušenja. Kod BF došlo je do smanjenja a\* vrijednosti nakon faze soljenja na 1,95 te je ostala konstantna u daljnjim fazama (1,81 – 1,87). U SM došlo je do značajnijeg pada a\* vrijednosti nakon faze dimljenja i sušenja, te je na kraju faze sušenja iznosila 1,38. Vrijednosti parametra a\* su u svim fazama bile više za BF u odnosu na SM.

Dobiveni su rezultati u skladu s literaturom koja također bilježi pad a\* vrijednosti nakon faze soljenja (Lorenzo i Purrinous, 2013), odnosno veću vrijednost u SM nakon faze zrenja (Pérez-Alvarez i sur., 1999). Vrijednosti parametra a\* kod španjolskih Serrano pršuta iznosile su 8,85 za SM i 15,55 za BF (Pérez-Alvarez i sur., 1999), za Celta pršut 14,55 (Lorenzo i Purrinous, 2013), te za BF u iberijskom pršutu 18,63 – 19,13 (Andrés, 2000), odnosno 18,92 – 19,34 (Carrapiso i Garcia, 2008).

Srednja vrijednost a\* za hrvatske je vrste pršuta niža u odnosu na španjolske, te za dalmatinski pršut kod Petričević i sur. (2018) iznosi 13,21, odnosno 7,3 – 9,8 kod Marušić Radovčić i sur. (2016), a za istarski 14,73 (Petričević i sur., 2018), odnosno 8,25 – 11,78 (Marušić i sur., 2011). Za krčki je zabilježena srednja vrijednost parametra a\* 13,14, dok je za drniški 13,66 (Petričević i sur., 2018). Niže se vrijednosti parametra a\* kod hrvatskih vrsta u odnosu na španjolske mogu objasniti dodatkom nitrita i nitrata u španjolske pršute koji radi toga nakon faze zrenja imaju izraženiju crvenu boju (Toldrá i sur., 2009).

Kod parametra b\* (mjera žutosti) u mišićima nije bilo statistički značajne razlike ( $P > 0,05$ ) u prve dvije faze proizvodnje. U fazama nakon soljenja dolazi do velikog pada vrijednosti parametra b\* sa 8,32 na 3,76 za BF, odnosno sa 8,20 na 3,23 za SM. Vrijednost parametra b\* za SM nije se statistički značajno mijenjala ( $P > 0,05$ ) u fazama nakon dimljenja i sušenja. Slične su vrijednosti zabilježene na Celta pršutima gdje je došlo do pada b\* vrijednosti nakon faze soljenja sa 10,25 na 8,58. Statistički značajna razlika ( $P < 0,05$ ) u vrijednosti parametra b\* između BF i SM bila je zabilježena u fazama nakon dimljenja i nakon sušenja (Lorenzo i Purrinos, 2013).

Nakon zrenja, vrijednosti parametra  $b^*$  u dalmatinskom pršutu iznosile su 7.3–10.4 za BF (Marušić Radovčić i sur., 2016), tj. srednja vrijednost bila je 13,20 (Petričević i sur., 2018). Za istarski je pršut izmjerena srednja vrijednost 10,20 (Petričević i sur., 2018), odnosno 9,48 – 11,41 (Marušić i sur., 2011). Prema Petričević i sur. (2018) srednja je vrijednost za krčki pršut 12,61, dok je za drniški 12,53. Perez-Alvarez i sur. (1999) zabilježili su nižu vrijednost na kraju zrenja za SM (5,49) u odnosu na BF gdje je iznosila 10,50. Iz navedenih se rezultata vidi da nema značajnijih razlika u srednjoj vrijednosti parametra  $b^*$  na kraju zrenja kod različitih vrsta pršuta.

## 5. ZAKLJUČCI

Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti sljedeće:

- Tijekom procesa proizvodnje dimljenih pršuta došlo je do porasta TBARS vrijednosti u oba mišića. Vrijednosti su bile nešto više za SM u odnosu na BF u svim fazama proizvodnje, osim u sirovom butu, međutim nije zabilježena statistički značajna razlika između mišića ( $P > 0,05$ ).
- $L^*$  vrijednost nije se statistički značajno mijenjala ( $P > 0,05$ ) u BF tijekom procesa proizvodnje dok je u SM zabilježeno smanjenje nakon faze soljenja ( $P < 0,05$ ). Statistički značajna razlika između mišića ( $P < 0,05$ ) uočena je nakon faze soljenja. Vrijednosti su bile niže za SM koji je vanjski mišić, te je izloženiji djelovanju vanjskih uvjeta što se očitovalo tamnijom bojom (nižom  $L^*$  vrijednošću).
- Došlo je do smanjenja  $a^*$  vrijednosti u BF nakon faze soljenja te je ostala konstantna u daljnjim fazama proizvodnje. U SM smanjenje  $a^*$  vrijednosti nastupilo je nakon nakon faze dimljenja i sušenja. Postojala je statistički značajna razlika ( $P < 0,05$ ) u  $a^*$  vrijednosti između mišića u sirovim butovima i nakon faze sušenja. Viša  $a^*$  vrijednost određena je u BF za razliku od SM.
- Vrijednosti parametra  $b^*$  smanjile su se u fazama nakon soljenja. Statistički značajna razlika između mišića ( $P < 0,05$ ) zabilježena je u fazama nakon dimljenja i sušenja, te je vrijednost parametra  $b^*$  bila viša za BF u odnosu na SM.

## 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 Chemistry* 84, 375–381.

Andrés, A.I., Ruiz, J., Mayoral, A.I., Tejeda, J.F., Cava, R. (2000) Influence of rearing conditions and crossbreeding on muscle color in Iberian. *Food Science and Technology International* 6, 315–321.

Carrapiso, A.I., García, C. (2008) Effect of the Iberian pig line on dry-cured ham characteristics. *Meat Science* 80, 529–534.

Cava, R., Ruiz, J., Ventanas, J., Antequera, T. (1999) Oxidative and lipolytic changes during ripening of Iberian hams as affected by feeding regime: extensive feeding and  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation. *Meat Science* 52, 165–172.

Cheng J. H. (2016) Lipid Oxidation in Meat. *Journal of Nutrition & Food Sciences* 6, 1-3.

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

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

Harkouss, R., Astruc, T., Lebert, A., Gatellier, P., Loison, O., Safa, H., Portanguen, S., Parafita, E., Mirade, P.S. (2015) Quantitative study of the relationships among proteolysis, lipid oxidation, structure and texture throughout the dry-cured ham process. *Food Chemistry* 166, 522 - 530.

Honikel, K. O. (1998) Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science* 49, 447–457.

Hoyland, D.V., Taylor, A.J. (1991) A Review of the Methodology of the 2-Thiobarbituric Acid Test. *Food Chemistry* 40, 271-291.

Jiménez-Colmenero, F., Ventanas, J., Toldrá, F. (2010) Nutritional composition of dry-cured ham and its role in a healthy diet. *Meat Science* 84, 585–593.

- Kanner, J., Harel, S., Jaffe, R. (1991) Lipid peroxidation of muscle food as affected by sodium chloride. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 39, 1017–1021.
- Karolyi, D. (2007) Masti u mesu svinja. *Meso* 6, 335-340.
- Kikugawa, K., Kato, T., Hayasaka, A. (1991) Formation of dityrosine and other fluorescent amino-acids by reaction of amino-acids with lipid hydroperoxides. *Lipids* 26, 922–929.
- Kos, I., Madir, A., Toić, U. (2015) Dalmatinski pršut - Oznaka zemljopisnog podrijetla, Specifikacija, Udruga dalmatinski pršut, Trilj
- Koutina, G., Jongberg, S., Skibsted, L.H. (2012) Protein and Lipid Oxidation in Parma Ham during Production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60, 9737–9745.
- Krvavica, M. (2006) Čimbenici kakvoće pršuta. *Meso* 5, 279-290.
- Krvavica, M., Đugum, J. (2006) Proizvodnja pršuta u svijetu i kod nas. *Meso* 6, 355-365.
- Lonergan, S. M., Topel, D. G., Marple, D. N. (2019) Intrinsic cues of fresh meat quality. U: *The Science of Animal Growth and Meat Technology*, 2. izd., Academic Press, str. 147–162.
- 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. *Journal of Biological Sciences* 13, 168-182.
- 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 Science* 88, 786–790.
- Marušić Radovčić, N., Vidaček, S., Janči, T., Medić, H. (2016) Characterization of volatile compounds, physico-chemical and sensory characteristics of smoked dry-cured ham. *Journal of Food Science and Technology* 53, 4093–4105.
- Miller, R. K. (2002) Factors affecting the quality of raw meat. U: *Meat Processing*, 1. izd., Kerry, Jos., Kerry, Joh., Ledward, D., Woodhead Publishing, str. 27–63.
- O'Grady, M.N., Kerry, J.P. (2010) The effect of non-meat ingredients on quality parameters in meat and poultry. U: *Chemical Deterioration and Physical Instability of Food and Beverages*, 1. izd., Skibsted, L.H., Risbo, J., Andersen, M.L., Woodhead Publishing, str. 701-725.

Pérez-Alvarez, J.A., Sayas-Barberá, M.E., Fernández-López, J., Gago-Gago, M.A., Pagán-Moreno, M.J., Aranda-Catalá, V. (1999) Chemical and Color Characteristics of Spanish Dry-Cured Ham at the End of the Aging Process. *Journal of Muscle Foods* 10, 195–201.

Petričević, S., Marušić Radovčić, N., Lukić, K., Listeš, E., Medić, H. (2018). Differentiation of dry-cured hams from different processing methods by means of volatile compounds, physico-chemical and sensory analysis. *Meat Science* 137, 217–227.

Petrova, I., Aasen, I. M., Rustad, T., Eikevik, T.M. (2015) Manufacture of dry-cured ham: a review. Part 1. Biochemical changes during the technological process. *European Food Research and Technology* 241, 587–599.

Pravilnik o mesnim proizvodima (2012) *Narodne novine* 131, Zagreb.

Toldrá, F. (2002) *Dry-cured meat products*. Food and Nutrition press, inc. Trumbull, Connecticut, USA

Toldrá, F., Aristoy, M.C., Flores, M. (2009) Relevance of nitrate and nitrite in dry-cured ham and their effects on aroma development. *Grasas Aceites* 60, 291–296.

Zelinkova, Z., Wenzl, T. (2015) The Occurrence of 16 EPA PAHs in Food – A Review. *Polycyclic Aromatic Compounds*. 35, 248-284.

Izjava o izvornosti

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

*Nives Jelačić*

---

Nives Jelačić