Utjecaj anatomske lokacije mišića na hlapive spojeve tijekom prvih pet mjeseci proizvodnje Dalmatinskog pršuta

Novina, Katarina

Master's thesis / Diplomski 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:159:949810

Rights / Prava: Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-06-30**

prehrambeno biotehnološki fakultet

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2019.

Katarina Novina
1112/PI

UTJECAJ ANATOMSKE LOKACIJE MIŠIĆA NA HLAPIVE SPOJEVE TIJEKOM PRVIH PET MJESECI PROIZVODNJE DALMATINSKOG PRŠUTA

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

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojoj mentorici, doc.dr.sc. Nives Marušić Radovčić, na pomoći, uloženom trudu, strpljenju i vodstvu pri izradi diplomskog rada.

Zahvaljujem se Ivni Poljanec, mag.ing. na pomoći tijekom izrade eksperimentalnog dijela ovog rada.

Veliko hvala mojoj majci na pruženoj potpori i vjeri u mene.

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 HLAPIVE SPOJEVE TIJEKOM PRVIH PET MJESECI PROIZVODNJE DALMATINSKOG PRŠUTA

Katarina Novina, 1112 PI

Sažetak: Cilj ovog rada bio je odrediti utjecaj anatomske lokacije mišića (*Biceps femoris*-BF i *Semimembranosus*-SM) na hlapive spojeve tijekom prvih pet mjeseci proizvodnje Dalmatinskog pršuta. Istraživanje je provedeno na 40 uzoraka tijekom 4 faze proizvodnje: sirovi butovi, nakon soljenja, dimljenja i sušenja. Hlapivi spojevi arome određeni su mikroestrakcijom na čvrstoj fazi (SPME) i plinsko kromatografskom-masenom spektrometrijom (GC-MS). Identificirano je ukupno 86 hlapivih spojeva arome koji pripadaju sljedećim grupama kemijskih spojeva: 17 alkohola, 16 aldehida, 16 fenola, 13 ketona, 12 aromatskih ugljikovodika, 5 alifatskih ugljikovodika, 4 estera i 3 terpena. 21 spoj arome kvantificiran je metodom kalibracije s unutrašnjim standardom. U ispitivanim uzorcima najzastupljenija kemijska grupa spojeva bili su alkoholi čiji se udio smanjuje kroz proučavane faze proizvodnje. Anatomska lokacija mišića utjecala je na udio hlapivih spojeva u uzorcima. Značajna razlika primjećuje se nakon faze dimljenja i sušenja. U BF veći je udio alkohola i aldehida, dok je u SM veći udio fenola i aromatskih spojeva.

Ključne riječi: Dalmatinski pršut, aroma, *Biceps femoris*, *Semimembranosus*, SPME, GC-MS
Rad sadrži: 63 stranice, 14 slika, 2 tablice, 63 literaturna navoda
Jezik izvornika: hrvatski
Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u: Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

Mentor: *Doc.dr.sc. Nives Marušić Radovčić*
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. *Marina Tomašević*
4. Doc.dr.sc. *Mia Kurek* (zamjena)

Datum obrane: 27. rujna 2019.

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 VOLATILE COMPOUNDS THROUGHOUT FIRST FIVE MONTHS OF DALMATIAN DRY-CURED HAM PRODUCTION

Katarina Novina, 1112 PI

Abstract: The aim of this study was to determine influence of muscle type (*Biceps femoris*-BF and *Semimembranosus*-SM) on volatile compounds throughout first five months of Dalmatian dry cured ham production. Analyses were performed on 40 samples during 4 stages of production: raw ham, after salting, after smoking and after drying. The volatile compounds were isolated by using headspace-solid phase microextraction (SPME) and gas chromatography - mass spectrometry (GC-MS). Total 86 volatile compounds were indentified which belong to the following groups of chemical compounds: 17 alcohols, 16 aldehydes, 16 phenolic compounds, 13 ketons, 12 aromatic hydrocarbons, 5 aliphatic hydrocarbons, 4 esters and 3 terpens. 21 volatile compounds were quantified by the method of calibration with internal standard. Most abundant volatiles in dry-cured ham samples were alcohols and their concentration decreased throughout production process. Anatomical location of the muscles have affected the amount of volatile compounds in samples. Significant difference was observed after smoking and drying phase. The higher content of alcohols and aldehydes was in BF, while in SM was higher content of phenols and aromatic compounds.

Keywords: Dalmatian dry-cured ham, aroma, *Biceps femoris*, *Semimembranosus*, SPME, GC-MS
Thesis contains: 63 pages, 14 figures, 2 tables, 63 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*
Tehnical support and assistance: *mag.ing. Ivna Poljanec*

Reviewers:
1. PhD. *Helga Medić*, Full professor
2. PhD. *Nives Marušić Radovčić*, Assistant professor
3. PhD. *Marina Tomašević,* Assistant professor
4. PhD. *Mia Kurek*, Assistant professor (substitute)

Thesis defended: 27 September 2019

SADRŽAJ

1. UVOD ... 1

2. TEORIJSKI DIO ... 3

2.1. SUHOMESNATI PROIZVODI ... **3**

2.2. PRŠUT ... **3**

2.3. PODJELA PRŠUTA PREMA LOKACIJI I TEHNOLOGIJI PROIZVODNJE ... **4**

2.4. DALMATINSKI PRŠUT ... **4**

2.5. SIROVINE ZA PROIZVODNJU PRŠUTA ... **5**

2.5.1. Opis sirovine ... **5**

2.6. OPIS GOTOVOG PROIZVODA ... **7**

2.7. TEHNOLOŠKI POSTUPAK PROIZVODNJE ... **8**

2.7.1. Soljenje pršuta ... **9**

2.7.2. Prešanje butova ... **9**

2.7.3. Dimljenje i sušenje pršuta ... **10**

2.7.4. Zrenje pršuta ... **10**

2.7.5. Pakiranje i način stavljenja na tržište ... **11**

2.7.6. Označavanje Dalmatinskog pršuta ... **11**

2.8. RAZVITAK AROME U SUHOMESNATIM PROIZVODIMA ... **11**

2.8.1. Razvitak hlapivih spojeva ... **12**

2.8.2. Proteoliza ... **13**

2.8.3. Lipoliza ... **15**

2.8.4. Dimljenje ... **16**

3. EKSPRTIMENTALNI DIO ... 18

3.1. MATERIJAL ... **18**

3.2. METODE RADA ... **18**

3.2.1. Analiza hlapivih spojeva ... **18**

3.2.2. HS-SPME ekstrakcija ... **18**

3.2.2.1. Priprema uzorka ... *18*

3.2.2.2. Parametri ekstrakcije ... *18*

3.2.2.3. Analiza hlapivih spojeva ... *22*

3.2.2.4. Identifikacija i kvantifikacija hlapivih spojeva ... *22*

3.2.2.5. Statistička analiza ... *23*

4. REZULTATI I RASPRAVA ... 24

4.1. Hlapivi spojevi arome ... **24**

5. ZAKLJUČCI ... 56

6. LITERATURA ... 57

1. UVOD

Pršut je trajni suhomesnati proizvod od svinjskog buta s kostima, sa ili bez kože i potkožnog masnog tkiva, sa ili bez nogice, bez repa, sa 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, sa ili bez provedbe postupka dimljenja.
Dalmatinski pršut je trajan suhomesnati proizvod od svinjskog buta s kosti, kožom i potkožnim masnim tkivom, bez zdjelične kosti, suho soljen morskom soli, dimljen blagim izgaranjem bukve, hrasta ili graba te podvrgnut procesu sušenja i zrenja u trajanju od najmanje godinu dana. Trajni je autohtoni suhomesnati proizvod koji je zbog prepoznatljive kvalitete 2016. godine zaštićen oznakom zemljopisnog podrijetla na razini Europske unije. Popularan je među europskim potrošačima te je od velike gospodarske važnosti za mesnu industriju na mediteranskom području.

Proizvodi se djelomičnom dehidratacijom i usporenim kemijsko-enzimskim promjenama svinjskog buta pod specifičnim uvjetima temperature, vlage i strujanja zraka. Kompleksne promjene proteina i masti u mesu, gubitak vode uz porast suhe tvari i koncentracije soli, promjene fizikalno-kemijskih parametara zajedno s proteolitičkim i lipolitičkim reakcijama dovode do promjene boje, okusa, arome i teksture dajući posebne karakteristike gotovom proizvodu. Lipoliza i proteoliza tijekom dugog procesa zrenja doprinose nastanku velikog broja hlapivih spojeva koji utječu na finalnu aromu proizvoda.

Proizvodnja pršuta je vrlo kompleksan proces koji uključuje veliki broj biokemijskih reakcija i promjena. Neke od tih promjena odnose se prvenstveno na proteine i lipide. Tijekom zrenja proteini i lipidi prolaze intenzivnu degradaciju koja rezultira nastankom značajnijeg broja malih peptida, slobodnih aminokiselina, slobodnih masnih kiselina i velikom broju hlapivih spojeva koji doprinose karakterističnoj aromi. Hlapivi spojevi koji nastaju su: aldehidi, alkoholi, ketoni, karboksilne kiseline, ugljikovodici, esteri i drugi. Prilikom kvalifikacije pršuta provedena su istraživanja senzorskih svojstva i hlapivih komponenti u španjolskim, talijanskim i francuskim (Flores i sur., 1997; Garcia-Gonzalez i sur., 2008; Laureati i sur., 2014) te u slovenskim (Pugliese i sur., 2015) pršutima.

Senzorske karakteristike pršuta nastaju dugotrajnim zrenjem, posljedica su brojnih kemijskih procesa kojima nastaju različiti kemijski spojevi koji mogu biti hlapivi i nehlapivi. Ti spojevi odgovorni su za stvaranje poželjnih organoleptičkih svojstva, prvenstveno arome.

Aroma je jedan od najvažnijih parametara kvalitete, ovisi o sirovini i proizvodnom procesu. Predstavlja ukupnu percepciju okusa i mirisa.

Biceps femoris i *Semimembranosus* dva su najznačajnija mišića u pršutu. Podvrgnuti su različitim uvjetima tijekom tehnološkog procesa proizvodnje. *Semimembranosus* je vanjski mišić koji ima visok udio soli u prvim fazama procesa proizvodnje i udio vode mu se brzo smanjuje, dok je *Biceps femoris* unutarnji mišić s nižim udjelom soli tijekom prvih faza proizvodnje i višim udjelom vode kroz proces proizvodnje. To može rezultirati intenzivnijom lipolizom i proteolizom u *Biceps femorisu* u usporedbi sa *Semimembranosusom* što utječe na različit broj hlapivih spojeva u ta dva mišića (Bermudez i sur., 2014). Također, na nastanak različite količine hlapivih spojeva utječu i različitosti u procesu proizvodnje pršuta, jasno definiran proces proizvodnje i specifični klimatski uvjeti koji daju svakom proizvodu specifičnu aromu (Petričević i sur., 2018).

Istraživanja utjecaja lokacije mišića na aromu pršuta tijekom proizvodnje provedena su za Celta pršut (Bermudez i sur., 2014), Kraški pršut (Pugliese i sur., 2015), Parma pršut (Lars i sur., 1995), Francuski pršut (Buscailhon i sur., 1994), Jinhua pršut (Zhou i sur., 2007; Zhang i sur., 2019). Istraživanja ovog tipa nisu provedena za Dalmatinski pršut koji je specifičan u odnosu na ostale pršute u regiji zbog faze dimljenja te bi bilo interesantno istražiti kako lokacija mišića utječe na njegovu aromu.

Stoga je cilj ovog istraživanja bio odrediti hlapive spojeve arome mikroekstrakcijom na čvrstoj fazi HS-SPME (headspace solid-phase micro extraction) na 40 uzoraka pršuta te identificirati izdvojene hlapive spojeve primjenom plinske kromatografije s masenom detekcijom (GC-MS) i odrediti utjecaj anatomske lokacije mišića (*Biceps femoris* i *Semimembranosus*) na hlapive spojeve tijekom prvih 5 mjeseci proizvodnje Dalmatinskog pršuta. 21 identificiran spoj je kvantitativno analiziran metodom kalibracije s unutrašnjim (internim) standardom.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. SUHOMESNATI PROIZVODI

Prema Pravilniku o mesnim proizvodima (2018) toplinski neobrađeni mesni proizvodi su proizvodi od različitih vrsta mesa sa ili bez pripadajućih kosti, potkožnog masnog tkiva i kože, s dodanim drugim sastojcima. Proizvode se postupcima soljenja, salamurenja te procesima sušenja i zrenja, sa ili bez fermentacije, a mogu se podvrgnuti postupku dimljenja. Ne prolaze proces toplinske obrade, mogu se puniti u odgovarajuće ovitke. Toplinski neobrađeni mesni proizvodi dijele se u tri skupine:

a) trajni suhomesnati proizvodi;
b) trajne kobasice;
c) fermentirane polusuhe kobasice.

Trajni suhomesnati proizvodi su toplinski neobrađeni proizvodi od svinjskog mesa sa ili bez pripadajućih kosti, potkožnog masnog tkiva i kože, s dodanim drugim sastojcima. Mogu se proizvoditi i od mesa drugih vrsta životinja te stavljati na tržište pod uobičajenim ili opisnim nazivima, uz koje mora biti istaknuta vrsta životinje od koje meso potječe. Aktivitet vode (a_w) u proizvodima može biti najviše 0,93. Proizvodi moraju također ispunjavati sljedeće uvjete:

a) površina treba biti suha i čista, s mjestimičnim mogućim manjim naslagama plijesni u tankom sloju;
b) koža mora biti svijetle do tamnosmeđe boje i bez oštećenja;
c) moraju biti dovoljno osušeni, a vanjski izgled, izgled presjeka, miris, okus, konzistencija i tekstura moraju odgovarati zrelom proizvodu i vrsti mesa, a ako su dimljeni moraju imati miris i okus dima;
d) moraju biti što pravilnijeg oblika, uredno obrezanih rubova i bez oštećenja;
e) mesnati dijelovi moraju biti svijetlocrvene do tamnocrvene boje;
f) masno tkivo mora biti čvrsto i bijele boje, a površinski slojevi mogu imati žućkastu nijansu.

2.2. PRŠUT

Pršut je trajni suhomesnati proizvod od svinjskog buta s kostima, sa ili bez kože i potkožnog masnog tkiva, sa ili bez nogice, bez repa, sa 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, sa ili bez provedbe postupka dimljenja. Nakon sušenja i

zrenja može se stavljati na tržište otkošten, mora trajati najmanje devet mjeseci. Pršut nije dozvoljeno proizvoditi upotrebom arome dima (Pravilnik, 2018).

Proizvodnja pršuta tradicionalno je vezana za mediteranske zemlje, osobito Španjolsku, Italiju, Francusku, Portugal i Hrvatsku (područje Istre i Dalmacije), odakle potječe najveći broj različitih vrsta pršuta (Kovačević, 2017). U svijetu se svi trajni suhomesnati proizvodi dobiveni od obrađenog svinjskog buta soljenjem ili salamurenjem, sušenjem sa ili bez dimljenja te dugotrajnim zrenjem nazivaju šunke. U Hrvatskoj se koristi riječ "pršut" koja je i u službenoj uporabi (propisi, službeni dokumenti, specifikacije u postupku zaštite i dr.) potječe od talijanske riječi "prosciutto" što je drugi naziv za šunku i uvijek se koristi za "prosciutto crudo", odnosno nekuhanu šunku koja se proizvodi soljem ili salamurenjem, sušenjem i dugotrajnim zrenjem te se konzumira narezana na tanke šnite. Riječ "prosciutto" etimološki potječe izvorno od latinske riječi „*prae exuctus*“ i znači jako suho ili presušeno (Kovačević, 2017).

2.3. PODJELA PRŠUTA PREMA LOKACIJI I TEHNOLOGIJI PROIZVODNJE

Iako se svi pršuti u svijetu proizvode od svinjskog buta jedinstvenom tehnologijom soljenja ili salamurenja, sušenja sa ili bez dimljenja te dugotrajnog zrenja, s obzirom na specifičnosti pojedine tehnologije proizvodnje uvjetovane proizvodnom lokacijom, sirovinskom bazom, klimatskim uvjetima i tradicijom te s obzirom na različita senzorska, mikrobiološka i fizikalno-kemijska svojstva finalnih proizvoda (pršuta), pršuti se mogu podijeliti prema: lokaciji proizvodnje, (ne)primjeni konzerviranja dimljenjem, vrsti soli za soljenje (ili salamurenje), dužini zrenja, načinu obrade buta i dr. Podjela pršuta koja sublimira najveći broj specifičnih tehnoloških parametara i parametara kvalitete je podjela prema lokaciji proizvodnje: mediteranski tip, sjeverno-europski, prijelazni i američki tip (Kovačević, 2017).

2.4. DALMATINSKI PRŠUT

Dalmatinski pršut je prema definiciji 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. Proizvodnja Dalmatinskog pršuta smije se odvijati isključivo unutar administrativnih granica Ličko-senjske (Novalja), Zadarske, Šibensko-kninske, Splitsko-dalmatinske i Dubrovačko-neretvanske županije (Kos i sur., 2015). Dalmatinski pršut je tradicionalni proizvod seoskih gospodarstava, osobito Dalmatinske zagore (područje Drniša, Knina, Sinja, Imotskog, te zaleđa Šibenika,

Zadra, Omiša). Iako u proizvodnji na pojedinim područjima postoje manje razlike, može se reći da je to jedinstven proizvod (Krvavica i Đugum, 2006).

Raznolikost u pasminskom sastavu, načinu uzgoja i tova, hranidbi, završnim tjelesnim masama svinja (100-200 kg), primarnoj obradi buta, te tehnološkom postupku, rezultira velikom neujednačenosti izgleda i kakvoće pršuta (Puljić, 1986). Tradicionalno se za proizvodnju Dalmatinskog pršuta koriste svinje uzgojene na vlastitom gospodarstvu, uglavnom križanci različitih bijelih pasmina svinja (veliki jorkšir, landras), koje se hrane ječmom, kukuruzom, raži, ostacima iz prehrane domaćinstva, prerade mlijeka, repom, bundevama, krumpirom, sporednim proizvodima prehrambene industrije... Klimatski uvjeti Dalmacije, osobito Dalmatinske zagore, izrazito pogoduju proizvodnji pršuta. Niske zimske temperature i pogodna relativna vlažnost zraka te česti sjeverni vjetrovi, osiguravaju optimalne uvjete za sušenje i zrenje (Krvavica i Đugum, 2006).

2.5. SIROVINE ZA PROIZVODNJU PRŠUTA

Kvalitetna osnovna sirovina temeljena je pretpostavka dobrih tehnoloških svojstava te kvalitete zrelih pršuta. U tradicionalnoj proizvodnji pršuta koriste se svinjski butovi, različite vrste soli, dok se u industrijskoj proizvodnji uglavnom koriste salamure. Sol i ostali sastojci salamure, osim što doprinose kvaliteti pršuta imaju i konzervirajuće djelovanje.

2.5.1. Opis sirovine

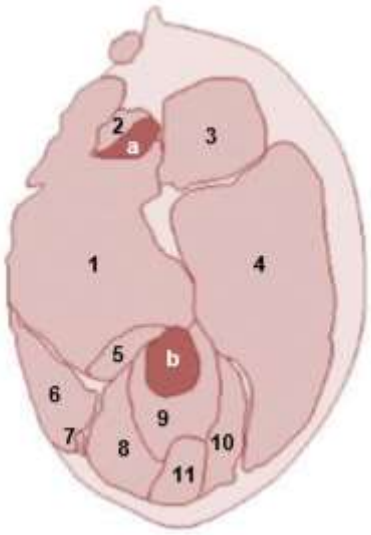
Dalmatinski pršut smije se proizvoditi od svježih butova s kosti (Slika 1.) dobivenih od svinja koje su potomci komercijalnih mesnatih pasmina, križanaca ili linija odnosno njihovih križanaca u bilo kojoj kombinaciji. But mora biti odvojen od svinjske polovice između zadnjeg slabinskog kralješka (*V. lumbales*) i prvog križnog kralješka (*V. sacrales*). U butu se ne smiju nalaziti zdjelične kosti, odnosno bočna kost (*Os ilium*), sjedna kost (*Os ishii*) i preponska kost (*Os pubis*) te križna kost (*Os sacrum*), a moraju biti odstranjeni i repni kralješci (*V. caudales*). But nema nogicu koja je odvojena u skočnom zglobu (*Articulus tarsi*) na način da je odstranjen proksimalni red skočnih kosti. Masa obrađenog buta mora iznositi najmanje 11 kg. Na svježem butu ne smije biti vidljivih znakova bilo kakvih traumatskih procesa. Meso buta mora biti crvenkasto-ružičaste boje, kompaktne strukture i suhe površine (Kos i sur., 2015). Zabranjena je uporaba blijedog, mekog i vodenastog mesa ili tamnog, suhog i tvrdog mesa, odnosno mesa normalne boje, ali mekanog i vodenastog, te mesa koje je čvrsto i nije vodenasto, ali je blijede boje. Vrijednost pH, u trenutku ulaska buta u proces proizvodnje, mjerena u području polu

opnastog mišića, treba iznositi između 5,5 i 6,1. Nagli pad pH mišića nakon klanja, dok je temperatura mišića još uvijek visoka (>38°C) pogoduje bržoj denaturaciji sarkoplazmatskih i miofibrilarnih proteina, zbog čega dolazi do oštećenja membrana oko snopova miofibrila. To povećava njihovu popustljivost i uzrokuje zatezanje filamenata u mišiću, pa između snopova mišićnih vlakana dolazi do nagomilavanja tekućine (Honikel i Kim, 1986).

Debljina slanine s kožom na vanjskom dijelu svježeg obrađenog buta, mjereno okomito ispod glave bedrene kosti, treba iznositi najmanje 15 mm, a poželjno je da debljina slanine s kožom bude 20 - 25 mm. Svježi butovi smiju se podvrgavati samo hlađenju pri čemu se butovi moraju čuvati na temperaturi u rasponu od 1 do 4 ºC u fazama skladištenja i transporta (Kos i sur., 2015).

Slika 1. Svježi but namijenjen proizvodnji Dalmatinskog pršuta (Kovačević, 2017)

Pršut se sastoji od tri dijela koje čine slijedeći mišići: prvi dio je *Quadriceps femoris* (autohtoni naziv „frikado“), drugi dio čine *Biceps femoris*, *Semitendinosus* i *Semimembranosus* (autohtoni naziv „kana“) te treći dio koji čini *Triceps surae* (autohtoni naziv „gornji mišić“) (Petrak i sur., 1987). *Biceps femoris* „švancla” ili crna pečenica spojen je sa *Gluteus superficialis* i gradi *Gluteobiceps*. Nalazi se lateralno od bedrene kosti. Počinje dvoglavo na križnoj kosti i *Tuber ischii*, a završava se aponeurozom na petnoj kosti, goljenici i iveru. *Semitendinosus*, „frikando” ili bijela pečenica, predstavlja kaudalnu muskulaturu buta. Pruža se od kvrge sjedne kosti (*Tuber ischii*) do *Crista tibiae* i petne kosti. *Semimembranosus* zajedno sa *Abductor, Pectineus i Gracilis* gradi „šol”, najvredniji dio buta, nalazi se medijalno od bedrene kosti (Slika 2.). *Semimembranosus* (SM) je izložen većoj koncentraciji soli tijekom faze soljenja/salamurenja i većoj dehidrataciji tijekom sušenja i zrenja od *Biceps femorisa*, jer većim dijelom nije pokriven kožom i masnim tkivom. *Biceps femoris* (BF) je većim dijelom pokriven kožom i masnim tkivom te je manje izložen površinskoj dehidrataciji (Kovačević, 2017).



Slika 2. Poprečni presjek buta: a) mišići: 1 - *Semimembranosus*, 2 - *Obturator internus*, 3 - *Semitendinosus*, 4 – *Bicep femoris*, 5 – *Pectinus*, 6 – *Gracilis*, 7 – *Sartorius*, 8 – *Vastus lateralis*, 9 – *Vastus intermedialis*, 10 – *Vastus medialis*, 11 – *Rectus femoris*; b) kosti: a – *Os ischii*, b – *Os femoris* (Kovačević, 2017)

2.6. OPIS GOTOVOG PROIZVODA

Dalmatinski pršut (Slika 3.) je trajan suhomesnati proizvod proizveden od svinjskog buta s kosti, kožom i potkožnim masnim tkivom, sušen i dimljen u prirodnim i kontroliranim mikroklimatskim uvjetima. Gotov proizvod se odlikuje osebujnom aromom, blagim slanim okusom, jednoličnom crvenom bojom mesa i poželjnom konzistencijom. Dalmatinski pršut ne smije sadržavati nikakve dodatke (nitrite, nitrate, kalijev sorbat, askorbinsku i propionsku kiselinu) osim morske soli.

Slika 3. Dalmatinski pršut (Kovačević, 2017)

U trenutku stavljanja na tržište Dalmatinski pršut mora posjedovati slijedeća senzorska svojstva:

a) vanjski izgled: pršut mora biti pravilno oblikovan, bez pukotina, zarezotina i visećih dijelova mišića i kože, te bez velikih nabora na koži,
b) presjek: potkožno masno tkivo mora biti bijele do ružičasto-bijele boje, a mišićno tkivo jednolične crvene do svijetlocrvene boje,
c) miris: ugodne arome na fermentirano, usoljeno, suho i dimljeno svinjsko meso, bez stranih mirisa, dok miris dima mora biti blago izražen,
d) okus: blago slankast ili slan; preslan pršut, kiselkasto gorak ili isprepletena i nedefinirana mješavina okusa nije dozvoljena,
e) žvakaća konzistencija: mekana, dok tvrda konzistencija nije prihvatljiva kao ni minimalna topivost.

Osim navedenih senzorskih svojstava Dalmatinski pršut mora posjedovati slijedeća kemijska svojstva:

a) sadržaj vode 40 do 55 %;
b) aktivitet vode (a_w) ispod 0,93;
c) sadržaj soli (NaCl) 4,5 do 7,5 %.

Masa Dalmatinskog pršuta u trenutku stavljanja zajedničkog vrućeg žiga (postupak kojim se odobrava stavljanje pršuta na tržište) mora iznositi najmanje 6,5 kg (Kos i sur., 2015).

2.7. TEHNOLOŠKI POSTUPAK PROIZVODNJE

Proces proizvodnje pršuta je jednostavan proces, ali kakvoća sirovine i dužina zrenja zbog djelovanja enzima mišića utječe na razvoj karakteristične arome i razlikovnost pršuta. Glavne faze proizvodnje pršuta su prijem sirovine, soljenje, dosoljavanje, dimljenje, zrenje i sušenje. Postupak proizvodnje Dalmatinskog pršuta započinje kontrolom kvalitete sirovine, odnosno izborom samo onih svježih butova čija fiziklano-kemijska i senzorska svojstva zadovoljavaju odredbe koje su propisane. U slučaju manjih nepravilnosti u obliku buta moguće je pojedine butove dodatno obraditi radi dobivanja konačnog pravilnog oblika. Butovi koji imaju vidljiva oštećenja ili manjkavosti u kakvoći mesa, odnosno kože ili potkožnog masnog tkiva moraju se odstraniti iz proizvodnje (Kos i sur., 2015).

2.7.1. Soljenje pršuta

Procesni korak soljenja sirovine je točka proizvodnog procesa gdje se dodaje sol. Dodatak soli igra ključnu ulogu u smanjenju aktiviteta vode (a_w) i sprečavanju rasta nepoželjnih bakterija, utječe na slanost proizvoda i enzime mišića bilo da povećava ili smanjuje njihovu aktivnost povećavajući topivost miofibrilarnnih proteina (Parolari i sur. 1994). Faza soljenja je najkritičnija u tehnološkom procesu proizvodnje pršuta. Zato se mora tijekom cijele faze soljenja i prešanja održavati niska temperatura, jer u protivnom dolazi do neizbježnog i nepopravljivog smrdljivog zrenja. Soljenje pršuta se stoga vrši pri temperaturi 2 - 6 °C i relativnoj vlazi zraka višoj od 80 %. Prije soljenja obvezatno je masažom (stiskanjem) istisnuti zaostalu krv iz cijelog buta, a osobito iz bedrene arterije koja se nalazi u brazdi muskulature s medijalne strane. Brzo i ravnomjerno prodiranje soli u mišićje buta ima izvanredan značaj za kakvoću gotovog proizvoda. Upravo zbog toga je vrlo važno da butovi imaju istu temperaturu (1 - 4 °C), jer jako hladni butovi apsorbiraju manje soli, a nedovoljno ohlađeni imaju tendenciju kvarenja. Dalmatinski pršut se može samo soliti morskom soli, tj. uz sol se ne smiju koristiti začini. U proizvodnji Dalmatinskog pršuta nije dozvoljena upotreba nikakvih konzervansa, primjerice natrijeva nitrita (E 250), natrijeva nitrata (E 251), kalijeva sorbata (E 202), askorbinske kiseline (E 200), propionske kiseline (E 280) i slični aditivi. Obrađeni butovi dobro se natrljaju po cijeloj površini sa suhom soli te se ostave ležati s medijalnom stranom okrenutom prema gore. Nakon 7 - 10 dana (ovisno o masi butova) potrebno je butove ponovno natrljati sa soli i položiti da leže idućih 7 - 10 dana s medijalnom stranom okrenutom prema dolje (Kos i sur., 2015). Nakon soljenja butovi se rukom otare višak soli i slažu se na drvene police na kojima ostaju najmanje 7 dana. Faza soljenja butova smije se odvijati samo u razdoblju od 15. listopada do 20. ožujka.

2.7.2. Prešanje butova

U posljednjem dijelu faze soljenja butovi se mogu i prešati. Osnovni cilj ove dodatne faze je pravilno oblikovanje pršuta, što je posebno važno kada se pršut stavlja na tržište u cjelovitom obliku, s kosti (Kos i sur., 2015). Prešanje se obično obavlja u istoj prostoriji u kojoj se odvijala faza soljenja u jednakim uvjetima temperature i vlage (Petričević i sur., 2018). Butovi se prešaju tako da se slože u redove između ploča i opterete. Faza prešanja traje 7 - 10 dana, potom se butovi isperu čistom vodom i ocijede, nakon čega su spremni za dimljenje, sušenje i zrenje. Ako se faza prešanja izostavi, tada se usoljeni butovi, nakon što je prošlo 14 - 20 dana faze soljenja, ostave ležati još 7 - 10 dana bez preslagivanja, nakon čega se isperu čistom vodom i

ocijede. Kao i u fazi soljenja, temperatura u fazi prešanja mora iznositi 2 – 6 °C, a relativna vlaga zraka mora biti viša od 80 % (Kos i sur., 2015).

2.7.3. Dimljenje i sušenje pršuta

Pravilno soljeni butovi, isprani i ocijeđeni vežu se špagom ili se vješaju na kuku od nehrđajućeg čelika iznad petne kvrge (*Tuber calcanei*) te prenašaju u drugu, besprijekorno čistu prostoriju (komoru) radi ujednačavanja temperature prije dimljenja. Komora mora imati otvore za zrak zaštićene mrežicom, radi sprječavanja ulaska kukaca. Nakon izjednačavanja temperature soljenih i ocijeđenih butova sa temperaturom komore slijedi faza dimljenja (Kos i sur., 2015).

Dimljenje se obavlja u povišenim sušnicama-pušnicama smještenim okomito smjeru puhanja dominantnih vjetrova. Primjenjuje se klasičan način proizvodnje dima u metalnom ložištu (Petričević, 2018). Dimljenje se vrši uporabom hladnog dima dobivenog izgaranjem tvrdog drva ili piljevine bukve (*Fagus sp.*), hrasta (*Quercus sp.*) ili graba (*Carpinus sp.*). Ako se dimljenje vrši na klasičan način s otvorenim ložištem, potrebno je voditi osobitu skrb o temperaturi u prostoriji (komori) za dimljenje koja ne smije preći 22 °C. Više temperature prelaze granicu hladnog dimljenja uslijed čega dolazi do denaturacije bjelančevina u površinskom sloju pršuta. Na taj se način može stvoriti nepoželjna barijera slobodnom izlasku vode iz unutarnje muskulature buta, a time i do kvarenja pršuta. Dimljenje i sušenje pršuta traje do najviše 45 dana (Kos i sur., 2015).

2.7.4. Zrenje pršuta

Nakon faze dimljenja i sušenja pršuti se premještaju na zrenje u prostorije (komore) sa stabilnom mikroklimom i koje imaju otvore za izmjenu zraka (prozore) zbog pravilnog odvijanja tehnološkog procesa. Svi otvori moraju biti zaštićeni gustom mrežicom koja onemogućuje slobodan ulaz kukaca, glodavaca i drugih nametnika. Poželjno je da u prostorijama za zrenje temperatura ne prelazi 20 °C, a relativna vlaga zraka bude ispod 90 %. U takvim mikroklimatskim prilikama pršuti ravnomjerno gube vlagu i pravilno zriju. Biokemijski procesi odvijaju se u optimalnim uvjetima, postiže se lijepa boja i optimalna harmonija mirisa i okusa. Tijekom zrenja pršuta dozvoljeno je „štukovati“ pukotine nastale na medijalnoj strani smjesom napravljenom od usitnjenog svinjskog sala pomiješanog pšeničnim ili rižinim brašnom uz dodatak soli. Faza zrenja se odvija u zamračenim prostorima uz blagu izmjenu zraka. Nakon godinu dana od dana početka soljenja pršut je zreo i spreman za konzumaciju.

2.7.5. Pakiranje i način stavljenja na tržište

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. Proizvod se na tržište smije stavljati kao cijeli pršut ili u komadima. U slučaju kada se proizvod stavlja na tržište u komadima ili narezan, tj. već porcioniran u zatvorenim pakovinama namijenjenim daljnjoj prodaji, svaka pakovina mora biti označena u skladu s odredbama iz specifikacije.

2.7.6. Označavanje Dalmatinskog pršuta

Zajednički znak Dalmatinskog pršuta ima ovalni oblik pečata unutar kojeg se nalaze tri lavlje glave, a na gornjem vanjskom obodu piše Dalmatinski pršut (Slika 4.). Znak se po završetku faze zrenja nanosi kao vrući žig na kožu onih pršuta za koje je ovlašteno tijelo utvrdilo da su proizvedeni u skladu s navedenom specifikacijom i posjeduju sva propisana fizikalno-kemijska i senzorska svojstva (Kos i sur., 2015).

Slika 4. Grafički prikaz zajedničkog grafa Dalmatinskog pršuta (Kos i sur., 2015)

2.8. RAZVITAK AROME U SUHOMESNATIM PROIZVODIMA

Aroma mesa jedan je od najvažnijih parametara kvalitete, ovisi o sirovini i proizvodnom procesu. Predstavlja ukupnu percepciju okusa i mirisa. Okus se povezuje s nehlapivim spojevima, kao što su slobodne aminokiseline i mali peptidi koji nastaju na kraju procesa proizvodnje. Miris se povezuje s nastankom hlapivih spojeva s važnim aromatičnim svojstvima. Razvitak arome u mesnim proizvodima vrlo je složen proces koji još uvijek nije potpuno razjašnjen zbog velikog broja reakcija koje su u njega uključene. Općenito, spojevi koji utječu na aromu nastaju enzimskim ili kemijskim reakcijama kao što su reakcije oksidacije, Maillardove reakcije, Streckerova razgradnja i druge. Ti kemijski spojevi (nehlapivi i hlapivi),

odgovorni su za stvaranje poželjnih organoleptičkih svojstava, okusa i arome. Postoji mnogo parametara (karakteristike sirovog mesa, aditivi, uvjeti procesiranja...) koji utječu na aromu proizvoda od mesa. Kontrola je moguća uz dobro poznavanje biokemijskih karakteristika uključenih parametara. To omogućuje bolju standardizaciju procesiranja te poboljšanje arome proizvoda. Proteoliza i lipoliza glavne su biokemijske reakcije prilikom stvaranja arome ili prekursora arome. Obje grupe reakcija se odvijaju djelovanjem proteaza ili lipaza, iako stupanj doprinosa jednog od ta dva enzima ili onih mikrobnog podrijetla koji su prirodno prisutni u proizvodima ili dodani kao starter kulture ovisi o vrsti procesa. Pršuti predstavljaju zanimljivu iznimku budući da se proteoliza i lipoliza odvijaju pod utjecajem endogenih enzima zbog niskog udjela mikroorganizama, loših uvjeta za njihov rast i niskog aktiviteta mikrobnih enzima (Toldrá, 1998). U proizvodnji pršuta to su najznačajnije biokemijske promjene odgovorne za stvaranje spojeva s izravnim utjecajem na okus i aromu pršuta. Proteaze i mišićne lipaze čine mišićni enzimatski sustav, čija aktivnost značajno ovisi o karakteristikama sirovine, kao što su starost i križanje, te o procesnim uvjetima kao što su temperatura, vrijeme, aktivitet vode, redoks potencijal i sadržaj soli. Enzimi mišićnog sustava odgovorni su za razgradnju proteina i lipida mišićnog tkiva (Toldrá i sur., 1997).

Prilikom soljenja u postupku proizvodnje pršuta dolazi do difuzije soli u tkivo buta i gubitka vode, što rezultira smanjenjem aktiviteta vode. Uslijed dehidracije, dolazi do postepene stabilizacije proizvoda. Istovremeno se u butovima odvijaju reakcije proteolize i lipolize što rezultira nastajanjem malih peptida, slobodnih aminokiselina i slobodnih masnih kiselina. Slobodne masne kiseline i slobodne aminokiseline prolaze kroz daljnje reakcije degradacije kojima dolazi do nastajanja hlapivih spojeva. Većina hlapivih spojeva identificiranih u pršutima potječe iz degradacije aminokiselina i autooksidacije lipida (Sabio i sur., 1998).

2.8.1. Razvitak hlapivih spojeva

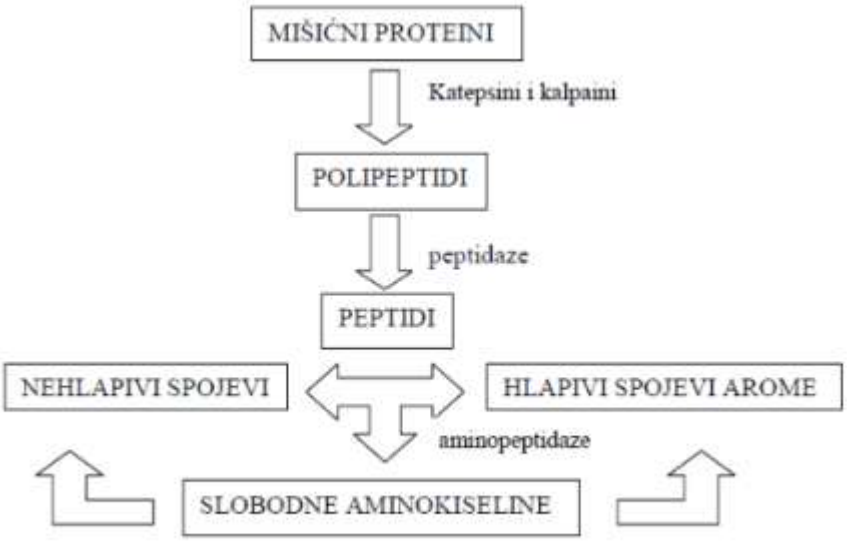
Većina hlapivih spojeva je rezultat kemijskih ili enzimskih oksidacija nezasićenih masnih kiselina i daljnih interakcija s proteinima, peptidima i slobodnim aminokiselinama. Drugi nehlapivi spojevi su produkti Streckerove razgradnje aminokiselina i Maillardovih reakcija. Više od 260 hlapivih spojeva pronađeno je u pršutima. Među najvažnijima su ugljikohidrati koji mogu nastati autooksidacijom lipida, aldehidi koji nastaju oksidacijom slobodnih masnih kiselina, alkoholi, ketoni koji su produkti ili β-keto dekarboksilacije kiselina ili β-oksidacije masnih kiselina, slobodne masne kiseline koje nastaju hidrolizom triglicerida i fosfolipida, esteri koji nastaju esterifikacijom različitih alkohola i karboksilnih kiselina te drugi spojevi kao što su derivati benzena, amini i amidi. Aroma pršuta povezuje se nastankom ovih spojeva

tijekom procesiranja, posebice u zadnjim fazama proizvodnje. Proteolitičke i lipolitičke enzimske reakcije imaju važnu ulogu u nastanku, direktno ili indirektno, hlapivih spojeva arome.

2.8.2. Proteoliza

Proteoliza je niz biokemijskih reakcija u pršutu, koje stvaraju karakterističnu aromu, okus i miris tijekom procesa proizvodnje. Proteolitička aktivnost glavna je značajka endogenih enzimskih sustava u pršutu. Ti enzimi uz limitirajuće čimbenike (pH, koncentracija soli i vlage i dr.), stvaraju nepovoljne uvjete za rast mikroorganizama, te je i aktivnost mikrobnih enzima unutar pršuta beznačajna (Krvavica i sur., 2007). Važnost proteolize kao čimbenika kakvoće pršuta očituje se na nekoliko načina. Proteoliza izravno sudjeluje u formiranju konzistencije pršuta temeljem razgradnje miofibrilarnih proteina koji grade mišićnu strukturu. Stvaranjem peptida i slobodnih aminokiselina utječe na okus pršuta, a slobodne aminokiseline sudjeluju kao supstrat u budućim reakcijama, koje doprinose formiranju konačne arome i okusa pršuta, odnosno djeluju kao prekursori arome i okusa. Najvažnije proteolitičke promjene, koje sudjeluju u stvaranju posebnog okusa i arome pršuta visoke kakvoće, događaju se jedino u produženom procesu zrenja i kod pršuta niske koncentracije soli (Toldrá i Flores, 1998).

Većina dosadašnjih istraživanja usmjerena su na mišićne enzimske sustave kako bi se objasnile promjene u pršutu nastale tijekom prerade, te uspostavila što bolja kontrola preradbenog procesa i optimizirala finalna kakvoća pršuta. Tijek proteolize u pršutu može jako varirati u ovisnosti od tipa pršuta, količine endogenih proteolitičkih enzima i specifičnih preradbenih uvjeta (Toldrá, 2002). U osnovi, proteoliza teče prema Slici 5.



Slika 5. Sažeti prikaz glavnih faza tijekom proteolize (Toldrá, 1998)

Proteini mesa se razgrađuju djelovanjem kalpaina i katepsina što dovodi do povećanja mekoće mesa. Najveće promjene se povezuju sa razgradnjom strukture Z-membrane, degradacijom dezmina, titina i nebulina te pojavom dva polipeptida s molekularnom masom 95 i 100 KDa. Dug proces proizvodnje pršuta omogućuje intenzivniju aktivnost mišićnih proteaza i rezultira s opsežnom razgradnjom proteina. Elektroforeza mišićnih proteina pokazuje zanimljive promjene tijekom procesa kao što su nestajanje lakog i teškog lanca miozina, troponina C i I te istovremeno pojavljivanje nekoliko fragmenata s 150, 95 i 16 KDa. Drugi fragmenti nastaju u razmaku od 50-100 i 20-45 KDa. Mnogi peptidi koji nastaju razgradnjom proteina, neki od njih se povezuju sa specifičnom aromom, često su detektirani tijekom proizvodnje pršuta. Velike količine glutaminske kiseline, alanina, leucina, lizina, valina i asparaginske kiseline su važne. Pretjeranost proteolize rezultira u lošoj čvrstoći koja se povezuje s lošim ocjenama senzoričara i potrošača. Također rezultira višom koncentracijom spojeva s dušikom, ponekad toliko prekomjerne da mogu utjecati na uobičajenu aromu pršuta stvarajući gorak okus i okus metala (Toldrá, 1998). Tijek proteolize u pršutu može jako varirati u ovisnosti od tipa pršuta, količine endogenih proteolitičkih enzima i specifičnih preradbenih uvjeta (Krvavica i sur., 2007).

Proteoliza izravno sudjeluje u formiranju konzistencije pršuta temeljem razgradnje miofibrilarnih proteina koji grade mišićnu strukturu. Stvaranje peptida i slobodnih aminokiselina utječe na okus pršuta, a slobodne aminokiseline sudjeluju kao supstrat u budućim reakcijama, koje doprinose formiranju konačne arome i okusa pršuta, odnosno djeluju kao prekursori arome i okusa. Intenzivna proteoliza u mišićnom tkivu uzrokuje prekomjerno

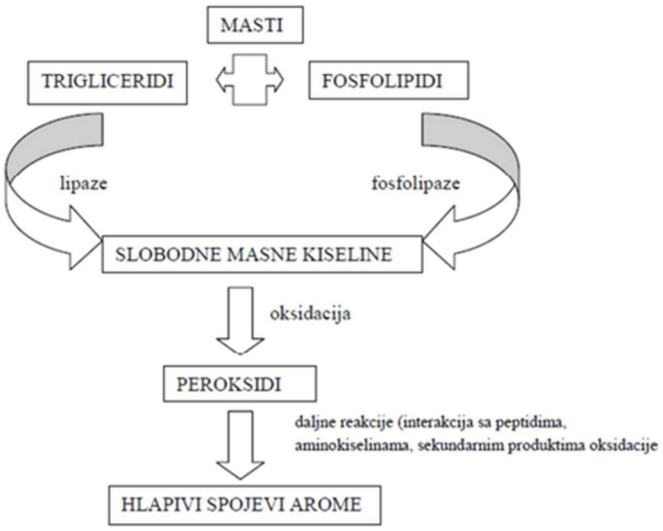
stvaranje slobodnih aminokiselina tijekom procesa prerade pršuta, a konačna koncentracija ovisi o duljini procesa prerade i tipu pršuta (Krvavica i sur., 2007). Procesom proteolize dolazi do povećanja količine glutaminske kiseline, asparaginske kiseline, metionina, izoleucina, leucina i lizina. Navedene slobodne aminokiseline doprinose aromi pršuta kroz njihove međusobne interakcije, a ne individualno (Toldrá i sur., 2000).

Mišićni proteini se počinju razgrađivati djelovanjem endogenih enzima katepsina i kalpaina i na najvažnije miofibrilarne proteine stvarajući proteinske ostatke i polipeptide srednje veličine. Dalje se polipeptidi razgrađuju do malih peptida kao rezultat djelovanja di- i tripeptidilpeptidaza. U konačnici nastaju slobodne aminokiseline aktivnošću dipeptidaza, aminopeptidaza i karboksipeptidaza.

Soljeno i sušeno meso zbog inhibicijskog učinka soli i sniženja a_w na proteolitičke enzime zrije vrlo polako, *Semimembranosus* koji nije pokriven potkožnim masnim tkivom i kožom izložen je većoj početnoj koncentraciji soli i intenzivnijem sušenju, zbog čega ima nižu enzimatsku aktivnost od *Biceps femoris*-a (Toldrá, 2002).

2.8.3. Lipoliza

Lipoliza je, uz proteolizu, jedna od najvažnijih složenih biokemijskih promjena u tkivima buta tijekom prerade pršuta. Razlike u okusu i aromi različitih tipova pršuta vezane su za količinu, sastav i način razgradnje lipida tijekom postupka prerade (Krvavica i sur., 2012). Najintenzivnije lipolitičke promjene odvijaju se za vrijeme prvih pet mjeseci proizvodnje, a nastaju uglavnom zahvaljujući djelovanju endogenih enzimskih sustava mišićnog i masnog tkiva pršuta. Djelovanje lipaza i fosfolipaza mišićnog i masnog tkiva na trigliceride i fosfolipide, dovodi do nagomilavanja slobodnih masnih kiselina (Slika 6). Slobodne masne kiseline se nakupljaju kako se odvija proizvodnja do 10 mjeseci, tada neke od slobodnih masnih kiselina počinju oksidirati. Nastali oksidirani spojevi mogu biti prekursori arome za velik broj hlapivih spojeva koje se povezuje s aromom i okusom određenih tipova suhomesnatih proizvoda (Toldrá, 1998).



Slika 6. Razgradnja masti mišićnog tkiva pršuta (Toldrá, 1998)

Produkti lipolize igraju vrlo značajnu ulogu u stvaranju komponenata arome i okusa pršuta, te njihovih prekursora. Tijekom procesa lipolize nastaju slobodne masne kiseline, osobito polinezasićene koje stvaranjem prekursora okusa i arome služe kao supstrat za buduće oksidacijske procese i izravno utječu na aromu i okus, odnosno kvalitetu pršuta. U tim se procesima oslobađaju hlapive tvari specifične arome, postiže se konzistencija masti razgradnjom triglicerida iz adipoznog tkiva pršuta, a moguć je razvoj užegle masti ili razvoj žute boje masnog tkiva u slučaju prekomjerne lipolize i oksidacije (Krvavica i Đugum, 2007). Lipaze su aktivne u slanom okružju i okružju s nižim aktivitetom vode. Trigliceridi iz masnog tkiva također prolaze kroz lipolizu tijekom soljenja i nakon soljenja. Lipaze su aktivne tijekom obje faze proizvodnje, dok se aktivnost smanjuje tijekom zrenja (Toldrá, 1998).

Veća koncentracija soli, niža pH vrijednost i manja aktivnost (a_w) vode doprinose aktivaciji lipolitičkih enzima što tijekom početka proizvodnog procesa rezultira većom koncentracijom slobodnih masnih kiselina u površinskom mišiću *Semimembranosus* (MS) u odnosu na unutarnji mišić buta *Biceps femoris* (BF), zbog veće koncentracije soli i manjeg a_w (intenzivnija dehidracija površine buta) (Kovačević, 2017).

2.8.4. Dimljenje

Dimljenje je jedna od najstarijih metoda konzerviranja hrane i sastavni je dio procesa proizvodnje mnogih tradicionalnih proizvoda. Dimljenje daje poželjna senzorska svojstva i široko se primjenjuje u preradi mesa. Čak 40 - 60 % ukupnih količina mesnih proizvoda su dimljeni (Sikorski i Kolakowski, 2010). Fenoli u površinskom sloju skloni su reagirati s

različitim skupinama što rezultira produkcijom spojeva koji utječu na aromu proizvoda. Koncentracija fenola u površinskom sloju proizvoda je najveća, dok je najmanja u središtu proizvoda, a isti je slučaj i s intenzitetom arome po dimu, što povezuje aromu dima s prisutnom koncentracijom fenola (Krvavica i sur., 2013). Fenolne komponente dima doprinose okusu i mirisu proizvoda. Dim također pruža i zaštitni film na površini dimljenog proizvoda. Kombinirani kemijski sastojci dima zajedno s grijanjem i sušenjem odgovorni su i za bakteriocidne i bakteriostatske učinke. Dimljenje, kombinirano sa soljenjem i djelomičnom dehidracijom, povećava rok trajanja suhomesnatim proizvodima, zbog površinskog sušenja i taloženja antioksidacijskih i antimikrobnih spojeva na površini proizvoda (Martuscelli i sur., 2009).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. MATERIJAL

Istraživanje je provedeno na 40 uzoraka pršuta (N=40) iz četiri različite faze proizvodnje (sirovi butovi, nakon soljenja, nakon dimljenja i nakon sušenja) na dvije različite vrste mišića *Semimembranosus* i *Biceps femoris*. Određivanje hlapivih spojeva arome provedeno je na 10 uzoraka mišića (5 *Semimembranosus* i 5 *Biceps femoris*) iz svake od navedenih četiri faze proizvodnje. Butovi svinja za proizvodnju Dalmatinskog pršuta su od pasmine svinja tropasminskog križanca danbred (ženska linija danski landras x veliki jorkšir) x durok (muška linija). Uzorci su vakumirani te pohranjeni u zamrzivaču (-18 °C) do početka istraživanja.

3.2. METODE RADA

3.2.1. Analiza hlapivih spojeva

Ekstrakcija hlapivih sastojaka arome provedena je mikroekstrakcijom na čvrstoj fazi HS-SPME (headspace solid-phase micro extraction) na 40 uzoraka pršuta. Nakon provedene mikroekstrakcije, identifikacija izdvojenih hlapivih spojeva provedena je primjenom plinskog kromatografa 6890N (GC) i masenog spektrometra 5975i (MS).

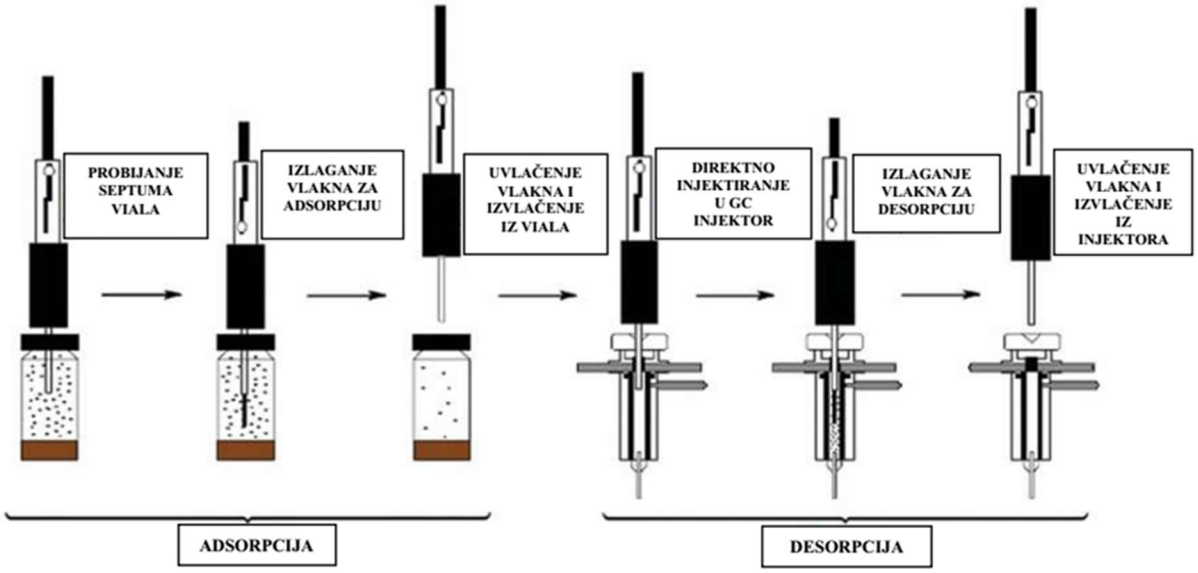
3.2.2. HS-SPME ekstrakcija

3.2.2.1. Priprema uzorka

Pet grama uzorka pršuta usitnjeno je i izvagano te homogenizirano na ultraturaksu (IKA, Njemačka) uz dodatak 25 mL zasićene otopine NaCl-a. 10 mL homogeniziranog uzorka preneseno je u vial od 20 mL te je dodano 100 µL internog standarda. Interni standard je 4-metil-2-pentanol koncentracije 1,2 mg kg^{-1} uzorka. U vialu s uzorkom i internim standradom dodan je magnetić za miješanje te je bočica zatvorena PTEF čepom.

3.2.2.2. Parametri ekstrakcije

Nakon pripreme uzoraka korištena je tehnika mikroekstrakcije na čvrstoj fazi (SPME - Solid Phase Microextraction). SPME tj. mikroekstrakcija na čvrstoj fazi se sastoji od dva procesa: reakcije između analita iz uzorka i vlakna SPME-a te desorpcije analita s vlakna na analitički instrument (Slika 7.).



Slika 7. Postupak adsorpcije analita na vlakno i desorpcije na analitički instrument (Anonymous 1, 2015)

Pripremljeni uzorak postavljen je u termoblok (Pierce, USA) temperature 50 ºC. Zatim je iglom za SPME probušen PTEF čep na vialu sa uzorkom, te je iz igle istisnuto vlakno sa punilom (Slika 8.). Na ovaj način punilo vlakna dolazi u kontakt s prostorom iznad uzorka (headspace) gdje se vrši adsorpcija hlapivih sastojaka iz uzorka na stacionarnu polimernu fazu vlakna.

Slika 8. HS-SPME ekstrakcija (vlastita fotografija)

Prilikom ekstrakcije uzorak koji sadrži organske spojeve ili uzorak koji sadrži hlapive organske spojeve se stavlja u vialu i zatvara sa PTEF čepom. Čep se zatim probija i vlakno se izloži ili direktno u uzorak ili prostor iznad uzorka (headspaceu - HS), a hlapivi spojevi iz uzorka prelaze na vlakno SPME-a. Nakon adsorpcije vlakno se uvlači u zaštitni dio i izvlači iz viale. Nakon toga slijedi direktno injektiranje u GC injektor. U lineru injektora vlakno je izloženo visokoj temperaturi gdje se koncentrirani spojevi desorbiraju sa vlakna.

Ekstrakcija je provedena na 50 ^{o}C, 180 minuta uz konstantno miješanje pomoću magneta i miješalice Magnetic stirrer MSH 300. Nakon ekstrakcije SPME vlakno je direktno prebačeno u injektor plinskog kromatografa sa masenim spektrofotometrom.

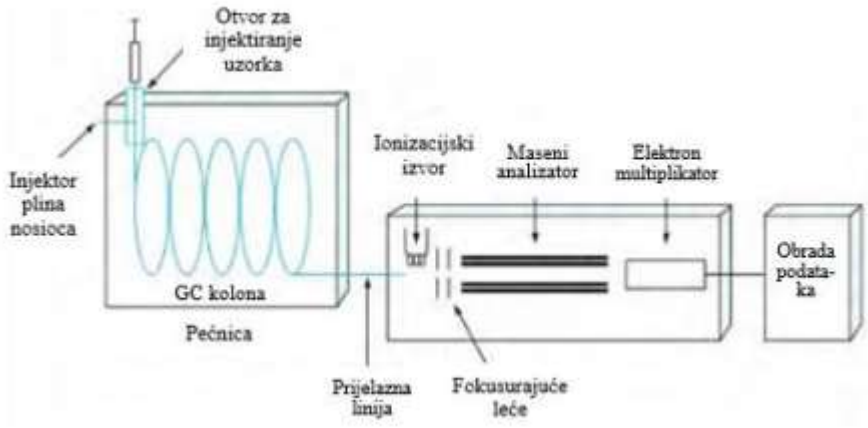
U ispitivanjima, korišteno vlakno za SPME obloženo je s DVB/CAR/PDMS punilom (divinilbenzen/karboksen/poli-dimetilsiloksan) debljine 50/30 μm i 2 cm duljine (Supelco, Bellefonte, PA, USA). Prije same ekstrakcije izvršeno je prekondicioniranje 1 sat na 270 ^{o}C u injektoru, prema specifikaciji proizvođača.

Nakon završetka ekstrakcije SPME vlakno izvađeno iz uzorka je injektirano u plinski kromatograf (6890N Network GC System, Agilent Technologies, Santa Clara, SAD) povezan s 5975i masenim spektrometrom (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) (Slika 9.). Prethodno adsorbirani analiti, pod utjecajem visoke temperature, desorbirani su s vlakana. GC-MS parametri:

- kolona: ZB-5MS, 30 m x 0.25 mm ID x 0.25 μm
- plin nosilac: He
- temperatura injektora: 250 °C
- protok: 1.0 mL min^{-1}
- radno područje: splitless
- vrijeme desorpcije: 7 min
- temperatura detektora: 250 °C
- temperatura prijelazne linije: 280 °C
- temperaturni program: 40 °C, 10 min; 200 °C, 5 °C min^{-1}; 250 °C, 20 °C min^{-1}; 250°C, 5 min.

Slika 9. Prikaz GC-MS uređaja (vlastita fotografija)

GC-MS uređaj radi na način da se hlapivi sastojci u plinu nosiocu uvode u kromatografsku kolonu ispunjenu nepokretnom fazom. Prolazom kroz kolonu smjesa tvari se razdjeljuje između pokretne i nepokretne faze na osnovi različite topljivosti u nepokretnoj fazi. Prva komponenta koja izlazi iz kolone najslabije je topljiva u nepokretnoj fazi. Odvojene komponente na izlazu iz kolone ulaze u plameno-ionizacijski detektor masenog spektrometra. Maseni spektrometar detektira strukturne informacije odvojenih komponenti uzorka. Rezultati analize hlapivih sastojaka uzoraka vidljivi su na računalu spojenom na GC-MS uređaj kao kromatogram. X-os kromatograma označava retencijsko vrijeme (RT), dok y-os označava visinu pika izdvojenih hlapivih spojeva. Shematski prikaz GC-MS uređaja prikazan je na Slici 10.



Slika 10. Shematski prikaz GC-MS uređaja (FAO/WHO, 2006)

Energija elektrona za ionizaciju molekula uzoraka bila je 70 eV (Gianelli i sur., 2002). Parametri masenog spektrometra postavljeni su na brzinu očitanja od 1 očitanje/s (scan/s) i opseg razdvajanja mase i naboja (m/z) u rasponu od 50 - 450.

3.2.2.3. Analiza hlapivih spojeva

Izdvajanje hlapivih sastojaka arome provedeno je HS-SPME (headspace solid-phase micro extraction) metodom mikro ekstrakcije iz čvrste faze na 40 uzoraka Dalmatinskog pršuta (u dvije paralele). Vrijeme i temperatura za postupak izdvajanja hlapivih sastojaka arome određeni su na temelju prethodnih ispitivanja različitih temperatura i vremena ekstrakcije. Nakon provedene mikro ekstrakcije identifikacija i kvantifikacija izdvojenih hlapivih spojeva provedena je primjenom plinskog kromatografa 6890N (GC) i masenog spektrometra 5975i (MS).

3.2.2.4. Identifikacija i kvantifikacija hlapivih spojeva

Identifikacija hlapivih spojeva provedena je usporedbom dobivenih masenih spektara sa onima sadržanima u NIST 2005 bazi podataka, verzija 2.0 (NIST, Gaithersburg, MD, USA), te usporedbom dobivenih retencijskih vremena sa vrijednostima u literaturi (Adams, 2001 i in-house library). Kvantitativna analiza provedena je metodom kalibracije s unutrašnjim (internim) standardom. Prethodno su pripremljene otopine standarada (5 mg mL^{-1}) na način da su se napravila razrjeđenja 50 mg svakog standarda u 10 mL vode. Standardi koji su bili korišteni su: 3-metilbutanal, pentanal, heksanal, benzaldehid, oktanal, dekanal, 1-penten-3-ol, 3-metilbutanol, pentanol, 1-heksanol, 1-heptanol, oktanol, 2-butanon, 2-heptanon, 2-nonanon, mircen, limonen, etil-heksanoat, etil-oktanoat, 4-etilgvajakol, eugenol, proizvođača Sigma-Aldrich (Steinheim, Njemačka). 100 µL otopine pojedinog standarda otpipetirano je u

odmjernu tikvicu od 100 mL i dopunjeno do oznake (stock otopina koncentracije 5 μg mL^{-1}). Nadalje, napravljena je otopina koncentracija u rasponu od 0,1 – 3 mg kg^{-1}, dodano 100 μL internog standarda (4-metil-2-pentanol) te zasićena otopina NaCl-a. Daljnji postupci mikroekstrakcija i kromatografska separacija provedeni su na isti način i pod istim uvjetima kao i uzorak.

3.2.2.5. Statistička analiza

Statistički izračun dobivenih podataka određen je jednosmjernom analizom varijance (one-way ANOVA test) uz razinu značajnosti 5% ($P<0,05$) pomoću SPSS 12.0 kompjuterskog programa.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. HLAPIVI SPOJEVI AROME

U Tablici 1. prikazani su hlapivi spojevi arome u analiziranim uzorcima po kemijskim grupama spojeva izraženih u postocima od ukupne površine identificiranih pikova. Rezultati su izraženi kao srednja vrijednost ± standardna pogreška. U Tablici 2. prikazana je kvantifikacija i opis mirisa odabranih 21 hlapivih spojeva. Na Slikama 11., 12., 13. i 14. prikazana je usporedba prosječnih udjela kemijskih grupa hlapivih spojeva arome u sirovim butovima te nakon faze soljenja, dimljenja i sušenja za *Biceps femoris* i *Semimembranosus*.

Plinsko kromatografsko - masenom spektrometrijom (GC-MS) uzoraka sirovih, soljenih, dimljenih i sušenih butova identificirano je 86 hlapivih spojeva arome koji pripadaju slijedećim grupama kemijskih spojeva: 17 alkohola, 16 aldehida, 16 fenolnih spojeva, 13 ketona, 12 aromatskih ugljikovodika, 5 alifatskih ugljikovodika, 4 estera i 3 terpena.

Najzastupljenije grupe spojeva u analiziranim uzorcima *Biceps femorisa* su: aldehidi (49,81 – 57,45 %), alkoholi (15,19 – 21,77 %), ketoni (5,64 – 8,76 %) i aromatski ugljikovodici (1,67 – 7,76 %). Ostale grupe spojeva prisutne su u manjim udjelima: esteri (0,94 – 4,88 %), fenoli (0,00 – 1,92 %), terpeni (0,00 – 1,54 %) i alifatski ugljikovodici (0,11 – 1,44 %). Najzastupljenije grupe spojeva u analiziranim uzorcima *Semimembranosusa* su: aldehidi (23,08 – 64,75 %), fenoli (0,00 – 26,63 %), alkoholi (12,91 – 22,93 %), ketoni (7,39 – 13,77 %) i aromatski ugljikovodici (1,67 – 8,45 %). Ostale grupe spojeva prisutne su u manjim udjelima: esteri (0,66 – 2,87 %), terpeni (0,00 – 2,95 %) i alifatski ugljikovodici (0,00 – 1,39 %).

Statistički značajnu razliku ($P<0,05$) pokazuju udjeli hlapivih spojeva arome iz skupina aldehida, fenola, alkohola, aromatskih ugljikovodika, ketona, estera, alifatski ugljikovodika te terpena između faza proizvodnje i vrste mišića (*Biceps femoris* i *Semimembranosus*).

Tablica 1. Udio hlapivih spojeva (%) u mišićima *Biceps femoris* (BF) i *Semimembranosus* (SM) tijekom različitih faza proizvodnje Dalmatinskog pršuta

HLAPIVI SPOJEVI	R.T.	RI	Mišić	Sirovi butovi	Nakon soljenja	Nakon dimljenja	Nakon sušenja	Identifikacija
Alkoholi								
2-Propen1-ol	1,62	625	BF	$0,89\pm0,21^{b,2}$	$0,27\pm0,05^{a}$	$0,13\pm0,02^{a,1}$	$1,08\pm0,23^{b,2}$	MS,RI
			SM	$0,41\pm0,05^{ab,1}$	$0,28\pm0,06^{a}$	$0,24\pm0,03^{a,2}$	$0,48\pm0,05^{b,1}$	MS,RI
1-Penten-3-ol	2,89	706	BF	$0,00\pm0,00^{a}$	$0,24\pm0,04^{bc}$	$0,13\pm0,03^{b}$	$0,25\pm0,04^{c,1}$	MS,RI
			SM	$0,00\pm0,00^{a}$	$0,20\pm0,05^{b}$	$0,12\pm0,02^{b}$	$0,74\pm0,00^{c,2}$	MS,RI
3-Buten-1-ol	3,68	739	BF	$1,65\pm0,24^{b,2}$	$0,10\pm0,05^{a,1}$	$0,10\pm0,02^{a}$	$0,22\pm0,04^{a}$	MS,RI
			SM	$0,74\pm0,14^{b,1}$	$0,30\pm0,05^{a,2}$	$0,08\pm0,03^{a}$	$0,16\pm0,03^{a}$	MS,RI
3-Metil-3-butanol	3,77	742	BF	$0,32\pm0,14^{b}$	$0,02\pm0,01^{a}$	$0,13\pm0,01^{ab,1}$	$0,35\pm0,05^{b}$	MS,RI
			SM	$0,09\pm0,08^{a}$	$0,00\pm0,00^{a}$	$0,19\pm0,03^{ab,2}$	$0,40\pm0,07^{b}$	MS,RI
4-Metil-2-pentanol	4,57	769	BF	$0,00\pm0,00^{a,1}$	$3,40\pm0,34^{c,1}$	$0,00\pm0,00^{a}$	$2,11\pm0,38^{b,2}$	MS,RI
			SM	$6,14\pm0,91^{b,2}$	$5,44\pm0,65^{b,2}$	$0,00\pm0,00^{a}$	$1,17\pm0,21^{a,1}$	MS,RI
1-Pentanol	4,61	770	BF	$0,00\pm0,00^{a}$	$0,00\pm0,00^{a}$	$2,76\pm0,12^{b,2}$	$0,18\pm0,00^{a}$	MS,RI
			SM	$0,00\pm0,00^{a}$	$0,00\pm0,00^{a}$	$1,71\pm0,24^{b,1}$	$0,35\pm0,10^{a}$	MS,RI
3-Metil-2-buten-1-ol	4,87	778	BF	$2,30\pm0,43^{b}$	$0,18\pm0,06^{a}$	$0,24\pm0,03^{a}$	$0,26\pm0,04^{a}$	MS,RI
			SM	$2,35\pm0,33^{b}$	$0,27\pm0,10^{a}$	$0,32\pm0,05^{a}$	$0,20\pm0,04^{a}$	MS,RI
2-Furanmetanol	8,81	859	BF	$0,00\pm0,00^{a}$	$0,00\pm0,00^{a}$	$0,24\pm0,03^{b}$	$0,50\pm0,00^{c,1}$	MS,RI
			SM	$0,00\pm0,00^{a}$	$0,00\pm0,00^{a}$	$0,54\pm0,14^{a}$	$2,30\pm0,63^{b,2}$	MS,RI
1-Heksanol	9,56	872	BF	$0,00\pm0,00^{a}$	$0,00\pm0,00^{a}$	$0,00\pm0,00^{a}$	$0,98\pm0,13^{b,2}$	MS,RI
			SM	$0,00\pm0,00^{a}$	$0,00\pm0,00^{a}$	$0,00\pm0,00^{a}$	$0,44\pm0,15^{b,1}$	MS,RI
1-Heptanol	15,86	979	BF	$0,91\pm0,10^{b,2}$	$0,45\pm0,03^{a}$	$0,67\pm0,04^{ab,2}$	$0,49\pm0,08^{a}$	MS,RI
			SM	$0,40\pm0,13^{1}$	$0,44\pm0,04$	$0,42\pm0,09^{1}$	$0,44\pm0,06$	MS,RI
1-Okten-3-ol	16,26	986	BF	$4,19\pm0,36^{a,1}$	$8,88\pm0,81^{b}$	$8,73\pm0,43^{b,2}$	$5,19\pm0,39^{a,2}$	MS,RI
			SM	$5,40\pm0,33^{b,2}$	$7,18\pm0,37^{c}$	$6,86\pm0,35^{c,1}$	$2,51\pm0,21^{a,1}$	MS,RI
2-Etilheksanol	18,43	1035	BF	$1,15\pm0,28^{b}$	$0,31\pm0,03^{a,2}$	$0,00\pm0,00^{a,1}$	$1,17\pm0,06^{a,2}$	MS,RI
			SM	$0,72\pm0,30^{b}$	$0,00\pm0,00^{a,1}$	$0,16\pm0,01^{ab,2}$	$0,65\pm0,07^{b,1}$	MS,RI

Nastavak Tablice 1. Udio hlapivih spojeva (%) u mišićima *Biceps femoris* (BF) i *Semimembranosus* (SM) tijekom različitih faza proizvodnje Dalmatinskog pršuta

Benzilalkohol	18,53	1037	BF	0,95±0,27	0,30±0,07	0,30±0,03	0,35±0,05	MS,RI
			SM	1,05±0,47	0,17±0,02	0,46±0,07	0,33±0,03	MS,RI
3-Okten-1-ol	19,94	1073	BF	0,00±0,00^{a}	0,84±0,10^{c}	0,92±0,05^{c,2}	0,45±0,03^{b,1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,71±0,03^{b}	0,66±0,09^{b,1}	1,03±0,23^{b,2}	MS,RI
1-Oktanol	20,07	1076	BF	9,42±1,92^{b,2}	1,26±0,10^{a}	1,56±0,19^{a}	1,35±0,26^{a}	MS,RI
			SM	5,64±0,60^{b,1}	1,42±0,11^{a}	2,03±0,11^{a}	1,42±0,09^{a}	MS,RI
Feniletil alkohol	21,49	1113	BF	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,12±0,01^{b}	0,11±0,01^{b}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,14±0,02^{b}	0,11±0,01^{b}	MS,RI
1-Undekanol	23,51	1174	BF	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,09±0,02^{b,1}	0,07±0,00^{b,1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,18±0,02^{b,2}	0,19±0,03^{b,2}	MS,RI
Ukupno			*BF*	21,77±2,76^{b}	16,29±0,97^{ab}	16,33±0,62^{ab,2}	15,19±0,53^{a,2}	MS,RI
			SM	22,93±1,96^{b}	16,42±0,71^{a}	14,50±0,60^{a,1}	12,91±0,70^{a,1}	MS,RI
Ketoni								
2-Butanon	2,28	673	BF	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a,1}	0,26±0,06^{b}	MS,RI
			SM	1,20±0,76	0,00±0,00	0,87±0,15^{2}	0,28±0,07	MS,RI
2-Pentanon	2,96	709	BF	0,00±0,00^{a}	0,06±0,02^{b}	0,10±0,01^{bc}	0,13±0,02^{c}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,04±0,01^{b}	0,07±0,01^{c}	0,13±0,00^{d}	MS,RI
3-Heptanon	10,96	890	BF	0,41±0,20^{b}	0,00±0,00^{a}	0,08±0,02^{ab,2}	0,11±0,02^{ab}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a,1}	0,11±0,02^{b}	MS,RI
2-Heptanon	11,23	893	BF	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a,1}	0,31±0,04^{a,2}	0,94±0,21^{b,2}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,14±0,04^{ab,2}	0,18±0,05^{b,1}	0,18±0,06^{b,1}	MS,RI
2-Metil-2-ciklopenten-1-on	12,02	905	BF	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a,1}	0,31±0,04^{b,1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	1,01±0,34^{b,2}	1,64±0,15^{b,2}	MS,RI
1-Okten-3-on	16,19	984	BF	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a,1}	0,29±0,02^{b,1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,32±0,04^{a,2}	1,29±0,39^{b,2}	MS,RI
2,3-Oktandion	16,54	990	BF	4,56±0,48^{a}	6,67±0,62^{bc}	8,04±0,34^{c,2}	5,36±0,53^{ab}	MS,RI

Nastavak Tablice 1. Udio hlapivih spojeva (%) u mišićima *Biceps femoris* (BF) i *Semimembranosus* (SM) tijekom različitih faza proizvodnje Dalmatinskog pršuta

			SM	5,58±0,53^{ab}	6,89±0,46^{b}	6,32±0,41^{ab,1}	4,38±0,86^{a}	MS,RI
2,3-Dimetil-2-ciklopenten-1-on	16,88	996	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,61±0,02^{b,2}	MS,RI
2-Ciklopenten-1-on	17,90	1021	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,45±0,07^{c,2}	0,25±0,02^{c,2}	MS,RI
2,3-Dimetil-2-ciklopenten-1-on	18,64	1040	BF	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a,1}	0,65±0,07^{b,1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	2,64±0,44^{b,2}	2,43±0,38^{b,2}	MS,RI
3-Okten-2-on	18,80	1044	BF	0,00±0,00^{a}	0,13±0,04^{b}	0,15±0,01^{bc,1}	0,24±0,04^{c,2}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,09±0,02^{b}	0,23±0,03^{c,2}	0,15±0,02^{bc,1}	MS,RI
2-Nonanon	20,84	1094	BF	0,22±0,07^{b}	0,18±0,02^{b}	0,09±0,01^{ab,1}	0,00±0,00^{a,1}	MS,RI
			SM	0,24±0,10^{ab}	0,14±0,03^{a}	1,27±0,27^{c,2}	0,74±0,11^{bc,2}	MS,RI
2,6,8-Trimetil-4-nonanon	24,75	1212	BF	0,45±0,06^{c}	0,19±0,02^{b}	0,00±0,00^{a,1}	0,00±0,00^{a,1}	MS,RI
			SM	0,37±0,06^{b}	0,22±0,03^{ab}	0,14±0,03^{a,2}	0,27±0,08^{ab,2}	MS,RI
Ukupno			*BF*	5,64±0,44^{a,1}	7,24±0,61^{ab}	8,76±0,38^{b,1}	8,30±0,56^{b,1}	MS,RI
			SM	7,39±0,69^{a,2}	7,53±0,46^{a}	13,77±1,20^{b,2}	12,45±1,06^{b,2}	MS,RI
Aromatski ugljikovodici								
Benzen	2,61	691	BF	0,45±0,28^{a}	0,14±0,01^{a}	0,13±0,01^{a}	2,33±0,12^{b}	MS,RI
			SM	0,10±0,07^{a}	0,21±0,04^{a}	0,10±0,02^{a}	2,55±0,63^{b}	MS,RI
2-Etil furan	3,12	716	BF	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,19±0,02^{b}	0,00±0,00^{a}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,75±0,31^{b}	0,00±0,00^{a}	MS,RI
1-Metil-2-propil-cikloheksan	5,29	789	BF	0,00±0,00^{a}	0,36±0,05^{b}	0,10±0,02^{a,1}	0,34±0,08^{b}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,33±0,06^{b}	0,38±0,08^{b,2}	0,48±0,10^{b}	MS,RI
2,5-Dimetil-furan	7,26	833	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,15±0,01^{b,2}	0,15±0,02^{b,2}	MS,RI
1,4-Dimetil-benzen (p-ksilen)	9,77	874	BF	0,00±0,00^{a}	0,63±0,03^{b,1}	1,25±0,16^{c,2}	0,00±0,00^{a,1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	1,27±0,26^{b,2}	0,57±0,07^{ab,1}	0,68±0,31^{ab,2}	MS,RI

Nastavak Tablice 1. Udio hlapivih spojeva (%) u mišićima *Biceps femoris* (BF) i *Semimembranosus* (SM) tijekom različitih faza proizvodnje Dalmatinskog pršuta

2-Etil-5-metil-furan	12,43	913	BF	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a,1}	0,34±0,03^{b,1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	1,56±0,23^{c,2}	0,96±0,10^{b,2}	MS,RI
Metoksi-fenil-oksim	12,65	918	BF	6,24±0,81^{b,2}	0,37±0,05^{a,2}	0,23±0,09^{a,1}	0,00±0,00^{a,1}	MS,RI
			SM	0,67±0,32^{1}	0,00±0,00^{1}	0,71±0,18^{2}	0,45±0,19^{2}	MS,RI
2,5-Dimetilfuran	15,30	971	BF	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,39±0,04^{b,1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	1,10±0,12^{b,2}	MS,RI
1,3,5-Trimetil-benzen	15,52	973	BF	1,07±0,19^{b}	0,16±0,02^{a}	0,19±0,02^{a}	0,82±0,01^{b,2}	MS,RI
			SM	0,72±0,15^{b}	0,21±0,04^{a}	0,32±0,06^{a}	0,31±0,04^{a,1}	MS,RI
2-Metoksi-3-metil-pirazin	22,13	1133	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,46±0,05^{b,2}	0,60±0,05^{c,2}	MS,RI
3,4-Dimetoksi-toluen	25,61	1242	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,10±0,02^{a,2}	0,47±0,10^{b,2}	MS,RI
1,4-Dimetoksi-benzen	23,61	1179	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,60±0,01^{b,2}	MS,RI
Ukupno			*BF*	7,76±0,77^{c,2}	1,67±0,10^{a}	2,14±0,14^{a,1}	4,23±0,22^{b,1}	MS,RI
			SM	1,67±0,33^{a,1}	2,15±0,24^{a}	5,27±0,68^{b,2}	8,45±0,88^{c,2}	MS,RI
Esteri								
Metil butanoat	3,89	747	BF	1,49±0,21^{c}	0,32±0,07^{a,1}	0,38±0,06^{a,1}	0,94±0,11^{b,2}	MS,RI
			SM	1,20±0,18^{b}	1,02±0,32^{ab,2}	1,01±0,19^{ab,2}	0,24±0,03^{a,1}	MS,RI
Etil heksanoat	17,30	1004	BF	3,15±0,81^{c,2}	1,20±0,07^{ab}	2,29±0,27^{bc,2}	0,00±0,00^{a}	MS,RI
			SM	1,16±0,21^{b,1}	1,38±0,12^{b}	1,62±0,16^{b,1}	0,00±0,00^{a}	MS,RI
Etil oktanoat	24,38	1202	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,43±0,13^{b,2}	MS,RI
Butil benzoat	28,55	1346	BF	0,24±0,09^{b,2}	0,45±0,06^{b}	0,39±0,05^{b,2}	0,00±0,00^{a}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a,1}	0,46±0,08^{c}	0,22±0,03^{b,1}	0,00±0,00^{a}	MS,RI
Ukupno			*BF*	4,88±0,80^{c,2}	1,98±0,09^{ab,1}	3,06±0,32^{b}	0,94±0,11^{a}	MS,RI

Nastavak Tablice 1. Udio hlapivih spojeva (%) u mišićima *Biceps femoris* (BF) i *Semimembranosus* (SM) tijekom različitih faza proizvodnje Dalmatinskog pršuta

			SM	2,35±0,33^{b,1}	2,87±0,25^{b,2}	2,86±0,10^{b}	0,66±0,13^{a}	MS,RI
Alifatski ugljikovodici								
3,3,4-Trimetil heptan	4,07	753	BF	0,53±0,14^{b}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a,1}	MS,RI
			SM	0,56±0,26^{b}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,31±0,06^{ab,2}	MS,RI
Heksan	4,19	757	BF	0,91±0,26^{b}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	MS,RI
			SM	0,83±0,34^{b}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	MS,RI
1-Tridecen	14,35	952	BF	0,00±0,00^{a}	0,12±0,02^{b}	0,11±0,02^{b}	0,12±0,02^{b}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,13±0,02^{b}	0,14±0,01^{b}	MS,RI
2,4-Dimetil-2,3-heksadien	20,52	1087	BF	0,00±0,00^{a}	0,09±0,03^{b}	0,00±0,00^{a,1}	0,00±0,00^{a}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,24±0,03^{b,2}	0,00±0,00^{a}	MS,RI
9-Metil-5-undecen	21,59	1116	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,47±0,06^{b,2}	MS,RI
Ukupno			*BF*	1,44±0,37^{b}	0,21±0,05^{a,2}	0,11±0,02^{a,1}	0,12±0,03^{a,1}	MS,RI
			SM	1,39±0,45^{c}	0,00±0,00^{a,1}	0,51±0,05^{ab,2}	1,02±0,06^{bc,2}	MS,RI
Fenoli								
Fenol	16,39	988	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	5,56±0,23^{b,2}	MS,RI
2-Metilfenol	19,39	1061	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	4,58±0,26^{b,2}	MS,RI
2-Metoksifenol	19,58	1066	BF	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,06±0,01^{b,1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,44±0,07^{b,2}	MS,RI
4-Metilfenol	20,24	1080	BF	0,00±0,00^{a}	0,64±0,11^{b,2}	0,87±0,17^{b}	0,83±0,09^{b,1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,30±0,04^{ab,1}	1,25±0,15^{b}	5,87±0,57^{c,2}	MS,RI
2-Metoksifenol	20,66	1090	BF	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,98±0,12^{b,1}	0,00±0,00^{a}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	9,78±2,17^{b,2}	0,00±0,00^{a}	MS,RI
2-Etilfenol	22,36	1140	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	MS,RI

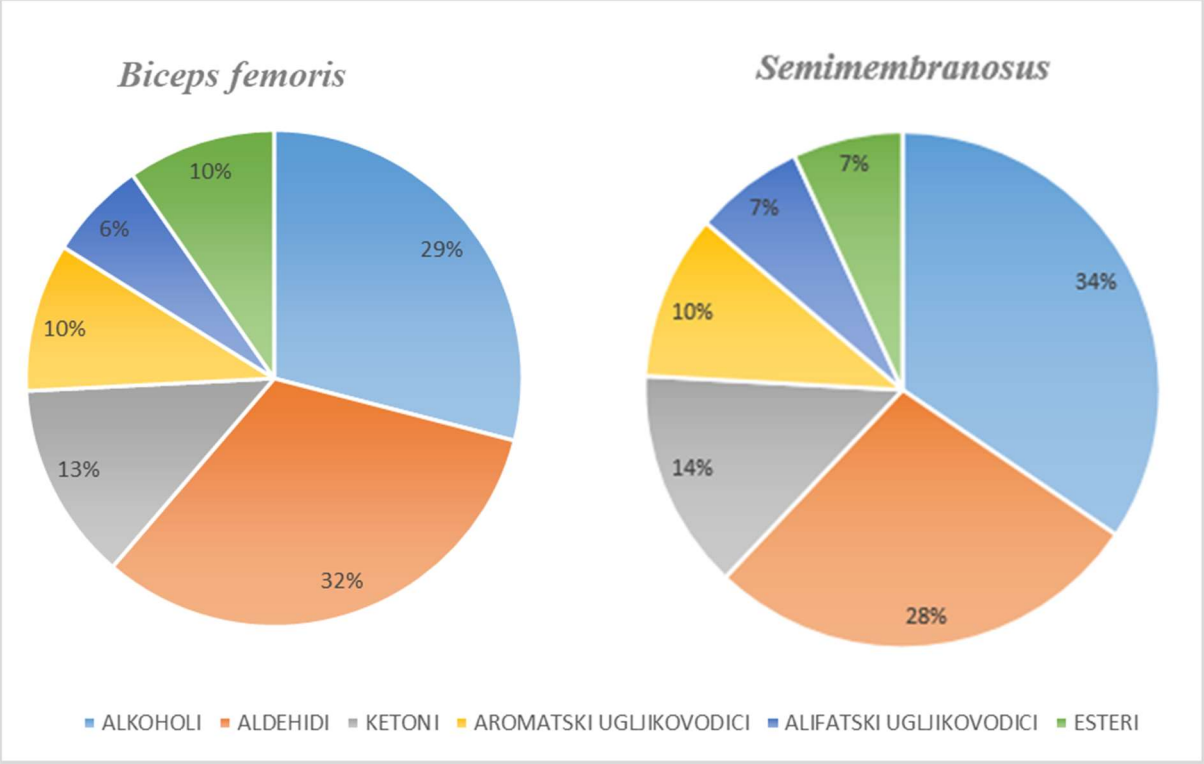
Nastavak Tablice 1. Udio hlapivih spojeva (%) u mišićima *Biceps femoris* (BF) i *Semimembranosus* (SM) tijekom različitih faza proizvodnje Dalmatinskog pršuta

			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,33±0,07^{b,2}	MS,RI
2,6-Dimetilfenol	22,74	1151	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,26±0,05^{b,2}	1,17±0,10^{c,2}	MS,RI
3-Etilfenol	23,27	1169	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,29±0,05^{b,2}	MS,RI
3,5-Dimetilfenol	23,42	1172	BF	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a,1}	0,12±0,01^{b,1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,21±0,03^{b,2}	1,12±0,10^{c,2}	MS,RI
4-Metoksi-3-metilfenol	23,70	1180	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,32±0,09^{b,2}	MS,RI
2-Metoksi-5-metilfenol	24,06	1192	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	3,78±0,36^{b,2}	MS,RI
2-Metoksi-4-metilfenol	24,16	1193	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	1,43±0,49^{b,2}	0,25±0,03^{a,2}	MS,RI
3,4-Dimetilfenol	24,17	1191	BF	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,07±0,01^{b,1}	0,00±0,00^{a}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,18±0,05^{b,2}	0,00±0,00^{a}	MS,RI
2,3,6-Trimetilfenol	25,22	1231	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,18±0,04^{b,2}	MS,RI
4-Etil-2-metoksifenol	26,75	1281	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,66±0,14^{b,2}	2,65±0,27^{c,2}	MS,RI
Eugenol	28,67	1352	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00^{1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,29±0,04^{b,2}	MS,RI
Ukupno			*BF*	0,00±0,00^{a}	0,64±0,11^{b,2}	1,92±0,24^{c,1}	1,01±0,09^{b,1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,30±0,04^{a,1}	13,90±2,90^{b,2}	26,83±1,32^{c,2}	MS,RI

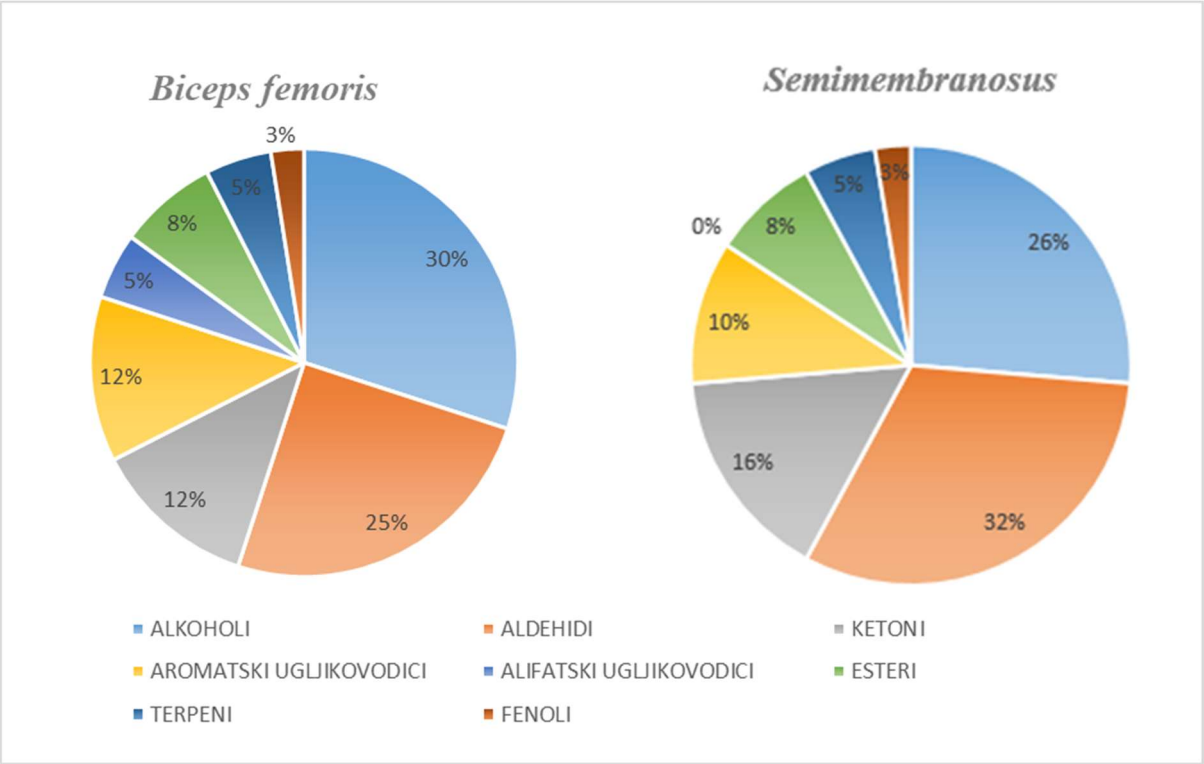
Nastavak Tablice 1. Udio hlapivih spojeva (%) u mišićima *Biceps femoris* (BF) i *Semimembranosus* (SM) tijekom različitih faza proizvodnje Dalmatinskog pršuta

Terpeni								
Mircen	16,77	994	BF	0,00±0,00^{a}	1,13±0,09^{b}	0,97±0,08^{b}	0,00±0,00^{a,1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	1,10±0,08^{b}	1,50±0,28^{b}	1,10±0,20^{b,2}	MS,RI
Limonen	18,22	1033	BF	0,00±0,00^{a}	0,40±0,07^{b}	0,45±0,05^{b}	0,28±0,04^{b,1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,30±0,07^{ab}	0,46±0,08^{b}	0,90±0,16^{c,2}	MS,RI
Linalool	21,12	1101	BF	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,12±0,02^{b,1}	0,12±0,03^{b,1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	1,00±0,16^{c,2}	0,54±0,16^{b,2}	MS,RI
Ukupno			*BF*	0,00±0,00^{a}	1,54±0,13^{c}	1,54±0,15^{c,1}	0,40±0,06^{b,1}	MS,RI
			SM	0,00±0,00^{a}	1,40±0,11^{b}	2,95±0,40^{c,2}	2,53±0,29^{c,2}	MS,RI

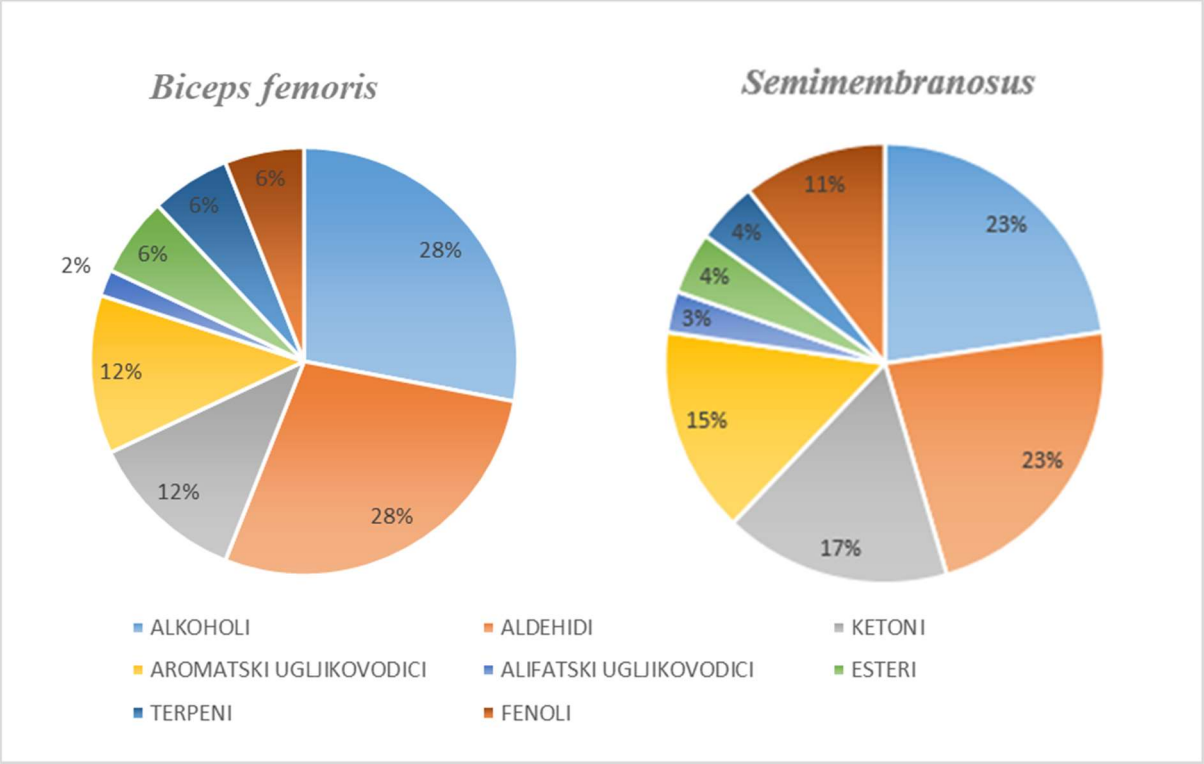
Utjecaj tipa mišića (BF – *Biceps femoris*; SM – *Semimembranosus*) (srednja vrijednost deset uzoraka).
Različita slova (a – c) u istom redu označavaju statistički značajnu razliku (P<0,05)(razlika u fazama) dok različiti brojevi (1,2) u istom stupcu označavaju statistički značajnu razliku (P<0,05)(razlika između mišića).



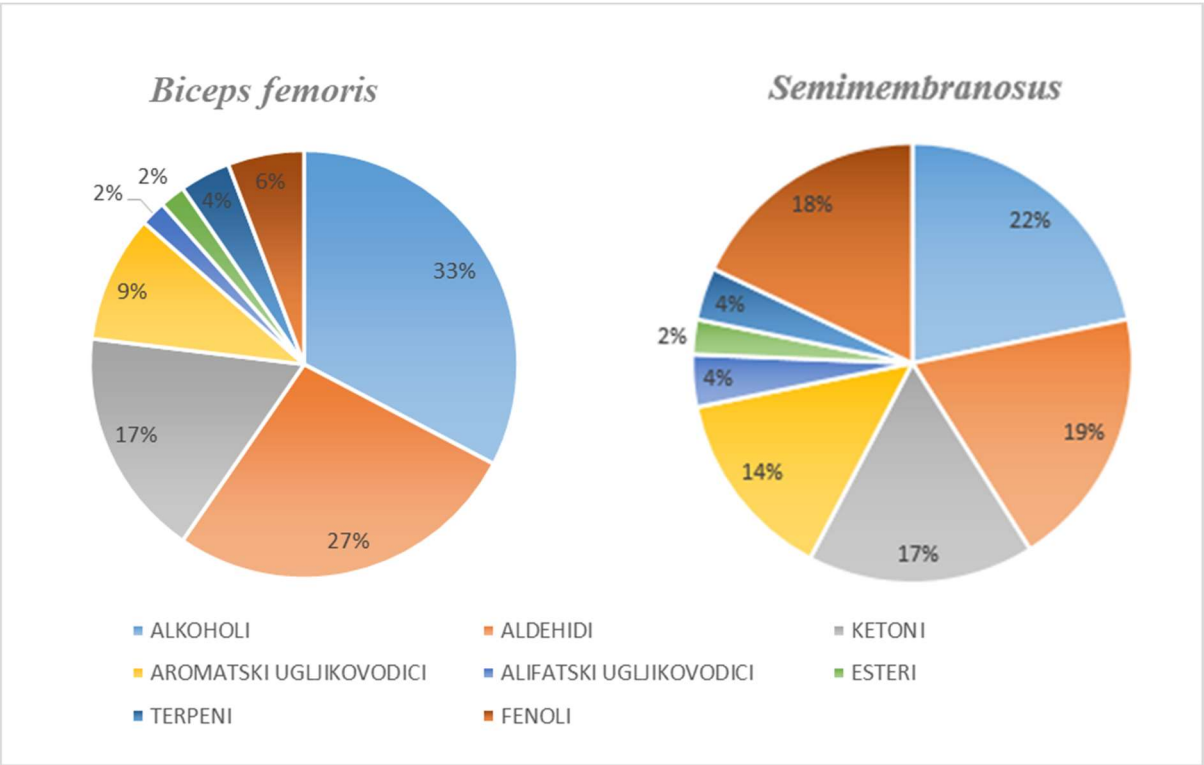
Slika 11. Udio hlapivih spojeva u sirovim butovima za *Biceps femoris* i *Semimembranosus* po kemijskim grupama spojeva (%)



Slika 12. Udio hlapivih spojeva nakon soljenja za *Biceps femoris* i *Semimembranosus* po kemijskim grupama spojeva (%)



Slika 13. Udio hlapivih spojeva nakon dimljenja za *Biceps femoris* i *Semimembranosus* po kemijskim grupama spojeva (%)



Slika 14. Udio hlapivih spojeva nakon sušenja za *Biceps femoris* i *Semimembranosus* po kemijskim grupama spojeva (%)

Tablica 2. Kvantifikacija (srednja vrijednost ± standardna greška) i opis mirisa za 21 hlapivi spoj tijekom različitih faza proizvodnje Dalmatinskog pršuta

Hlapivi spoj (mg kg^{-1})	RT	RI	Mišić	Sirovi butovi	Nakon soljenja	Nakon dimljenja	Nakon sušenja	Opis
3-Metillbutanal	2,52	635	BF	0,04±0,00^{ab}	0,04±0,00^{a}	0,05±0,00^{bc}	0,05±0,00^{c}	po siru, slano, voćno, oštro,
			SM	0,04±0,00	0,04±0,00	0,05±0,00	0,05±0,00	
Pentanal	3,05	713	BF	0,06±0,00^{a}	0,09±0,00^{ab}	0,10±0,00^{ab}	0,13±0,01^{b}	orašasto, prženo, voćno
			SM	0,06±0,00^{a}	0,08±0,00^{ab}	0,09±0,00^{b}	0,08±0,01^{ab}	
Heksanal	5,79	799	BF	0,17±0,04^{a}	0,38±0,04^{ab}	0,49±0,03^{ab}	0,56±0,00^{c,2}	zeleno, travnato, masno
			SM	0,09±0,01^{a}	0,26±0,03^{ab}	0,33±0,04^{b}	0,17±0,03^{ab,1}	
Benzaldehid	15,06	965	BF	0,01±0,00^{a}	0,01±0,00^{a}	0,02±0,00^{b}	0,01±0,00^{ab}	gorki bademi, prodoran
			SM	0,01±0,00^{a}	0,01±0,00^{a}	0,02±0,00^{b}	0,01±0,00^{a}	
Oktanal	17,28	1003	BF	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	po mesu, zeleno, svježe
			SM	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	
Dekanal	24,58	1207	BF	0,15±0,02	0,18±0,00	0,18±0,00	0,18±0,00	po citrusu, vosak
			SM	0,18±0,00	0,18±0,00	0,18±0,00	0,18±0,00	
1-Penten-3-ol	2,85	706	BF	0,03±0,02	0,02±0,00	0,02±0,00	0,02±0,00^{2}	po luku, prženo
			SM	0,03±0,00^{b}	0,01±0,00^{ab}	0,02±0,00^{ab}	0,01±0,00^{a,1}	
3-Metilbutanol	3,79	742	BF	0,05±0,00^{a}	0,05±0,00^{a}	0,05±0,00^{a}	0,07±0,00^{b,2}	zeleno, po drvu, lješnjak
			SM	0,05±0,00	0,05±0,00	0,06±0,00	0,06±0,00^{1}	
Pentanol	4,67	770	BF	0,04±0,01^{a}	0,05±0,00^{ab}	0,06±0,00^{ab}	0,08±0,01^{b,2}	pikantno, jako, balsamic
			SM	0,04±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00	0,03±0,00^{1}	
1-Heksanol	9,70	872	BF	0,06±0,00^{a}	0,08±0,00^{ab}	0,10±0,01^{b}	0,09±0,01^{ab}	voćno, zeleno
			SM	0,06±0,00	0,08±0,01	0,08±0,00	0,08±0,00	
1-Heptanol	15,85	979	BF	0,09±0,00	0,09±0,00	0,09±0,00	0,09±0,00	gorko
			SM	0,09±0,00	0,09±0,00	0,09±0,00	0,09±0,00	
Oktanol	20,06	1076	BF	0,16±0,00	0,16±0,00	0,16±0,00	0,16±0,00	masno, oštro
			SM	0,16±0,00	0,16±0,00	0,16±0,00	0,16±0,00	
2-Butanon	2,04	673	BF	0,15±0,00	0,15±0,00	0,15±0,00	0,15±0,00	eteričan

Nastavak Tablica 2. Kvantifikacija (srednja vrijednost ± standardna greška) i opis mirisa za 21 hlapivi spoj tijekom različitih faza proizvodnje Dalmatinskog pršuta

			SM	0,15±0,00	0,15±0,00	0,15±0,00	0,15±0,00	
2-Heptanon	11,24	893	BF	0,03±0,00	0,03±0,00	0,03±0,00	0,03±0,00	začinjeno, žir, plavi sir
			SM	0,03±0,00	0,03±0,00	0,03±0,00	0,03±0,00	
2-Nonanon	20,83	1094	BF	0,08±0,00	0,08±0,00	0,08±0,00	0,08±0,00	cvjetno, voćno, plavi sir
			SM	0,08±0,00	0,08±0,00	0,08±0,00	0,08±0,00	
Mircen	16,77	994	BF	0,16±0,01	0,18±0,00	0,18±0,00	0,18±0,00	po citrusu, voćno
			SM	0,18±0,00	0,18±0,00	0,18±0,00	0,18±0,00	
Limonen	18,26	1033	BF	0,19±0,02	0,21±0,00	0,21±0,00	0,21±0,00	po citrusu, svježe
			SM	0,21±0,00^{a}	0,21±0,00^{a}	0,22±0,00^{b}	0,21±0,00^{a}	
Etil-heksanoat	17,24	1004	BF	0,02±0,01^{a,1}	0,11±0,00^{b}	0,11±0,00^{b}	0,11±0,00^{b}	kora jabuke
			SM	0,08±0,01^{a,2}	0,11±0,00^{b}	0,11±0,00^{b}	0,11±0,00^{b}	
Etil-oktanoat	24,36	1202	BF	0,09±0,03^{a}	0,04±0,02^{a,1}	0,20±0,00^{b}	0,20±0,00^{b}	voćno
			SM	0,08±0,02^{a}	0,20±0,00^{b,2}	0,20±0,00^{b}	0,20±0,00^{b}	
4-Etilgvajakol (4-etil-2-metoksifenol)	0,00	1281	BF	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,15±0,00^{b}	0,15±0,00^{b}	klinčić, dim
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,15±0,00^{b}	0,15±0,00^{b}	
Eugenol	28,67	1352	BF	0,00±0,00	0,00±0,00	0,03±0,01^{1}	0,00±0,00^{1}	klinčić, začinjeno
			SM	0,00±0,00^{a}	0,00±0,00^{a}	0,16±0,00^{b,2}	0,16±0,00^{b,2}	

Utjecaj tipa mišića (BF – *Biceps femoris*; SM – *Semimembranosus*)(srednja vrijednost deset uzoraka).
Različita slova (a – c) u istom redu označavaju statistički značajnu razliku (P<0,05)(razlika u fazama) dok različiti brojevi (1,2) u istom stupcu označavaju statistički značajnu razliku (P<0,05)(razlika između mišića).

Reakcije proteolize i lipolize, odnosno proteolitički i lipolitički enzimi, predstavljaju najvažnije biokemijske promjene koje su zaslužne za formiranje hlapivih spojeva arome. Hlapive tvari arome nastaju reakcijama kemijske ili enzimske oksidacije nezasićenih masnih kiselina te daljnjim interakcijama s proteinima, peptidima i slobodnim aminokiselinama (Krvavica i sur., 2010). Streckerovom razgradnjom slobodnih aminokiselina također nastaju tvari arome.

U ispitivanim uzorcima najzastupljenija kemijska grupa hlapivih spojeva su alkoholi. Alkoholi uglavnom nastaju kao reakcijski produkti oksidacije lipida (Pham i sur., 2008) (npr. 1-propanol i 1-butanol oksidacijom miristinske, 1-pentanol linolne, a 1-oktanol oleinske kiseline) te dijelom i Streckerovom razgradnjom aminokiselina (npr. 2-metil-butanol, 2-propanol). Mogu nastati i proteolizom te mikrobiološkom aktivnošću. Alkoholi imaju viši prag osjetljivosti od aldehida pa je njihov utjecaj na aromu manji, a izuzetak su alkoholi kao 1-okten-3-ol i 1-penten-3-ol koji imaju nizak prag osjetljivosti (Marušić Radovčić, 2013). Alkoholi pridonose okusu pršuta na začinjeno, mirisu drveta i maslačnim notama (Lorenzo i sur., 2013). Razgranati alkoholi nastaju razgradnjom odgovarajućih aldehida pomoću mikroorganizama zbog čega je njihova koncentracija veća u pršutima s manjim udjelom NaCl-a koji djeluje antimikrobno. Na primjer 3-metilbutanal koji nastaje Streckerovom razgradnjom aminokiselina pomoću mikroorganizama prelazi u 3-metil-butanol tijekom produženog zrenja i karateristična je za Iberian pršut koji dugo zrije (Kovačević, 2017). Općenito veći udio alkohola nastaje ako je veći stupanj lipidne oksidacije koja se može potvrditi visokim udjelom heksanala. Koncentracija linearnih i razgranatih alkohola se povećava sa duljinom zrenja (Bolzoni i sur., 1996; Martín i sur., 2003). U Dalmatinskom pršutu nije nađen veliki udio razgranatih alkohola, koji bi mogli nastati mikrobnom razgradnjom razgranatih aldehida najvjerojatnije zbog antimikrobnog djelovanja NaCl-a.

U ovom istraživanju u analiziranim uzorcima identificirano je 17 alkohola s udjelom 15,19 – 21,77 % u *Biceps femorisu* te 12,91 – 22,93 % u *Semimembranosusu*, dok je udio alkohola u Dalmatinskom pršutu nakon faze zrenja u istraživanju Petričević i sur. (2018) iznosio 11,60 %, a u istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2016) 13,8 %. Udio ukupnih alkohola u *Biceps femorisu* se smanjio nakon faze soljenja, ostao nepromijenjen nakon faze dimljenja te se ponovno smanjio nakon faze sušenja, dok se u *Semimembranosusu* smanjio kroz sve faze proizvodnje. Nakon dimljenja i sušenja udio alkohola je niži u *Semimembranosusu* u odnosu na *Biceps femoris*. Najzastupljeniji alkoholi u analiziranim uzorcima su: 1-oktanol (1,26 – 9,42 %), 1-okten-3-ol (2,51 – 8,88 %), 4-metil-2-pentanol (0,00-6,14 %), 1-pentanol (0,00 – 2,76

%), 3-metil-2-buten-1-ol (0,18 – 2,35 %), 2-furanmetanol (0,00 – 2,30 %) i 3-buten-1-ol (0,08 – 1,65 %). 1-oktanol je identificiran u sirovim butovima u *Semimembranosusu* i *Biceps femorisu*, udio mu se značajno smanjio nakon faze soljenja te je kroz ostale faze nepromijenjen. U sirovom butu je veći udio 1-oktanola u *Biceps femorisu* (9,42%) u odnosu na *Semimembranosus* (5,64%). 1-pentanol identificiran je u *Biceps femorisu* i *Semimembranosusu* nakon faze dimljenja, te se značajno smanjio nakon sušenja. 1-okten-3-ol je identificiran u sirovom butu u *Biceps femorisu* i *Semimembranosusu*, udio je značajno porastao nakon soljenja u oba mišića, ostao konstantan nakon faze dimljenja te je došlo do smanjenja nakon faze sušenja. Udio 1-okten-3-ola je veći u *Semimembranosusu* u odnosu na *Biceps femoris* u sirovim butovima, a u ostalim fazama je veći u *Biceps femorisu*. Slične udjele pokazao je 1-okten-3-ol u istraživanju Petričević i sur. (2018) (4,60 %) i istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2016) (6,6 – 10,0 %) u Dalmatinskom pršutu. 2-furanmetanol je identificiran nakon dimljenja u oba mišića te mu se udio nakon sušenja povećao, u *Semimembranosusu* mu je udio veći u obje faze. Udio 2-furanmetanola u Dalmatinskom pršutu u istraživanju Petričević i sur. (2018) iznosio je 0,29 %, dok je u istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2016) iznosio 0,1 – 1,4 %. 2-furanmetanol prisutan je samo u dimljenim pršutima, dok 1-okten-3-ol doprinosi ukupnom osjetu arome s aromom gljiva, a 1-oktanol s oštrim masnim notama (Petričević i sur., 2018).

Osim navedenih alkohola u analiziranim uzorcima u manjim količinama prisutni su: 2-propen-1-ol, 1-penten-3-ol, 3-metil-3-butanol, 1-heksanol, 1-heptanol, 2-etilheksanol, benzilalkohol, 3-okten-1-ol, fenilettil alkohol i 1-undekanol.

U istraživanju Bermudez i sur. (2014) na Celta pršutima alkoholi nisu detektirani u uzorcima sirovih butova, tijekom proizvodnje identificirano je 6 različitih alkohola, udio im je najveći nakon soljenja za oba mišića. Nakon soljenja 1-okten-3-ol je najprisutniji alkohol u uzorcima *Semimembranosusa*, udio mu se smanjio nakon soljenja kroz faze proizvodnje do zrenja (0,00 – 70,97 %) što je u skladu sa rezultatima ovog istraživanja. Udio 1-okten-3-ola je veći u *Semimembranosusu* nakon soljenja i sušenja, dok je veći u *Biceps femorisu* prilikom i nakon zrenja. Drugi alkoholi prisutni u ovom istraživanju su 1-pentanol u udjelu 0,00 - 23,39 %. U *Semimembranosusu* je identificiran samo nakon soljenja, a u *Biceps femorisu* nakon soljenja i sušenja. 1-heksanol je prisutan u udjelu 0,00 – 17,83 %, nakon faze soljenja udio mu je veći u *Semimembranosusu* u odnosu na *Biceps femoris*, dok je nakon sušenja i zrenja veći u *Biceps femorisu*.

U istraživanju Pugliese i sur. (2015) ukupni alkoholi u Kraškom pršutu pokazuju značajnu razliku tijekom procesa proizvodnje, neki od njih su rasli samo u *Biceps femorisu* (1-heksanol, 1-okten-3-ol, 1-heptanol i 1-oktanol) ili samo u *Semimembranosusu* (1-dekanol-2-metil, etanol-2-butoksi, benzen metanol, benzen etanol i 1-oktanol-2-butil). Što se tiče tipa mišića, ukupnih alkohola je više u *Biceps femorisu* (11,83 – 40, 23 %) nego u *Semimembranosusu* (7,18 – 20,84 %). 1-okten-3-ol se nalazi u većem udjelu u *Biceps femorisu* (3,53 – 12,26 %) u odnosu na *Semimembranosus* (0,96 – 6,07 %) nakon faze zrenja.

1-okten-3-ol, 1-penten-3-ol i pentanol su najprisutniji alkoholi u Corsican pršutu dok razgranati alkoholi (2-metilpropanol, 2- i 3-metilburanol) i etanol u francuskom Bayonne i španjolskom Serrano pršutu. Talijanski San Daniele pršut je karakteriziran sa etanolom, izobutanolom, 1-propanolom i 1-penten-3-olom (Gaspardo i sur., 2008).

U istraživanju Garcia-Gonzalez i sur. (2013) najprisutnija kemijska skupina spojeva su alkoholi. Najveća koncentracija alkohola je identificirana u *Biceps femorisu* (11,27 mg kg^{-1}), dok je najmanja u *Semimembranosusu* (8,56 mg $^{-1}$ kg). 3-metil-1-butanol (3,10 mg $^{-1}$ kg u *Biceps femorisu*) može biti prisutan zbog aktivnosti mikroorganizama koji se nalaze u pršutu. Drugi alkohol koji se nalazi u većim količinama u Iberian pršutu je heksanol u većem udjelu se nalazi u *Semimembranosusu* (2,10 mg $^{-1}$ kg) u odnosu na *Biceps femoris* (1,56 mg $^{-1}$ kg).

U istraživanju Huan i sur. (2005) identificiran je 21 alkohol u kineskom Jinhua pršutu. Najveći udio alkohola se nalazi u svježim uzorcima te se smanjuje tijekom procesa proizvodnje pa se povećao nakon zrenja, rezultati su u skladu sa rezultatima ovog istraživanja do sušenja. 1-okten-3-ol je identificiran u sirovim butovima, udio mu se povećao nakon soljenja te se nakon sušenja i tijekom zrenja smanjio (1,49 – 5,16 %) rezultati su u skladu sa rezultatima ovog istraživanja. 1-oktanol je identificiran u sirovim uzorcima, udio mu se povećao nakon soljenja i smanjio se nakon sušenja i zrenja (0,17 – 0,60%), a 1-pentanol je identificiran u sirovom butu te se udio povećao nakon soljenja i smanjio nakon sušenja te nije identificiran nakon zrenja (0,00 – 10,44 %). Najveći udio od svih identificiranih alkohola ima heksanol u sirovom butu (13,07 %), u ovom istraživanju heksanol nije identificiran u sirovom butu.

Udio ukupnih alkohola u analiziranim uzorcima *Biceps femorisa* i *Semimembranosusa* pokazuje statistički značajnu razliku ($P<0,05$) nakon faze dimljenja i sušenja. Ukupni udio alkohola se smanjio tijekom proizvodnog procesa (Tablica 1.), veći je u *Biceps femorisu* u odnosu na *Semimembranosus* nakon faze dimljenja. Najviši udio ukupnih alkohola pronađen je u *Biceps femorisu* (11,27 %), dok je najniži u *Semimembranosusu* (8,56 %).

U ovom istraživanju kvantificirani alkoholi su 1-penten-3-ol, 3-metilbutanol, pentanol, 1-heksanol, 1-heptanol i oktanol. U ispitivanim uzorcima 1-penten-3-ol je prisutan u koncentraciji od 0,01 – 0,03 mg kg^{-1}, 3-metilbutanol u koncentraciji od 0,05 – 0,07 mg kg^{-1}, pentanol u koncentraciji od 0,03 – 0,08 mg kg^{-1}, 1-heksanol u koncentraciji od 0,06 – 0,10 mg kg^{-1}, 1-heptanol u koncentraciji od 0,09 mg kg^{-1} i oktanol u koncentraciji od 0,16 mg kg^{-1} (Tablica 2). Koncentracija 1-penten-3-ola je najviša u sirovim butovima u oba mišića, u *Biceps femorisu* se smanjila nakon soljenja i ostala konstantna kroz ostale istraživane faze proizvodnje. U *Semimembranosusu* se smanjila nakon soljenja, zatim porasla nakon dimljenja i smanjila se nakon sušenja. Različita anatomska lokacija mišića nije imala utjecaja na koncentraciju 3-metilbutanola u sirovim butovima i nakon faze soljenja, dok je u *Biceps femorisu* koncentracija porasla nakon sušenja, a u *Semimembranosusu* nakon dimljenja i sušenja. Koncentracija pentanola je jednaka u sirovom butu za *Biceps femoris* i *Semimembranosus*, u *Biceps femorisu* je porasla kroz ostale faze proizvodnje, a za *Semimembranosus* se ne mijenja do sušenja, a nakon sušenja se smanjila. Koncentracija 1-heksanola u *Biceps femorisu* je rasla u svim fazama proizvodnje, a u *Semimembranosusu* nakon soljenja i ne mijenja se dalje kroz faze. U *Biceps femorisu* je koncentracija veća nakon dimljenja i sušenja. Koncentracija 1-heptanola i oktanola je konstantna za oba mišića u svim fazama. Značajne razlike postoje između koncentracija u *Biceps femorisu* i u *Semimembranosusu* nakon sušenja za pentanol (Tablica 2.).

S obzirom na visoki prag osjetljivosti i malu koncentraciju alkoholi nemaju značajniji utjecaj na aromu pršuta. 1-heksanol koji se nalazi u većim koncentracijama doprinosi voćnoj i zelenoj aromi pršuta (Kovačević, 2017), 1-pentan-3-ol doprinosi aromi prženo, luk (Marušić Radovčić, 2013), 3-metilbutanol doprinosi aromi zeleno, drvo, žir (Narvaez-Rivas i sur., 2012) 1-pentanol doprinosi aromi pikantno, jako, balsamic, 1-heptanol doprinosi aromi gorko te oktanol koji doprinosi aromi masno i oštro (Petričević, 2018).

Aldehidi su glavni sekundarni produkti oksidacije lipida, imaju važnu ulogu u ukupnoj aromi pršuta zbog niskog praga osjetljivosti (Kovačević, 2017). Ravnolančani aldehidi su tipični produkti oksidacije lipida i imaju važnu ulogu u aromi pršuta (Muriel i sur., 2004; Ramirez i Cava, 2007). Zasićeni aldehidi (heptanal, nonanal, oktanal, heksadekanal, 2E-dekanal, undekanal, dekanal i drugi) mogu nastati autooksidacijom nezasićenih masnih kiselina kao što je oleinska, linolenska i arahidonska (Pastorelli i sur., 2003) dok razgranati aldehidi (kao npr. 3-metilbutanal) nastaju oksidativnom dezaminacijom preko Streckerove razgradnje (Sabio i sur., 1998). Streckerova razgradnja aminokiselina obuhvaća oksidativnu dezaminaciju i dekarboksilaciju α-aminokiselina uz prisutstvo hlapivog aldehida (Hidalgo i Zamora, 2004).

U ovom istraživanju u analiziranim uzorcima identificirano je 16 aldehida udjela 49,81 – 64,09 % u *Biceps femoris* te 23,08 – 64,75 % u *Semimembranosusu*, dok su udjeli aldehida u Dalmatinskom pršutu u istraživanju Petričević i sur. (2018) 49,85 %, te istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2016) 35,6 %. Udio aldehida u *Biceps femorisu* i *Semimembranosusu* je porastao nakon soljenja te je došlo do smanjenja nakon dimljenja i sušenja, značajna razlika između mišića postoji nakon sušenja, udio u *Biceps femorisu* (49,81 %) je veći u odnosu na *Semimembranosus* (23,08 %). Najzastupljeniji aldehidi u analiziranim uzorcima su: heksanal (7,26 – 55,53 %), nonanal (3,27 – 5,54 %), benzenaldehid (1,08 – 3,20 %), pentanal (1,08 – 2,57 %), oktanal (0,00 – 1,98 %), heptanal (0,00 – 1,87 %), 2-nonenal (0,16 – 1,63 %) i benzenacetaldehid (0,17 – 1,04 %). Udio heksanala se povećao nakon soljenja u odnosu na sirove butove te se smanjio nakon dimljenja i sušenja i u *Biceps femorisu* i u *Semimembranosusu*. U sirovim butovima i nakon soljenja udio heksanala je veći u *Semimembranosusu*, dok je nakon dimljenja i sušenja veći u *Biceps femorisu*. Što je u skladu sa istraživanjem Bermudez i sur. (2014). Udio benzaldehida u *Biceps femorisu* se smanjuje nakon soljenja u odnosu na sirovi but, povećao nakon dimljenja te se smanjio nakon sušenja, dok se u *Semimembranosusu* smanjio nakon soljenja te povećao nakon dimljenja i sušenja. Najveći udio benzaldehida je u *Biceps femorisu* nakon dimljenja (3,20 %). U *Biceps femorisu* udio heptanala se poveća nakon soljenja i dimljenja te se smanjio nakon sušenja, dok u *Semimembranosusu* nije identificiran u sirovom butu te se nakon soljenja povećavao kroz sve faze proizvodnje. Nakon sušenja značajna je razlika između *Biceps femorisa* (0,64 %) i *Semimembranosusa* (1,52 %). Udio benzenacetaldehida u *Biceps femorisu* i *Semimembranosusu* se smanjio nakon soljenja te je nepromijenjen u ostalim fazama, između mišića ne postoji značajna razlika u udjelu benzenacetaldehida.

Osim navedenih aldehida u analiziranim uzorcima u manjim količinama prisutni su: 3-metilbutanal, 2-metilbutanal, butanal, 2,4-heptadienal, heptenal, 2-etil-2-furaldehid, dekanal i 2,4-dekadienal.

2- i 3-metil-butanal te propanal su aldehidi koji se najviše povezuju sa zrelošću pršuta, a vezani su uz razgradnju valina, izoleucina i leucina. Zasićeni aldehidi oktanal, heksanal i nonanal zastupljeni su u svim dijelovima pršuta i značajno doprinose ukupnoj aromi pršuta (miris masti, svježeg mesa, pokošene trave, voćni, svježi), no u većim koncentracijama daju miris užeglosti (Kovačević, 2017).

Heksanal nastaje oksidacijom oleinske kiseline te se smatra glavnim produktom oksidacije u trajnim suhomesnatim proizvodima i doprinosi osjetu arome sa zelenim, travnatim, masnim notama (García-González i sur., 2008), dok ga u višim koncentracijama karakterizira užegao miris (Petričević i sur., 2018). Nonanal doprinosi sa slatkasto voćnom aromom (Nunes i sur., 2008), a oktanal svježom, zelenom i mesnom aromom (Petričević i sur., 2018).

Rezultati istraživanja Bermudez i sur. (2014) i Lorenzo i sur. (2014) na Celta pršutu pokazuju da se udio aldehida smanjio tijekom zadnjih faza proizvodnje u oba mišića. U istraživanju Bermudez i sur. (2014) došlo je do smanjenja udjela aldehida nakon faze sušenja. Od linearnih zasićenih aldehida, heksanal (9,22 – 239,14 AU x 10^6) je najprisutniji pokazujući različito ponašanje u oba mišića tijekom proizvodnje. Prema tome, heksanal se općenito smatra dobrim pokazateljem stupnja oksidacije i visoki udio heksanala ukazuju na užeglu aromu proizvoda. Nakon soljenja najveći udio heksanala je primjećen u uzorcima *Semimembranosusa* (239,14 AU x 10^6), što odgovara rezultatima ovog istraživanja. Najveća količina heksanala je pronađena u *Biceps femorisu* nakon sušenja (177,56 AU x 10^6). Ova činjenica se može povezati sa različitim udjelom soli u mišićima, nakon soljenja *Semimembranosus* je pokazivao najveći udio, dok tijekom zrenja *Biceps femoris* je pokazivao najviši udio zbog difuzije soli kroz cijeli uzorak. Takvi rezultati se slažu s rezultatima iz literature, Perez - Juan i sur. (2006) su zaključili da se oksidacija nezasićenih masnih kiselina do hlapivih spojeva događa u centru pršuta gdje se nalazi najviši udio soli kao prooksidans. Povećanjem temperature nakon soljenja sadržaj heksanala se značajno snizio pretvorbom u karboksilnu kiselinu i druge hlapive spojeve. Benzaldehid je identificiran tijekom zrenja u *Biceps femorisu* i *Semimembranosusu*, u prijašnjim fazama u ovom istraživanju nije identificiran, rezultati nisu u skladu sa rezultatima ovog istraživanja. U *Biceps femorisu* nakon sušenja je identificiran benzenacetaldehid te se njegov udio povećava tijekom zrenja, dok se u *Semimembranosusu* pojavljuje tijekom zrenja, u ovom istraživanju se pojavljuje u sirovim butovima.

U istraživanju Pugliese i sur. (2015) aldehidi su se u Kraškom pršutu povećali sa zrenjem od 12. do 16. mjeseca (2-heptenal, nonanal, 2-oktenal, 2,4-heptadienal, 2-nonenal i benzaldehid), ali samo u mišiću *Biceps femoris*. Udio tih spojeva bio je viši u *Biceps femorisu* (24,89 – 66,12 %), nego u *Semimembranosusu* (16,68 – 39,95 %). Benzenacetaldehid je rastao s vremenom proizvodnje samo u *Semimembranosusu*. Za ostale aldehide povećanje je zabilježeno produljenim zrenjem u oba mišića. Vrlo niske udjele 2- i 3-metil-butanala su pronađene u Kraškom pršutu te i u ovom istraživanju, dok su bili pri visokim udjelima u San Daniele (Gaspardo i sur. 2008) i Iberian pršutu (Ruiz i sur. 1999). Benzaldehid i

benzenacetaldehid značajno su rasli s produljenim zrenjem u Kraškom pršutu. Slično tome, Perez-Palacios i sur. (2010) su otkrili da je benzenacetaldehid jedan od glavnih hlapivih spojeva u Iberian pršutu na kraju zrenja koje traje 22 mjeseca. Što se tiče utjecaja mišića značajnu razliku pokazuje oktanal, 3-metilbutanal, 2-heptenal, nonanal, 2-oktanal između *Biceps femorisa* i *Semimembranosusa* u Kraškom pršutu (Pugliese i sur., 2015).

Huan i sur. (2005) identificirali su 25 aldehida u kineskom Jinhua pršutu. Najveći udio aldehida bio je tijekom zrenja, najveći udio je heksanala 29,26 %. Udio heksanala je rastao nakon soljenja, sušenja i tijekom zrenja te se smanjio nakon zrenja (10,08 – 29,26 %). Udio benzaldehida se povećao tijekom procesa proizvodnje u svim fazama (0,67 – 2,57 %), dok se udio benzenacetaldehida ne mijenja do faze zrenja kada se udio poveća (0,32 – 1,69 %).

U istraživanju Sabio i sur. (1998) aldehidi su identificirani u Bayonne, Corsican, Iberian, Serrano i Parma pršutima, najveći udio ima heksanl. Najveći udio aldehida općenito je identificiran u Iberian pršutu, iznimka je acetaldehid kojeg je najviše bilo u Serrano pršutu te benzaldehid kojeg je najviše bilo u Corsican pršutu.

Udio ukupnih aldehida u analiziranim uzorcima *Biceps femorisa* i *Semimembranosusa* pokazuje statistički značajnu razliku ($P<0,05$) nakon faze sušenja. Ukupni udio aldehida se povećava nakon procesa soljenja, te se zatim smanjuje nakon dimljenja i sušenja (Tablica 1.). Udio ukupnih aldehida je veći u *Semimembranosusu* u odnosu na *Biceps femoris* u sirovom butu i nakon faze soljenja, dok je nakon faze dimljenja i sušenja udio ukupnih aldehida veći u *Biceps femorisu*.

U ovom istraživanju kvantificirani aldehidi su 3-metilbutanal, pentanal, heksanal, benzaldehid, oktanal i dekanal. U ispitivanim uzorcima 3-metilbutanal je prisutan u koncentraciji od 0,04 – 0,05 mg kg^{-1}, pentanal u koncentraciji 0,06 – 0,13 mg kg^{-1}, heksanal je prisutan u koncentraciji od 0,09 – 0,56 mg kg^{-1}, benzaldehid je prisutan u koncentraciji od 0,01 – 0,02 mg kg^{-1}, oktanal je prisutan u koncentraciji od 0,04 mg kg^{-1} te dekanal je prisutan u koncentraciji od 0,15 – 0,18 mg kg^{-1}. Značajne razlike postoje između koncentracija u *Biceps femorisu* i u *Semimembranosusu* nakon faze sušenja za heksanal (Tablica 2.). U sirovom butu nije bilo razlike u koncentraciji 3-metilbutanala u ovisnosti o tipu mišića, povećala se u oba mišića nakon dimljenja. Pentanal u *Biceps femorisu* se poveća kroz faze, a u *Semimembranosusu* se poveća kroz faze te se smanjio nakon sušenja, koncentracija je veća u *Biceps femorisu*. Koncentracija heksanala u *Biceps femorisu* se povećala kroz faze, a u *Semimembranosusu* do sušenja te se nakon sušenja smanjila. U *Biceps femorisu* je značajno

veća koncentracija u odnosu na *Semimembranosus.* Benzaldehid ima istu koncentraciju u fazama proizvodnje za *Biceps femoris* i *Semimembranosus*, nakon dimljenja se poveća koncentracija u oba mišića. Koncentracija oktanala je nepromijenjena u *Biceps femorisu* i *Semimembranosusu*, a dekanala je najniža u sirovom butu za *Biceps femoris*, u ostalim fazama je konstantna za oba mišića.

3-metilbutanal doprinosi aromi po siru, slano, voćno, pikantno (Narvaez-Rivas i sur., 2012), pentanal doprinosi aromi po orašatim plodovima, prženo, voćno (Narvaez-Rivas i sur., 2012), heksanal doprinosi aromi zeleno, travnato, masno, benzaldehid doprinosi aromi po gorkim bademima, prodoran, oktanal doprinosi aromi po mesu, svježe, zeleno te dekanal doprinosi aromi citrus, vosak (Petričević, 2018).

Fenoli su sastojci koji potječu od dima jer jedna od faza proizvodnje uključuje dimljenje pršuta te su u većoj količini zastupljeni u Dalmatinskom pršutu po čemu se Dalmatinski pršut razlikuje od ostalih pršuta u svijetu. Fenol, o- i m- krezol; 2,6- i 2,5-ksilenol te 2,6-dimetoksifenol su odgovorni za tzv. dimljenu aromu pršuta. No neki fenoli poput p-krezola, gvajakola i metil gvajakola mogu biti mikrobnog podrijetla (Stahnke, 2002). Imaju nizak prag detekcije zbog čega značajno doprinose aromi mesnih proizvoda po dimu. Nastaju procesom pirolize i oksidacije lignina na temperaturi 200-400 °C. Metoksifenoli i fenoli, osim arome po dimu, paljevini, zagorenom, imaju antioksidativno i antimikrobno djelovanje (Marušić Radovčić i sur., 2016).

Metoksifenoli su najzastupljeniji sastojci dima, 2,6-dimetoksifenoli su osobito svojstveni dimu tvrdog drveta, dok dim proizveden od biomase mekih vrsta drveta sadrži veći udio 2-metoksifenola (Kjällstrand i sur., 2000). Hladni postupak dimljena (15-25 ˚C) doprinosi aromi pršuta i produžuje vijek trajanja zahvaljujući antioksidativnim i antimikrobnim efektima spojeva dima (Petričević, 2018).

U ovom istraživanju u analiziranim uzorcima identificirano je 16 fenola s udjelom 0,00 – 1,92 % u *Biceps femorisu* te 0,00 – 26,83 % u *Semimembranosusu*, dok je udio fenola u Dalmatinskom pršutu nakon faze zrenja iznosio 23,98 – 34,30 % (Petričević i sur., 2018; Marušić Radovčić i sur., 2016). Svi fenoli u ovom istraživanju su identificirani nakon faze dimljenja, osim 4-metilfenola koji je identificiran u oba mišića nakon soljenja. U *Biceps femorisu* udio fenola se smanjivao nakon sušenja, a u *Semimembranosusu* je rastao.

Najzastupljeniji fenoli u analiziranim uzorcima su: 2-metoksifenol (0,00 – 9,78 %), 4-metilfenol (0,00 – 5,87 %), fenol (0,00 – 5,56 %), 2-metilfenol (0,00 – 4,58 %), 2-metoksi-5-metilfenol (0,00 – 3,78 %) i 4-etilgvajakol (0,00 – 2,65 %). Udio 2-metoksifenola u

Dalmatinskom pršutu je iznosio 0,20 – 5,44 %, 4-metilfenol 3,76 – 7,35 %, 2-metoksi-4-metilfenol 3,99 – 4,57 %, 2-metilfenol 2,14 – 3,60 %, 4-etilgvajakol 1,90 – 2,65 (Petričević i sur., 2018; Marušić Radovčić i sur., 2016). 2-metoksifenol je identificiran samo nakon faze dimljenja u *Biceps femorisu* (0,98 %) i *Semimembranosusu* (9,78 %), 4-metil-fenol je identificiran u oba mišića nakon soljenja te mu se udio poveća nakon dimljenja i sušenja, udio mu je nakon soljenja veći u *Biceps femorisu* (0,64 %), a nakon dimljenja i sušenja je veći u *Semimembranosusu* (1,25 – 5,87 %). Fenol i 2-metilfenol su identificirani u *Semimembranosusu* nakon sušenja u udjelu 5,56 % i 4,58 %.

Osim navedenih fenola u analiziranim uzorcima u manjim količinama prisutni su: 2-etil-fenol, 2,6-dimetilfenol, 3-etilfenol, 3,5-dimetilfenol,4-metoksi-3-metilfenol, 2-metoksi-4-metilfenol, 3,4-dimetilfenol, 2,3,6-trimetilfenol i eugenol.

U istraživanju na Celta pršutu Bermudez i sur. (2014) identificirali su 3 fenola: fenol, 2-metoksifenol i 2-metilfenol. Fenol je identificiran tijekom sušenja u *Semimembranosusu* i udio mu se povećava tijekom daljnjeg procesa proizvodnje (0,00 – 1,95 %), a u *Biceps femorisu* je identificiran tijekom zrenja i povećao se tijekom procesa (0,00 – 2,84 %), udio mu je veći u *Biceps femorisu*. Rezultati su u skladu sa rezultaima ovog istraživanja budući da je fenol identificiran samo u *Semimembranosusu* nakon sušenja. 2-metoksi-fenol je identificiran u *Semimembranosusu* nakon soljenja i udio mu se poveća tijekom procesa (0,00 – 3,57 %), a u *Biceps femorisu* je identificiran tijekom zrenja (0,00 – 2,77 %), udio je veći u *Semimebranosusu*. 2-metil-fenol je u *Semimembranosusu* identificiran nakon sušenja, udio mu se poveća kroz daljnje faze procesa (0,00 – 1,73 %), a u *Biceps femorisu* je identificiran samo nakon zrenja (1,97 %).

Puglise i sur. (2014) su u Kraškom pršutu identificirali 2 fenola: fenol i 4-metilfenol u *Biceps femorisu* i *Semimembranosusu* tijekom zrenja pršuta, udio fenola je veći u *Semimembranosusu*, a u *Biceps femorisu* je veći udio 4-metilfenola u odnosu na *Semimembranosus.* Sabio i sur. (1998) su identificirali etilfenol u Corsican, Iberian i Serrano pršutu.

Udio ukupnih fenola u analiziranim uzorcima *Biceps femorisa* i *Semimembranosusa* pokazuje statistički značajnu razliku ($P<0,05$) nakon faze soljenja. Ukupni udio fenola se povećava tijekom proizvodnog procesa, izuzetak je nakon faze sušenja kada dolazi do smanjenja fenola u *Biceps femorisu* (Tablica 1.). Udio ukupnih fenola je veći u *Biceps femorisu* u odnosu na *Semimembranosus* nakon faze soljenja, dok je nakon faze dimljenja i sušenja udio ukupnih fenola veći u *Semimembranosusu*. Veći udio fenola u *Semimembranosusu* je

očekivana budući da je *Semimembranosus* vanjski mišić koji većim dijelom nije pokriven kožom i masnim tkivom te je izloženiji utjecaju dima i dehidrataciji tijekom sušenja.

U ovom istraživanju kvantificirani fenoli su 4-etilgvajakol i eugenol. U ispitivanim uzorcima 4-etilgvajakol je prisutan u koncentraciji od 0,00 – 0,15 mg kg^{-1} te eugenol u koncentraciji 0,00 – 0,16 mg kg^{-1}. Značajne razlike postoji između koncentracija u *Biceps femorisu* i u *Semimembranosusu* nakon dimljena i sušenja za eugenol (Tablica 2.). 4-etilgvajakol je identificiran nakon dimljenja u oba mišića, koncentracija je konstantna u oba mišića kroz faze. Eugenol je u *Biceps femorisu* identificiran samo nakon dimljenja u nižoj koncentraciji u odnosu na *Semimembranosus*. U *Semimembranosusu* je identificiran nakon dimljenja i sušenja u podjednakoj koncentraciji. Eugenol doprinosi aromi po klinčiću, dimu, začinjeno, a 4-etilgvajakol doprinosi aromi po klinčiću, dimu (Petričević, 2018).

Ketoni su kemijska grupa hlapivih spojeva koji nastaju kao produkt lipidne autooksidacije, ali mogu nastati i mikrobiološkim metabolizmom (Petričević i sur., 2018). Ako je koncentracija ketona izuzetno visoka možemo zaključiti da su mikroorganizmi uključeni u nastanak ovih spojeva (Sabio i sur., 1997, Petričević i sur., 2018). Smatra se da ketoni, osobito 2-ketoni imaju veliki utjecaj na aromu mesnih proizvoda i imaju posebne arome, kao što su eterični maslac, začinsko bilje ili plavi sir, tako da je njihov doprinos ukupnom okusu važan (Lorenzo i sur., 2013). Metil ketoni 2-nonanone i 2-heptanon najčešće nastaju autooksidacijom masnih kiselina, β-oksidacijom masnih kiselina (npr. djelovanjem plijesni) ili dekarboksilacijom β-keto kiselina. 2-heptanon je oksidacijski produkt linolne kiseline (Kovačević, 2017). Metil ketoni (2-heptanon, 2-nonanon i drugi) nastaju oksidacijom lipida, autooksidacijom ili beta-oksidacijom masnih kiselina i imaju intenzivan miris. Ovi spojevi doprinose aromi i smatraju se odgovornim za masnu aromu pršuta povezanu s aromom kuhanog mesa i pljesnivog sira (Marušić Radovčić i sur., 2016).

U analiziranim uzorcima u ovom istraživanju udio ketona iznosi 5,64 – 8,76 % u *Biceps femorisu* te 7,39 – 13,77 % u *Semimembranosusu*, te je ukupno identificirano 13 ketona. Ketoni se nalaze u većem udjelu u odnosu na istraživanja na Dalmatinskom pršutu Petričević i sur. (2018) (3,74 %), i Marušić Radovčić i sur. (2016) (2,2 %). Udio ukupnih ketona u *Biceps femorisu* i *Semimembranosusu* se povećao nakon soljenja i dimljenja, a smanjio se nakon sušenja. Udio ketona je podjednaka u oba mišića nakon soljenja, a u ostalim fazama je udio veći u *Semimembranosusu*. Može se pretpostaviti da će se udio ketona nakon faze zrenja smanjiti.

Najzastupljeniji ketoni u analiziranim uzorcima u ovom istraživanju su: 2,3-oktadion (4,38 – 8,04 %), 2,3-dimetil-2-ciklopenten-1-on (0,00 – 2,64 %), 2-metil-2-ciklopenten-1-on (0,00 – 1,64 %), 1-okten-3-on (0,00 – 1,29 %), 2-nonanon (0,00 – 1,27 %) i 2-butanon (0,00 – 1,20 %). Osim navedenih ketona u analiziranim uzorcima u manjim količinama prisutni su: 2-pentanon, 3-heptanon, 2-heptanon, 2,3-dimetil-2-ciklopenten-1-on, 2-ciklopenten-1-on, 3-okten-2-on i 2,6,8-trimetil-4-nonanon. Udio 2,3-oktadion nakon soljenja i dimljenja se povećao u *Biceps femorisu* te se smanjio nakon sušenja, u *Semimembranosusu* se povećao nakon soljenja te se smanjio nakon dimljenja i sušenja. Nakon dimljenja je značajna razlika između mišića, veći udio 2,3-oktandiona je u *Biceps femorisu*. 2-pentanon je identificiran u oba mišića nakon soljenja, te se u oba mišića povećava u proizvodnom procesu (nakon dimljenja i sušenja), nema značajne razlike između mišića. 2-heptanon je u *Biceps femorisu* identificiran nakon dimljenja i povećao se nakon sušenja, a u *Semimembranosusu* je identificiran nakon soljenja i udio mu se povećao u proizvodnom procesu. Udio mu je veći u *Biceps femorisu* nakon dimljenja i soljenja. Udio 2-nonanona u *Biceps femorisu* se smanjuje nakon soljenja i dimljenja te nije identificiran nakon sušenja, u *Semimembranosusu* se smanjio nakon soljenja, povećao se nakon dimljenja i smanjio se nakon sušenja, udio mu je u *Semimembranosusu* nakon dimljenja i sušenja veći u odnosu na *Biceps femoris*.

Različiti autori detektirali su i identificirali različite ketone u Iberian pršutu i to: 2-butanon, 2-pentanon, 5-etil-dihidro-2(3H)-furanon, 1-penten-3-on, 2-heptanon, 2-oktanon, 4-okten-3-on, 6-metil-5-hepten-2-on i 2-nonanon (López i sur., 1992; Ruíz i sur., 1998; Sabio i sur., 1998; Carrapiso i sur., 2003; García-González i sur., 2008). Najprisutniji keton u francuskom i španjolskom pršutu je 2-propanon. Dirinck i sur. (1997) su otkrili da 2-propanon ima najveći udio od svih identificiranih ketona u Iberian pršutu. Općenito, udio metil ketona je viša u Iberian pršutima.

U istraživanju Bermudez i sur. (2014) ketoni u Celta pršutu pokazuju slične vrijednosti u oba mišića, udio se povećao značajno do zrenja te se onda smanjio u oba mišića. Samo 4 ketona (2-pentanon, 2-heptanon, 3-nonanon, 2-nonanon) su identificirani tijekom proizvodnje Celta pršuta. 2-heptanon je najprisutniji keton tijekom proizvodnje. Ravnolančani ketoni kao što je 2-pentanon, 2-heptanon, 3-nonanon i 2-nonanon detektirani u ovom istraživanju produkti su oksidacije masnih kiselina.

Ketoni su prisutni u velikoj količini u Kraškom pršutu i povećao im se udio tijekom zadnja 4 mjeseca zrenja (Pugliese i sur. 2015). Ketoni kao što su 4-heksen-2-on i 2-undekanon imaju

visoke udjele u Kraškom pršutu, osobito u *Biceps femorisu* nakon 16 mjeseci zrenja. Ovi spojevi nisu nađeni u drugim istraživanjima pršuta.

Sabio i sur. (1997) su identificirali 17 ketona u Bayonne, Corsican, Iberian, Parma i Serrano pršutima. 10 ketona je identificirano u svim vrstama pršuta, u najvišim udjelima su butanon i 2-pentanon. U Iberaian pršutu Garcia-Gonzalez i sur. (2013) identificirali su 8 ketona, u najvećem udjelu su 2-nonanon i 2-heptanon koji je u većem udjelu u *Biceps femorisu* u odnosu na *Semimembranosus*, 2-pentanon ima podjednak udio u oba mišića što odgovara rezultatima ovog istraživanja.

U istraživanju Huan i sur. (2005) identificirano je 17 ketona u kineskom Jinhua pršutu, udio ketona se mijenjao kroz faze ovisno o vrsti, 2,3-butandion i 3-hidroksi-2-butanon su imali najveće udjele u sirovim uzorcima, a udio im je najniži nakon zrenja, dok se ostalim ketonima (2-butanon, 2-pentanon, 2-heksanon, 2-heptanon i drugi) udio povećava konstantno tijekom procesa proizvodnje. Udio 2-heptanona je 0,38 – 2,55 % rastao tijekom proizvodnje, najveći udio ima tijekom zrenja, dok se smanjio na samom kraju procesiranja. 2-nonanon je rastao kontinuirano tijekom procesa proizvodnje te nije identificiran na kraju procesa poslije zrenja (udio mu iznosi 0,00 – 0,39 %). 2,3-oktadion je identificiran u sirovom butu udio mu se povećao nakon soljenja pa se smanjio nakon sušenja te se povećao nakon zrenja (0,03 – 0,16 %), rezultati su u skladu sa rezultatima ovog istraživanja.

Udio ukupnih ketona u analiziranim uzorcima *Biceps femorisa* i *Semimembranosusa* pokazuje statistički značajnu razliku ($P<0,05$) u sirovim butovima, nakon dimljenja i nakon sušenja. Ukupni udio ketona se povećava tijekom proizvodnog procesa do faze sušenja (Tablica 1.).

U ovom istraživanju kvantificirani ketoni su 2-butanon, 2-heptanon i 2-nonanon. U ispitivanim uzorcima 2-butanon je prisutan u koncentraciji od 0,15 mg kg^{-1}, 2-heptanon u koncentraciji od 0,3 mg kg^{-1}, a 2-nonanon u koncentraciji od 0,08 mg kg^{-1}, nema značajne razlike između koncentracija u *Biceps femorisu* i u *Semimembranosusu* u svim fazama za navedene ketone (Tablica 2.).

Okten-3-on zbog niskog praga osjetljivosti značajno doprinosi aromi pršuta s notama svježe, voćno (Marušić Radovčić, 2016). 2-Heptanon doprinosi aromi s osjetilnim svojstvima začinjenog, plavim sirom, po žiru i nalazi se u većim koncentracijama u Iberian pršutu (García-González i sur., 2013). 2-nonanon pridonosi aromi zrelog mesa s notama cvjetnog, voćnog,

aromatičnog i nalazi se iznad granice detekcije u ispitivanim uzorcima tako da je važna komponenta. 2-butanon pridonosi eteričnoj noti (Petričević, 2018).

Aromatski ugljikovodici mogu biti podrijetlom iz dima (ukoliko se pršut dimi), iz biljaka (podrijetlom iz stočne hrane) ili su posljedica kontaminacije okoliša te se unose hranom i talože u masnom tkivu (Kovačević, 2017). Mogu nastati oksidacijom lipida i mikrobiološkom aktivnošću (Bermudez i sur., 2014), imaju drugačiji doprinos aromi pršuta. Veća količina identificiranih aromatskih ugljikovodika zastupljena u Dalmatinskom pršutu posljedica je upotrebe dima koji se koristi u procesu prerade pršuta (Petričević, 2018).

Aromatski ugljikovodici su peta najzastupljenija skupina hlapivih spojeva arome u analiziranim uzorcima ovog istraživanju, s udjelom 1,67 – 7,76 % u *Biceps femorisu* te 1,67 – 8,45 % u *Semimembranosusu*. Slični udjeli zabilježeni su u istraživanjima Petričević i sur. (2018) (5,59 %) i Marušić Radovčić i sur. (2016) (2,6 %) u uzorcima Dalmatinskih pršuta. Udio aromatskih ugljikovodika u *Biceps femorisu* je najveći u sirovom butu, nakon soljenja se smanjuje te se zatim poveća nakon dimljenja i sušenja, dok se u *Semimembranosusu* udio aromatskih ugljikovodika poveća tijekom procesa proizvodnje te je najveći nakon sušenja. Udio je veći u *Semimembranosusu* u odnosu na *Biceps femoris* za sve faze proizvodnje osim za sirovi but, očekivano je da će udio biti veći u *Semimembranosusu* budući da je on vanjski mišić izloženiji utjecaju dima.

Od 12 identificiranih aromatskih ugljikovodika najzastupljeniji u analiziranim uzorcima su: metoksi-fenil-oksim (0,00 – 6,24 %), benzen (0,10 – 2,55 %), 2-etil-5-metil-furan (0,00 – 1,56 %), p-ksilen (0,00 – 1,27 %), te 1,3,5-trimetil-benzen (0,16 – 1,07 %). P-ksilen u *Biceps femorisu* identificiran je nakon faze soljenja, poveća se nakon dimljenja te nije identficiran nakon sušenja, u *Semimembranosusu* identificiran je nakon soljenja, smanjio mu se udio nakon dimljenja, a nakon sušenja ostaje nepromijenjen. Metoksi-fenil-oksim u najvećem udjelu je prisutan u *Biceps femorisu* u sirovom butu, te dolazi do smanjivanja udjela nakon soljenja, dimljenja te nije identificiran nakon sušenja. U *Semimembranosusu* nije identificiran nakon soljenja, a u ostalim fazama nema značajne razlike u udjelu. 2,5-dimetil-furan nije identificiran u *Biceps femorisu*, a identificiran je u *Semimembranosusu* nakon dimljenja te udio nije promijenjen nakon sušenja.

Metil-benzen, p-ksilen, m-ksilen, o-ksilen, 1,2,4-trimetil benzen, 1,3,5-trimetil-benzen i 1-etil-4-metil-benzen identificirani su u Iberijskom pršutu (López i sur., 1992; Ruiz i sur., 1998; Sabio i sur., 1998; Ramirez i sur., 2007; García-González i sur., 2008).

Osim navedenih aromatskih ugljikovodika u analiziranim uzorcima ovog istraživanja u manjim količinama prisutni su: 2-etil-furan, 1-metil-2-propil-cikloheksan, 2-etil-5-metil-furan, 2-metoksi-3-metil-pirazin, 3,4-dimetoksi-toluen te 1,4-dimetoksi-benzen. Furani u pršutu potječu od dima i Maillardovih reakcija, derivati furana daju note arome po karameli, slatkome, zagorenom i šećerne note (Viani i Horman, 1974).

Aromatski ugljikovodici u istraživanju Bermudez i sur. (2014) za Celta pršut iznosili su približno 5,4 % i 4,7 % ukupnih identificiranih hlapivih spojeva u *Semimembranosusu* i *Biceps femorisu* u sirovim uzorcima i taj se udio smanjio ispod 0,7 % u oba mišića na kraju procesa. Samo 4 aromatska ugljikovodika: toluene, etil-benzen, p-ksilene i o-ksilene su detektirani u sirovim uzorcima. Tijekom procesa proizvodnje Celta pršuta identificirani su u vrlo niskim udjelima metoksi-fenil-oksim (0,00 – 2,30 %) što je niže u usporedbi sa rezultatima ovog istraživanja, nitrobenzen (0,00 - 1,15 %), 1,2-dimetoksi-benzen (0,00 – 3,09 %) i 2,3-dimetoksi-toulen (0,00 – 0,72 %). P-ksilen ima najveće vrijednosti nakon faze soljenja 10,3 % za *Biceps femoris* i 8,27 % za *Semimembranosus*, a slijede ga toluen i etilbenzen. Na kraju procesa 4 aromatska ugljikovodika: toluen, etilbenzen, o-ksilene i nitrobenzene nisu identificirani u nijednom uzorku.

Huan i sur. (2005) identificirali su u Jinhua pršutu 13 aromatskih ugljikovodika, ukupni udio se povećao tijekom proizvodnje, nakon soljenja, sušenja i tijekom zrenja, te se nakon zrenja znatno smanjio. Što se poklapa sa rezultatima dobivenim u ovom istraživanju za Semimembranosus tijekom soljenja, dimljenja i sušenja. U najvećem udjelu identificirani su: toulen (0,29 – 8,59%), 1,2-dimetil-benzen (0,46 – 3,08 %), fenilpropen (0,00 – 1,43 %).

Sabio i sur. (1998) identificirali su 8 aromatskih ugljikovodika u Bayonne, Corsican, Iberian, Serrano i Parma pršutu, najzastupljeniji bili su metil-ciklopentan (112 %), toulen (21,5 %) i dimetil-benzen (43,5 %).

Udio ukupnih aromatskih ugljikovodika u analiziranim uzorcima *Biceps femorisa* i *Semimembranosusa* pokazuje statistički značajnu razliku ($P<0,05$) u svim fazama (Tablica 1.). Ukupn udio aromatskih spojeva se povećava tijekom proizvodnog procesa, izuzetak je udio aromatskih ugljikovodika u sirovom butu u *Biceps femorisu* koji je posljedica velikog udjela metoksi-fenil-oksima (6,24 %).

Alifatski ugljikovodici nastaju oksidativnom razgradnjom lipida, nemaju značajniji utjecaj na aromu i imaju relativno visoki prag detekcije mirisa (Lorenzo i sur., 2013). Alifatski ugljikovodici sa manje od 10 ugljikovih atoma nastaju oksidacijim lipida (Ansorena i sur.,

2001.), dok se oni s dužim lancima nakupljaju u masnom tkivu što je posljedica hranidbe životinja (Tejada i sur., 2001). Alifatske ugljikovodike identificirali su Sabio i sur. (1998) u Bayonne, Corsican, Iberian, Serrano i Parma pršutu.

U ovom istraživanju identificirano je 5 alifatskih ugljikovodika: 3,3,4-trimetil heptan, heksan, 1-tridecen, 2,4-dimetil-2,3-heksadien i 9-metil-5-undecen. Alifatski ugljikovodici se u analiziranim uzorcima nalaze u udjelu 0,11 – 1,44 % u *Biceps femorisu* te 0,00 – 1,39 % u *Semimembranosusu*, što je nešto niža vrijednost u odnosu na udio alifatskih ugljikovodika u istraživanjima Petričević i sur. (2018) (1,90 %) i Marušić Radovčić i sur. (2016) (2,2 %) u uzorcima Dalmatinskih pršuta. Ukupni udio alifatskih ugljikovodika se smanjuje procesom proizvodnje i u *Biceps femorisu* i u *Semimembranosusu*, iznimka je povećanje udjela 9-metil-5-undecena u *Semimembranosusu* nakon faze sušenja (Tablica 1.). Dobiveni rezultati ovog istraživanja odgovaraju literaturnim podacima, količina alifatskih ugljikovodika smanjuje se kako se odvijaju procesi proizvodnje pršuta zbog povećanja količine fenola i aromatskih ugljikovodika (Petričević, 2018).

U analiziranim uzorcima najzastupljeniji alifatski ugljikovodik je heksan (0,00 – 0,91 %) prisutan je samo u sirovim uzorcima, udio u *Biceps femorisu* (0,91 %) je neznatno veći u odnosu na *Semimembranosus* (0,83 %). Ostali alifatski ugljikovodici prisutni su u manjim udjelima: 3,3,4-trimetil heptan (0,00 – 0,56 %), 9-metil-5-undecen (0,00 – 0,47 %), 2,4-dimetil-2,3-heksadien (0,00 – 0, 24 %) i tridecen (0,00 – 0,14 %). Tridecen je u *Biceps femorisu* identificiran nakon soljenja, udio mu se ne mijenja nakon dimljenja i sušenja (0,12 %), dok je u *Semimembranosusu* identificiran nakon faze dimljenja, udio je nepromijenjen nakon sušenja (0,13 %).

Alifatski ugljikovodici se značajno povećavaju tijekom sušenja i zrenja postižući najveće udjele na kraju procesa u Celta pršutu (Bermudez i sur., 2014). U ovom istraživanju nakon soljenja ravnolančani alifatski ugljikovodici s više od 10 ugljikovih atoma su prisutni u najvećim udjelima u oba mišića (*Biceps femoris* i *Semimembranosus*). Najviše ima undekana (0,00 – 30,71 %), dok su na kraju zrenja najprisutniji bili alifatski ugljikovodici s kraćim lancima. Na kraju procesa proizvodnje heptan, oktan, nonan, dekan, dodekan su pokazivala statistički značajnu razliku između mišića.

Petričević i sur. (2017) su u svom istraživanju identificirali 18 alifatskih ugljikovodika. 2-okten, dekan, 5-metiltrideken i 3-etil-2-metil-1,3-heksadien je nađen samo u Krčkom pršutu, dok 3-metiltideken i 3-metilpentadeken u Istarskom pršutu. Niže količine alifatskih

ugljikovodika su nađene u dimljenim pršutima zbog više količine fenola i aromatskih ugljikovodika, ovakvi rezultati su dobiveni i u ovom istraživanju.

U Kraškom pršutu količina i broj identificiranih alifatskih ugljikovodika je nizak, udio heksana u *Biceps femorisu* tijekom zrenja iznosi 0,009 – 0,015 %, a u *Semimembranosusu* 0,009 – 0,017 %. Udio tridekana u *Biceps femorisu* tijekom zrenja iznosi 0,005 – 0,008 %, a u *Semimembranosusu* 0,008 – 0,010 % (Pugliese i sur., 2015). Dobiveni rezultati su niži u usporedbi sa rezultatima dobivenim ovim istraživanjem.

Huan i sur. (2005) identificirali su 13 alifatskih ugljikovodika, ukupni udio se smanjuje nakon soljenja te se povećava nakon sušenja i tijekom zrenja, a najmanji udio je u zrelom proizvodu. Udio heksana iznosi 0,00 – 5,48 %, a tridekana 0,00 – 0,32 % što je više u odnosu na rezultate ovog istraživanja.

Udio ukupnih alifatskih ugljikovodika u analiziranim uzorcima *Biceps femorisa* i *Semimenranosusa* pokazuje statistički značajnu razliku ($P<0,05$) nakon faze soljenja, dimljenja i sušenja (Tablica 1.).

Esteri nastaju esterifikacijom karboksilnih kiselina i alkohola, njihov udio se povećava tijekom procesa zrenja. Doprinos estera općoj aromi pršuta ovisi o duljini njihovog lanca. Esteri nastali iz kiseline kratkog lanca imaju voćne note, dok esteri formirani iz dugolančanih kiselina doprinose masnom aromom (Petričević i sur., 2018). Esteri mogu nastati i mikrobiološkom aktivnošću, odnosno aktivnošću esteraza (Kovačević, 2017), smatra se da udio soli utječe na nastajanje estera aktiviranjem esteraza. Mogu nastati i interakcijom slobodnih masnih kiselina i različitih alkohola nastalih oksidacijom masnih kiselina u intarmuskularnom masnom tkivu. Na smanjeni udio estera utječe antioksidativno djelovanje nitrata i nitrita koji se koriste za salamurenje npr. Serrano šunki. Talijanski pršuti imaju puno estera, jer se u proizvodnji koristi samo sol (Kovačević, 2017). Shodno tome, niža koncentracija estera pronađena u Španjolskim i Francuskim pršutima vjerojatno je posljedica inhibitorskog utjecaja nitrata i nitrita na oksidaciju lipida (Toldra, 2002). Sabio i sur. (1998) identificirali su estere u Bayonne, Corsican, Iberian, Serrano i Parma pršutu.

U ovom istraživanju identificirana su 4 estera: metil butanoat, etil heksanoat, etil oktanoat i butil benzoat. Esteri se u analiziranim uzorcima nalaze u udjelu 0,94 – 4,88 % u *Biceps femorisu* te s 0,66 – 2,87 % u *Semimembranosusu*. Udio estera u *Biceps femorisu* se smanjuje nakon soljenja, povećao nakon dimljenja te ponovno smanjio nakon sušenja, dok se u *Semimembranosusu* udio estera povećao nakon soljenja i dimljenja te se značajno snizio nakon

sušenja. Udio metil butanoata u *Biceps femorisu* smanjuje se nakon soljenja, pa povećava nakon dimljenja i sušenja, udio mu iznosi od 0,32 – 1,49 %. U *Semimembranosusu* udio se smanjuje nakon faze soljenja, dimljenja i sušenja te iznosi od 0,24 – 1,20 %. Etil heksanoat u *Biceps femorisu* se smanjuje nakon soljenja pa se poveća nakon dimljena, a nakon sušenja nije identificiran, udio iznosi 0,00 – 3,15 %, u *Semimembranosusu* se udio povećao nakon soljenja i dimljenja, nakon sušenja nije identificiran, udio iznosi 0,00 – 1,62 % te je nešto niži u odnosu na *Biceps femoris.* Etil oktanoat identificiran je samo u *Semimembranosusu* nakon faze sušenja u udjelu od 0,43 %.

Udio estera u Dalmatinskom pršutu u istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2016), te istraživanju Petričević i sur. (2018) iznosio je 1,7 % i 1,42 %. Najzastupljeniji ester u uzorcima je etil heksanoat (0,00 – 3,15 %) koji doprinosi aromi kore jabuke (Toldra, 2002). Ostali esteri nalaze se u manjem udjelu: metil butanoat (0,24 – 1,49 %), etil oktanoat (0,00 – 0,43 %), doprinosi voćnoj aromi i butilbenzoat (0,00 – 0,46 %). U uzorcima Dalmatinskog pršuta, u istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2016) identificirana su 3 estera: heksil heksanoat, izoheksil heksanoat i dodecenil acetat, dok su u istraživanju Petričević i sur. (2018) u Dalmatinskom pršutu identificirana njih 4: etil oktanoat, butil butanoat, dibutil glutarat i etil dodekanoat. U Iberijskom pršutu identificirana su 2 estera: etil-2-metil butanoat u udjelu 1,1% i etilheksanoat 8,6% (Sabio i sur., 1998; López i sur., 1992).

Bermudez i sur. (2014) estere su promatrali u oba mišića (*Biceps Femoris* i *Semimembranosus*) kroz proces proizvodnje Celta pršuta. Udio estera se smanjuje kako napreduje proces proizvodnje iz sirovog uzorka do sušenja, nakon sušenja se njihov udio povećava tijekom zrenja postižući najveće udjele u uzorcima *Biceps femorisa*. Količina estera viša je u uzorcima *Biceps femorisa*, nego u uzorcima *Semimembranosusa* tijekom procesa proizvodnje, iako su najveće razlike između mišića primijećene tijekom zrenja. Dobiveni rezultati za faze soljenja i sušenja se poklapaju sa rezultatima ovog istraživanja. Najprisutniji ester je bio metil-heksanoat u udjelu 178,32 – 365,35 AU x 10^6, pokazuje značajnu razliku između mišića, ima ga više u *Biceps femorisu*. S druge strane, metil-pentanoat, metil-3-(metiltio)propanoat i butil-butanoat identificirani su tijekom zrenja dok je metil-dodekanoat identificiran jedino u sirovim uzorcima. Bolzoni i sur. (1996) su otkrili da su esteri najbrojnija skupina spojeva u Parma pršutima te da imaju velik utjecaj na aromu.

U Dalmatinskom pršutu samo 3 estera: heksil-heksanoat, izoheksil-heksanoat i dodecenil-acetat su nađeni kao rezultat antimikrobne aktivnosti NaCl-a (Gaspardo i sur., 2008). U

istraživanju Narvaez-Rivas i sur. (2012) identificiran je etil heksanoat koji je prisutan i u ovom istaživanju.

Pugliese i sur. (2015) u svom istraživanju su pokazali da se udio estera u Kraškom pršutu povećava s duljim procesom zrenja. Udio kratkolančanih estera u Kraškom pršutu je nizak i ostaje konstantan ili se neznatno smanjuje tijekom zadnja 4 mjeseca proizvodnje, dugolančani esteri se značajno povećavaju na kraju zrenja. U Kraškom pršutu identificirane su male količine metil razgranatih estera. Udio estera u *Semimembranosusu* je niži u odnosu na *Biceps femoris*, identificirano je ukupno 12 estera, u najvećem udjelu su etil-heksanoat, etil-oktanoat, etil-nonanoat, etil-dodekanoat i drugi.

Huan i sur. (2005) u svom istraživanju identificirali su 10 estera, udio estera se smanjuje nakon soljenja i sušenja, te se povećao zrenjem što je u skladu sa ovim istraživanjem. Udio etil-heksanoata iznosio je 0,00 – 0,37 %, etil-oktanoata 0,00 – 0,07% identificiran je prilikom zrenja pršuta, etil-dodekanoata 0,00 – 0,16%.

Udio ukupnih estera u analiziranim uzorcima *Biceps femorisa* i *Semimembranosusa* pokazuje statistički značajnu razliku ($P<0,05$) u svim fazama osim nakon sušenja (Tablica 1.). Udio estera je viši u *Semimembranosusu* u odnosu na *Biceps femoris* jedino nakon soljenja.

U ovom istraživanju kvantificirani esteri su etil-heksanoat i etil-oktanoat. U ispitivanim uzorcima etil-heksanoat je prisutan u koncentraciji od 0,02 mg kg^{-1} do 0,11 mg kg^{-1}, a etil-oktanoat u koncentraciji od 0,04 mg kg^{-1} do 0,20 mg kg^{-1}. Koncentracija etil-hekasnoata je niža u sirovim butovima u odnosu na ostale faze proizvodnje i za *Biceps femoris* i za *Semimembranosus*, nakon soljenja koncentracija se poveća te ostaje konstantna kroz ostale faze. Koncentracija etil-oktanoat je niža nakon soljenja u *Biceps* femorisu, nakon dimljenja se poveća i ostane nepromijenjena nakon sušenja. U *Semimembranosusu* koncentracija etil-oktanoata se nakon soljenja poveća i ostane konstantna kroz sve faze. Postoji značajna razlika između koncentracija u *Biceps femorisu* i u *Semimembranosusu* u sirovim butovima (Tablica 2.).

Prisutnost terpena u suhomesnatim proizvodima povezana je s dodavanjem začina (Petričević, 2018) ili kao posljedica njihove prisutnosti u hrani za životinje, na primjer prisutnost limonena je povezana s prehranom svinja (Sabio i sur., 1998). U ovom istraživanju pronađena je mala količina terpena u analiziranim uzorcima što odgovara načinu proizvodnje Dalmatinskog pršuta, jedini začin koji se koristi je morska sol. Terpeni kao što su α-pinen, β-kariofilen, 3-karen, limonen i β-pinen nalaze se u pršutu zbog dodatka crnog papra prilikom

proizvodnje Bayonne i Corsican pršuta (Hinrichsen i Pedersen, 1995). U tim vrstama pršuta terpeni se nalaze zbog tretiranja površine pršuta crnim paprom, ti spojevi sadrže 90 % esencijalnog ulja papra (Sabio i sur., 1998). Iako se općenito smatra da ugljikovodici ne doprinose značajno aromi, neki terpeni (ksilen, pinen i limonen) imaju specifičnu aromu na slatko, drvenasto ili limunasto (Timon i sur., 2001). Narvaez-Rivas i sur. (2012) identificirali su 8 terpena u Iberian pršutu: canphene, β-felandren, 3-karen, 4-karen, limonen, cineol, α-pinen i β-pinen. 3-karen, limonen, mircen, α-pinen i β-pinen su terpeni detektirani od više autora u Bayonne, Corsican, Iberian, Serrano i Parma pršutima (Sabio i sur., 1998; Ramirez i Cava, 2007; Garcia-Gonzalez i sur., 2008; Timon i sur., 2001; Andres i sur., 2002; Andrade i sur., 2009).

U analiziranim uzorcima identificirana su 3 terpena: limonen, linalool i mircen. Budući da nisu identificirani u sirovim butovima, nego tek nakon faze soljenja može se zaključiti da je prisutnost terpena posljedica korištenja soli kao začina. Terpeni se u analiziranim uzorcima nalaze u udjelu 0,00 – 1,54 % u *Biceps femorisu* te u udjelu 0,00 – 2,95 % u *Semimembranosusu*. Udio terpena u *Biceps femorisu* je nepromijenjen nakon soljenja i dimljenja, a smanjuje se nakon sušenja, dok se u *Semimembranosusu* udio terpena povećava nakon faze dimljena u odnosu na fazu soljena te smanjila nakon faze sušenja.

Udio limonena u analiziranim uzorcima iznosi 0,00 – 0,90 % što je u skladu s udjelom limonena u Dalmatinskom pršutu u istraživanju Petričević i sur. (2018) (0,52 %), kao i u istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2016) (0,3 – 1,8 %). Udio limonena u *Biceps femorisu* je niži u odnosu na njegov udio u *Semimembranosusu*. Tijekom proizvodnog procesa udio limonena u *Biceps femorisu* se smanjuje nakon sušenja u odnosu na soljenje i dimljenje, u *Semimembranosusu* dolazi do značajnog povećanja udjela limonena nakon dimljenja i sušenja (Tablica 1.). Limonen je identificiran u različitim istraživanjima u Iberijskom pršutu (Ruiz i sur., 1998; Sabio i sur., 1998; García-González i sur., 2008), pridonosi svježim i aromama citrusa (Narvaez-Rivas i sur., 2012). Limonen je identificiran u istaživanju Huan i sur. (2005) u kineskom Jinhua pršutu u udjelu 0,59 – 3,88 %, udio se povećava zrenjem pršuta, također je identificiran u Iberian pršutu, Ruiz i sur. (1999), u koncentraciji 0,019 – 0,076 %, udio limonena u Iberian pršutu odgovara rezultatima dobivenim ovim istraživanjem.

Udio linaloola u analiziranim uzorcima iznosi 0,00 – 1,00 % što je u skladu s istraživanjem Marušić Radovčić i sur. (2016) (0,3 – 0,7 %). Linalool je identificiran u analiziranim uzorcima nakon dimljenja, njegov udio u *Biceps femorisu* se ne mijenja tijekom proizvodnog procesa, udio mu je konstantan nakon dimljenja i nakon sušenja, dok se u *Semimembranosusu* udio linaloola smanjuje nakon sušenja u odnosu na dimljenje. Udio linaloola u *Biceps femorisu* je

niži u odnosu na njegov udio u *Semimembranosusu* (Tablica 1.). Linalool pridonosi cvjetnim i aromama citrusa i ima nisku granicu detekcije mirisa. Pronađen je u svim uzorcima hrvatskih pršuta (Petričević, 2018).

Udio mircena u analiziranim uzorcima iznosi 0,00 – 1,50 %, podjednaka je u *Biceps femorisu* i *Semimembranosu* u svim fazama, osim u *Biceps femorisu* nakon sušenja gdje nije identificiran. Mircen pridonosi travnatim aromama (Toldra, 2007), identificiran je u istraživanju Sabio i sur. (1998) u zrelom Bayonne pršutu u udjelu 22,3%.

Udio ukupnih terpena u analiziranim uzorcima *Biceps femorisa* i *Semimembranosusa* pokazuje statistički značajnu razliku ($P<0,05$) nakon faze dimljenja i sušenja.

U ovom istraživanju kvantificirani terpeni su mircen i limonen. U ispitivanim uzorcima mircen je prisutan u koncentraciji od 0,16 mg kg^{-1} do 0,18 mg kg^{-1}, a limonen u koncentraciji od 0,19 mg kg^{-1} do 0,22 mg kg^{-1}, nema značajne razlike između koncentracija u *Biceps femorisu* i u *Semimembranosusu* (Tablica 2.). Koncentracija mircena je podjednaka u svim fazama za oba mišića osim u sirovom za *Biceps femoris* gdje je koncentracija najniža. U *Biceps femorisu* je koncentracija limonena u sirovom butu najniža, a najviša je u *Semimembranosusu* nakon dimljenja, u ostalim fazama je koncentracija jednaka za oba mišića.

5. ZAKLJUČCI

Na temelju provedenog istraživanja i dobivenih rezultata može se zaključiti:

1. Primjenom plinske kromatografije s masenom detekcijom (GC – MS) određeno je 86 hlapivih spojeva arome u uzorcima Dalmatinskog pršuta nakon faze sušenja.
2. Određeni hlapivi spojevi pripadaju sljedećim kemijskim grupama spojeva: 17 alkohola, 16 aldehida, 16 fenola, 13 ketona, 12 aromatskih ugljikovodika, 5 alifatskih ugljikovodika, 4 estera i 3 terpena.
3. Najveće udjele u ispitivanim uzorcima imaju aldehidi (23,08 % - 64,75 %), zatim fenoli (0,00% - 26,83 %), alkoholi (12,91 % - 22,93 %), ketoni (5,64 % - 13,77 %) i aromatski ugljikovodici (1,67 % - 8,65 %).
4. Navedeni hlapivi spojevi arome potječu od lipolize, proteolize te dimljenja. Alkoholi su najzastupljenija skupina hlapivih spojeva u ovom istraživanju, dok visok udio fenola i aromatskih ugljikovodika potječe od faze dimljenja.
5. Anatomska lokacija mišića imala je utjecaj na udio hlapivih spojeva u uzorcima. Značajna razlika primjećuje se nakon faze dimljenja i sušenja. U *Biceps femorisu* veći je udio alkohola i aldehida, dok je u *Semimembranosusu* veći udio fenola i aromatskih spojeva.
6. Kvantificiran je ukupno 21 hlapivi spoj. Došlo je do povećanja koncentracije alkohola, aldehida, estera i fenola u *Biceps femorisu* i u *Semimembranosusu*, dok je koncentracija terpena i ketona ostala nepromijenjena tijekom navedenih faza istraživanja.

6. LITERATURA

Andrade, M.J., Córdoba, J.J., Sánchez, B., Casado, E.M., Rodríguez, M. (2009) Evaluation and selection of yeasts isolated from dry-cured Iberian ham by their volatile compound production. *Food Chem*. **113**, 457-463.

Andres, A.I., Cava, R., Ruiz, J. (2002) Monitoring volatile compounds during dry-cured ham ripening by solid-phase microextraction coupled to a new direct-extraction device. *J. Chromatogr.* **963**, 83–88.

Anonymous 1 (2019) Extending landscape of volatile metabolites as novel diagnostic biomarkers of inflammatory bowel disease, <https://www.researchgate.net/figure/Stepwise-method-of-operation-for-headspace-SPME-Original-image-reproduced-and-adapted_fig1_283544137>. Pristupljeno 29. lipnja 2019.

Ansorena, D., Gimeno, O., Astiasaran, I., Bello, J. (2001) Analysis of volatile compounds by GC-MS of a dry fermented sausage: chorizo de Pamplona. *Food Res. Int.* **34**, 67-75.

Bermudez, R., Carballo, J., Franco, D., Rodriguez, J.M.L. (2014) Influence of type of muscle on volatile compounds throughout the manufacture of Celta dry-cured ham. *Food Sci. Technol. Int.* **21** (8), 582-592.

Bolzoni, L., Barbieri, G., Virgili, R. (1996) Changes in volatile compounds of Parma hams during maturation. *Meat Sci.* **43**, 301–310.

Buscailhon, S., BerdagueÂ, J. L. and Monin, G. (1994) Time related changes in volatile compounds of lean tissue during processing of French dry-cured ham. *J. Sci. Food Agric.* **63**, 69-75.

Carrapiso, A., Bonilla, F., García, C. (2003) Effect of crossbreeding and rearing system on sensory characteristics of Iberian ham. *Meat Sci.* **65**, 623 – 629.

FAO/WHO (2006) *Combined Compendium of Food Addiitive Specifications*. Food and Agriculture Organization of the United Nations i World Health Organization,

<http://www.fao.org/3/a-a0691e.pdf>. Pristupljeno 29. lipnja 2019.

Flores, M., Aristoy, M. C., Spanier, A. M., i Toldra, F. (1997) Non-volatile components effects on quality of „serrano“ dry-cured ham as related to processing time. *J. Food Sci.* **62**, 1235-1239.

García-González, D.L., Tena, N., Aparicio-Ruiz, R., Morales, M.T. (2008) Relationship between sensory attributes and volatile compounds qualifying dry-cured hams. *Meat Sci.* **80**, 315–325.

García-González, D., Aparicio, R., Aparicio-Ruiz, R. (2013) Volatile and amino acid profiling of dry cured hams from different swine breeds and processing methods. *Molecules* **18**, 3927-3947.

Gasparado, B., Procida, G., Toso, B., Stefanon, B. (2008) Determination of volatile compounds in San Daniele ham using headspace GC–MS. *Meat Sci.* **80**, 204–209.

Hidalgo, F.J., Zamora, R. (2004) Strecker-type degradation by the lipidoxidation products 4,5-epoxy-2-alkenals. *J. Agri. Food Chem.* **52**, 7126−7131.

Hinrichsen, L.L., Pedersen, S.B. (1995) Relationship among Flavor, Volatile Compounds, Chemical Changes, and Microflora in Italian-Type Dry-Cured Ham during Processing. J. *Agri. Food Chem.* **43**, 2932-2940.

Honikel, K.O., Kim, C.J. (1986) Causes of development of PSE pork. *Fleischwirtschaft* **66**, 349-353.

Huan, Y., Zhou, G., Zhao, G., Xu, X., Peng, Z. (2005) Changes in flavor compounds of dry-cured chinese Jinhua ham during processing. *Meat Sci.* **71**, 291-299.

Kjällstrand, J., Petersson, G. (2001) Phenolic antioxidants in alder smoke during industrial meat curing. *Food Chem*. **74** (1), 85-89.

Kos, I., Mandir, A., Toić, U. (2015) Dalmatinski pršut-Oznaka zemljopisnog podrijetla, Specifikacija, Udruga dalmatinski pršut, Trilj.

Kovačević, D. (2017) Kemija i tehnologija šunki i pršuta, 1.izd., Prehrambeno – tehnološki fakultet, Osijek.

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

Krvavica, M., Lukić, A., Vrdoljak, M., Đugum, J., Ćurić, D. (2007) Proteoliza mišićnog tkiva tijekom zrenja pršuta. *Meso* **9**, 221-229.

Krvavica, M., Đugum, J. (2007) Razgradnja lipida mišićnog i masnog tkiva tijekom zrenja pršuta. *Meso* **9**, 267-273.

Krvavica, M., Babić, I., Cvitković, I., Đugum, J., Konjačić, M. (2010) Hlapljive tvari istarskog pršuta u različitim periodima zrenja. *Meso* **12**, 276-282.

Krvavica, M., Mioč, B., Friganović, E., Kegalj, A., Ljubičić, I. (2012) Sušenje i zrenje – temeljni tehnološki procesi u proizvodnji trajnih suhomesnatih proizvoda. *Meso* **15**, 138-144.

Krvavica, M., Đugum, J., Kegalj, A., Vrdoljak, M. (2013) Dimljenje - postupci i učinci na mesne proizvode. *Meso* **15**, 202-208.

Laureati, M., Buratti, S., Giovanelli, G., Corazzin, M., P.Lo Fiego, D., Pagliarini, E. (2014) Characterization and differentiation of Italian Parma, San Daniele and Toscano dry-cured hams: A multi-disciplinary approach. *Meat Sci*. **96** (1), 288-294.

López, M.O., De la Hoz, L., Cambero, M.I., Gallardo, E., Reglero, G., Ordosimnez, J.A. (1992) Volatile compounds of dry hams from Iberian pigs. *Meat Sci.* **31**, 267–277.

Lorenzo, J. M., Carballo, J., Franco, D. (2013) Effect of the inclusion of chestnut in the finishing diet on volatile compounds of dry-cured ham from Celta pig breed. *J. Integr. Agri*. **12**, 2002–2012.

Martín, A., Córdoba, J.J., Benito, M.J., Aranda, E., Asensio, M.A. (2003) Effect of Penicillium chrysogenum and Debaryomyces hansenii on the volatile compounds during controlled ripening of pork loins. *Int. J. Food Microbiol.* **84**, 327–338.

Martuscelli, M., Pittia, P., Casamassima, L.M., Manetta, A.C., Lupieri, L., Neri, L. (2009) Effect of intensity of smoking treatment on the free amino acids and biogenic amines occurrence in dry cured ham. *Food Chem*. **116**, 955–962.

Marušić, N. (2013) Karakterizacija hlapivih spojeva i parametara kvalitete tradicionalnoga Istarskoga i Dalmatinskoga pršuta, Doktorski rad, Prehrambeno – biotehnološki fakultet, Zagreb.

Marušić Radovčić, N., Vidaček, S., Janči, T., Medić, H. (2016) Characterization of volatile compounds, physico-chemical and sensory characteristics of smoked drycured ham. *J. Food Sci. Technol*. **53**, 4093–4105.

Muriel, E., Antequera, T., Petron, M.J., Andres, A.I., Ruiz, J. (2004) Volatile compounds in Iberian dry-cured loin. *Meat Sci.* **68**, 391−400.

Narváez-Rivas, M., Gallardo, E., León-Camacho, M. (2012) Analysis of volatile compounds from Iberian hams: a review. *Grasas aceites.* **63**, 432-454.

Nunes, C., Coimbra, M.A., Saraiva, J., Rocha, M.S. (2008) Study of the volatile components of a candied plum and estimation of their contribution to the aroma. *Food Chem*. **111** (4), 897-905.

Parolari, G., Virgili, R., Schivazappa, C. (1994) Relationship between cathepsin B activity and compositional parameters in dry-cured hams of normal and defective texture. *Meat Sci*. **38** (1), 117-122.

Pastorelli, G., Magni, S., Rossi, R., Pagliarini, E., Baldini, P., Dirinck, P., Van Opstaele, F., Corino, C. (2003) Influence of dietary fat, on fatty acid composition and sensory properties of dry-cured Parma ham. *Food Chem.* **65**, 571–580.

Pérez-Palacios, T., Ruiz, J., Martín, D., Grau, R., Antequera, T. (2010) Influence of pre-cure freezing on the profile of volatile compounds during the processing of Iberian hams. *J. Sci. Food Agric.* **90**, 882-890.

Petrak, T., Roseg, Đ., Hraste, A., Babić, K. (1987) Morfološka i histokemijska ispitivanja količine lipida tijekom procesa soljenja i prešanja istarskog pršuta. U: "Biodinamika mišića" (Bego, ured.), Veterinarski fakultet, Zagreb, 348-357.

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 Sci*. **137**, 217-227.

Petričević, S. (2018) Karakterizacija Dalmatinskoga, Drniškoga, Istarskoga i Krčkoga pršuta, Doktorski rad, Prehrambeno – biotehnološki fakultet, Zagreb.

Pham, A. J., Schilling, M. W., Mikel, W. B., Williams, J. B., Martin, J. M., Coggins, P. C. (2008) Relationships between sensory descriptors, consumer acceptability and volatile flavor compounds of American dry-cured ham. *Meat Sci*. **80**, 728–737.

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

Pugliese, C., F. Sirtori, M. Škrlep, E.Piasentier, L. Calamai, O. Franci, M. Čandek Potokar (2015) The e!ect 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.

Puljić, A. (1986) Istraživanje higijensko-tehnoloških i ekonomskih pokazatelja kooperacijske proizvodnje dalmatinskog «miljevačkog» pršuta, Magistarski rad, Veterinarski fakultet, Zagreb.

Ramirez, R., Cava, R. (2007) Volatile profiles of dry-cured meat products from three different Iberian×Duroc genotypes. *J. Agri. Food Chem.* **55**, 1923−1931.

Ruiz, J., R. Cava, T. Antequera, L. Martín, J. Ventanas, C.L. López-Bote (1998) Prediction of the feeding background of Iberian pigs using the fatty acid profile of subcutaneous, muscle andhepatic fat. *Meat Sci*. **49**, 155-163.

Sabio, E., Vidal-Aragon, M.C., Bernalte, M.J., Gata, J.L. (1998) Volatile compounds present in six types of dry-cured ham from south European countries. *Food Chem*. **61**, 493−503.

Sikorski, Z.E., Kolakowski, E. (2010) Smoling. U: Toldra´ F Handbook of meat processing. Blackwell Publishing, Iowa, str. 231–245.

Stahnke, L.H. (2002) Flavour formation in fermented sausage. U: Research Advances in the Quality of Meat and Meat Products (Toldrá, F., ured.), Research Signpost, India 193–223.

Tejada, J.F., Antequera, T., Martin, L., Ventanas, J., Garcia, C. (2001) Study of the branched hydrocarbons fraction of intramuscular lipids from Iberian fresh ham. *Meat Sci*. **58**, 175-179.

Timón, M. L., Ventanas, J., Carrapiso, A.I., Jurado, A., Garcia, C. (2001) Subcutaneous andintermuscular fat characterisation of dry-cured Iberian hams. *Meat Sci.* **58**, 85-91.

Toldrá, F., Flores, M., Sanz, Y. (1997) Dry-cured ham flavour: enzymatic generation and process influence. *Food Chem*. **59**, 523−530.

Toldrá, F. (1998) Proteolysis and Lipolysis in Flavour Development of Dry-cured Meat Products. *Meat Sci.* **49**, 101-110.

Toldrá, F., Flores, M. (1998) The role of muscle proteases and lipases in flavor development during the processing of dry-cured ham. *Crit. Rev. Food Sci*. **38**, 331–352.

Toldrá, F., Aristoy, M.C., Flores, M. (2000) Contribution of muscle aminopeptidases to flavour development in dry-cured ham. *Food Res. Int.* **33**, 181-185.

Toldrá, F. (2002) Dry-Cured Meat Products, Food & Nutrition Press, Inc., Connecticut.

Toldra, F. (2007) Handbook of Fermented Meat and Poultry, Blackwell Publishing, Valencia.

Viani, R., Horman, Y. (1974) Thermal behaviour of trigonelline. *J. Food Sci.* **39**, 1216–1217.

Zhang, J., Pan, D., Zhou, G., Wang, Y., Dang, Y., He, J., Li, G., Cao, J. (2019) The changes of the volatile compounds derived from lipid oxidation of boneless dry-cured hams during processing. *Eur. J. Lipid Sci. Tech.* doi.org/10.1002/ejlt.201900135.

Zhou, G.H., Zhao, G.M. (2007) Biochemical changes during processing of traditional Jinhua ham. *Meat Sci.* **77**, 114-120.

IZJAVA IZVORNOSTI

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

Katarina Novina

KATARINA NOVINA