

# Utjecaj pasmine svinja na aromu, boju i sastav masnih kiselina dimljenog pršuta

---

**Vidinski, Petra**

**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:159:191554>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-14**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, srpanj 2019.

Petra Vidinski  
1145/USH

**UTJECAJ PASMINE SVINJA NA  
AROMU, BOJU I SASTAV  
MASNIH KISELINA DIMLJENOG  
PRŠUTA**

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

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).

## **ZAHVALE**

Od srca veliko hvala mentorici prof. dr. sc. Helgi Medić te doc. dr. sc. Nives Marušić Radovčić i mag.ing. Ivni Poljanec što su svojim znanjem, savjetima i strpljenjem pomogli pri izradi ovog diplomskog rada.

Najveće hvala mojim roditeljima, Dijani i Aci, za njihovu neizmjernu ljubav, odricanje, pohvale i kritike kao i za ogromnu podršku tijekom mog obrazovnog puta od prvoškolske klupe.

Mojoj sestri Maji, na ljubavi i sreći utkanim u moju današnju osobnost.

Mojim prijateljicama i kolegicama Ani A., Klari P., Eni C., Josipi Z., i Hedvigi P., koje su uvijek bile uz mene i bez kojih bi moje studiranje bilo nezamislivo, hvala na svakom plakanju od smijeha.

## 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 PASMINE SVINJA NA AROMU, BOJU I SASTAV MASNIH KISELINA DIMLJENOG PRŠUTA

*Petra Vidinski 1145/USH*

**Sažetak:** Cilj ovog rada bio je odrediti utjecaj različite pasmine svinja (tropasminski križanac (landras x veliki jorkšir) x durok i crna slavonska svinja) na boju, udio masti i sastav masnih kiselina u dimljenom pršutu te odrediti hlapive spojeve arome. Udio masti određen je metodom po Smedesu, sastav masnih kiselina određen je metodom plinske kromatografije, dok su hlapivi spojevi arome određeni mikroekstrakcijom na čvrstoj fazi (SPME) i plinsko kromatografsko-masenom spektrometrijom (GC-MS). Različita pasmina svinja nije pokazala statistički značajnu razliku ( $P > 0,05$ ) u ukupnom udjelu masti dok je postojala statistički značajna razlika u udjelima pojedinih masnih kiselina. Identificirano je ukupno 103 hlapiva spoja arome, a pripadaju sljedećim grupama kemijskih spojeva: 19 aromatskih ugljikovodika, 17 alifatskih ugljikovodika, 17 ketona, 15 fenola, 14 aldehida, 11 alkohola, 5 kiselina, 2 terpena, 2 estera i 1 spoj sa sumporom. U uzorcima dimljenog pršuta tropasminskog križanca najzastupljenije grupe spojeva bile su: aldehidi, fenoli i aromatski ugljikovodici dok su u uzorcima dimljenog pršuta crne slavonske pasmine najzastupljenije grupe spojeva bile: fenoli, aldehidi i alkoholi. Kvantificiran je ukupno 21 hlapivi spoj u oba uzorka. U najvećoj koncentraciji u oba analizirana uzorka dimljenih pršuta prisutni su spojevi limonen i etil oktanoat.

**Ključne riječi:** dimljeni pršut, pasmina svinja, aroma, udio masti, masne kiseline

**Rad sadrži:** 59 stranica, 13 slika, 4 tablica, 50 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

**Mentor:** *prof. dr. sc. Helga Medić*

**Pomoć pri izradi:** *doc. dr. sc. Nives Marušić Radovčić, mag.ing. Ivna Poljanec*

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

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

**Datum obrane:** 17. srpnja 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 PIG GENOTYPES ON AROMA, COLOR AND THE FATTY ACID COMPOSITION OF SMOKED DRY-CURED HAM

*Petra Vidinski, 1145/USH*

**Abstract:** *The aim of this study was to determine the influence of different genotypes of pigs ((landrace x large yorkshire) x duroc and black slavonian pig) on the color, fat content and fatty acid composition in smoked dry-cured ham and determine the volatile aroma-active compounds. The fat content was determined by Smedes method, the composition of fatty acids was determined with the gas chromatography and the volatile aroma-active compounds were investigated by using headspace-solid phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Different genotypes of pigs did not show a statistically significant difference ( $P>0,05$ ) in total fat content, but there was a difference in the proportion of individual fatty acids. Total 103 volatile compounds were identified which belong to the following groups of chemical compounds: 19 aromatic hydrocarbons, 17 aliphatic hydrocarbons, 17 ketones, 15 phenols, 14 aldehydes, 11 alcohols, 5 acids, 2 terpenes and 1 sulphur compound. In the sample of smoked dry-cured ham of 3 genotypes, the most abundant chemical groups of compounds were aldehydes, phenols and aromatic hydrocarbons and in the sample of smoked dry-cured ham of black slavonian genotype the most abundant chemical groups of compounds were phenols, aldehydes and alcohols. Total 21 chemical compounds were quantified in both samples. Limonene and ethyl octanoate are present at the highest concentrations in both samples of smoked ham.*

**Keywords:** *smoked dry-cured ham, pig genotype, aroma, fat content, fatty acids*

**Thesis contains:** 59 pages, 13 figures, 4 tables, 50 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. Helga Medić, Full professor*

**Technical support and assistance:** *PhD. Nives Marušić Radovčić, Assistant professor, MSc. Ivna Poljanec*

**Reviewers:**

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

**Thesis defended:** 17 July 2019

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO .....</b>	<b>2</b>
2.1. Trajni suhomesnati proizvodi .....	2
2.1.1. Pršut.....	2
2.1.2. Pasmine svinja za proizvodnju pršuta.....	3
2.2. Dalmatinski pršut .....	6
2.2.1. Opis sirovine.....	7
2.2.2. Tehnološki postupak proizvodnje.....	7
2.2.3. Opis gotovog proizvoda.....	9
2.3. Aroma pršuta .....	9
2.3.1. Proteoliza.....	11
2.3.2. Lipoliza.....	12
2.3.3. Dimljenje .....	13
2.4. Boja pršuta.....	14
2.5. Masti i masne kiseline u mesu.....	15
2.5.1. Masti.....	15
2.5.2. Masne kiseline .....	16
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO.....</b>	<b>18</b>
3.1. Materijal .....	18
3.1.1. Uzorci dalmatinskog pršuta .....	18
3.2. Metode.....	19
3.2.1. Određivanje udjela masti po Smedesu.....	19
3.2.2. Određivanje sastava masnih kiselina .....	21
3.2.3. Određivanje boje.....	22
3.2.4. Određivanje arome pršuta metodom HS-SPME-GC-MS .....	23
3.2.4.1. Parametri ekstrakcije.....	25
3.2.4.2. Plinska kromatografija – masena spektrometrija (GC – MS).....	25
3.2.5. Identifikacija i kvantifikacija hlapivih spojeva.....	26
3.2.6. Statistička analiza .....	27
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA.....</b>	<b>28</b>
4.1. Mast i masne kiseline .....	28
4.2. Boja .....	34
4.3. Hlapivi spojevi arome .....	36
4.4. Kvantifikacija hlapivih spojeva arome .....	51
<b>5. ZAKLJUČCI.....</b>	<b>54</b>
<b>6. LITERATURA.....</b>	<b>55</b>



## 1. UVOD

Pršut je trajni suhomesnati proizvod vrhunske kvalitete koji se proizvodi od svinjskog buta s kostima, sa ili bez kože te potkožnog masnog tkiva, sa ili bez nogice, bez repa te može biti sa ili bez zdjeličnih kostiju.

Dalmatinski pršut je tradicionalni hrvatski proizvod koji se do prije 50 godina proizvodio isključivo na seoskim gospodarstvima. Posebnost Dalmatinskog pršuta očituje se prvenstveno u njegovim senzorskim karakteristikama koje su posljedica načina njegove pripreme i uvjeta u proizvodnom području. Odlikuju ga osebujna aroma i okus, blagi miris po dimu, blago slankast ili slani okus, mekana žvakaća konzistencija te jednolična crvena do svijetlocrvena boja. U odnosu na ostale pršute iz šire regije, prepoznatljiv je po svojoj aromi po dimu. Zaštićen je oznakom zemljopisnog podrijetla 2016. na razini Europske unije.

S obzirom na genotipove svinja za proizvodnju dalmatinskog pršuta, komercijalno se dalmatinski pršut proizvodi od tropasminskog križanca (landras x veliki jorkšir) x durok. Upravo su te pasmine one koje su se najbolje pokazale za proizvodnju pršuta i drugih suhomesnatih proizvoda. Genotip svinja bitno utječe na aromu, udio intramuskularne masti te boju gotovog proizvoda, pa u tom pogledu postoje razlike između pasmina i križanaca.

Tradicionalna hrvatska (slavonska) pasmina svinje je crna slavonska pasmina, u narodu poznatija kao fajferica, koja spada u masno-mesnate pasmine. Meso svinja crne slavonske pasmine obilježava dobra kvaliteta, s visokim sadržajem intramuskularne masti. Ono ima dobru sposobnost vezanja vode, s dosta intramuskularne i intermuskularne masti što ga čini posebno dobrim za tehnološku preradu, posebice za izradu slavonskog kulena, šunki i pršuta.

Cilj ovog istraživanja je odrediti utjecaj različite pasmine svinja ( tropasminski križanac (landras x veliki jorkšir) x durok i crna slavonska svinja) na boju, udio masti i sastav masnih kiselina u dimljenom pršutu te odrediti hlapive spojeve arome primjenom plinsko kromatografsko - maseno spektrometrijske analize.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Trajni suhomesnati proizvodi

Prema Pravilniku o mesnim proizvodima (2018) 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 stavljanje na tržište pod uobičajenim ili opisnim nazivima, uz koje treba biti istaknuta vrsta životinje od koje meso potječe.

Trajni suhomesnati proizvodi moraju zadovoljavati sljedeće uvjete:

- aktivitet vode ( $a_w$ ) može biti najviše 0,93,
- površina treba biti suha i čista, s mjestimičnim mogućim manjim naslagama plijesni u tankom sloju,
- koža mora biti svijetle do tamnosmeđe boje i bez oštećenja,
- moraju biti dovoljno osušeni,
- vanjski izgled, izgled presjeka, miris, okus, konzistencija i tekstura moraju odgovarati zrelosti proizvodu i vrsti mesa, a ako su dimljeni moraju imati miris i okus dima,
- moraju biti što pravilnijeg oblika, uredno obrezanih rubova i bez oštećenja,
- mesnati dijelovi moraju biti svijetlocrvene do tamnocrvene boje,
- masno tkivo mora biti čvrsto i bijele boje, a površinski slojevi mogu imati žućkastu nijansu (Pravilnik, 2018).

Trajni suhomesnati proizvodi su: pršut, suha šunka, suha lopatica, suha vratina ili buđola, suha pečenica, suha slanina i panceta.

#### 2.1.1. Pršut

Pršut je trajni suhomesnati proizvod od svinjskog buta sa kostima, sa ili bez kože i potkožnog masnog tkiva, sa ili bez nogice, bez repa, sa ili bez zdjeličnih kostiju. Proizvodi se postupkom suhog soljenja ili salamurenja, uz mogućnost dodatka drugih začina i začinskog bilja, nakon čega slijede procesi sušenja i zrenja, sa ili bez provedbe postupka dimljenja (Pravilnik, 2018).

Nakon sušenja i zrenja, pršut se može stavljati na tržište otkošten. Proces postupka proizvodnje mora trajati najmanje devet mjeseci. Pršut nije dozvoljeno proizvoditi upotrebom arome dima.

Proizvodnja pršuta tradicionalno je vezana za mediteranske zemlje, osobito Italiju, Španjolsku, Francusku, Portugal i Hrvatsku, odakle potječe najveći broj različitih vrsta pršuta. Osobine svakog od njih zavise od velikog broja čimbenika kao što su: genetska osnova i način uzgoja, dob i tjelesna masa te prehrana svinja, klimatski uvjeti, kakvoća buta, tehnologija prerade itd. (Krvavica i Đugum, 2006).

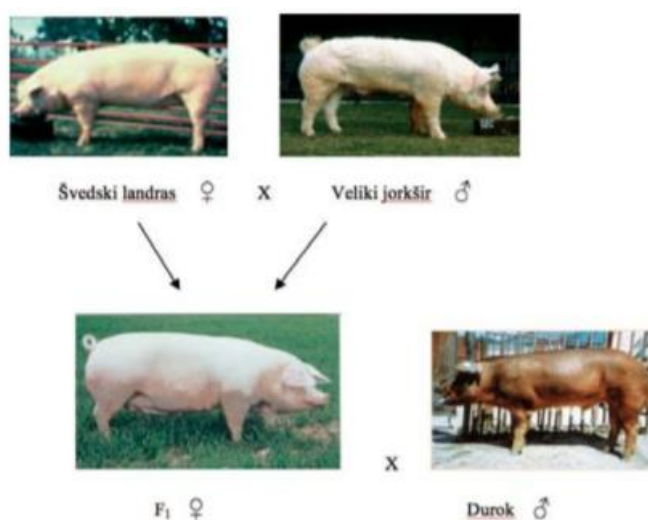
U Republici Hrvatskoj tradicionalno se proizvode Dalmatinski, Drniški, Krčki i Istarski pršut čija je kakvoća neupitna. Istarski pršut je 2011. godine postao prvi autohtoni proizvod u Hrvatskoj koji je dobio oznaku izvornosti prema standardima Europske unije zbog činjenice da su sve faze tehnološkog postupka vezane za to geografsko područje. Oznaka izvornosti (eng. PDO - Protected Designation of Origin) je specifičan oblik zaštite, te obavezno podrazumijeva bitni ili isključivi utjecaj posebnih prirodnih i ljudskih čimbenika određene zemljopisne sredine i iz toga proizašlu osobitu kvalitetu i svojstva proizvoda ili usluga. Krčki pršut prvi je proizvod koji je dobio oznaku zaštićenog zemljopisnog podrijetla (eng. PGI - Protected Geographical Indication) 2015. godine, odnosno prvi je proizvod čiji je naziv registriran i zaštićen na zajedničkom EU tržištu. Drniški pršut zaštićen je oznakom zemljopisnog podrijetla prema standardima Europske unije 2015. godine, a Dalmatinski pršut istom oznakom 2016. godine. Oznaka zemljopisnog podrijetla dodijeljena im je iz razloga što svinje nisu uzgajane na tom području te se sirovina uglavnom uvozi (Tomić i sur., 2016).

### 2.1.2. Pasmine svinja za proizvodnju pršuta

U cilju proizvodnje svinja za tov, namijenjenih proizvodnji trajnih suhomesnatih proizvoda, križaju se krmače švedskog landrasa sa nerastovima velikog jorkšira, a tako dobivene križanke oplođuju se s nerastima duroka (Slika 1.) (Senčić i Samac, 2017).

U proizvodnji pršuta prednost imaju autohtone pasmine svinja (npr. iberijska crna svinja, slavonska crna svinja, korzikanska i dr.) i pasmine koje su nastale križanjem autohtonih pasmina te švedskog landrasa, velikog jorkšira te posebice duroka (Kovačević, 2017).

Za proizvodnju trajnih suhomesnatih proizvoda svinje se tove do većih tjelesnih masa (120 – 165 kg). Meso starijih svinja pogodnije je za preradu i zrelo jer sadrži manje vode i više intramuskularne masti. Tjelesna masa i dob svinja utječu i na proteolitičku i lipolitičku aktivnost u mesu (Toldrá, 1998).



**Slika 1.** Križanje pasmina za proizvodnju tovljenika (Senčić i Samac, 2017)

Ključni zahtjevi za korištenje mesa, odnosno butova i lopatica pojedine pasmine svinja u proizvodnji šunki (pršuta) jesu:

a) **da nisu sklone stresu**, odnosno stvaranju blijedog, mekanog i vodnjikavog mesa (BMV mesa), crveno-ružičastog, mekanog i vodnjikavog mesa (CMV mesa), tamnog, čvrstog i suhog mesa (TČS mesa) ili blijedog, čvrstog i suhog mesa (BČS mesa).

b) **da imaju izraženu mramoriranost**, odnosno veću količinu intramuskularne masti (I.M.F.) koja gotovom/zrelom proizvodu daje sočnost i nježnost, doprinosi poželjnoj aromi te smanjuje proizvodni kalo. Optimalni sadržaj intramuskularne masti za proizvodnju pršuta je > 5%.

c) **starije (zrelije) i svinje veće tjelesne mase** koje daju butove većeg volumena i mase s većim udjelom Mb-a (veći intenzitet crvene boje), s većim udjelom masnog tkiva (doprinosi boljim senzorskim svojstvima arome i teksture) u čijem sastavu je veća zastupljenost zasićenih masnih kiselina čime se smanjuje sklonost užeglosti i cijedenju masti po površini šunke (pršuta) tijekom zrenja (Kovačević, 2017).

Različiti genotipovi svinja nisu jednako pogodni za proizvodnju trajnih suhomesnatih proizvoda. Odabir genotipa svinja bitno utječe na proizvodnost svinja u tovu, kvalitetu njihovih trupova i mesa, te na kraju i na samu kvalitetu trajnih suhomesnatih proizvoda.

Današnji uzgoj svinja u Europi uglavnom se bazira na selekciji ili odabiru, odnosno povratnom križanju te industrijskom tro- i četveropasminskom križanju koje je uglavnom usmjereno na povećanje dnevnog prirasta i mesnatosti, a što je rezultiralo smanjenjem kvalitete mesa i pojavom BMV mesa. Isto tako istraživanja su pokazala da je veći maseni udio nemasnog mesa u trupu u negativnoj korelaciji sa senzorskim svojstvima pršuta (Kovačević, 2017).

Crna slavonska svinja (slika 2.) je autohtona hrvatska pasmina nastala u drugoj polovici 19. stoljeća (križanjem krmača crne mangalice s nerastima berkšir pasmine, a takvi križanci su križani s Poland China nerastima) u hrvatskoj regiji Slavoniji. U prošlosti je bila najraširenija pasmina na području Slavonije te se koristila za proizvodnju masti i tradicionalnih mesnih proizvoda. Međutim, danas je crna slavonska pasmina u Slavoniji rijetka a mesni proizvodi proizvode se uglavnom iz mesa modernih bijelih pasmina i križanaca svinja (Karolyi i sur., 2010).



**Slika 2.** Crna slavonska svinja (Senčić i Samac, 2017)

Meso svinja crne slavonske pasmine obilježava dobra kvaliteta, s visokim sadržajem intramuskularne masti od 5,95 % do 12,35 %. Ima povoljnu pH vrijednost, dobru sposobnost vezanja vode (nema kaliranja), s dosta intramuskularne i intermuskularne masti, što ga čini posebno dobrim za tehnološku preradu, posebice za izradu slavonskog kulena i šunki (Senčić i Samac, 2017).

Način držanja crne slavonske svinje (na otvorenom) ima za posljedicu i tamniju boju mesa zbog povećanog kretanja na pašnjacima i bolje prokrvljenosti mišićja, a izravna posljedica takvog načina držanja je i veća čvrstoća mišićnih vlakana te manja sposobnost otpuštanja mesnog soka (Margeta, 2019). Svojstva kakvoće mesa crne slavonske svinje rezultat su genetske osnove, ali prvenstveno načina držanja i hranidbe, te dobi svinja prilikom klanja. Koriste se specifična krmiva u obrocima (zeleno lucerna, zrnje žitarica) te je duži vremenski period razdoblja tova zbog smanjenih prosječnih dnevnih prirasta.

Važno je napomenuti da crna slavonska svinja predstavlja naše kulturno – povijesno nasljeđe i spomeničku baštinu, potencijalni izvor gena te gospodarski obrazovni i turistički potencijal Republike Hrvatske. Njeno očuvanje stoga ima kulturno, etičko, turističko, zoo – tehničko i gospodarsko značenje.

## 2.2. Dalmatinski pršut

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

Tradicionalno se za proizvodnju dalmatinskog pršuta koriste svinje uzgojene na vlastitom gospodarstvu, uglavnom križanci različitih bijelih pasmina svinja (veliki jorkšir, landras), koje se hrane kukuruzom, ječmom, raži, ostacima iz prehrane domaćinstva, repom, bundevama, krumpirom itd. (Krvavica i Đugum, 2006).

Proizvodnja dalmatinskog pršuta odvijati se mora isključivo unutar administrativnih granica slijedećih županija: Ličko-senjska, Zadarska, Pibensko-kninska, Splitsko-dalmatinska i Dubrovačko-neretvanska (Kos i sur., 2015).

### 2.2.1. Opis sirovine

Dalmatinski pršut smije se proizvoditi od svježih butova s kosti 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. 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 ne smiju biti podvrgnuti bilo kojem postupku konzerviranja osim hlađenja pri temperaturi u rasponu od 1 do 4 °C u fazama skladištenja i transporta. Zamrzavanje butova nije dozvoljeno. Od klanja svinja do početka soljenja buta ne smije proći manje od 24 niti dulje od 96 sati (Kos i sur., 2015).

### 2.2.2. Tehnološki postupak proizvodnje

Glavne faze kod proizvodnje dalmatinskog pršuta su:

#### **1. SOLJENJE PRŠUTA** (temp. 2 – 6 °C, RH > 80 %).

Faza soljenja je najkritičnija u procesu proizvodnje pršuta (uz navedenu optimalnu temperaturu), jer tako ohlađeni butovi apsorbiraju manje soli (Gaćina, 2017).

Niska temperatura tijekom cijele faze soljenja i prešanja mora se održavati kako ne bi došlo do smrdljivog zrenja. Može se soliti isključivo morskom soli, a uz sol se ne smiju koristiti začini. Također, nije dozvoljena uporaba konzervansa. Po cijeloj površini se obrađeni butovi dobro natrljaju sa suhom soli te se ostave ležati s medijalnom stranom okrenutom prema gore. Ovisno o masi butova, nakon 7 – 10 dana, butove je potrebno



ponovno natrljati sa soli i položiti da leže idućih 7 – 10 dana s medijalnom stranom okrenutom prema dolje (slika 3).



**Slika 3.** Svježi but namijenjen proizvodnji Dalmatinskog pršuta nakon procesa soljenja (Anonymous 1, 2014)

## **2. PREŠANJE BUTOVA** (temp. 2 – 6 °C, RH > 80 %).

Cilj ove faze je pravilno oblikovanje pršuta, što je izrazito važno kada se pršut stavlja na tržište u cjelovitom obliku, s kosti. Prešanje se provodi tako da se butovi slože u redove između ploča i opterete (slika 4.). Faza prešanja traje 7 – 10 dana, zatim se butovi ispiru čistom vodom i ocijede, nakon čega su spremni za procese dimljenja, sušenja i zrenja.



**Slika 4.** Prešanje butova u proizvodnji Dalmatinskog pršuta (Anonymous, 2014)

## **3. DIMLJENJE I SUŠENJE PRŠUTA** (temp. ≤ 22 °C)

Pravilno soljeni butovi vežu se špagom ili se vješaju na kuku od nehrđajućeg čelika iznad petne kvrge te se prenašaju u drugu komoru radi ujednačavanja temperature prije



dimljenja. Dimljenje se vrši uporabom hladnog dima dobivenog izgaranjem tvrdog drva ili piljevine bukve (*Fagus sp.*), hrasta (*Quercus sp.*) ili graba (*Carpinus sp.*).

Rezultat postupka sušenja mesnih proizvoda je prvenstveno gubitak vode. Smanjenjem količine vode u proizvodu smanjuje se aktivnost mikroorganizama, a time i produljuje trajnost proizvoda. Masa i volumen proizvoda se smanjuju, tekstura proizvoda postaje tvrđa, a aroma izraženija, osobito u proizvodima s duljim trajanjem zrenja (Krvavica i sur., 2012). Proces traje do najviše 45 dana.

#### **4. ZRENJE PRŠUTA** (temp. $\leq 22$ °C, RH $< 90$ %)

Zrenje se odvija u komorama sa stabilnom mikroklimom koji imaju otvore za izmjenu zraka zbog pravilnog odvijanja tehnološkog procesa. Biokemijski procesi se odvijaju pri optimalnim uvjetima pri čemu se postiže lijepa boja i optimalna harmonija mirisa i okusa. Faza zrenja odvija se u zamračenim prostorima uz blagu izmjenu zraka. Nakon godinu dana od početka soljenja, pršut je zreo i spreman za konzumaciju (Kos i sur., 2015).

### 2.2.3. Opis gotovog proizvoda

Vanjski izgled pršuta mora biti pravilno oblikovan, bez pukotina, zarezotina i visećih dijelova mišića i kože, te bez velikih nabora na koži. Po presjeku potkožno masno tkivo mora biti bijele do ružičasto – bijele boje, a mišićno tkivo jednolično crvene do svijetlocrvene boje. Miris mora biti ugodne arome na fermentirano, usoljeno, suho i dimljeno svinjsko meso pri čemu miris dima mora biti blago izražen. Konzistencija mora biti mekana, dok tvrda konzistencija nije prihvatljiva kao ni minimalna topivost. Također, dalmatinski pršut mora zadovoljavati sljedeće uvjete: sadržaj vode 40 – 50 %, aktivitet vode ispod 0,93 te sadržaj soli (NaCl) od 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.

### 2.3. Aroma pršuta

Općenito, aroma mesa predstavlja jedan od najvažnijih parametara kvalitete koji ovisi o samoj sirovini i proizvodnom procesu (Toldrá, 2002).

Aroma je kompleksan senzorski osjećaj mirisa i okusa koji nastaje prilikom unosa hrane u usta s time da na doživljaj arome ključni utjecaj ima osjet mirisa, zbog čega tijekom senzorskog ocjenjivanja okus je važniji u procjeni teksture. Istraživanja nisu do kraja razjasnila fiziološki mehanizam doživljaja arome, no smatra se da aktivne komponente arome reagiraju s biokemijskim receptorima u osjetilima za miris i okus: u nosu i u ustima (Kovačević, 2017).

Okus se uglavnom povezuje sa nehlapivim spojevima kao što su mali peptidi nastali na kraju procesa proizvodnje te slobodne masne kiseline, dok se miris povezuje s nastankom hlapivih spojeva a važnim aromatičnim svojstvima (Toldrá, 2002).

Utvrđeno je više od 200 hlapivih spojeva arome pršuta u svijetu. Hlapive tvari arome nastaju reakcijama kemijske ili enzimске oksidacije nezasićenih masnih kiselina te daljnjim interakcijama s proteinima, peptidima i slobodnim aminokiselinama (Krvavica i sur., 2010).

Od hlapivih spojeva koji nastaju, najvažniji su aldehidi, alkoholi, ketoni, slobodne masne kiseline nastale hidrolizom triglicerida i fosfolipida,  $\beta$  – laktoni, esteri i drugi spojevi kao npr. derivati benzena, amidi i amini. Svaki od navedenih prisutnih spojeva ima svoju karakterističnu aromu.

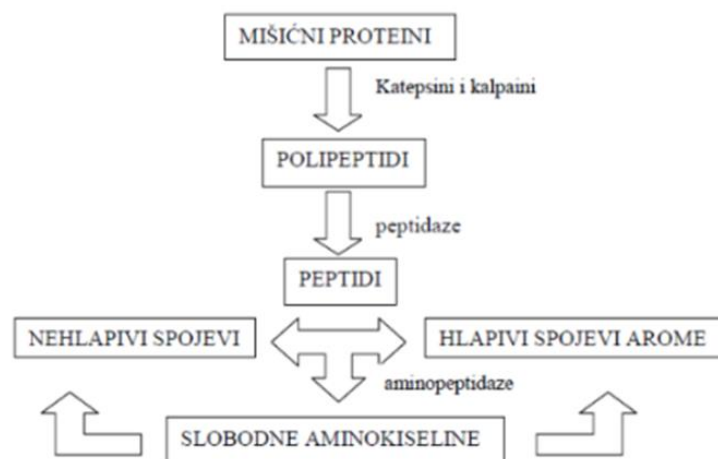
Za stvaranje arome pršuta, jedna od najvažnijih biokemijskih reakcija je razgradnja aminokiselina te njihove reakcije sa drugim spojevima. Hlapivi spojevi, kao što su aldehidi, alkoholi i ketoni koji snažno utječu na aromu pršuta, nastaju razgradnjom slobodnih aminokiselina. Razgradnjom aminokiselina koje sadrže sumpor, kao što su metionin, cistein i cistin, kroz Steckerove reakcije nastaje specifičan spoj arome dimetil – disulfid. Sukladno tome, razgradnjom nekih drugih aminokiselina nastaju drugi hlapivi spojevi arome. Svi nastali spojevi utječu na različite karakteristike arome gotovog proizvoda. Aminokiseline koje reagiraju s drugim spojevima također utječu na aromu.

Najznačajnije biokemijske promjene u proizvodnji pršuta su proteoliza i lipoliza. Te promjene predstavljaju dva najvažnija enzimska procesa koja su odgovorna za stvaranje spojeva koji imaju izravan utjecaj na aromu i okus pršuta (Toldrá, 2002).

### 2.3.1. Proteoliza

Proteoliza je značajan niz biokemijskih reakcija u tkivima pršuta, koje sudjeluju u stvaranju karakteristične ukupne arome, okusa i mirisa tijekom procesa prerade. Proteolitička aktivnost je glavna značajka endogenih enzimskih sustava u tkivima pršuta. Oni uz limitirajuće čimbenike (pH, udio soli i vode, itd.), stvaraju nepovoljne uvjete za rast mikroorganizama, te je i aktivnost mikrobnih enzima unutar pršuta beznačajna (Krvavica i sur., 2007). Na slici 5. prikazan je tijek procesa proteolize (Toldrá, 1998).

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 (Krvavica i sur., 2007).



**Slika 5.** Glavne faze tijekom procesa proteolize (Toldrá, 1998)

Tijek proteolize u pršutu može varirati ovisno o tipu pršuta, količini endogenih proteolitičkih enzima i specifičnim predradbenim uvjetima (Krvavica i sur., 2007).

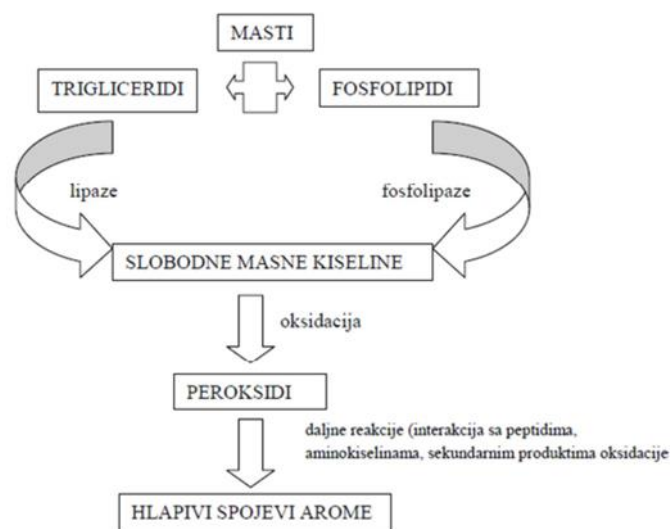
Općenito, intenzivna proteoliza dovodi do visoke koncentracije spojeva dušika niske molekularne mase (kao što su peptidi i slobodne aminokiseline), ponekad u tolikoj mjeri da se može narušiti tipičan okus pršuta prekomjernim gorkim i metalnim okusom. Nadalje, razlike u proteolitičkim aktivnostima zabilježene su kod svinja različitih pasmina i dobi (Toldrá, 1998).

Razgradnja mišićnih bjelančevina, odnosno tijek i stupanj proteolize, te profil i količina nastalih produkata uz druge biokemijske procese imaju presudan učinak na konačnu kakvoću pršuta. Poznavanjem ovih procesa i uvjeta u kojima su pojedini enzimi aktivni može se u procesu prerade utjecati na tijek i stupanj proteolitičkih promjena, a time i na kakvoću pršuta kao finalnog proizvoda (Krvavica i sur., 2007).

### 2.3.2. Lipoliza

Lipoliza je složeni biokemijski proces u tkivima buta tijekom prerade pršuta u kojem pod utjecajem endogenih, a manjim dijelom i egzogenim enzimima dolazi do razgradnje lipida intramuskularnog i adipoznog tkiva do slobodnih masnih kiselina (Krvavica i Đugum, 2007).

Intenzivna lipoliza vidljiva je posebno tijekom prvih pet mjeseci preradbenog procesa. Veliki udio nastalih slobodnih masnih kiselina rezultat je hidrolize fosfolipida, što ukazuje na to da veliku ulogu imaju fosfolipaze dok trigliceridi ostaju gotovo netaknuti (Toldrá, 1998). Na slici 6. prikazana je razgradnja masti.



**Slika 6.** Razgradnja masti mišićnog tkiva pršuta tijekom procesa lipolize (Toldrá, 1998)

Proces lipolize ima veliki utjecaj na kvalitetu pršuta zbog izravnog učinka na aromu i okus. Tijek lipolize uvelike ovisi o tipu pršuta, tipu masnog tkiva (adipozno i intramuskularno)

te količini endogenih lipolitičkih enzima i specifičnim uvjetima u preradbenom procesu (Krvavica i Đugum, 2007).

Slobodne masne kiseline nastale u procesu lipolize, osobito one polinezasićene, stvaranjem prekursora okusa i arome koji služe kao supstrat za buduće oksidacijske procese izravno utječu na aromu i okus, odnosno kvalitetu pršuta.

### 2.3.3. Dimljenje

Postupak dimljenja ima učinak sušenja, povoljno djeluje na senzorska svojstva (miris, okus, aromu i boju) te smanjuje oksidativne procese i kvarenje mesnih proizvoda. Oko 60% mesnih proizvoda proizvodi se danas uz primjenu nekog postupka dimljenja (Krvavica i sur., 2013).

Konzervirajuće djelovanje dimljenja zasniva se na:

- a) antioksidativnom djelovanju dima koje je posljedica aktivnosti fenola i njihova vezanja za slobodne radikale, pri čemu poništavaju njihovu oksidativnu aktivnost te manjim dijelom kiseline,
- b) baktericidnom i fungicidnom djelovanju dima, za što su odgovorni sljedeći spojevi u sastavu dima: formaldehidi, smole, masne kiseline, ugljikovodici, amonijak, octena i mravlja kiselina, alkoholi itd.,
- c) sušenju koje je funkcija temperature i brzine strujanja zraka i dima (Kovačević, 2017).

Poznato je da je aroma i okus dimljenih proizvoda od mesa znatno drukčija od onih koji su proizvedeni bez uporabe dima. Proizvodi od mesa kod kojih je u proizvodnji primjenjena odgovarajuća tehnologija dimljenja, pri senzorskoj analizi postižu znatno bolji rezultat od istovrsnih nedimljenih proizvoda.

Kemijski spojevi kao što su formaldehidi, laktoni i više od 20 različitih fenola, među kojima su gvajakol, 4 – metil gvajakol i siringol, primarno su odgovorni za stvaranje arome svojstvene dimljenom mesu (Krvavica i sur., 2013).

Sam postupak dimljenja nema dovoljan konzervirajući učinak i zato se obvezno kombinira s drugim metodama konzerviranja, uglavnom soljenjem i sušenjem. Važnija je uloga

dimljenja za dobivanje specifičnog, ugodnog mirisa i okusa mesa po dimu te zlatnosmeđe do smeđe boje pršuta (Kovačević, 2017).

#### 2.4. Boja pršuta

Boja mesa ima važnu marketinšku ulogu i jedan je od najvažnijih senzorskih pokazatelja tržišne kvalitete mesa i mesnih proizvoda. Osnovni nositelji boje mesa jesu netoksični spojevi: mioglobin (Mb), zatim hemoglobin (Hb) te drugi spojevi kao što su flavini, kobalamin, citokromi itd. Mioglobin koji ima ulogu reverzibilnog oksidoredukcijskog vezanja i transport kisika u mišićnoj stanici je ključni nositelj crvene boje mesa, dok je utjecaj hemoglobina koji ima ulogu reverzibilnog oksidoredukcijskog vezanja kisika i transport krvlju do stanica i ostalih spojeva na postmortalnu boju mesa gotovo zanemariv.

Boja presjeka šunke pršuta ne smije sličiti nezrelom sirovom mesu, odnosno boja mora biti tipična za zreli proizvod. Kao negativna pojava smatra se stvaranje prstenova različite boje u čijem se središtima nalaze zone koje nemaju tipičnu boju zrelog proizvoda. To je najčešće posljedica tehnološke greške salamurenja, odnosno nedovoljne koncentracije nitrita u pojedinim dijelovima buta, zbog visoke pH vrijednosti koja potiče stvaranje dušikovog monoksida ili zbog snažnog redukcijskog djelovanja antioksidanasa iz salamure ili zbog otežanog prodora salamure u but zbog njegove mase i konformacije (Kovačević, 2017).

Smatra se da proces stvaranja karakteristične boje dimljenog mesa započinje s karbonilima koji se apsorbiraju na površinu mesa gdje stupaju u reakciju s amino skupinama bjelanjčevina mesa, a daljnji smjer reakcija sličan je Maillardovim reakcijama posmeđivanja (Krvavica i sur., 2013).

Instrumentalno određivanje boje pršuta obuhvaća kod mesnog (nemasnog) dijela određivanje intenziteta crvene boje, homogenost boje i svjetlinu, odnosno vrijednosti  $a^*$  i  $L^*$  koordinate boje u CIE-  $L^*a^*b^*$  sustavu te kod masnog dijela prisutnost intramuskularne masti (mramoriranost) te kristala ili granula tirozina i u manjoj mjeri fenilalanina (Kovačević, 2017).

Vrijednosti parametara  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  za različite vrste šunki (pršuta) te njihova funkcionalna ovisnost o vrsti sirovine, tehnologiji proizvodnje i dr.

Na boju mesa utječe: vrsta životinje za klanje, spol, dob, anatomska lokacija, način uzgoja i korištenja životinja. Količina mioglobina, odnosno intenzitet boje mesa proporcionalan je s aktivnošću mišića (aktivniji mišići trebaju više energije, troše više O<sub>2</sub>, imaju veći maseni udio mioglobina i tamniji su) (Toldrá, 2002), zbog čega npr. meso crnih slavonskih svinja iz otvorenog sustava uzgoja ima intenzivnu crvenu boju, odnosno veću vrijednost a\* koordinate boje.

## 2.5. Masti i masne kiseline u mesu

### 2.5.1. Masti

Meso je sastavni dio prehrane većine potrošača u kojoj predstavlja izvor biološki visoko vrijednih proteina (15 – 25 %), esencijalnih masnih kiselina, vitamina i minerala. Istovremeno, u široj javnosti meso se smatra hranom koja sadrži visoki udio kolesterola, masti i zasićenih masnih kiselina uz nizak sadržaj nezasićenih masnih kiselina (Karolyi, 2004).

Masno tkivo zajedno s hrskavicama i kostima pripada tzv. potpornom tkivu (štiti od hladnoće, amortizira pritisak na kosti i dr.). U svinjskom trupu općenito postoje četiri glavna depoa u kojima se nakuplja masno tkivo: potkožno (adipozno), u tjelesnim šupljinama (salo), unutar mišića (intramuskularno) i između mišića (intermuskularno) (Kovačević, 2017).

Od svih vrsta domaćih životinja za tov, svinje imaju najviši stupanj nakupljanja masnog tkiva u trupu. Kod novorođene prasadi sadržaj masnog tkiva u trupu iznosi svega oko 2%, a povećava se starenjem te kod svinja tjelesne mase 100 kg iznosi oko 20 % (Karolyi, 2007a; Toldrá, 2007).

Usljed primjene različitih tehnoloških procesa tijekom proizvodnje, lipidi u tradicionalnim mesnim proizvodima podliježu nizu transformacija koji uključuju hidrolitičke procese, otpuštanje kratko-lančanih masnih kiselina i oksidaciju, uz nastajanje peroksida i hlapljivih komponenti, doprinoseći na taj način aromi finalnog proizvoda (Pleadin i sur., 2016).

Prosječni maseni udio masti tijekom tehnološkog procesa kontinuirano raste zbog smanjenja masenog udjela vode i proizvodnog kala. S početnih 4 - 7% u mesu, zbog sušenja i

smanjenja masenog udjela vode kontinuirano raste do 10 - 20% u zrelom pršutu. Najveći udio masti ( $\geq 20\%$ ) određen je u Iberijskom pršutu koji se proizvodi od mesa (butova) s visokim sadržajem adipoznog masnog tkiva i intramuskularne masti (Kovačević, 2017).

### 2.5.2. Masne kiseline

Masne kiseline su kemijski građene iz ugljikovog lanca s terminalnom metilnom (-CH<sub>3</sub>) grupom na jednom i karboksilnom (-COOH) grupom na drugom kraju lanca (Toldrá, 2007).

Preporuke za optimalan unos ukupnih i nezasićenih masnih kiselina predložili su brojni znanstvenici i nutricionističke organizacije, uključujući Svjetsku zdravstvenu organizaciju. Dijetetski unos masti bi u idealnom slučaju trebao iznositi između 15% i 30% ukupne energije, zasićene masne kiseline (SFA) ne više od 10%, polinezasićene masne kiseline (PUFA) između 6% i 10% (n 6-5-8%; n 3- 1-2%), oko 10-15% mononezasićenih masnih kiselina (MUFA), a manje od 1% iz trans masnih kiselina. Također se preporučuje ograničiti unos kolesterola na 300 mg po danu (Jiménez - Colmenero i sur., 2010).

Masti u trupu svinja sastavljene su pretežno iz mononezasićenih masnih kiselina (eng. monounsaturated fatty acids ili MUFA) i zasićenih masnih kiselina (eng. saturated fatty acids ili SFA) dok ostatak čine polinezasićene masne kiseline (eng. polyunsaturated fatty acids ili PUFA). U mišićnom i masnom tkivu svinja općenito su najprisutnije oleinska (C18:1), palmitinska (C16:0) i stearinska (C18:0) kiselina (Karolyi, 2007a).

SFA karakterizira nerazgranata struktura, jednostruke veze kojima su povezani ugljikovi atomi te manja podložnost kemijskim reakcijama. MUFA sadrže jednu, a PUFA više od jedne dvostruke veze. Takve masne kiseline su nestabilnije i podložnije kemijskim reakcijama, a reaktivnost se povećava s porastom broja dvostrukih veza (Karolyi, 2007b).

U skupini MUFA najzastupljenije su oleinska (C18:1n9) (38 - 42%) i palmitoleinska (C16:1n7) (2 - 3%) masna kiselina. Glavne SFA su palmitinska (C16:0) (23 - 24%) i stearinska (C18:0) (10 - 15%) kiselina. Glavna komponenta PUFA je linolna kiselina (C18:2n-6) s udjelom od 6 - 16%, općenito nižim u suhomesnatim proizvodima (7 - 10%) u usporedbi sa fermentiranim kobasicama (10 - 16%). Najveća zastupljenost oleinske, palmitinske, linolne i stearinske masne kiseline u zrelom pršutu rezultat je njihove najveće početne koncentracije u svježem butu te njihove stabilnosti, odnosno otpornosti na oksidaciju (Kovačević, 2017).



Najzastupljenije zasićene masne kiseline u pršutima su palmitinska kiselina (25%), zatim stearinska kiselina (12%) i miristinska kiselina (1,5%). Neki SFA (duljina lanca <18 ugljikovih atoma) povećavaju ukupni kolesterol u krvi i lipoprotein niske gustoće (LDL) i omjer HDL / LDL, koji su povezani s visokim rizikom od kardiovaskularnih bolesti (Jiménez - Colmenero i sur., 2010).

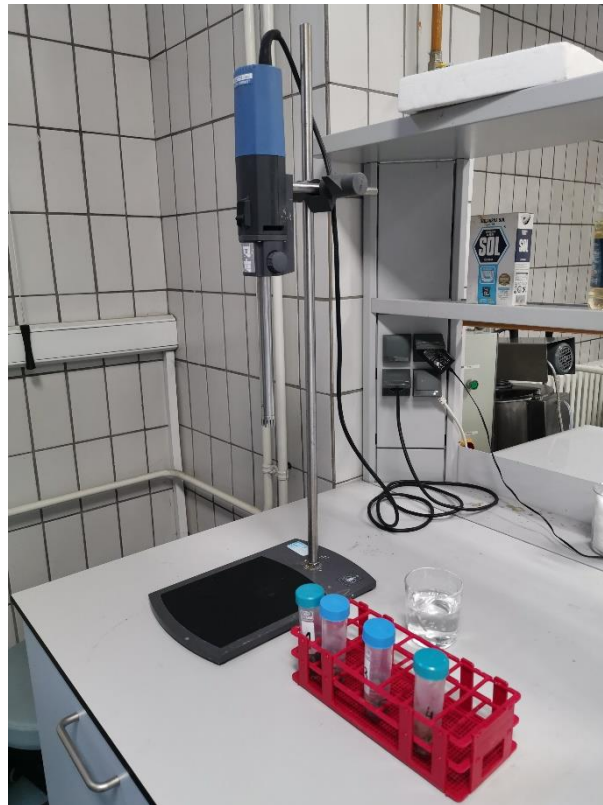
Jedno od obilježja suvremene prehrane je upravo prekomjeren unos masti, posebno SFA, te istovremeno nezadovoljavajući omjer višestruko nezasićenih masnih kiselina (PUFA), u smislu prevelikog unosa PUFA iz skupine n-6 u odnosu na PUFA iz skupine n-3. Istraživanja pokazuju da na udio masti i profil masnih kiselina utječu brojni faktori, od pasmine životinja, hranidbe i farmskih uvjeta, do tehnoloških procesa i parametara tijekom proizvodnje (Pleadin i sur., 2015).

## 3. EKSPERIMENTALNI DIO

### 3.1. Materijal

#### 3.1.1. Uzorci dalmatinskog pršuta

Istraživanje je izvedeno na ukupno 10 uzoraka pršuta. Uzorci su bili podijeljeni u dvije grupe: 5 uzoraka pršuta proizvedeno je od tropasminskog križanca – (landras x veliki jorkšir) x durok, dok je 5 uzoraka pršuta proizvedeno od crne slavonske svinje. Svi uzorci proizvedeni su istom tehnologijom za proizvodnju Dalmatinskog pršuta a tehnološki proces proizvodnje uključivao je slijedeće korake: obrada buta, soljenje, prešanje, dimljenje, sušenje i zrenje. Ukupan tehnološki proces proizvodnje trajao je 18 mjeseci. Uzorci su nabavljeni od istog proizvođača. Fizikalno-kemijske analize provedene su na na uzorcima *M. biceps femoris*.



**Slika 7.** Uređaj za homogeniziranje uzorka Ultra – Turrax (IKA – Werke GmbH & Co.KG, Staufen, Njemačka) (vlastita fotografija)

## 3.2. Metode

### 3.2.1. Određivanje udjela masti po Smedesu

*Princip:* Masti se ekstrahiraju pomoću organskih otapala, cikloheksana i propan-2-ola. Dodatkom vode prelaze u nepolarnu organsku fazu tj. cikloheksanski sloj, te slijedi centrifugiranje kojim se postiže odvajanje faza. Masti se određuju gravimetrijski nakon odvajanja iz cikloheksanskog sloja i otparavanja.

*Laboratorijski pribor:*

- Analitička vaga (ABT 220-4M, Kern & Sohn GmbH, Balingen, Njemačka)
- Ultra-Turrax (IKA – Werke GmbH & Co.KG, Staufen, Njemačka)
- Centrifuga (ROTINA 380 R, Andreas Hettich GmbH & Co.KG, Tuttlingen, Njemačka)
- Rotavapor (B-490, BÜCHI, Flawil, Švicarska) (slika 8.)
- Sušionik (ST-01/02, Instrumentaria Zagreb, Hrvatska)
- Tikvica s okruglim dnom
- Pipete

*Reagensi:*

- Deionizirana voda
- Propan-2-ol: ACS grade (Carlo Erba Reagents, Rodano, Italija)
- Cikloheksan: ACS grade (Fisher Chemical, Hampton, USA)
- Otopina A: propan-2-ol-cikloheksan (w w<sup>-1</sup>), 16 – 20 (16 g propan-2-ol + 20 g cikloheksan)
- Otopina B: 13 % (w w<sup>-1</sup>) propan-2-ol u cikloheksanu (13 g propan-2-ol + 87 g cikloheksan)

*Postupak:*

Izvagano je 2,5 g pripremljenog uzorka u tubu za centrifugu od 50 mL te dodano 18 mL otopine A. Uzorak je homogeniziran na Ultra-Turraxu (slika 7). 2 min pri broju okretaja od 11000 do 13000 rpm, dodano je 10 mL vode te je ponovno homogeniziran 1 min na istom broju okretaja. Centrifugiranjem tako pripremljenog uzorka 5 min na 2000 rpm dolazi do odvajanja faza. Gornja organska faza kvantitativno je odvojena pipetom u prethodno osušenu i izvagano

tikvicu s okruglim dnom. Preostaloj vodenoj fazi u tubi za centrifugu dodano je 10 mL otopine B te homogenizirano pomoću Ultra-Turraxa 1 min na istom broju okretaja. Odvajanje faza se ponovno postiglo centrifugiranjem pri istim uvjetima, a organska faza se izdvojila u tikvicu s okruglim dnom koja sadrži prvi ekstrakt. Iz tikvice je otpareno otapalo pomoću rotavapora na temperaturi 51 °C i tlaku 235 mbar te osušeno u sušioniku 1 h na temperaturi 105 °C. Nakon hlađenja tikvica je izvagana i preračunat se udio ekstrahirane masti.

*Račun:*

Količina masti računa se prema formuli:

$$\text{Količina masti} = \frac{a+100}{b} [\%]$$

gdje je:

a – masa ekstrahirane masti (g)

b – masa ispitivanog uzorka (g)



**Slika 8.** Rotavapor (B-490, BÜCHI, Flawil, Švicarska) (vlastita fotografija)

### 3.2.2. Određivanje sastava masnih kiselina

*Princip:* Uzorci masti dobiveni su ekstrakcijskim postupkom po Smedesu koji se koristi za određivanje sastava masnih kiselina dalmatinskog pršuta. Za određivanje sastava masnih kiselina u uzorcima masti plinskom kromatografijom potrebno je prevesti masne kiseline u njihove metilne estere. Identifikacija pojedinih masnih kiselina provedena je usporedbom vremena zadržavanja metilnih estera pojedine masne kiseline s vremenima zadržavanja metilnih estera standardne smjese 37 masnih kiselina (F.A.M.E. C4 – C24, Supelco) poznatog sastava.

*Laboratorijski probor:*

- Epruvete od 10 mL
- Vortex (MS2 Minishaker, IKA- Werke GmbH & Co.KG, Staufen, Njemačka)
- Plinski kromatograf (6890N Network GC System, Agilent Technologies, Santa Clara, SAD)

*Reagensi:*

- Izooktan
- Metanolna otopina KOH ( $c = 2 \text{ mol L}^{-1}$ )
- Natrijev hidrogensulfat monohidrat

*Postupak:*

#### 1.) Priprema metilnih estera masnih kiselina

Metilni esteri pripremljeni su metodom po Bannonu, ISO 5509:2000. Odvagano je 60 mg uzorka masti i otopljeno u 4 mL izooktana u epruveti volumena oko 10 mL sa staklenim čepom. Zatim je u epruvetu dodano 200  $\mu\text{L}$  metanolne otopine KOH ( $c = 2 \text{ mol L}^{-1}$ ) te se snažno protreslo oko 30 sekundi i ostavilo na sobnoj temperaturi da reagira. Nakon što se reakcijska smjesa izbistrila i odvojio se glicerolni sloj na dnu epruvete, u nju je dodano 1 g natrijeva hidrogensulfata monohidrata kako bi se smjesa neutralizirala. Bistra otopina prebačena je u stakleni vial.

#### 2.) Analiza metilnih estera masnih kiselina plinskom kromatografijom

Metilni esteri masnih kiselina analizirani su metodom ISO 5508:1990. Pripremljen uzorak analiziran je na plinskom kromatografu Agilent Technologies 6890N Network GC System (Santa Clara, SAD) opremljenom sa plamenoionizacijskim detektorom (FID) koji je preko kanala spojen na računalo.

U kompjuterskom sustavu zadani su uvjeti analize koji su postavljeni nakon provedenih preliminarnih ispitivanja po kojima su odabrani optimalni uvjeti (temperatura, kolone, detektora, injektora i „aux-a“, protok plina i količina injektiranog uzorka).

GC parametri:

- Kolona: kapilarna DB-23 (Agilent), 60 m x 0,25 mm, debljina filma 0,25 $\mu$ m
- Stacionarna faza: cijanopropil – silikon
- Temperatura kolone: programirana, početna temperatura 60 °C koja se povećava brzinom od 7 °C min<sup>-1</sup> do konačne temperature 220 °C gdje se zadržava 17 min
- Plin nosioc: helij
- Protok plina nosioca: 1,5 mL min<sup>-1</sup>
- Temperatura injektora: 250 °C
- Omjer razdjeljenja (split): 1:30
- Temperatura detektora: 280 °C
- Količina injektiranog uzorka: 1 $\mu$ L

### 3.2.3. Određivanje boje

Određivanje boje instrumentalno se provodi na površini uzorka *M. biceps femoris* odmah nakon otvaranja uzorka kako bi se spriječila degradacija boje uzrokovana utjecajem kisika i svjetla iz zraka.

Vrijednosti L\* koordinate boje (svjetlina (engl.: lightness): 0 (crna) - 100 (bijela)) tijekom proizvodnje šunke kontinuirano padaju sa 43 - 50 (svježe meso buta) na 35 - 40, a što je posljedica kontinuiranog smanjenja masenog udjela vode i isušivanja površine buta.

Veće vrijednosti a\* koordinate boje (engl.: redness:  $\pm$  crveno - zeleno), odnosno veći stupanj crvenila koji je izravno povezan s povećanim sadržajem mioglobina, karakterističan je za pršute veće mase koje su pripremljene od butova starijih svinja te od svinja koje su uzgajane u otvorenom sustavu držanja (više kretanja / veća potreba za O<sub>2</sub> / veći sadržaj mioglobina).

Vrijednost  $b^*$  koordinate boje (engl.: yellowness:  $\pm$  žuto - plavo) kreću se na razini  $b^*$  koordinate svježeg mesa (Kovačević, 2017).

Za određivanje boje pršuta korišten je uređaj Spectrophotometar CM – 3500d, Konica Minolta Sensing Inc. Aichi Pref., Japan.

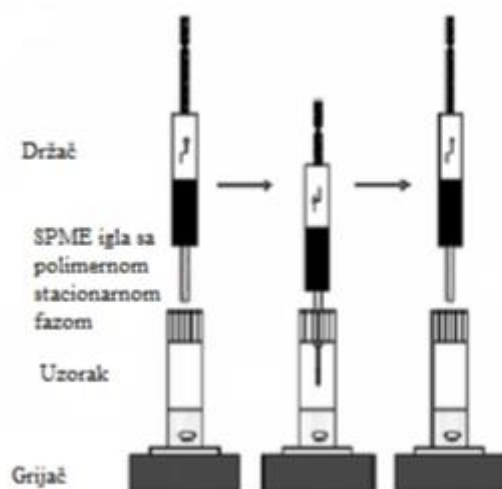
### 3.2.4. Određivanje arome pršuta metodom HS-SPME-GC-MS

#### *Priprema uzorka:*

Usitnjeno je 5 g uzorka nožem, potom prebačeno u falconicu te dodano 25 mL otopine zasićene otopine NaCl te homogenizirano na uređaju Ultra-Turrax. 10 mL homogeniziranog uzorka prebačeno je u stakleni vial od 20 mL te dodano 100  $\mu$ L internog standarda 4-metil-2-pentanolu u koncentraciji 0,024 mg ml<sup>-1</sup>. Nakon postavljenog magneta za miješanje, vial je zatvoren PTEF čepom.

#### *3.2.4.1. Parametri ekstrakcije*

Tehnika mikroekstrakcije na čvrstoj fazi (SPME – Solid Phase Microextraction) korištena je prilikom pripreme uzorka, a sastoji se od dvije faze: reakcije između analita iz uzorka i vlakna SPME-a te desorpcije analita s vlakna na analitički instrument.



**Slika 9.** Uređaj za HS-SPME (Anonymous 3, 2016)

Uzorak koji sadrži organske ili hlapive organske spojeve, prilikom ekstrakcije stavljen je u vial i zatvoren čepom. Čep se zatim probija i vlakno se izloži u *headspace* (HS) (prostor iznad uzorka), a hlapivi spojevi iz uzorka prelaze na vlakno SPME-a. Nakon adsorpcije se vlakno uvlači u zaštitni dio te izvlači iz viala. Potom slijedi direktno injektiranje u GC injektor. U *lineru* injektora vlakno je izloženo visokoj temperaturi i koncentrirani spojevi se desorbiraju sa vlakna.

Vlakno koje je korišteno za SPME obloženo je sa DVB/CAR/PDMS punilom (divinilbenzen/karboksen/poli-dimetilsiloksan) debljine 50/30  $\mu\text{m}$  i duljine 2 cm. Prije ekstrakcije je provedeno prekondicioniranje na temperaturi od 270  $^{\circ}\text{C}$  i vremenu od 1h u injektoru.

Pripremljeni uzorak postavljen je u termoblok na temperaturu od 50  $^{\circ}\text{C}$ , potom je iglom za SPME probušen PTEF čep na vialu sa uzorkom, a iz igle je istisnuto vlakno sa punilom (slika 9.). Punilo vlakna dolazi u kontakt s prostorom iznad uzorka (*headspace*) gdje se vrši adsorpcija hlapivih sastojaka iz uzorka na stacionarnu polimernu fazu vlakna.

Ekstrakcija je provedena pri temperaturi od 50  $^{\circ}\text{C}$  180 min uz konstantno miješanje pomoću magneta i miješalice (slika 10.). Nakon ekstrakcije je SPME vlakno direktno prebačeno u injektor plinskog kromatografa sa masenim spektrofotometrom.

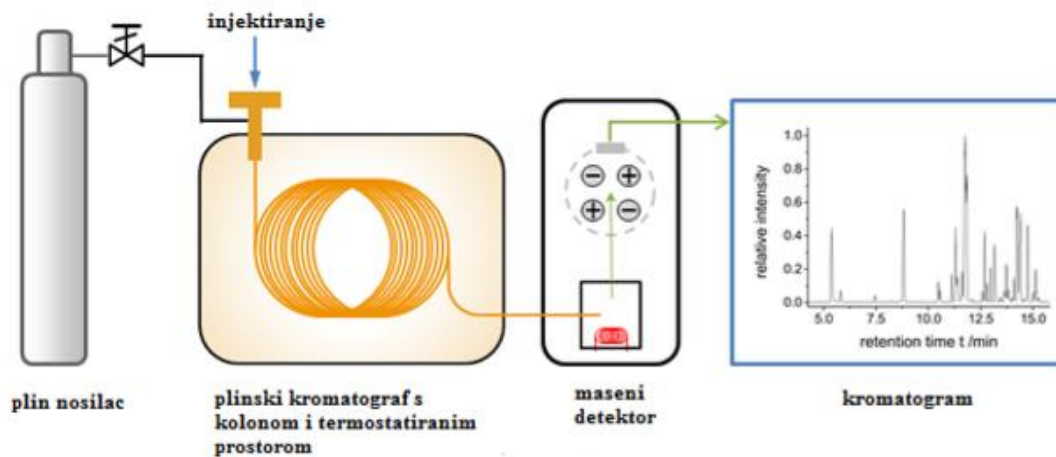




**Slika 10.** HS-SPME ekstrakcija (vlastita fotografija)

### 3.2.4.2. Plinska kromatografija – masena spektrometrija (GC – MS)

Nakon završene ekstrakcije, SPME vlakno izvađeno je iz uzorka i injektirano u 6890N plinski kromatograf (GC) povezan s 5975i masenim spektrometrom (MS) (slika 11.). Pod utjecajem visoke temperature, prethodno adsorbirani analiti su desorbirani s vlakna.



**Slika 11.** Shematski prikaz plinskog kromatografa sa masenim spektrometrom (GC-MS)

(Anonymous 4, 2018)

GC-MS parametri:

- kolona: ZB-5MS, 30 m x 0,25 mm ID x 0,25  $\mu\text{m}$
- plin nosioc: helij
- temperatura injektora: 250  $^{\circ}\text{C}$
- temperatura detektora: 250  $^{\circ}\text{C}$
- protok: 1,0 mL min<sup>-1</sup>
- temperatura prijelazne linije: 280  $^{\circ}\text{C}$
- temperaturni program: 40 $^{\circ}\text{C}$ , 10 min  
200 $^{\circ}\text{C}$ , 5 $^{\circ}\text{C min}^{-1}$   
250 $^{\circ}\text{C}$ , 20 $^{\circ}\text{C min}^{-1}$   
250 $^{\circ}\text{C}$ , 5 min

Energija elektrona za ionizaciju molekula uzoraka bila je 70 eV, a parametri masenog spektrometra postavljeni su na brzinu očitavanja od 1 očitavanje  $s^{-1}$  (scan  $s^{-1}$ ) i opseg razdvajanja mase i naboja ( $m z^{-1}$ ) u rasponu od 30 – 550 (Marušić i sur., 2014).

GC-MS uređaj radi po principu da se hlapivi sastojci u plinu nosiocu uvode u kromatografsku kolonu koja je ispunjena nepokretnom fazom. Smjesa tvari se razdjeljuje između pokretne i nepokretne faze prolazom kroz kolonu na osnovi različite topljivosti u nepokretnoj fazi. Prva komponenta koja izlazi iz kolone najslabije je topljiva u nepokretnoj fazi. Odijeljene komponente na izlazu iz kolone ulaze u plameno – ionizacijski detektor masenog spektrometra. Zatim maseni spektrometar detektira strukturne informacije odijeljenih komponenti uzorka. Rezultati analize hlapivih sastojaka uzoraka mogu se vidjeti na računalu spojenom na GC-MS uređaj kao kromatogram.

### 3.2.5. 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 ( $5 \text{ mg mL}^{-1}$ ) Standardi koji su bili korišteni su: pentanol, heksanal, 2-furanmetanol, 2-heptanon, benzaldehid, 1-okten-3-ol, oktanal, limonen, benzil alkohol, benzenacetaldehid, oktanol, 4-metil-fenol, 2-nonanon, linalol i dekanal, proizvođača Sigma-Aldrich (Steinheim, Njemačka).  $100 \mu\text{L}$  otopine pojedinog standarda otpipetirano je u odmjernu tikvicu od  $100 \text{ mL}$  i dopunjeno do oznake (stock otopina koncentracije  $5 \mu\text{g mL}^{-1}$ ). Nadalje, napravljena je otopina koncentracija u rasponu od  $0,1 - 3 \text{ mg kg}^{-1}$ , dodano  $100 \mu\text{L}$  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.

### 3.2.6. 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

U ovom radu određen je udio masti metodom po Smedesu, sastav masnih kiselina, identificirani su i kvantificirani hlapivi spojevi arome te je određena boja na uzorcima dimljenih pršuta proizvedenih od dvije različite pasmine svinja. Na temelju dobivenih rezultata izračunata je  $p$  – vrijednost koja pokazuje da li postoje statistički značajne razlike među dobivenim rezultatima dviju pasmina svinja. Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost  $\pm$  standardna pogreška.

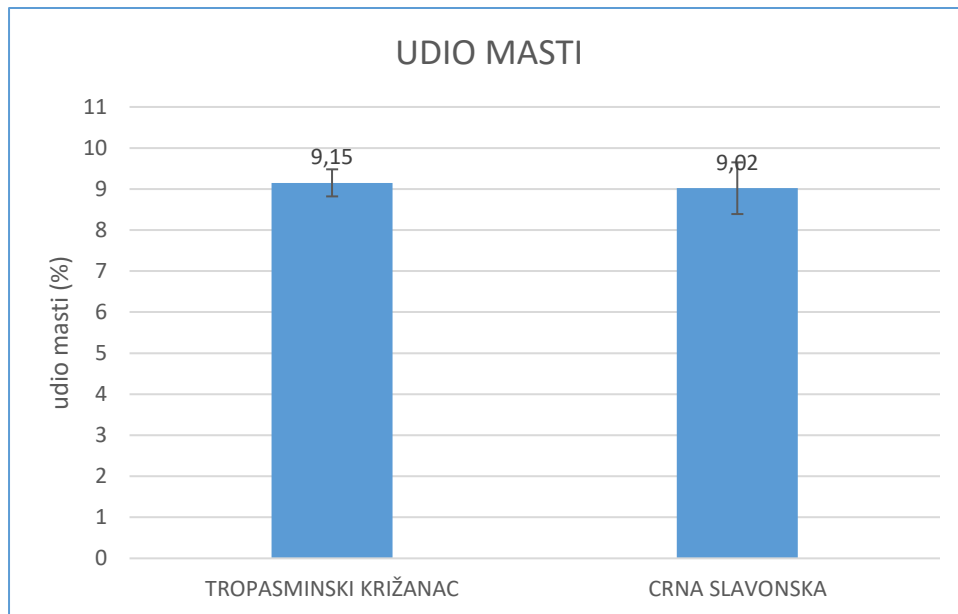
Analiza je provedena na ukupno 10 uzoraka *M. biceps femoris*, od čega je 5 butova crne slavonske svinje i 5 butova tropasminskog križanca. Uzorci dimljenih pršuta proizvedeni su u industrijskim uvjetima i potječu sa hrvatskog tržišta.

### 4.1. Mast i masne kiseline

Sadržaj intramuskularne masti je važno svojstvo u proizvodnji pršuta jer utječe na poželjna senzorska svojstva (miris, okus, tekstura) i smanjuje kalo, zbog otežane difuzije soli kroz masno tkivo. Između pojedinih pasmina postoje razlike u sadržaju intramuskularne masti, koji može biti od vrlo visokog (pietren, belgijski landras) do povoljnog (durok) ili vrlo visokog (crna slavonska svinja) (Senčić i Samac, 2017).

Intramuskularna mast postaje vidljiva ako je njezin sadržaj veći od 5 %. Udio masti je jedan od najvažnijih čimbenika kvalitete pršuta, što je sadržaj masti veći, to je pršut prihvatljiviji.

Slika 12. grafički prikazuje udio masti u uzorcima dimljenog pršuta tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine svinje. Udio masti u uzorcima dimljenog pršuta proizvedenog od tropasminskog križanca je  $9,15 \pm 0,33$  %, dok je u uzorcima dimljenih pršuta proizvedenih od crne slavonske svinje  $9,02 \pm 0,63$  %. Vidljivo je da pasmina svinja nije utjecala na ukupno određeni udio masti u ispitivanim uzorcima tj. nije bilo statistički značajne razlike ( $P > 0,05$ ) između uzoraka.



\* rezultati su izraženi kao srednja vrijednost  $\pm$  st. pogreška

**Slika 12.** Udio masti u uzorcima dimljenih pršuta tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine svinje određen metodom po Smedesu

Osobito svojstvo mesa crne slavonske pasmine svinja u usporedbi s mesom modernih pasmina je visok sadržaj masti u mišiću, u prosjeku od 6 do 8 % (Karolyi i sur., 2010).

U istraživanju koje su proveli Marušić Radovčić i sur. (2016) na 9 različitih uzoraka dalmatinskog pršuta, udio masti u uzorcima *M. biceps femoris* kretao se u rasponu od  $10,9 \pm 0,2$  % do  $17,15 \pm 0,5$  % što je više nego u ovom istraživanju.

Određivanjem udjela masti metodom po Smedesu, u istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2018), udio masti u Dalmatinskom pršutu iznosio je  $3,36 \pm 0,07$  % dok je za Istarski pršut iznosio  $5,24 \pm 0,17$

Karolyi (2006) je određivao kemijski sastav istarskog pršuta te je udio masti iznosio  $16,91 \pm 4,59$  %. Senčić i Samac (2017) navode da se razlike između istarskih pršuta različitih genotipova pripisuju većem udjelu intramuskularne masti kod križanaca s durokom.

Pleadin i sur. (2016) određivali su sastav masnih kiselina tradicionalnih hrvatskih i slovenskih suhomesnatih proizvoda. Udio masti u uzorku Dalmatinskog pršuta iznosio je  $21,70 \pm 0,82$  % dok je za tradicionalni slovenski Kraški pršut iznosio  $23,20 \pm 1,16$ %. Kraški pršut proizvodi se od križane pasmine svinja Landras x Veliki jorkšir (Andronikov i sur., 2013).

U istraživanju koje su proveli Petričević i sur. (2018) na različitim hrvatskim pršutima, udio masti u Istarskom pršutu bio je  $14,94 \pm 1,78$  %, u Krčkom pršutu  $18,79 \pm 1,43$  %, u

Dalmatinskom pršutu  $18,30 \pm 31,47$  % te u Drniškom pršutu  $19,24 \pm 2,37$ , bez statistički značajne razlike. Udio masti veći je nego u ovom istraživanju.

Krvavica i Đugum (2006) usporedili su kakvoću pršuta u svijetu i kod nas, pa je tako za Istarski pršut udio masti iznosio 19,66 %, za Serrano pršut 5,90 %, za Iberijski pršut 20,50 %, za Parma pršut 3,50 %, za San Daniele 3,60 %, za Bayonne 5,0 % te za američku Country – style šunku 5,30 %. Iz podataka je vidljiva znatna razlika u sadržaju masti između istarskog i ostalih vrsti pršuta osim iberijskih pršuta koji su po sadržaju masti vrlo blizu istarskom pršutu. Iberijski pršuti proizvode se od autohtone pasmine svinja koja se uzgaja u gotovo ekstenzivnim uvjetima, u produženom tovu te se specifično hrane. Na taj način postiže se bolja mramoriranost buta, odnosno poželjna količina intramuskularne masti.

Španjolski Serrano pršut proizvodi se od butova bijelih svinja najčešće križanaca pasmine veliki jorkšir, landras i durok, a Iberijski pršut proizvodi se od butova i plečki crnih autohtonih iberijskih svinja ili njihovih križanaca (najčešće s durokom) s minimalno 50%-tnim udjelom krvi iberijskih svinja. Za proizvodnju talijanskog Parma pršuta koriste se butovi križanaca talijanskog jorkšira i landrasa. Kod talijanskih križanaca s različitim postotkom duroka i velikog jorkšira, uočena je pozitivna korelacija između mase svježje obrađenog buta te udjela vode, mramoriranosti i čvrstoće mišićnog tkiva u zrelom pršutu. Crna iberijska pasmina svinja ili njezini križanci s durokom (povećana mesnatost) s minimalno 75%-tnim udjelom krvi iberijske svinje daju meso vrhunske kvalitete i koriste se za proizvodnju Iberijskog pršuta (Kovačević, 2017).

U istraživanju Ivanović i sur. (2016) udio masti u talijanskim vrstama pršuta iznosio je za Modena pršut  $22,9 \pm 3,5$  %, za Nazionale  $13,7 \pm 5,1$  %, za Parma pršut  $18,3 \pm 2,8$  % te za San Daniele  $18,6 \pm 2,8$  %. U usporedbi sa španjolskim pršutima, Fernández i sur. (2007) napravili su istraživanje na 5 različitih uzoraka španjolskih pršuta gdje je udio masti za Serrano pršut iznosio 17,2 %, za Teruel 24,2 %, za Dehesa 29,2 %, za Huelva 20,7 % te za Guijuelo 23,3 % čime se može zaključiti da su udjeli masti znatno veći nego u ovo istraživanju.

S obzirom na činjenicu da su meso i mesni proizvodi bogati mastima, posebno zasićenim masnim kiselinama, potrošačima se savjetuje umjerena konzumacija istih, dok se istodobno, proizvođači trude utjecati na profil masnih kiselina kako bi ga približili nutritivno prihvatljivim vrijednostima. Proizvodi od svinjskog mesa općenito sadrže visok udio zasićenih (SFA) te manji udio mononezasićenih (MUFA) i polinezasićenih (PUFA) masnih kiselina u odnosu na preporučene razine (Pleadin i sur., 2016).

U prosjeku, sastav masnih kiselina kod pršuta od bijelih pasmina svinja uključuje 35–40% SFA, 45–50% MUFA i 10–15% PUFA. Iberijski pršuti sadrže veći udio MUFA (54–

58%), a manji postotak SFA (30–35%) i PUFA (8–12%), što se objašnjava visokim udjelom oleinske kiseline zbog prehrane žirom (Jiménez - Colmenero i sur., 2010).

U tablici 1. prikazan je sastav masnih kiselina u uzorcima dimljenih pršuta tropasminskog križanca te crne slavonske pasmine svinje.

Statistički značajna razlika ( $P < 0,05$ ) prisutna je u uzorcima dimljenih pršuta tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine u udjelima SFA, MUFA i PUFA. Udio SFA u uzorcima tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine iznosi 39,24 - 31,89 %, udio MUFA iznosi 53,32 - 59,47 %, a udio PUFA 7,43 - 8,25 %.

Kovačević (2017) navodi da najzastupljenije masne kiseline u pršutima pripadaju skupini MUFA (41 - 59%), zatim SFA (30 - 45%) te PUFA (9 - 18%), što je potvrđeno i ovim istraživanjem.

I u drugim istraživanjima određen je sličan sastav masnih kiselina kao u ovom. U istraživanju Marušić i sur. (2013) sastav masnih kiselina dalmatinskog pršuta čini 41 % SFA, 51 % MUFA i 8 % PUFA te sličan sastav pokazuje i istarski pršut sa 39 % SFA, 53 % MUFA i 8 % PUFA. Marušić Radovčić i sur. (2018) određivali su sastav masnih kiselina u trajnim mesnim proizvodima s hrvatskog tržišta. U uzorku *M. biceps femoris* dalmatinskog pršuta sastav masnih kiselina čini 40 % SFA, 53 % MUFA i 6 % PUFA, dok u uzorku istarskog pršuta sastav masnih kiselina čini 41 % SFA, 52 % MUFA i 5 % PUFA, što je također usporedivo sa rezultatima dobivenim u ovom istraživanju.

Pršuti drugih europskih zemalja te kineski pršut pokazuju niži udio SFA i viši udio PUFA u odnosu na analizirane pršute. Prema istraživanju Jiménez-Colmenero i sur. (2010) udio SFA u španjolskom Iberijskom pršutu iznosi 35,15 %, udio MUFA 51,39 % te PUFA 13,44 %. Španjolski Serrano pršut sadrži 32,70 % SFA, 52,7 % MUFA i 10,2 % PUFA, dok francuski Bayonne pršut sadrži 36,4 % SFA, 52,9 % MUFA i 10,7 % PUFA i Corsican sa 34,9 % SFA, 55,4 % MUFA i 9,7 % PUFA. Gledajući sastav masnih kiselina u talijanskim pršutima, Parma pršut sadrži 36 % SFA, 54 % MUFA i 8,6 % PUFA, a San Daniele 38,5 % SFA, 52 % MUFA i 8,6 % PUFA. Kineski Jinhua pršut sadrži 37 % SFA, 47 % MUFA te vidljivo veći udio PUFA od europskih pršuta – 14,2 %. Općenito, iberijski pršuti sadrže više intramuskularne masti od pršuta proizvedenih od bijelih svinja kao što je Parma pršut ili Bayonne.

Najzastupljenije masne kiseline u uzorcima dimljenih pršuta tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine su oleinska (C18:1c) (49,54 – 53,10 %), palmitinska (C16:0) (21,81 – 24,82 %), stearinska (C18:0) (7,36 – 11,92 %) i linolna kiselina (C18:2c) (6,45 – 7,23 %). Gledajući najzastupljenije prisutne masne kiseline, uzorci tropasminskog križanca sadrže veći udio palmitinske (24,82 %) i stearinske masne kiseline (11,92 %), u odnosu na uzorke crne slavonske

pasmine koje sadrže 21,81 % palmitinske kiseline i 7,36 % stearinske kiseline. Udjeli palmitinske i stearinske kiseline pokazuju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) između pasmina svinja. Uzorci crne slavonske pasmine sadrže više oleinske kiseline (53,10 %) i linolne kiseline (7,23 %), u odnosu na uzorke tropasminskog križanca koji sadrže 49,54 % oleinske i 6,45 % linolne kiseline. Udjeli oleinske i linolne kiseline također pokazuju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) između pasmina svinja.

**Tablica 1.** Sastav masnih kiselina (% od ukupne masti) u uzorcima dimljenog pršuta tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine

<b>MASNE KISELINE</b>	<b>Tropasminski križanac</b>	<b>Crna slavonska</b>	<b><i>p-vrijednost</i></b>
<b>C10:0</b>	0,14±0,00 <sup>b</sup>	0,12±0,01 <sup>a</sup>	0,035
<b>C12:0</b>	0,09±0,00	0,08±0,00	0,065
<b>C14:0</b>	1,42±0,01	1,34±0,04	0,109
<b>C15:0</b>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,06±0,01 <sup>b</sup>	0,000
<b>C16:0</b>	24,82±0,07 <sup>b</sup>	21,81±0,19 <sup>a</sup>	0,000
<b>C16:1</b>	3,42±0,03 <sup>a</sup>	4,82±0,10 <sup>b</sup>	0,000
<b>C17:0</b>	0,16±0,00 <sup>a</sup>	0,24±0,00 <sup>b</sup>	0,000
<b>C17:1</b>	0,19±0,00 <sup>a</sup>	0,32±0,01 <sup>b</sup>	0,000
<b>C18:0</b>	11,92±0,08 <sup>b</sup>	7,36±0,17 <sup>a</sup>	0,000
<b>C18:1t</b>	0,18±0,01	0,31±0,08	0,148
<b>C18:1c</b>	49,54±0,08 <sup>a</sup>	53,10±0,34 <sup>b</sup>	0,000
<b>C18:2c</b>	6,45±0,05 <sup>a</sup>	7,23±0,04 <sup>b</sup>	0,000
<b>C18:3n6</b>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,06±0,01 <sup>b</sup>	0,000
<b>C18:3n3</b>	0,28±0,00 <sup>a</sup>	0,37±0,01 <sup>b</sup>	0,000
<b>C20:0</b>	0,19±0,01 <sup>a</sup>	0,22±0,01 <sup>b</sup>	0,031
<b>C20:1</b>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,92±0,02 <sup>b</sup>	0,000
<b>C20:2</b>	0,35±0,01 <sup>a</sup>	0,40±0,01 <sup>b</sup>	0,000
<b>C20:3n6</b>	0,07±0,00 <sup>a</sup>	0,10±0,00 <sup>b</sup>	0,000
<b>C20:4n6</b>	0,27±0,01 <sup>a</sup>	0,46±0,01 <sup>b</sup>	0,000
<b>C20:3n3</b>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,03±0,01 <sup>b</sup>	0,040



<b>C23:0</b>	0,51±0,03	0,66±0,20	0,478
<b>SFA</b>	39,24±0,11 <sup>b</sup>	31,89±0,23 <sup>a</sup>	0,000
<b>MUFA</b>	53,32±0,10 <sup>a</sup>	59,47±0,22 <sup>b</sup>	0,000
<b>PUFA</b>	7,43±0,06 <sup>a</sup>	8,25±0,06 <sup>b</sup>	0,000
<b>n6</b>	6,80±0,06 <sup>a</sup>	7,79±0,05 <sup>b</sup>	0,000
<b>n3</b>	0,28±0,00 <sup>a</sup>	0,40±0,02 <sup>b</sup>	0,001
<b>n6/n3</b>	24,03±0,31 <sup>b</sup>	19,55±1,08 <sup>a</sup>	0,004
<b>PUFA/SFA</b>	0,19±0,00 <sup>b</sup>	0,14±0,00 <sup>a</sup>	0,000
<b>MUFA/PUFA</b>	7,18±0,07	7,21±0,05	0,735

\* Rezultati su izraženi kao srednja vrijednost ± st. Pogreška. Različita slova (a - b) u istome redu označavaju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ). SFA (engl. Saturated Fatty Acid) – zasićena masna kiselina; MUFA (engl. Monosaturated Fatty Acid) – jednostruko nezasićena masna kiselina; PUFA (engl. Polyunsaturated Fatty Acid) – višestruko nezasićena masna kiselina.

Sastav masnih kiselina razlikuje se s obzirom na pasminu svinja. Statistički značajna razlika ( $P < 0,05$ ) obzirom na pasminu svinja određena je za ukupno 16 masnih kiselina iz svih skupina (SFA, MUFA, PUFA), od sveukupno 21 identificirane masne kiseline. Za razliku od uzoraka tropasminskog križanca, u uzorcima crne slavonske pasmine određene su su 4 masne kiseline više, a to su: pentadekanska kiselina (C15:0),  $\gamma$  – linolenska kiselina (C18:3n6), cis – 11 – eikozenska kiselina (C20:1) i eikozatrienska kiselina (C20:2).

Omjer PUFA/SFA trenutno je jedan od glavnih parametara korišten za procjenu nutritivne kvalitete lipidnih skupina u hrani. Nutritivna preporuka omjera PUFA/SFA je  $> 0,4 - 0,5$ , iako nekoliko istraživača upozorava da se ovaj omjer mora razmatrati zajedno s omjerom n-6/n-3 zbog povoljnih učinaka linolenske kiseline C18:3n6 (n-6 kiseline) na zdravlje, koji se odvijaju samo kada omjer PUFA/SFA nije veći od 1,5. Za SFA (poglavito C12, C14 i C16, odnosno  $< C18$ ) se smatra da povećavaju razinu „lošeg“ LDL kolesterola u krvnoj plazmi zbog čega bi njihov unos tijekom prehrane trebalo ograničiti na manje od 10% od ukupno unesenih kalorija, odnosno najviše do 300 mg dnevno (Kovačević, 2017).

U ovom istraživanju omjeri PUFA/SFA pokazali su statistički značajnu razliku između pasmina, te za tropasminskog križanca iznose 0,19, a za crnu slavonsku pasminu 0,14, pri čemu je vidljivo da je omjer PUFA/SFA niži kod crne slavonske pasmine. Dobiveni udjeli PUFA/SFA niži su od preporučenih. Pleadin i sur. (2015) istraživali su sezonske varijacije u sastavu masnih kiselina istarskog i dalmatinskog pršuta, čije su vrijednosti omjera PUFA/SFA

usporedive sa ovim istraživanjem. Omjer PUFA/SFA za istarski pršut iznosi 0,21, a za dalmatinski pršut 0,17.

Španjolski pršuti pokazuju nešto više omjere PUFA/SFA, koji za Serrano pršut iznosi 0,30, za Teruel 0,21. Kod Iberijskog pršuta omjer PUFA/SFA je od 0,19 - 0,38 (Jiménez-Colmenero i sur., 2010, Fernández, 2007).

Simopoulous (2002) navodi da smanjeno unošenje n – 6 masnih kiselina i povećano unošenje n – 3 masnih kiselina ima pozitivan efekt na zdravlje čovjeka te bi omjer n – 6 i n – 3 trebao biti oko 4. U ovom istraživanju omjer n-6/n-3 za uzorke tropasminskog križanca iznosi 24,03 , a za crnu slavonsku pasminu 19,55 pri čemu je vidljivo da je omjer za crnu slavonsku pasminu mnogo niži nego za tropasminskog križanca. Statistički značajna razlika ( $P < 0,05$ ) za omjer n-6/n-3 također je prisutna s obzirom na analizirane pasmine.

U istraživanju Marušić i sur. (2013) n-6/n-3 omjer za *M.biceps femoris* dalmatinskog pršuta (14,72) manji je u odnosu na omjer za istarski pršut (16,58). Kovačević (2017) navodi da se omjer n-3/n-3 u Iberijskom pršutu kreće od 9,4 pa do čak 31,2, dok je za Serrano pršut 12,7. Visok omjer n-6/n-3 imaju i trajni suhomesnati proizvod iz regije, kraški pršut (25,30) (Pleadin i sur., 2016).

## 4.2. Boja

U tablici 2. prikazani su rezultati određivanja boje ( $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  vrijednosti) za uzorke dimljenih pršuta proizvedenih od različitih pasmina svinja. Statistički značajna razlika ( $P < 0,05$ ) vidljiva je kod  $L^*a^*b^*$  vrijednosti. Vrijednost  $L^*$  koordinate boje veća je kod tropasminskog križanca (51,56) nego kod crne slavonske pasmine (48,40). Općenito, pršuti koji imaju veći sadržaj inter- i intramuskularne masti imaju veću vrijednost  $L^*$  koordinate, a to su pršuti od pasmina svinja s mramoriranim mesom čemu dodatno doprinosi i uzgoj svinja u otvorenom sustavu držanja (Kovačević, 2017). U ovom istraživanju pršut crne slavonske pasmine ima manju vrijednost  $L^*$  koordinate boje od pršuta tropasminskog križanca, što znači da je tamnije boje od tropasminskog križanca.

**Tablica 2.** Vrijednosti parametara L\*, a\* i b\* za uzorke dimljenog pršuta tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine

	L*	a*	b*
Tropasminski križanac	51,56±0,60 <sup>b</sup>	6,38±0,41 <sup>b</sup>	6,28±0,44 <sup>b</sup>
Crna slavonska svinja	48,40±0,44 <sup>a</sup>	4,76±0,36 <sup>a</sup>	4,60±0,17 <sup>a</sup>
<i>p-vrijednost</i>	0,002	0,014	0,005

\* Rezultati su izaženi kao srednja vrijednost ± st. pogreška. Različita slova (a - b) u istome redu označavaju statistički značajnu razliku (P<0,05).

Senčić i sur. (2012) određivali su kvalitetu slavonskih šunki proizvedenih od crnih slavonskih svinja. L\* vrijednost među uzorcima u tom istraživanju iznosila je je 35,30-39,50 što je manje nego u ovom istraživanju. Dobivena L\* vrijednost u ovom istraživanju usporediva je sa L\* vrijednosti dalmatinskog pršuta (Petričević i sur., 2018) koja iznosi 44,23, dok je za ostale hrvatske pršute manja (istarski 34,61, krčki 35,97, drniški 40,94).

Iberijski pršut pokazuje veće L\* vrijednosti od Serrano pršuta jer sadrži više intramuskularne masti, odnosno ima veću mramoriranost, kao rezultat pasmine svinja, uzgoja na otvorenom i prehrane žirom (Kovačević, 2017). Marušić i sur. (2014) navode da je L\* vrijednost u *M.biceps femoris* za Iberijski pršut 38,8, za Serrano šunku 34,8, dok se za Parma i San Daniele kreću od 37,9 – 38,0.

a\* vrijednost u ovom istraživanju veća je kod tropasminskog križanca (6,38) nego kod crne slavonske pasmine (4,76). Veće vrijednosti a\* koordinate boje karakteristične su za pršute veće mase koje su pripravljene od butova starijih svinja te od svinja koje su uzgajane u otvorenom sustavu držanja. U istraživanju Petričević i sur. (2018) a\* vrijednost dalmatinskog pršuta (13,21) veća je nego u ovom istraživanju. Također je veća i za istarski (14,73), krčki (13,14) i drniški (13,66) pršut.

Marušić i sur. (2014) navode da je a\* vrijednost za Iberijski pršut 18,90, za Serrano pršut 15,60 te za Parma pršut 15,90 – 17,70. Veće vrijednosti a\* koordinate boje španjolskih pršuta je posljedica salamurenja i antioksidativnog djelovanja nitrita.

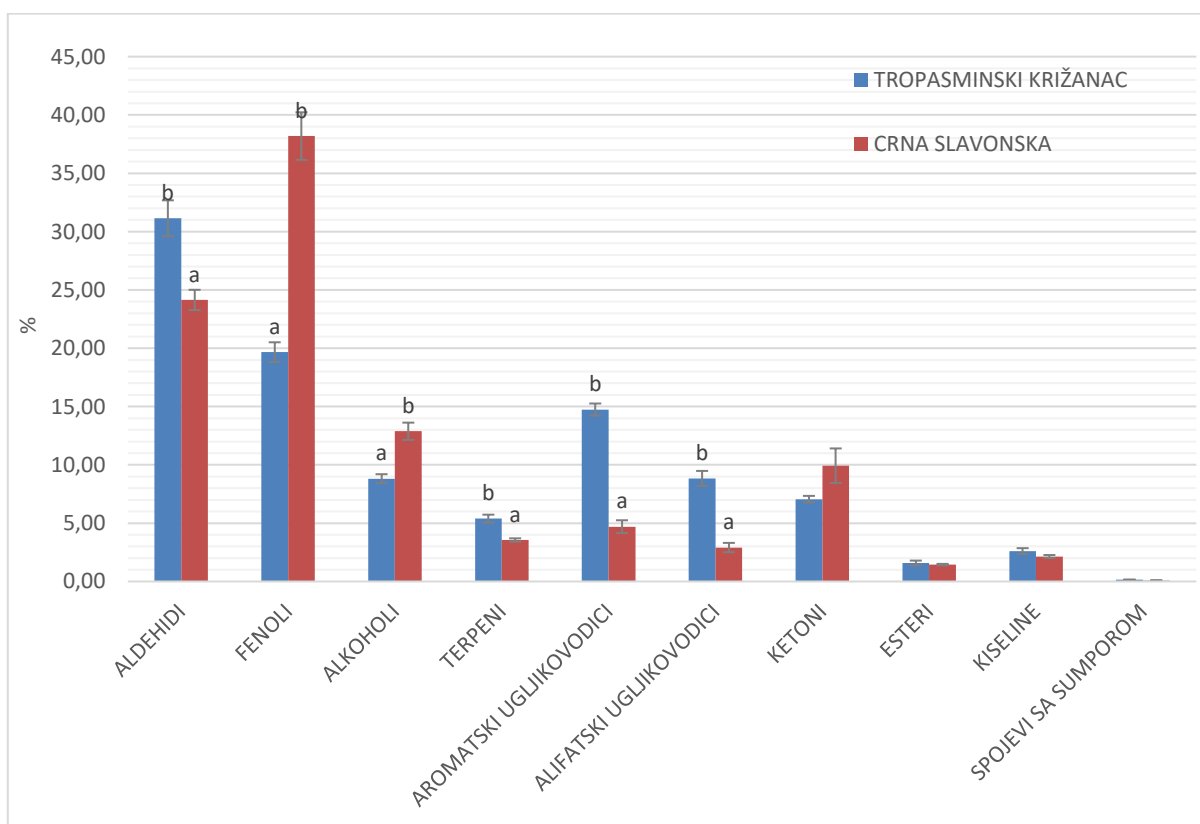
b\* vrijednost tropasminskog križanca (6,28) veći je nego kod crne slavonske pasmine (4,60). Pregledom literature, b\* vrijednosti usporedive su sa drugim vrijednostima u istraživanjima crne slavonske pasmine, gdje iznose 3,89 za slavonske šunke (Senčić i sur., 2015) i 3,62 (Senčić i sur., 2010). Marušić i sur. (2014) navode da su vrijednosti b\* koordinate boje za europske pršute veće nego u ovom istraživanju (Iberijski pršut – 7,6, Serrano – 10,5, Parma i San Daniele – 6,0). U hrvatskim pršutima također su veće b\* koordinate boje nego u

ovom istraživanju (istarski 10,20, krčki 12,61, drniški 12,53, dalmatinski 13,20) (Petričević i sur., 2018).

### 4.3. Hlapivi spojevi arome

U uzorcima dimljenih pršuta SPME - GC - MS metodom, pronađeno je ukupno 103 hlapivih spojeva arome. Spojevi su podijeljeni u pripadajuće kemijske grupe, a rezultati su izraženi kao srednja vrijednost  $\pm$  standardna pogreška (tablica 3.). Od prisutnih hlapivih spojeva, najbrojniji su aromatski ugljikovodici (19 spojeva), zatim alifatski ugljikovodici (17) i ketoni (17), fenoli (15), aldehidi (14), alkoholi (11), kiseline (5), esteri (2), terpeni (2) te jedan (1) spoj sa sumporom.

Prema površini pikova hlapivih spojeva arome (slika 13.), najbrojnija kemijska grupa u uzorcima dimljenih pršuta proizvedenih od crne slavonske svinje su fenoli (38,19 %), zatim slijede aldehidi (24,14 %), alkoholi (12,88 %), ketoni (9,93 %), aromatski ugljikovodici (4,70 %), terpeni (3,56 %), alifatski ugljikovodici (2,91 %), kiseline (2,14 %), esteri (1,45 %) i spoj sa sumorom (0,08 %).



\* Rezultati su izraženi kao srednja vrijednost  $\pm$  st. pogreška. Različita slova (a - b) u istome redu označavaju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ).

**Slika 13.** Udjeli hlapivih spojeva u uzorcima dimljenih pršuta tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine izraženi kao površine pikova (%)

U uzorcima dimljenih pršuta proizvedenih od tropasminskog križanca najbrojnija kemijska grupa su aldehidi (31,14 %), potom fenoli (19,67 %), aromatski ugljikovodici (14,74 %), alifatski ugljikovodici (8,84 %), alkoholi (8,81 %), ketoni (7,06 %), terpeni (5,39 %), kiseline (2,61 %), esteri (1,58 %) i spoj sa sumporom (0,15 %).

U uzorcima dimljenih pršuta proizvedenih od crne slavonske pasmine veći je prosječni udio hlapivih spojeva arome iz skupina fenola i ketona, dok je u uzorcima tropasminskog križanca veći prosječni udio hlapivih spojeva arome iz skupina aldehida, terpena, aromatskih i alifatskih ugljikovodika. Statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) pokazuju udjeli hlapivih spojeva arome iz svih skupina prisutnih hlapivih spojeva, osim iz skupine ketona, estera, kiselina i spojeva sa sumporom. Statistički značajna razlika prisutna je kod 67 od ukupno 103 hlapivih spojeva arome.

**Tablica 3.** Udio hlapivih spojeva u uzorcima dimljenih pršuta tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine (%)

Hlapivi spoj	RI	Tropasminski križanac	Crna slavonska	<i>p-vrijednost</i>	Identifikacija
<b>Aldehidi</b>					
<b>3-Metilbutanal</b>	688	1,20±0,10 <sup>b</sup>	0,77±0,11 <sup>a</sup>	0,041	MS, RI
<b>2-Metil butanal</b>	692	2,26±0,26 <sup>b</sup>	1,02±0,17 <sup>a</sup>	0,016	MS, RI
<b>Pentanal</b>	714	1,07±0,05	1,49±0,25	0,174	MS, RI
<b>Heksanal</b>	800	9,21±1,11	7,90±0,54	0,348	MS, RI
<b>Heptanal</b>	902	1,35±0,15	1,13±0,04	0,227	MS, RI
<b>Metional</b>	907	0,55±0,05 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,000	MS, RI
<b>Benzaldehid</b>	965	3,26±0,29	2,44±0,53	0,246	MS, RI
<b>Oktanal</b>	1004	2,79±0,18	2,39±0,39	0,398	MS, RI
<b>Benzenacetaldehid</b>	1046	2,26±0,07 <sup>b</sup>	0,99±0,10 <sup>a</sup>	0,000	MS, RI
<b>2,4-Heksadienal</b>	1087	0,79±0,05 <sup>b</sup>	0,33±0,05 <sup>a</sup>	0,002	MS, RI

<b>Nonanal</b>	1105	4,40±0,18	4,48±0,87	0,994	MS, RI
<b>2-Heksenal</b>	1190	0,29±0,04	0,19±0,03	0,132	MS, RI
<b>Dekanal</b>	1206	0,86±0,11	0,51±0,08	0,065	MS, RI
<b>2-Dekenal</b>	1264	0,84±0,06 <sup>b</sup>	0,49±0,09 <sup>a</sup>	0,032	MS, RI
	<b>Ukupno</b>	<b>31,14±1,54<sup>b</sup></b>	<b>24,14±0,87<sup>a</sup></b>	<b>0,017</b>	
<b>Fenoli</b>					
<b>Fenol</b>	990	0,00±0,00 <sup>a</sup>	8,22±1,43 <sup>b</sup>	0,005	MS, RI
<b>2-Metil fenol</b>	1061	2,74±0,14 <sup>a</sup>	4,62±0,24 <sup>b</sup>	0,003	MS, RI
<b>4-Metil fenol</b>	1081	4,06±0,15 <sup>a</sup>	6,61±0,08 <sup>b</sup>	0,000	MS, RI
<b>2-Metoksi fenol</b>	1089	4,97±0,26 <sup>a</sup>	9,70±0,72 <sup>b</sup>	0,004	MS, RI
<b>4-Metoksi fenol</b>	1098	0,33±0,04	0,51±0,05	0,061	MS, RI
<b>2-Etil fenol</b>	1142	0,42±0,07	0,27±0,09	0,270	MS, RI
<b>3,5-Dimetil fenol</b>	1153	0,73±0,04	0,83±0,27	0,727	MS, RI
<b>3-Etil fenol</b>	1170	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,34±0,03 <sup>b</sup>	0,000	MS, RI
<b>2-Etil fenol</b>	1171	0,89±0,04	0,71±0,21	0,473	MS, RI
<b>2-Metoksi-3-metil fenol</b>	1179	0,49±0,01	0,61±0,13	0,400	MS, RI
<b>2-Metoksi-4-metil fenol</b>	1193	2,24±0,16 <sup>a</sup>	3,47±0,24 <sup>b</sup>	0,013	MS, RI
<b>2-Etil fenol</b>	1200	0,46±0,03 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,000	MS, RI
<b>2,6-Dimetoksi fenol</b>	1250	0,25±0,03 <sup>b</sup>	0,12±0,01 <sup>a</sup>	0,035	MS, RI
<b>4-Metil-2-metoksi fenol (4-Etil gvajakol)</b>	1280	1,43±0,09	1,53±0,31	0,784	MS, RI
<b>2,6-Dimetoksi fenol</b>	1353	0,65±0,06	0,65±0,07	0,948	MS, RI
	<b>Ukupno</b>	<b>19,67±0,84<sup>a</sup></b>	<b>38,19±2,04<sup>b</sup></b>	<b>0,001</b>	
<b>Alkoholi</b>					
<b>1-Penten-3-ol</b>	704	0,31±0,02	0,33±0,07	0,753	MS, RI
<b>3-Metil butanol</b>	748	0,17±0,01 <sup>a</sup>	0,31±0,02 <sup>b</sup>	0,004	MS, RI
<b>Pentanol</b>	771	1,62±0,14	1,66±0,25	0,884	MS, RI
<b>2-Furan metanol</b>	863	0,00±0,00 <sup>a</sup>	3,22±0,86 <sup>b</sup>	0,020	MS, RI
<b>Heksanol</b>	873	0,55±0,07 <sup>a</sup>	2,58±0,10 <sup>b</sup>	0,000	MS, RI
<b>1-Heptanol</b>	979	0,71±0,09 <sup>b</sup>	0,31±0,03 <sup>a</sup>	0,014	MS, RI
<b>1-Okten-3-ol</b>	986	2,14±0,22	1,74±0,13	0,192	MS, RI

<b>2-Etil-1-heksanol</b>	1035	0,41±0,02 <sup>a</sup>	0,60±0,03 <sup>b</sup>	0,012	MS, RI
<b>2-Nonen-1-ol</b>	1073	0,52±0,03 <sup>b</sup>	0,33±0,03 <sup>a</sup>	0,006	MS, RI
<b>Oktanol</b>	1076	1,60±0,06	1,46±0,09	0,248	MS, RI
<b>Feniletil alkohol</b>	1112	0,77±0,07 <sup>b</sup>	0,34±0,12 <sup>a</sup>	0,032	MS, RI
	<i>Ukupno</i>	<b>8,81±0,39<sup>a</sup></b>	<b>12,88±0,74<sup>b</sup></b>	<b>0,008</b>	
<b>Terpeni</b>					
<b>Mircen</b>	994	0,83±0,22 <sup>a</sup>	2,25±0,21 <sup>b</sup>	0,009	MS, RI
<b>Limonen</b>	1029	4,57±0,21 <sup>b</sup>	1,31±0,11 <sup>a</sup>	0,000	MS, RI
	<i>Ukupno</i>	<b>5,39±0,34<sup>b</sup></b>	<b>3,56±0,14<sup>a</sup></b>	<b>0,008</b>	
<b>Aromatski ugljikovodici</b>					
<b>2,6-Dimetil pirazin</b>	913	1,40±0,11	1,12±0,10	0,116	MS, RI
<b>Metoksifenil oksim</b>	921	3,08±0,59 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,006	MS, RI
<b>2,5-Dimetil furan</b>	970	0,81±0,05 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,000	MS, RI
<b>3-Metoksi piridin</b>	999	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,36±0,08 <sup>b</sup>	0,012	MS, RI
<b>Trimetil pirazin</b>	999	2,00±0,07 <sup>b</sup>	0,40±0,04 <sup>a</sup>	0,000	MS, RI
<b>2,4-Dimetil furan</b>	1054	0,60±0,04 <sup>b</sup>	0,11±0,02 <sup>a</sup>	0,000	MS, RI
<b>2-Metoksi-3-metil pirazin</b>	1133	0,32±0,03 <sup>a</sup>	0,60±0,05 <sup>b</sup>	0,008	MS, RI
<b>Propilcikloheksan</b>	1145	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,23±0,01 <sup>b</sup>	0,000	MS, RI
<b>1,2-Dimetoksi benzen</b>	1151	1,40±0,07 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,000	MS, RI
<b>1,4-Dimetoksi benzen</b>	1187	0,59±0,07 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,001	MS, RI
<b>1,2,3-Trimetil cikloheksan</b>	1222	0,16±0,02 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,001	MS, RI
<b>3,4-Dimetoksi toluen</b>	1242	1,60±0,15 <sup>b</sup>	0,48±0,23 <sup>a</sup>	0,016	MS, RI
<b>Ciklooktan</b>	1274	0,56±0,19	0,72±0,30	0,668	MS, RI
<b>1,2,3-Trimetil cikloheksan</b>	1284	0,22±0,04	0,14±0,05	0,274	MS, RI
<b>3-Etilbenzofuran</b>	1305	0,39±0,05 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,002	MS, RI
<b>1,2,3-Trimetoksi benzen</b>	1315	0,97±0,02 <sup>b</sup>	0,41±0,15 <sup>a</sup>	0,021	MS, RI
<b>Eugenol</b>	1360	0,13±0,02 <sup>b</sup>	0,05±0,00 <sup>a</sup>	0,034	MS, RI

<b>1,2,3-Trimetoksi-5-metil benzen</b>	1406	0,51±0,06 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,001	MS, RI
<b>1,2,4-Trimetoksi benzen</b>	1449	0,00±0,00	0,09±0,04	0,088	MS, RI
	<i>Ukupno</i>	<b>14,74±0.52<sup>b</sup></b>	<b>4,70±0.55<sup>a</sup></b>	<b>0,000</b>	
<b>Alifatski ugljikovodici</b>					
<b>2-Heksen</b>	790	0,40±0,08	0,53±0,15	0,515	MS, RI
<b>Tetradekan</b>	1148	0,65±0,07 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,001	MS, RI
<b>2,5-Dimetil-2,4-heksadien</b>	946	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,38±0,07 <sup>b</sup>	0,006	MS, RI
<b>3-Metil nonan</b>	978	0,24±0,03 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,001	MS, RI
<b>2,5-Dimetil-2,4-heksadien</b>	1021	0,24±0,05 <sup>a</sup>	0,43±0,03 <sup>b</sup>	0,042	MS, RI
<b>3-Etil-2-metil-1,3-heksadien</b>	1033	0,33±0,04 <sup>b</sup>	0,19±0,03 <sup>a</sup>	0,044	MS, RI
<b>4,5-dimetil nonan</b>	1038	1,75±0,08 <sup>b</sup>	0,50±0,06 <sup>a</sup>	0,000	MS, RI
<b>3-Etil-2-penten</b>	1049	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,22±0,04 <sup>b</sup>	0,007	MS, RI
<b>5-Undecen</b>	1059	0,36±0,02 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,000	MS, RI
<b>Undekan</b>	1100	0,56±0,02	0,65±0,09	0,388	MS, RI
<b>9-Metil-5-undecen</b>	1119	1,93±0,16 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,000	MS, RI
<b>2,5-Dimetil-2-undecen</b>	1202	0,20±0,03 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,001	MS, RI
<b>3,3-Dimetil heksan</b>	1213	0,91±0,10 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,001	MS, RI
<b>3-Tridecen</b>	1229	0,45±0,05 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,001	MS, RI
<b>Tridekan</b>	1300	0,22±0,02 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,001	MS, RI
<b>Nonadekan</b>	1372	0,40±0,08 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,007	MS, RI
<b>Tetradekan</b>	1400	0,20±0,02 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,001	MS, RI
	<i>Ukupno</i>	<b>8,84±0,64<sup>b</sup></b>	<b>2,91±0,40<sup>a</sup></b>	<b>0,001</b>	
<b>Ketoni</b>					
<b>2-Butanon</b>	659	0,40±0,11	0,61±0,13	0,297	MS, RI
<b>2-Pentanon</b>	708	0,19±0,02	0,34±0,06	0,081	MS, RI
<b>2-Metil ciklopentanon</b>	839	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,23±0,05 <sup>b</sup>	0,011	MS, RI
<b>3-Metil ciklopentanon</b>	846	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,21±0,06 <sup>b</sup>	0,020	MS, RI
<b>2-Heptanon</b>	893	0,44±0,05	0,27±0,04	0,053	MS, RI
<b>2-Metil-2-ciklopenten-1-on</b>	906	0,33±0,02 <sup>a</sup>	1,21±0,34 <sup>b</sup>	0,002	MS, RI



<b>2,5-Dimetil-2-ciklopenten-1-on</b>	952	0,69±0,01 <sup>b</sup>	0,20±0,05 <sup>a</sup>	0,001	MS, RI
<b>4-Metil cikloheksanon</b>	963	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,15±0,05 <sup>b</sup>	0,042	MS, RI
<b>1-Okten-3-on</b>	984	0,32±0,03	0,44±0,11	0,364	MS, RI
<b>2,3-Dimetil-2-ciklopenten-1-on</b>	997	0,45±0,07	0,71±0,11	0,113	MS, RI
<b>2,3-Dimetil-2-ciklopenten-1-on</b>	1040	1,90±0,03	2,61±0,31	0,086	MS, RI
<b>3-Metil-2-cikloheksen-1-on</b>	1057	0,48±0,05	0,29±0,15	0,274	MS, RI
<b>2,3,4-Trimetil-2-ciklopenten-1-on</b>	1066	0,72±0,04 <sup>a</sup>	1,14±0,13 <sup>b</sup>	0,034	MS, RI
<b>1-Fenil etanon</b>	1068	0,24±0,02 <sup>a</sup>	0,56±0,04 <sup>b</sup>	0,002	MS, RI
<b>2-Nonanon</b>	1094	0,51±0,03 <sup>a</sup>	0,87±0,08 <sup>b</sup>	0,014	MS, RI
<b>4-Etil cikloheksanon</b>	1182	0,24±0,03	0,00±0,00	0,002	MS, RI
<b>3-Metil-2-ciklopenten-1-on</b>	1185	0,14±0,01	0,08±0,02	0,076	MS, RI
	<b>Ukupno</b>	<b>7,06±0,28</b>	<b>9,93±1,48</b>	<b>0,130</b>	
<b>Esteri</b>					
<b>3-Metil butanoat</b>	856	0,73±0,23 <sup>a</sup>	1,39±0,06 <sup>b</sup>	0,049	MS, RI
<b>Etil oktanoat</b>	1198	0,85±0,08 <sup>b</sup>	0,07±0,00 <sup>a</sup>	0,001	MS, RI
	<b>Ukupno</b>	<b>1,58±0,21</b>	<b>1,45±0,06</b>	<b>0,595</b>	
<b>Kiseline</b>					
<b>3-Metil butanska kiselina</b>	853	0,55±0,05 <sup>a</sup>	0,90±0,12 <sup>b</sup>	0,046	MS, RI
<b>2-Metil butanska kiselina</b>	875	0,00±0,00	0,61±0,28	0,096	MS, RI
<b>Oktanska kiselina</b>	1177	0,46±0,06	0,63±0,07	0,156	MS, RI
<b>Dekanska kiselina</b>	1367	0,74±0,12 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,004	MS, RI
<b>Dekanska kiselina</b>	1397	0,85±0,09 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,001	MS, RI
	<b>Ukupno</b>	<b>2,61±0,25</b>	<b>2,14±0,13</b>	<b>0,180</b>	
<b>Spojevi sa sumporom</b>					
<b>Dimetildisulfid</b>	751	0,15±0,02	0,08±0,02	0,083	MS, RI
	<b>Ukupno</b>	<b>0,15±0,02</b>	<b>0,08±0,02</b>	<b>0,830</b>	

\* Rezultati su izraženi kao srednja vrijednost ± st. pogreška. Različita slova (a - b) u istome redu označavaju statistički značajnu razliku (P<0,05).

Duljina procesa zrenja uz ostale specifičnosti kao što su sastav salamure i dimljenje, važni su čimbenici koji utječu na sastav i količinu stvorenih hlapivih tvari u pršutu. Hlapive tvari arome nastaju reakcijama kemijske ili enzimske oksidacije nezasićenih masnih kiselina te daljnjim ekstrakcijama s proteinima, peptidima i slobodnim aminokiselinama (Krvavica i sur., 2010).

Jedni od najvažnijih hlapivih spojeva su aldehidi, alkoholi, ketoni, ugljikovodici (alkani i metil razgranati alkani),  $\beta$  - laktone nastali dehidracijom i ciklizacijom  $\beta$  - hidroksi kiselina, esteri i drugi spojevi kao što su derivati benzena, amini i amidi.

Aldehidi su glavni sekundarni produkti oksidacije lipida te su najzastupljenija grupa spojeva u uzorcima tropasminskog križanca (31,14 %), u odnosu na uzorke crne slavonske pasmine (24,14 %). Aldehidi imaju važnu ulogu u ukupnoj aromi pršuta zbog niskog praga osjetljivosti (Kovačević, 2017).

U uzorcima tropasminskog križanca i uzorcima crne slavonske pasmine, aldehidi pokazuju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ). Istraživanjem Marušić Radovčić i sur. (2016) na 9 različitih uzoraka dalmatinskog pršuta, ukupan udio aldehida je 25 - 56,3 % što je usporedivo s rezultatima ovog istraživanja. Nešto manji udjeli aldehida u istarskom pršutu dobiveni su istraživanjem Marušić i sur. (2011) koji je 15,66 - 41,47 %. Međutim, udio aldehida u istarskom pršutu pokazuje i znatno veći udio od 51 % (Marušić i sur., 2014).

Najzastupljeniji aldehyd u uzorcima dimljenog pršuta tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine je heksanal (7,90 - 9,21 %) koji nastaje oksidacijom linolne kiseline, kao i u istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2016) (1,5 - 11,1 %). Uz heksanal, najzastupljeniji aldehidi su nonanal (4,40 - 4,48 %), benzaldehid (2,44 - 3,26 %), oktanal (2,39 - 2,79 %) te 2-metil-butanal (1,02 - 2,26 %) i benzenacetalddehyd (0,99 - 2,26 %).

2 - i 3 - metil-butanal su aldehidi koji se najviše povezuju sa zrelošću pršuta, a vezani su uz razgradnju valina, izoleucina i leucina. Udio 2-metil-butanala u uzorcima dimljenog pršuta tropasminskog križanca je 2,26 %, a u uzorcima crne slavonske pasmine 1,02 %. U ovom istraživanju također je prisutan i 3-metil-butanal u oba analizirana uzorka 0,77 % u dimljenom pršutu crne slavonske pasmine te 1,20 % u pršutu tropasminskog križanca. Zasićeni aldehidi poput oktanal, heksanal i nonanal zastupljeni su većini pršuta u svijetu te značajno doprinose ukupnoj aromi, no u većim koncentracijama daju miris užglosti. Oktanal i nonanal nastaju oksidacijom oleinske kiseline, nezasićene masne kiseline koja se u šunki nalazi u najvećim koncentracijama (Kovačević, 2017). U uzorcima tropasminskog križanca udio oktanal je 2,79 %, a u uzorcima crne slavonske pasmine 2,39 %. Drugi najzastupljeniji aldehyd u ovom istraživanju je nonanal čiji je udio u uzorcima tropasminskog križanca 4,40 %, a u uzorcima

crne slavonske pasmine 4,48 %. Od aldehida čija je koncentracija proporcionalna duljini zrenja odnosno intenzitetu proteolize, budući da najvećim dijelom nastaje Steckerovom razgradnjom aminokiselina, je benzaldehid koji zbog niskog praga osjetljivosti doprinosi ukupnoj aromi s notama gorkog badema.

U istraživanju Petričević i sur. (2018) udio aldehida u dalmatinskom pršutu iznosio je 49,78 %, a najzastupljeniji je benzaldehid (8,94 %), zatim benzacetaldehid (8,68 %) i nonanal (5,39 %), dok je udio heksanala 4,99 %. Heksanal je bio najzastupljeniji aldehid u krčom pršutu (8,18 %), benzaldehid (9,55 %) u drniškom pršutu dok nonanal (8,78 %) u istarskom pršutu. Uz navedene aldehide u ovom istraživanju prisutni su i sljedeći aldehidi u manjim udjelima u uzorcima tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine: heptanal (1,35 - 1,13 %), 3-metil butanal (1,20 - 0,77 %), pentanal (1,07 - 1,49 %), dekanal (0,86 - 0,51 %), 2-dekenal (0,84 - 0,49 %), 2,4-heksadienal (0,79 - 0,33 %), metional (0,55 - 0,00 %) i 2-heksenal (0,29 - 0,19 %).

U Iberijskom pršutu najzastupljeniji spojevi iz skupine aldehida su heksanal i 3-metil butanal koji ima aromu po tamnoj čokoladi (Diego i sur., 2013), kao i u Jinhua pršutu (Song i sur., 2008) gdje je još pronađen i fenilacetaldehid koji ima aromu po vrućim kokicama s maslacem. Najveći utjecaj na aromu Parma pršuta imaju aldehidi metional koji ima nepoželjan miris po ribi ili krumpiru i 2-nonenal (Carrapiso i sur., 2002), dok je identificiran još i fenilacetaldehid kao zastupljeniji. U istraživanju Pugliese i sur. (2009) u Cinta Senese šunki najviše su zastupljeni aldehidi heptanal i oktanal, a u Country-style šunki (Song i Cadwallader, 2007) 3-metil butanal, oktanal i fenilacetaldehid. U istraživanju Flores i sur. (1998) u Serrano pršutu pronađeno je više od 100 hlapivih spojeva od kojih su 11 bili aldehidi (13 - 15 %), a najzastupljeniji su: 3-metil butanal, heksanal i oktanal. U Bayonne pršutu također je najzastupljeniji aldehid heksanal (Théron i sur., 2010).

Najzastupljenija skupina hlapivih spojeva u uzorcima dimljenog pršuta crne slavonske pasmine su fenoli (38,19 %), dok je njihov udio u uzorcima tropasminskog križanca bio statistički značajno ( $P < 0,05$ ) manji (19,67 %). Najzastupljeniji fenol je 2-metoksi fenol (9,70 %) u uzorcima pršuta proizvedenih od crne slavonske svinje, dok je u uzorcima tropasminskog križanca manje zastupljen (4,97 %). Od ostalih fenola, zastupljeniji su: fenol (0,00 - 8,22 %) 4-metil fenol (4,06 - 6,61 %), 2-metil fenol (2,74 - 4,62 %) i 2-metoksi-4-metil fenol (2,24 - 3,47 %) u uzorcima pršuta proizvedenih od tropasminskog križanca i crne slavonske svinje.

Prema istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2016) fenoli su druga najzastupljenija skupina spojeva u dalmatinskom dimljenom pršutu (34,3%). Fenoli i fenolni derivati nastali su prvenstveno zbog pirolize i oksidacije lignina, na relativno niskoj temperaturi (200 – 400 °C). Hladno dimljenje (15 – 25 °C) uglavnom se koristi za produženje roka trajanja zbog

antioksidativnih i antimikrobnih učinaka spojeva dima. Faza dimljenja je karakteristična za hrvatske pršute, posebno za Drniški i Dalmatinski pršut, po čemu se razlikuju od ostalih vrsta pršuta u svijetu. Prilikom faze dimljenja dolazi do nastanka fenola koji su karakteristični upravo za dimljene pršute. Fenolni spojevi nastali tijekom obrade uglavnom su odgovorni za jedinstvenu aromu i okus dimljenih proizvoda. Najvažniji fenolni spojevi dima su: gvajakol, eugenol, 4-metil gvajakol, fenol, 2,6-dimetoksi fenol, 4-etil gvajakol i o-, p- i m-krezol. 15 fenola identificirano je u ovom istraživanju. Najzastupljeniji fenoli bili su: 4-metil fenol (0,0 – 10,4 %), 3-metil fenol (1,4 – 10,2 %), 2-metoksi-4-metil fenol (0,0 – 9,3 %), 2-metil fenol (1,0 – 6,1 %), 2, 6-dimetoksi fenol (0,1 – 4,9 %), 4-etil-2-metoksi fenol (0,2 – 4,6%) i 3,4-dimetil fenol (0,2 - 12,9%) u uzorcima pršuta proizvedenih od tropasminskog križanca i crne slavonske svinje.

U istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2016) najzastupljeniji fenoli u uzorcima dalmatinskog pršuta su: 4-metil fenol (0,00 - 13,1 %), 3-metil fenol (1,4 - 10,2 %) i 2-metil fenol (1,0 - 6,1 %). Udjeli 4- i 2-metil fenola usporedivi su sa ovim istraživanjem, dok 3-metil fenol nije pronađen u ovom istraživanju.

Istarski pršut ne prolazi fazu dimljenja, za razliku od dalmatinskog, pa je udio fenola značajno manji. Fenoli prisutni u istarskom pršutu (eugenol) mogu potjecati od začina koji se dodaju prilikom tehnološkog procesa proizvodnje (ružmarin, lovor, papar). U istraživanju Petričević i sur. (2018) udio fenola u uzorcima istarskog pršuta iznosi svega 1,24 %, kao i u krčkom pršutu u kojem je udio fenola bio 0,77 %.

Uz navedene fenole u ovom istraživanju identificirani su i sljedeći fenoli u manjim udjelima: 4-etil gvajakol (1,43 - 1,53 %), 2-etil fenol (0,71 - 0,89 %), 3,5-dimetil fenol (0,73 - 0,83 %), 2,6-dimetoksi fenol (0,65 %), 2-metoksi-3-metil fenol (0,49 - 0,61 %), 4-metoksi fenol (0,33 - 0,51 %), 2-etil fenol (0,00 - 0,46 %), 2-etil fenol (0,27 - 0,42 %), 3-etil fenol (0,00 - 0,34 %) i 2,6-dimetoksi fenol (0,12 - 0,25 %) u uzorcima pršuta proizvedenih od tropasminskog križanca i crne slavonske svinje.

Alkoholi su u uzorcima dimljenih pršuta tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine prisutni u udjelu 8,81 - 12,88 %. Ukupno je identificirano 11 alkohola te je postojala statistički značajna razlika ( $P < 0,05$ ) obzirom na različitu pasminu svinja. Alkoholi mogu nastati oksidacijom lipida (npr. 1-propanol i 1-butanol oksidacijom miristinske, 1-pentanol linolne, a 1-oktanol oleinske kiseline) te jednim dijelom i Steckerovom razgradnjom aminokiselina (npr. 2-metil-butanol, 2-propanol) (Kovačević, 2017).

Razgranati alkoholi nastaju razgradnjom odgovarajućih aldehida pomoću mikroorganizama zbog čega je njihova koncentracija veća u šunkama s manjim udjelom NaCl-

a koji djeluje antimikrobno. Npr. 3-metil butanal koji nastaje Streckerovom razgradnjom aminokiselina pomoću mikroorganizama prelazi u 3-metil-butanol tijekom produženog zrenja i karakterističan je za Iberijske pršute koji imaju dug proces zrenja (Kovačević, 2017).

S obzirom na visoki prag osjetljivosti i malu koncentraciju, npr. 2-propanol, etanol, 2-metil-3-buten-2-ol, 2-metil propanol, 2-butanol i nonanol, alkoholi nemaju značajniji utjecaj na aromu pršuta, dok heksanol koji se nalazi u većim koncentracijama doprinosi voćnom i zelenom mirisu šunke. 1-okten-3-ol koji nastaje  $\beta$  - oksidacijom masti zbog zanemarivog praga osjetljivosti značajno doprinosi aromi šunki na gljive (plijesni) i koncentracija mu se povećava povećanjem količine soli (Kovačević, 2017).

Najveći udio u uzorcima pršuta proizvedenih od crne slavonske svinje ima alkohol 2-furan metanol (3,22 %), zatim heksanol (2,58 %), dok je u uzorcima tropasminskog križanca najveći udio 1-okten-3-ola (2,14 %). Od ostalih zastupljenijih alkohola u uzorcima tropasminskog križanca i u uzorcima crne slavonske pasmine prisutni su pentanol (1,62 - 1,66 %) i oktanol (1,60 - 1,46 %). 1-okten-3-ol u većem udjelu u odnosu na ovo istraživanje nalazi se u istraživanju u dalmatinskom pršutu (4,60 %- 10 %) (Petričević i sur., 2018; Marušić Radovčić i sur., 2016).

Sirtori i sur. (2019) istražili su utjecaj genotipa i vremena soljenja na kemijske, fizikalne i senzorske osobine novog proizvoda od svinjskog mesa „Cuore Di Spalla“. Analizirani su uzorci dvaju genotipova svinja tijekom dva procesa soljenja. Udio alkohola u pršutu dvopasminskog križanca (autohtoni talijanski Cinta Senese x velika bijela pasmina) iznosi 10,9 %, dok kod drugog uzorka pršuta dvopasminskog križanca (durok x velika bijela pasmina) iznosi 19,8 %. U usporedbi s tim istraživanjem, u ovom istraživanju je pasmina križanca s durokom imala manji udio alkohola u odnosu na autohtonu crnu slavonsku pasminu.

U manjim udjelima u ovom istraživanju prisutni su i sljedeći alkoholi: feniletil alkohol kao aromatski alkohol (0,34 - 0,77 %), 1-heptanol (0,31 - 0,71 %), 2-etil-1-heksanol (0,41 - 0,60 %), 2-nonen-1-ol (0,33 - 0,52 %), 1-penten-3-ol (0,31 - 0,33 %) i 3-metil butanol (0,17 - 0,31 %) u uzorcima pršuta proizvedenih od tropasminskog križanca i crne slavonske svinje. U Iberijskom pršutu od alkohola je najzastupljeniji 1-okten-3-ol (Diego i sur., 2013). Udio alkohola u Serrano šunki (Flores i sur., 1998) iznosi 16 - 17 %, a najzastupljeniji alkoholi su: 1-penten-3-ol, 3-metil-1-butanol i 3-metil-2-heksanol.

Terpeni u pršutu mogu potjecati od stočne hrane, ali su uglavnom povezani sa dodatkom začina. Terpeni poput  $\alpha$ -pinena,  $\beta$ -kariofilena, limonena i  $\beta$ -pinena rezultat su dodavanja crnog papra kao u proizvodnji Bayonne i korzikanskih šunki (Marušić Radovčić i sur., 2016). S obzirom da se u proizvodnji dalmatinskog pršuta ne koriste drugi začini osim soli, za očekivati

je da će udio terpena biti mali, dok će u istarskom pršutu biti veći. Limonen je najčešće povezan s prehranom svinja (biljna ulja) i daje limunsku notu mirisu pršuta koji zriju duže od 12 mjeseci, a nije detektiran u npr. američkim Country-style šunkama s kratkim vremenom zrenja (Kovačević, 2017).

Udio terpena u uzorcima dimljenih pršuta tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine iznosio je 3,56 - 5,39 %, te pokazuje statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ). Prisutni terpeni su limonen (4,57 % i 1,31 %) te mircen (0,83 - 2,25 %).

U istraživanju Petričević i sur. (2018) udio terpena u dalmatinskom pršutu iznosi 0,88 %, te su rezultati usporedivi sa ovim istraživanjem, za drniški pršut 2,93 % dok je udio terpena u istarskom pršutu znatno veći (9,44 %) što je i očekivano iz razloga jer se koriste i drugi začini osim soli (ružmarin, papar i lovor).

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). Najviše kemijskih spojeva (19) ovim je istraživanjem određeno upravo iz skupine aromatskih ugljikovodika.

Udio aromatskih ugljikovodika pokazuje statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ). U uzorcima dimljenih pršuta proizvedenih od tropasminskog križanca udio aromatskih ugljikovodika je 14,74 %, a u uzorcima crne slavonske 4,70 %. U uzorcima tropasminskog križanca pronađeno je ukupno 16 aromatskih ugljikovodika, dok u uzorcima crne slavonske pasmine 12.

Najzastupljeniji aromatski ugljikovodici u uzorcima tropasminskog križanca su: metoksifenil oksim (3,08 %), trimetil pirazin (2 %), 3,4-dimetoksi toluen (1,60 %), 1,2-dimetoksi benzen (1,40 %) i 2,6-dimetil pirazin (1,40 %), dok su u uzorcima crne slavonske pasmine najzastupljeniji: 2,6-dimetil pirazin (1,12 %), ciklooktan (0,72 %) te 2-metoksi-3-metil pirazin (0,60 %).

U istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2016) u uzorcima dalmatinskih pršuta pronađeno je 6 aromatskih ugljikovodika, dok je najzastupljeniji bio 1,2-dimetoksi benzen (1,5 %). Udio aromatskih ugljikovodika u uzorcima dalmatinskog pršuta u istraživanju Petričević i sur. (2018) iznosio je 5,59 % što je usporedivo sa ovim istraživanjem.

Osim navedenih, u uzorcima dimljenih pršuta u ovom istraživanju prisutni su i sljedeći aromatski ugljikovodici ali u manjim udjelima: 1,2,3-trimetoksi benzen (0,41 - 0,97 %), 2,5-dimetil furan (0,00 - 0,81 %), 2,4-dimetil furan (0,11 - 0,60 %), 1,4-dimetoksi benzen (0,00 - 0,59 %), 1,2,3-trimetoksi-5-metil benzen (0,00 - 0,51 %), 3-etilbenzofuran (0,00 - 0,39 %), 3-metoksi piridin (0,00 - 0,36 %), propilcikloheksan (0,00 - 0,23 %), 1,2,3-trimetil cikloheksan

(0,14 - 0,22 %), 1,2,3-trimetil cikloheksan (0,00 - 0,16 %), eugenol (0,05 - 0,13 %) i 1,2,4-trimetoksi benzen (0,00 - 0,09 %) u uzorcima pršuta proizvedenih od tropasminskog križanca i crne slavonske svinje.

U Serrano pršutu udio aromatskih ugljikovodika iznosio je 1,3 - 1,4 % (Flores i sur., 1998). Od aromatskih ugljikovodika u Cinta Senese šunki, najzastupljeniji je metilbenzen (toluen) koji nastaje oksidacijom lipida ili je produkt metabolizma fenilalanina te je moguće da se u pršutu nalazi podrijetlom iz okoliša (Pugliese i sur., 2009).

Alifatski ugljikovodici nastaju autooksidacijom masnih kiselina i nemaju značajniji utjecaj na aromu (Kovačević, 2017). U ovom istraživanju ukupno ih je pronađeno 17, a njihovi udjeli (2,91 - 8,84 %) pokazuju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ). Alifatski ugljikovodici zastupljeniji su u uzorcima tropasminskog križanca (8,84 %), dok u uzorcima crne slavonske pasmine zauzimaju manji udio (2,91 %) što je u skladu s istraživanjem Marušić Radovčić i sur. (2016) (2,2 %) u uzorcima dalmatinskih pršuta. U uzorcima tropasminskog križanca pronađeno je 15 spojeva alifatskih ugljikovodika za razliku od crne slavonske pasmine kod koje ih je pronađeno 7.

U uzorcima dimljenih pršuta tropasminskog križanca najzastupljeniji alifatski ugljikovodik je 9-metil-5-undecen (1,93 %) kao i u dalmatinskom pršutu u istraživanju Petričević i sur. (2018) (0,54 %), a u uzorcima crne slavonske pasmine najzastupljeniji je undekan (0,65 %). Ostali zastupljeniji alifatski ugljikovodici su: 4,5-dimetil nonan (1,75 - 0,50 %), 3,3-dimetil heksan (0,91 - 0,00 %), i tetradekan (0,65 - 0,00 %) u uzorcima tropasminskog križanca i u uzorcima crne slavonske pasmine.

Istraživanjem Krvavica i sur. (2010) dobiveni udio alifatskih ugljikovodika u istarskom pršutu iznosi 1,80 - 2,65 %, a najzastupljeniji su n-dekan (2,30 %) i heksan (2,99 %). Petričević i sur. (2018) u uzorcima dalmatinskog pršuta identificirali su 7 alifatskih ugljikovodika u udjelu od 1,90 % što je niže u odnosu na predmetno istraživanje. Najzastupljeniji alifatski ugljikovodici u dalmatinskom pršutu su pentadekan (0,54 %) i 3-heksadekan (0,46 %). Istim istraživanjem je udio alifatskih ugljikovodika u drniškom pršutu 3,59 % što je u skladu sa ovim istraživanjem. Prema Flores i sur. (1998) u Serrano pršutu udio alifatskih ugljikovodika iznosio je 6 - 6,6 %.

Ketoni (metil ketoni poput 2-nonanona i 2-heptanona) najčešće nastaju autooksidacijom masnih kiselina ili  $\beta$ -oksidacijom masnih kiselina (npr. djelovanjem plijesni) ili dekarboksilacijom  $\beta$ -keto kiselina i odgovorni su za arome povezane s kuhanim mesom i aromom sireva s plavom plijesni (npr. miris gorgonzole). Okten-3-on zbog niskog praga osjetljivosti značajno doprinosi aromi pršuta s notama začina i gljiva. 2-propanon je sveprisutni

spoj u francuskim i španjolskim šunkama, a njegova visoka koncentracija smatra se znakom loše kvalitete i može biti mikrobiološke kontaminacije (Kovačević, 2017).

U uzorcima dimljenih pršuta proizvedenih od tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine, udio ketona kretao se od 7,06 - 9,93 %, pri čemu je veći udio ketona bio u uzorcima crne slavonske pasmine. Navedeni udjeli ketona u analiziranim uzorcima veći su nego u istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2016), gdje ukupan udio ketona u dalmatinskim pršutima iznosi od 1,1 - 2,8 %, i u istraživanju Petričević i sur. (2018) udio ketona u uzorcima dalmatinskog pršuta iznosi 3,74 %.

Identificirano je ukupno 17 ketona (14 u uzorcima tropasminskog križanca i 16 u dimljenim pršutima proizvedenih od crne slavonske svinje). Udjeli ketona između analiziranih pasmina nisu pokazali statistički značajnu razliku ( $P > 0,05$ ). Najzastupljeniji keton u obje analizirane pasmine je 2,3-dimetil-2-ciklopenten-1-on (1,90 - 2,61 %) koji se većim udjelom nalazi u uzorcima crne slavonske pasmine.

U manjim udjelima u analiziranim dimljenim pršutima tropasminskog križanca i crne slavonske svinje prisutni su i sljedeći ketoni: 2-metil-2-ciklopenten-1-on (0,33 % i 1,21 %), 2,3,4-trimetil-2-ciklopenten-1-on (0,72 % i 1,14 %), 2-nonanon (0,51 % i 0,87 %) koji daje cvjetnu, voćnu aromu te aromu po plavom siru te 2-butanon (0,40 % i 0,61 %) koji ima eteričnu aromu. U istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2016) na uzorcima dalmatinskog pršuta najzastupljeniji keton je 2,3-oktadienon (0,7 - 1,6 %) koji nije identificiran u ovom istraživanju. Udjeli ketona u istarskom i krčkom pršutu iznose 13,55 - 14,80 %, dok je udio ketona u drniškom pršutu 5,85 % (Marušić Radovčić i sur., 2016).

U manjim udjelima u analiziranim uzorcima dimljenih pršuta tropasminskog križanca i crne slavonske svinje prisutni su i sljedeći ketoni: 2,3-dimetil-2-ciklopenten-1-on (0,45 - 0,71 %), 2,5-dimetil-2-ciklopenten-1-on (0,69 - 0,20 %), 1-fenil etanon (0,24 - 0,56 %), 2-heptanon (0,44 - 0,27 %), 3-metil-2-cikloheksen-1-on (0,48 - 0,29 %), 2-pentanon (0,19 - 0,34 %), 4-etil cikloheksanon (0,24 - 0,00 %), 2-metil ciklopentanon (0,00 - 0,23 %), 3-metil ciklopentanon (0,00 - 0,21 %), 4-metil cikloheksanon (0,00 - 0,15 %) i 3-metil-2-ciklopenten-1-on (0,14 - 0,08 %).

Jedni od važnijih spojeva arome u Jinhua pršutu su ketoni, od kojih su prema Song i sur. (2008) najzastupljeniji 1-heksen-3-on, 1-okten-3-on, 2-acetil-1-pirolin i 1-nonen-3-on. U Iberijskom pršutu je 1-okten-3-on (po gljivama) najzastupljeniji keton (Diego i sur., 2013) kao i u Country-style šunki (Song i Cadwallader, 2007). U Cinta Sinese šunki najzastupljeniji ketoni su: 2-pentanon, 2-propanon i 2,3-pentandion (Pugliese i sur., 2009). Udio ketona u Serrano



šunki (Flores i sur., 1998) iznosi 6 - 7 %, a najzastupljeniji su 3-hidroksi-2-butanon, 2,3-butandion, 2-heksanon i 6-metil-5-heptan-2-on.

Esteri nastaju reakcijom slobodnih masnih kiselina i različitih alkohola nastalih oksidacijom masnih kiselina u intarmuskularnom masnom tkivu. Oni koji nastaju od kratkolančanih kiselina doprinose voćnoj aromi, dok esteri nastali od dugolančanih kiselina imaju miris na mast (Kovačević, 2017). Na smanjeni udio estera utječe antioksidativno djelovanje nitrata i nitrita koji se koriste za salamurenje (npr. Serrano pršut) dodatak nitrata i nitrita te zbog antimikrobnog djelovanja soli.

Iako se u analiziranim dimljenim pršutima tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine također dodaje samo sol od začina, udio estera je jako mali (1,45 - 1,58 %). Udjeli estera između pasmina nisu pokazali statistički značajnu razliku ( $P > 0,05$ ). U ovom istraživanju identificirana su 2 estera: 3-metil butanoat (0,73 - 1,39 %) i etil oktanoat (0,07 - 0,85 %).

Sukladno ovom istraživanju, udio estera u dalmatinskom pršutu (1,42 %) dobiven je istraživanjem Petričević i sur. (2018). U istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2016) udio estera u dalmatinskom pršutu je 0,7 - 3,1 %. Identificirana su ukupno 3 estera: heksil heksanoat (0,2 - 0,6 %), izoheksil heksanoat (0,2 - 2,5 %) i dodecenil acetat (0,1 - 0,3 %).

U Serrano pršutu udio estera iznosio je 3 - 3,5 % (Flores i sur., 1998). Glavni ester u Cinta Senese pršutu je etil acetat koji ima voćni miris i nastaje esterifikacijom etanola i karboksilnih kiselina (Pugliese i sur., 2009). U Bayonne pršutu najzastupljeniji esteri su: 2-metiletil ester, 3-metiletil ester i etil-ester (Théron i sur., 2010). Etil butanoat najzastupljeniji je ester u Parma pršutu prema Carrapiso i sur. (2002). U Jinhua šunki esteri su najvažniji hlapivi spojevi arome, a najzastupljeniji su etil-2-metil butanat i etil-3-metilbutanat (Song i sur., 2008).

Lipolizom ili oksidacijom nezasićenih masnih kiselina nastaju kiseline, ali zbog niske koncentracije u odnosu na visoki prag osjetljivosti nemaju značajniji utjecaj na aromu. Značajniju ulogu imaju u fermentiranim kobasicama gdje nastaju glikolizom ugljikohidrata pomoću bakterija mliječne kiseline.

U uzorcima dimljenih pršuta tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine, identificirano je 5 kiselina čiji je ukupan udio bio 2,61 % i 2,14 %. Nije postojala statistički značajna razlika između pasmina ( $P > 0,05$ ). Najzastupljenija kiselina je 3-metil butanska (0,55 i 0,90 %). Od ostalih kiselina u manjim udjelima zastupljene su: dekanska (0,85 - 0,00 %), 2-metil-butanska kiselina (0,00 - 0,61 %), oktanska (0,46 - 0,63 %) i dekanska kiselina (0,74 - 0,00 %).

U istraživanju Marušić Radovčić i sur. (2016) u uzorcima dalmatinskog pršuta identificirane su dvije kiseline (oktanska i heksadekanska) čiji je ukupni udio 0,1 - 1,3 %. U

istraživanju Petričević i sur. (2018) u uzorku dalmatinskog pršuta identificirane su 4 kiseline (oktanska, dodekanska, tetradekanska i n - heksadekanska kiselina), a njihov udio iznosi 1,10 %.

Od kiselina u Serrano pršutu nađena je samo octena kiselina (Flores i sur., 1998), dok je heksanska kiselina najzastupljenija u Bayonne pršutu (Théron i sur., 2010). U Cinta Sinese pršutu značajan utjecaj na aromu imaju kiseline 3-metilbuterna i 2-metil kiseline (Pugliese i sur., 2009), dok su u Parma pršutu najzastupljenije kiseline octena, 3-metilbutanoična i feniloctena kiselina (Carrapiso i sur., 2002). 3-metil maslačna kiselina najzastupljenija je u Jinhua pršutu (Song i sur., 2008).

Sumporni spojevi uglavnom nastaju Streckerovom razgradnjom aminokiselina koje sadrže sumpor posebice metionina (npr. metional koji ima nepoželjan miris po ribi ili krumpiru), ali i cistein i cistin te su povezani s nepoželjnim mirisima pršuta. Sumporni spojevi nastaju djelovanjem edogenih enzima mišića, ali mogu nastati i djelovanjem egzogenih enzima mikroorganizama na površini pršuta te migrirati u unutrašnjost proizvoda, zbog čega su najveće koncentracije i pronađene u površinskim mišićima buta. Dimetil - disulfid i npr. dimetil - trisulfid (prisutan u Bayonne šunki) daju miris po kuhanom kupusu ili cvjetači (Kovačević, 2017).

U uzorcima dimljenih pršuta tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine pronađen je jedan spoj sa sumporom (dimetil - disulfid) koji nije pokazao statistički značajnu razliku ( $P > 0,05$ ) između analiziranih uzoraka. Udio dimetil - disulfida u uzorcima crne slavonske pasmine bio je 0,08 %, a u uzorcima tropasminskog križanca 0,15 %. Dimetil - disulfid identificiran je i u Serrano pršutu (Flores i sur., 1998), dok je od spojeva sa sumporom u Iberijskom pršutu prisutan hidrogen sulfid koji ima aromu na kuhana ili pokvarena jaja (Diego i sur., 2013).

#### 4.4. Kvantifikacija hlapivih spojeva arome

Od ukupno 103 identificiranih spojeva arome, kvantificiran je 21 kemijski spoj. Spojevi su odabrani na temelju njihovog pojavljivanja u obje analizirane pasmine svinja (tablica 4.). Statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) između pasmina svinja pokazuju 4 kvantificirana spoja: 3-metil butanal, heksanal, 1-penten-3-ol i pentanol.

Aldehid 3-metil butanal u uzorcima tropasminskog križanca prisutan je u koncentraciji od  $0,11 \text{ mg kg}^{-1}$ , a u uzorcima crne slavonske pasmine u koncentraciji od  $0,06 \text{ mg kg}^{-1}$ . 3 - metil butanal daje aromu po žiru, siru, voću te po crnoj čokoladi (Kovačević, 2017). 3-metil butanal kvantificiran je u uzorcima *M.biceps femoris* francuskih pršuta u sličnoj koncentraciji ( $0,10 \text{ mg kg}^{-1}$ ), dok u španjolski pršuti imaju veću koncentraciju navedenog aldehida ( $0,19 \text{ mg kg}^{-1}$ ) naročito Iberijski pršut ( $0,34 \text{ mg kg}^{-1}$ ) (Sánchez - Peña i sur., 2005).

Heksanal daje aromu po zelenom lišću i po pokošenoj travi a u većim koncentracijama daje užeglu i neugodnu aromu (Kovačević, 2017). Heksanal je u uzorcima tropasminskog križanca zastupljen u koncentraciji od  $0,15 \text{ mg kg}^{-1}$ , a u uzorcima crne slavonske pasmine  $0,09 \text{ mg kg}^{-1}$ . U istraživanju Petričević i sur. (2018) heksanal je kvantificiran u svim hrvatskim pršutima:  $1,13 \text{ mg kg}^{-1}$  u istarskom pršutu,  $1,27 \text{ mg kg}^{-1}$  u krčkom pršutu,  $0,36 \text{ mg kg}^{-1}$  u dalmatinskom pršutu i  $0,13 \text{ mg kg}^{-1}$  u drniškom pršutu.

Pentanol se u uzorcima tropasminskog križanca nalazi u koncentraciji  $0,04 \text{ mg kg}^{-1}$ , a u uzorcima crne slavonske pasmine  $0,03 \text{ mg kg}^{-1}$ . U istraživanju Petričević i sur. (2018) pentanol je kvantificiran u svim hrvatskim pršutima u višim koncentracijama:  $0,81 \text{ mg kg}^{-1}$  u istarskom pršutu,  $0,67 \text{ mg kg}^{-1}$  u krčkom pršutu,  $0,24 \text{ mg kg}^{-1}$  u dalmatinskom pršutu i  $0,08 \text{ mg kg}^{-1}$  u drniškom pršutu. Pentanol pršutima daje snažnu, *balsamico* aromu (Kovačević, 2017).

Kemijski spoj koji je u najvećoj koncentraciji prisutan u uzorcima tropasminskog križanca i u uzorcima crne slavonske pasmine je limonen ( $0,21 \text{ mg kg}^{-1}$  u uzorcima tropasminskog križanca i  $0,22 \text{ mg kg}^{-1}$  u uzorcima crne slavonske pasmine). Limonen je terpen koji pršutu daje aromu po citrusima. Dobivena koncentracija limonena veća je od koncentracije  $0,02 \text{ mg kg}^{-1}$  u dalmatinskom, istarskom i krčkom pršutu u istraživanju Petričević i sur. (2018). Iberijski pršuti sadrže veće koncentracije limonena ( $2,68 \text{ mg kg}^{-1}$ ) (García - González i sur., 2017).

**Tablica 4.** Kvantifikacija hlapivih spojeva arome u uzorcima dimljenog pršuta tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine

<b>Kemijski spoj (mg/kg)</b>	<b>RI</b>	<b>Tropasminski križanac</b>	<b>Crna slavonska</b>	<b><i>p- vrijednost</i></b>
<b>3-Metilbutanal</b>	688	0,11±0,02 <sup>b</sup>	0,06±0,00 <sup>a</sup>	<i>0,050</i>
<b>Pentanal</b>	714	0,10±0,00	0,09±0,01	<i>0,374</i>
<b>Heksanal</b>	800	0,15±0,01 <sup>b</sup>	0,09±0,01 <sup>a</sup>	<i>0,006</i>
<b>Benzaldehid</b>	965	0,02±0,00	0,01±0,00	<i>0,116</i>
<b>Oktanal</b>	1004	0,04±0,00	0,04±0,00	<i>1,000</i>
<b>Dekanal</b>	1206	0,18±0,00	0,18±0,00	<i>1,000</i>
<b>1-Penten-3-ol</b>	704	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,03±0,01 <sup>b</sup>	<i>0,007</i>
<b>3-Metil butanol</b>	748	0,07±0,01	0,06±0,00	<i>0,158</i>
<b>Pentanol</b>	771	0,04±0,00 <sup>b</sup>	0,03±0,00 <sup>a</sup>	<i>0,024</i>
<b>1-Heksanol</b>	873	0,08±0,00	0,07±0,00	<i>0,116</i>
<b>1-Heptanol</b>	979	0,09±0,00	0,09±0,00	<i>1,000</i>
<b>Oktanol</b>	1076	0,16±0,00	0,16±0,00	<i>1,000</i>
<b>2-Butanon</b>	659	0,17±0,00	0,17±0,00	<i>1,000</i>
<b>2-Heptanon</b>	893	0,03±0,00	0,03±0,00	<i>1,000</i>
<b>2-Nonanon</b>	1094	0,08±0,00	0,08±0,00	<i>1,000</i>
<b>Mircen</b>	994	0,18±0,00	0,18±0,00	<i>1,000</i>
<b>Limonen</b>	1029	0,21±0,00	0,22±0,00	<i>0,519</i>
<b>Etil oktanoat</b>	1198	0,20±0,00	0,20±0,00	<i>1,000</i>
<b>4-Metil-2- metoksi fenol (4-Etil gvajakol)</b>	1280	0,15±0,00	0,15±0,00	<i>1,000</i>
<b>Eugenol</b>	1360	0,16±0,00	0,16±0,00	<i>1,000</i>
<b>Dimetildisulfid</b>	751	0,17±0,00	0,16±0,00	<i>0,116</i>

\* Rezultati su izraženi kao srednja vrijednost ± st. pogreška. Različita slova (a - b) u istome redu označavaju statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ).

Ostali kvantificirani kemijski spojevi u uzorcima tropasminskog križanca i crne slavonske pasmine koji nisu pokazali statistički značajnu razliku ( $P > 0,05$ ) između pasmina svinja su: pentanal ( $0,10 \text{ mg kg}^{-1}$  i  $0,09 \text{ mg kg}^{-1}$ ), benzaldehid ( $0,02 \text{ mg kg}^{-1}$  i  $0,01 \text{ mg kg}^{-1}$ ) koji pridonosi oštroj aromi po gorkom bademu, oktanal ( $0,04 \text{ mg kg}^{-1}$  u oba uzorka) koji daje mesnu, svježju i zelenu aromu te aromu po naranči, dekanal ( $0,18 \text{ mg kg}^{-1}$  u oba uzorka) koji daje limunsku aromu, 3-metil-butanol ( $0,06 \text{ mg kg}^{-1}$  i  $0,07 \text{ mg kg}^{-1}$ ) sa aromom po drvetu i žiru, 1-heksanol ( $0,08 \text{ mg kg}^{-1}$  u i  $0,07 \text{ mg kg}^{-1}$ ) koji daje voćnu aromu, 1-heptanol ( $0,09 \text{ mg kg}^{-1}$  u oba uzorka), oktanol ( $0,16 \text{ mg kg}^{-1}$  u oba uzorka), 2-butanon ( $0,17 \text{ mg kg}^{-1}$  u oba uzorka) sa vrlo eteričnom aromom, 2-heptanon ( $0,03 \text{ mg kg}^{-1}$  u oba uzorka) koji daje začinsku aromu, po žiru i plavom siru, 2-nonanon ( $0,08 \text{ mg kg}^{-1}$  u oba uzorka) cvijetne i voćne arome, mircen ( $0,18 \text{ mg kg}^{-1}$  u oba uzorka), 4-etil gvajakol ( $0,15 \text{ mg kg}^{-1}$  u oba uzorka) koji je karakterističan za aromu dima, eugenol ( $0,16 \text{ mg kg}^{-1}$  u oba uzorka) i dimetildisulfid ( $0,17 \text{ mg kg}^{-1}$  i  $0,16 \text{ mg kg}^{-1}$ ) koji ima aromu po kuhanoj cvjetači, kupusu i prljavim čarapama (Kovačević, 2017).

## 5. ZAKLJUČCI

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

1. U uzorcima *M. biceps femoris* dimljenih pršuta određeni su ukupni udjeli masti: 9,02 % u uzorcima pršuta crne slavonske pasmine i 9,15 % u uzorcima pršuta tropasminskog križanca. Pasma svinja nije statistički značajno utjecala na ukupno određeni udio masti ( $P > 0,05$ ).
2. Različita pasmina svinja pokazala je statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) u udjelima SFA, MUFA i PUFA kao i u ukupnim udjelima pojedinih skupina masnih kiselina. Uzorci dimljenog pršuta tropasminskog križanca sadrže veći udio SFA te manji udio MUFA i PUFA u odnosu na uzorke pršuta crne slavonske svinje.
3. Najzastupljenije masne kiseline su oleinska (C18:1c) (49,54 – 53,10 %), palmitinska (C16:0) (21,81 – 24,82 %), stearinska (C18:0) (7,36 – 11,92 %) i linolna kiselina (C18:2c) (6,45 – 7,23 %).
4. Pasma svinja utjecala je na boju pršuta: dimljeni pršuti crne slavonske pasmine imaju niže  $L^*a^*b^*$  vrijednosti od pršuta tropasminskog križanca.
5. Plinsko-kromatografsko-masenom spektrometrijskom (GC-MS) analizom identificirana su 103 hlapiva spoja arome u uzorcima dimljenih pršuta koji potječu od lipolize, proteolize te faze dimljenja.
6. U uzorcima dimljenih pršuta tropasminskog križanca najzastupljenije grupe spojeva bile su: aldehidi, fenoli i aromatski ugljikovodici dok su u uzorcima dimljenog pršuta crne slavonske pasmine najzastupljenije grupe spojeva bile: fenoli, aldehidi i alkoholi.
7. Kvantificiran je ukupno 21 hlapivi spoj u oba uzorka dimljenih pršuta. U najvećoj koncentraciji u oba analizirana uzorka dimljenih pršuta prisutni su spojevi limonen i etil oktanoat.

## 6. LITERATURA

Andronikov, D., Gašperlin, L., Polak, T., Žlender, B. (2013) Texture and Quality Parameters of Slovenian Dry-Cured Ham Kraški pršut According to Mass and Salt Levels. *Food Technol. Biotechnol.* **51** (1), 112-122.

Anonymous 1 (2014) Soljenje pršuta <[http://www.prsutvostane.hr/hr/faze\\_proizvodnje\\_prsuta.html#](http://www.prsutvostane.hr/hr/faze_proizvodnje_prsuta.html#)>. Pristupljeno 14. svibnja 2019.

Anonymous 2 (2014) Prešanje pršuta <[http://www.prsutvostane.hr/hr/faze\\_proizvodnje\\_prsuta.html#](http://www.prsutvostane.hr/hr/faze_proizvodnje_prsuta.html#)>. Pristupljeno 14. svibnja 2019.

Anonymous 3 (2016) Uređaj za HS-SPME <<https://repozitorij.pbf.unizg.hr/islandora/object/pbf:309/preview>>. Pristupljeno 23. svibnja 2019.

Anonymous 4 (2018) Shematski prikaz plinskog kromatografa sa masenim spektrometrom (GC-MS)

<<https://repozitorij.mefst.unist.hr/islandora/object/mefst%3A654/datastream/PDF/view>>.

Pristupljeno 23. svibnja 2019.

Diego, L., 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.

Fernández, M., Ordóñez, J.A., Cambero, I., Santos, C., Pin, C., de la Hoz, L. (2007) Fatty acid compositions of selected varieties of Spanish dry ham related to their nutritional implications. *Food Chem.* **101**, 107-112.

Flores, M., Ingram, D. A., Bett, K. L., Toldrá, F., Spanier, A. M. (1997) Sensory Characteristics of Spanish “Serrano” dry-cured ham. *Journal of Sensory Studies.* **12**, 169–179.

Gaćina, N. (2017) Specifičnosti autohtonih hrvatskih pršuta. *Zbornik radova veleučilišta u Šibeniku.* **3 – 4**, 57-62.

Ivanović, J., Baltić, M.Z., Janjić, J., Marković, R., Baltić, T., Bošković, M., Djordjević, J., Mrdović, B., Jovanović, D. (2016) Health aspects of dry-cured ham. *Institute of Meat Hygiene and Technology.* Beograd

ISO 5508:1990, International standard of animal and vegetable oils and fats - Analysis by gas chromatography of methyl - esters of fatty acids.

ISO 5509:2000, International standard of animal and vegetable oils and fats - Preparation of methyl - esters of fatty acids.

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

Karolyi, D. (2007a) Masti u mesu svinja. *Meso.* **9**, 335-340.

Karolyi, D. (2007b) Polinezasićene masne kiseline u prehrani i zdravlju ljudi. *Meso.* **9**, 151-158.

Karolyi, D. (2006) Chemical properties and quality of Istrian dry-cured ham. *Meso.* **7**, 224-228.

Karolyi, D. (2004) Dijetalne masti i meso. *Meso.* **6**, 14-17.

Karolyi, D., Luković, Z., Salajpal, K. (2010) Crna slavonska svinja. *Meso.* **12**, 222-230.

Krvavica, M., Babić, I., Cvitković, I., Đugum, J., Konjačić, M. (2010) Hlapljive tvari istarskog pršuta u različitim periodima zrenja. *Food chem.* **97**, 621-630.

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

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

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

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

Krvavica, M., Mioč, B., Friganović, E., Kegalj, A., Ljubičić, I. (2012) Sušenje i zrenje – temeljni tehnološki procesi u proizvodnji trajnih suhomesnatih proizvoda. *Meso.* **14**, 138-144.

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, Prehrambeno – tehnološki fakultet Osijek, Osijek.



Margeta, V. (2019) Meso crne slavonske svinje - Oznaka izvornosti, Specifikacija proizvoda, Osijek

Marušić, N., Petrović, M., Vidaček, S., Janči, T., Petrak, T., Medić, H. (2013) Udio masti i sastav masnih kiselina u istarskom i dalmatinskom pršutu. *Meso*. **15**, 279-284.

Marušić, N., Petrović, M., Vidaček, S., Petrak, T., Medić, H. (2011) Characterization of traditional Istrian dry-cured ham by means of physical and chemical analyses and volatile compounds. *Meat Sci.* **88**, 786-790.

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

Marušić Radovčić, N., Planinčić, H., Medić, H. (2018) Usporedba dviju metoda za određivanje udjela masti i sastav masnih kiselina u trajnim mesnim proizvodima s hrvatskog tržišta. *Meso*. **20**, 308-316.

Marušić Radovčić, N., Vidaček, S., Janči, T., Medić, H. (2016) Characterization of volatile compounds, physico-chemical and sensory characteristics of smoked dry-cured ham. *J. Food Sci. Technol.* **53** (11), 4093-4105.

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.

Pleadin, J., Demšar, L., Polak, T., Vulić, A., Lešić, T., Kovačević, D. (2016) Sastav masnih kiselina tradicionalnih hrvatskih i slovenskih suhomesnatih proizvoda. *Meso*. **18**, 44-52.

Pleadin, J., Vahčić, N., Malenica Staver, M., Krešić, G., Bogdanović, T., Lešić, T., Raspović, I., Kovačević, D. (2015) Sezonske varijacije u sastavu masnih kiselina Istarskog i Dalmatinskog pršuta. *Meso*. **17**, 428-434.

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

Pugliese, C., Sirtori, F., Dádorante, S., Parenti, S., Rey, A., Lopez-Bote, C., Franci, O. (2009) Effect of pasture on oak and chestnut plantation on the chemical and sensorial traits of cured lard of Cinta Senese pigs. *Ital. J. Anim. Sci.* **8**, 131-142.

- Senčić, Đ., Samac, D. (2017) Genotipovi svinja za proizvodnju tradicionalnih trajnih mesnih proizvoda. *Meso*. **19**, 513-520.
- Senčić, Đ., Samac, D., Antulović, Z., Novoselec, J., Klarić, I. (2010) Utjecaj razine sirovih proteina u krmnim smjesama na kvalitetu polovica i mesa crnih slavonskih svinja. *Meso*. **12**, 28-33.
- Senčić, Đ., Samac, D., Matić, A. (2015) Utjecaj tjelesne mase crnih slavonskih svinja na kvalitetu slavonskih šunki. *Meso*. **17**, 345-349.
- Senčić, Đ., Samac, D., Novoselec, J. (2012) Kvaliteta slavonskih šunki od crnih slavonskih svinja iz poluotvorenog i otvorenog sustava držanja. *Meso*. **14**, 38-41.
- Simopoulos, P.A. (2002) The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. Pharmacotherp.* **56**, 365-379.
- Sirtori, F., Bozzi, R., Franci, O., Calamai, L., Croveti, A., Bonelli, A., Benvenuti, D., Aquilani, C., Pugliese, C. (2019) Effects of genotype and salting time on chemical, physical and sensorial traits of a new pig seasoned meat product „Cuore Di Spalla“. *Ital. J. Anim. Sci.* **18** (1), 898-909.
- Song, H., Cadwallader, K.R. (2008) Aroma Components of American Country Ham. *J. Food Sci.* **73**, 29-35.
- Song, H., Cadwallader, K.R., Singh, T.K. (2008) Odour-active compounds of Jinhua ham. *Flavour Fragr. J.* **23**, 1-6.
- Théron, L., Tournayre, P., Kondjoyan, N., Abouelkaram, S., Santé-Lhoutellier, V., Berdagué, J-L. (2010) Analysis of the volatile profile and identification of odour-active compounds in Bayonne ham. *Meat Sci.* **85**, 453-460.
- Toldrá, F. (2002) Dry – Cured Meat Products, *Food & Nutrition Press, Inc.*, Trumbull, Connecticut, USA.
- Toldrá, F. (1998) Proteolysis and Lipolysis in Flavour Development of Dry – cured Meat Products. *Meat Sci.* **49**, 101-110.
- Toldrá, F., Reig, M. (2007) *Chemical Origin Toxic Compounds U: Handbook of Fermented Meat and Poultry*, Blackwell Publishing, SAD, 469-475.

Tomić, M., Segarić, A., Kozačinski, L., Njari, B., Pleadin, J., Alagić, D., Cvrtila Fleck, Ž.  
(2016) Kakvoća pršuta. *Meso*. **18**, 241-246.