

# Karakterizacija dalmatinskoga, drniškoga, istarskoga i krčkoga pršuta

---

**Petričević, Sandra**

**Doctoral thesis / Disertacija**

**2018**

*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:159:054065>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-24**



*Repository / Repozitorij:*

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





Sveučilište u Zagrebu

PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

Sandra Petričević

**KARAKTERIZACIJA DALMATINSKOGA,  
DRNIŠKOGA, ISTARSKOGA I  
KRČKOGA PRŠUTA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2018.



University of Zagreb

FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY AND  
BIOTECHNOLOGY

Sandra Petričević

**CHARACTERIZATION OF THE  
DALMATIAN, DRNIŠ, ISTRIAN AND KRK  
DRY-CURED HAM**

DOCTORAL DISSERTATION

Zagreb, 2018



Sveučilište u Zagrebu

PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

Sandra Petričević

**KARAKTERIZACIJA DALMATINSKOGA,  
DRNIŠKOGA, ISTARSKOGA I  
KRČKOGA PRŠUTA**

DOKTORSKI RAD

Mentor: Prof. dr. sc. Helga Medić

Zagreb, 2018.



University of Zagreb

FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY AND  
BIOTECHNOLOGY

Sandra Petričević

**CHARACTERIZATION OF THE  
DALMATIAN, DRNIŠ, ISTRIAN AND KRK  
DRY-CURED HAM**

DOCTORAL DISSERTATION

Supervisor: PhD. Helga Medić, Full professor

Zagreb, 2018.

## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

---

**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prehrambeno-biotehnološki fakultet**  
**Sveučilišni poslijediplomski studij prehrambene tehnologije**

**Doktorski rad**

**UDK:**

**Znanstveno područje: Biotehničke znanosti**  
**Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija**

### **KARAKTERIZACIJA DALMATINSKOGA, DRNIŠKOGA, ISTARSKOGA I KRČKOGA PRŠUTA** *Sandra Petričević, dipl. ing.*

**Rad je izrađen na Prehrambeno – biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu**

**Mentor:** Dr.sc. Helga Medić, red. prof.

#### **Kratki sažetak**

Cilj ovog rada bio je odrediti parametre koji definiraju razlikovnost dalmatinskog, drniškog, istarskog i krčkog pršuta uz ujednačene kriterije fizikalno-kemijskih, senzorskih i instrumentalnih metoda, primjenom definiranih postupaka proizvodnje pršuta koji nose zaštićene oznake zemljopisnog podrijetla i izvornosti proizvoda. Razlikovnost pršuta u ovisnosti o različitom postupku prerade ispitivana je na osnovu fizikalno-kemijskih parametara (udjela vode, proteina, masti, pepela, NaCl, indeksa proteolize, aktiviteta vode, boje, pH vrijednosti, sastava masnih kiselina i amino kiselina, policikličkih aromatskih ugljikovodika) i senzorskih svojstava te hlapivih spojeva arome. Identificirano je 149 hlapivih komponenti, 21 masna i 21 amino kiselina te 15 policikličkih aromatskih ugljikovodika. Tehnologija prerade je značajno utjecala na različiti udio hlapivih komponenti te sastav masnih i amino kiselina. Istraživane vrste pršuta značajno se razlikuju u udjelu stearinske, plamitoleinske, oleinske i 11-oktadekenoiske kiseline te u sadržaju 18 slobodnih amino kiselina. Krčki i drniški pršut se razlikuju od dalmatinskog i istarskog pršuta u koncentraciji asparaginske i glutaminske kiseline, glicina, treonina, prolina, tirozina i lizina. Analiza glavnih komponenti pokazala je dobro razdvajanje među različitim vrstama pršuta. Dimljeni pršuti imali su veći sadržaj fenola, aromatskih ugljikovodika i kiselina te su karakterizirani aromom dima i višom L\* vrijednošću, dok su nedimljeni pršuti (uz dodatak začina u fazi soljenja) pokazali veći sadržaj terpena, ketona, alkohola, estera i alifatskih ugljikovodika i karakterizirani su aromom po začinu. Temeljem dobivenih rezultata moguće je razlikovati četiri hrvatske vrste pršuta u ovisnosti o primijenjenom različitom tehnološkom procesu proizvodnje.

**Broj stranica: 164**

**Broj slika: 82**

**Broj tablica: 30**

**Broj literaturnih navoda: 224**

**Jezik izvornika: Hrvatski**

**Ključne riječi:** dalmatinski pršut, drniški pršut, istarski pršut, krčki pršut, aroma, masne kiseline, amino kiseline, PAH, senzorska svojstva

**Datum obrane: srpanj, 2018.**

#### **Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. Dr. sc. Nives Marušić Radovčić, doc., Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.
2. Dr. sc. Klara Kraljić, doc., Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.
3. Dr. sc. Danijel Karolyi, red. prof., Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
4. Dr.sc. Sandra Balbino, izv. prof., zamjena, Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

**Rad je pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta u Zagrebu, Kačićeva 23.; u Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, Hrvatske bratske zajednice bb; Sveučilištu u Zagrebu, Trg Republike Hrvatske 14**

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

---

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**Postgraduate study in Food Technology**

**PhD thesis**

**UDK:**

**Scientific Area: Biotechnical Sciences**

**Scientific Field: Food Technology**

**CHARACTERIZATION OF THE DALMATIAN, DRNIŠ, ISTRIAN AND KRK DRY-CURED HAM**

*Sandra Petričević, BSc.*

**Thesis performed at Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb**

**Supervisor:** PhD. Helga Medić, Full professor

**Short abstract**

The aim of this study was to determine the compounds that distinct Dalmatian, Drniš, Istrian and Krk dry-cured ham, with uniform criteria of physico-chemical, sensory and instrumental methods using defined processes of production of dry-cured hams with protected geographical indication and protected designation of origin. The differentiation of dry-cured hams was based on the physico-chemical parameters (water, protein and fat content, proteolysis index, ash, NaCl, water activity, color, pH value, fatty and amino acids content, polycyclic aromatic hydrocarbons), sensory properties and volatile compounds. 149 volatile components, 21 fatty acids, 21 amino acids and 15 polycyclic aromatic hydrocarbons were identified. The processing method significantly influenced the proportion of volatile components, the composition of fatty and amino acids. The examined types of dry-cured ham differ in the content of stearic, palmitoleic, oleic and 11-octadecenoic acid as well as 18 free amino acids. Dalmatian and Istrian ham in the concentration of asparagine and glutamic acid, glycine, threonine, proline, tyrosine and lysine differs from the Dalmatian and Istrian dry-cured ham. The principal components analysis showed good separation between the examined dry-cured hams. Smoked dry-cured hams had a higher content of phenols, aromatic hydrocarbons and acids, and were characterized by a smoke flavor and a higher L\* value while non-smoked dry-cured hams (with the addition of spices) showed higher content of terpenes, ketones, esters and aliphatic hydrocarbons and are characterized by a spicy flavor. Based on the obtained results it is possible to distinguish four Croatian dry-cured hams in relation to different production process.

**Number of pages: 164**

**Number of figures: 82**

**Number of tables: 30**

**Number of references: 224**

**Original in:** Croatian

**Key words:** Dalmatian dry-cured ham, Drniš dry-cured ham, Istrian dry-cured ham, Krk dry-cured ham, aroma, fatty acid, amino acid, PAH, sensory properties

**Date of the thesis defence: 23. 07. 2018**

**Reviewers:**

1. PhD. Nives Marušić Radovčić, Assistant professor, Faculty of food technology and biotechnology, Zagreb.
2. PhD. Klara Kraljić, Assistant professor, Faculty of food technology and biotechnology, Zagreb.
3. PhD. Danijel Karolyi, Full professor, Faculty of Agriculture, Zagreb.
4. PhD. Sandra Balbino, Full professor, substitute, Faculty of food technology and biotechnology, Zagreb.

**Thesis deposited in:** Library of Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23; National and University Library, Hrvatske bratske zajednice bb; University of Zagreb, Trg Republike Hrvatske 14

*Tema doktorskog rada prihvaćena je na 2. redovnoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta akademske godine 2014/2015 u Zagrebu održanoj dana 19. studenog 2014. godine, a Senat Sveučilišta u Zagrebu donio je odluku o odobravanju pokretanja postupka stjecanja doktorata znanosti u okviru doktorskog studija 21. siječnja 2015. godine na 6. sjednici u 346. akademskoj godini (2014/2015).*



*Informacije o mentoru:*

Dr. sc. Helga Medić, redovita profesorica

Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

## **Ž I V O T O P I S**

Dr. sc. Helga Medić redovita je profesorica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu od 2015. godine. Akademski stupanj doktora biotehničkih znanosti, znanstveno polje prehrambena tehnologija, stekla je 2006. godine, također na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Znanstveno-istraživački rad prof. dr. sc. Helge Medić usmjeren je ponajprije na istraživanja mikrobiološke sigurnosti i kakvoće mesa i proizvoda te mesa peradi i jaja, mogućnost primjene bioelektričke impedancijske analize u kontroli kvalitete animalnih proizvoda, istraživanje hlapljivih spojeva u hrvatskih autohtonim mesnim proizvodima, te manipulacije sastavom masnih kiselina u jajima. Važan dio istraživanja predstavlja i uporaba novijih tehnologija u produženju trajnosti mesa peradi kao što su vakuum hlađenje, tretman visokim hidrostatskim tlakom i ultrazvukom visokog intenziteta. Istraživanja u području kontrole kvalitete obuhvaćaju i razvitak brzih metoda na bazi impedancijske i Raman spektroskopije, a u posljednje vrijeme na primjenu inovativnih tehnika u praćenju proteolitičkih, lipolitičkih i oksidativnih procesa tijekom proizvodnje pršuta.

Dr. sc. Helga Medić, red. prof. aktivno je sudjelovala u četiri nacionalna znanstvena i četiri međunarodna projekta. Voditeljica je nacionalnog znanstvenog projekta HRZZ-a „Primjena inovativnih metoda u praćenju proteolitičkih, lipolitičkih i oksidativnih procesa tijekom proizvodnje pršuta“ (HRZZ IP-2016-06-6793) te partner na međunarodnom projektu Erasmus + Programme – Key Action 2 (KA2) Alliance for Skills and Knowledge to Widen Food Sector-related Open Innovation, Optimization and Development. Autor i koautor je 52 znanstvena rada od čega je 20 indeksirano u CC i/ili SCI bazama. Kao članica znanstvenog ili organizacijskog odbora, sudjelovala je u organizaciji 11 međunarodnih znanstvenih kongresa. Članica je uredničkog kolegija znanstvenog časopisa „Meso“, područna urednica međunarodnog časopisa Food Technology and Biotechnology te je glavna urednica Zbornika radova VII. Međunarodnog kongresa prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista. Znanstveno se usavršavala u inozemstvu na prestižnim znanstvenim institucijama u više navrata, od čega je provela 6 mjeseci (2007.) u kontinuitetu na University of Ghent, Belgija, u sklopu European FP6 Projekta „Pathogen Combat“. Kao gostujući profesor boravila je na

Warsaw University of Life Sciences, Faculty of Food Sciences, Division of Meat Technology u travnju 2013. gdje je održala i više predavanja.

Autorica je dva poglavlja u međunarodnim znanstvenim knjigama, dva recenzirana nastavna materijala, a dokazala se kao uspješan mentor budući da je pod njenim mentorstvom izrađeno 40 diplomskih i 23 završna rada te je mentor 5 obranjenih doktorskih disertacija. Dr. sc. Helga Medić, red. prof. uključena je u nastavni rad 22 godine na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu, na preddiplomskim, diplomskim i poslijediplomskim studijima. Voditeljica je poslijediplomskog stručnog studija Upravljanje hranom. Članica je Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti Znanstvenog vijeća za poljoprivredu i šumarstvo, Sekcije za preradu poljoprivrednih proizvoda i biotehnologiju. Tajnica je Udruge za znanost o peradi - hrvatski ogranak World's Poultry Science Association te članica Izvršnog odbora, Društva prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista Hrvatske i Hrvatskog društva za medicinsku i biološku tehniku. Predsjednica je European Hygienic Engineering and Design Group – regionalne sekcije Hrvatska te je članica Odbora za regionalni razvoj iste organizacije. Članica je više povjerenstva, odbora i radnih skupina, kako na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu, tako i u Hrvatskoj agenciji za hranu.

*Zahvaljujem se mojim najbližim suradnicima, mentorici prof. dr.sc. Helgi Medić i dr.sc. Nives Marušić Radić na optimizmu i svestranoj pomoći tijekom oblikovanja i pisanja ovog rada.*

*Zahvaljujem se predstojniku Veterinarskog zavoda Split dr.sc. Eddy-ju Listešu, znanstveniku na ukazanom povjerenju i pruženoj mogućnosti upisa poslijediplomskog studija.*

*Hvala mojim kolegicama iz Laboratorija za analitičku kemiju i rezidue dr.sc. Tanji Bogdanović, mr. Slađani Lelas, Ivanki Sesartić, Zdenki Bakota i senzorskim ocjenjivačima za nesebičnu pomoć pri provođenju ispitivanja,*

*Suprugu i mojoj djeci Marku, Aldu i Nikolini veliko hvala na ljubavi, podršci i razumijevanju.*

*Mojoj majci i ocu dugujem najveće hvala za bezuvjetnu vjeru, ljubav i podršku.*

# Karakterizacija dalmatinskoga, drniškoga, istarskoga i krčkoga pršuta

## Sažetak

Cilj ovog istraživanja je određivanje spojeva koji definiraju razlikovnost pršuta uz ujednačene kriterije fizikalno-kemijskih, senzorskih i instrumentalnih metoda primjenom definiranih postupaka proizvodnje pršuta koji nose zaštićene oznake zemljopisnog podrijetla i izvornosti.

Razlikovnost pršuta u ovisnosti o različitom postupku prerade ispitivana je na osnovu fizikalno-kemijskih parametara (udjela vode, proteina, masti, indeksa proteolize, pepela, NaCl, aktiviteta vode, boje, pH, sastava masnih i amino kiselina, policikličkih aromatskih ugljikovodika), hlapivih spojeva arome i senzorskih svojstava (mirisa, boje mišićnog i masnog tkiva, ujednačenosti boje, mramoriranosti, vlažnosti površine, slanosti, slatkoće, gorčine, arome po dimu i začinu, tvrdoće i topljivosti). Hlapivi spojevi pršuta određeni su koristeći mikroekstrakciju na čvrstoj fazi (SPME) i plinsko kromatografsko-masenu spektrometriju (GC-MS), aminokiselinski sastav i policiklički aromatski ugljikovodici (PAH) određeni su visoko učinkovitom tekućinskom kromatografijom. Prema rezultatima istraživanja udjeli vode u istarskom (40,92 g/100g), krčkom (41,82 g/100g), dalmatinskom (42,28 g/100g) i drniškom (39,02 g/100g) pršutu nisu se značajno razlikovali, a udjeli vode znatno su niži od udjela vode u ostalim mediteranskim vrstama pršuta. Istraživane vrste pršuta značajno se razlikuju u sadržaju neproteinskog dušika, indeksu proteolize, omjeru voda/proteini i sadržaju pepela. Sadržaj pepela značajno se razlikuje u istarskom i krčkom pršutu od sadržaja pepela u dalmatinskom i drniškom pršutu, dok se unutar ovih skupina ne razlikuju. Sadržaj neproteinskog dušika značajno je različit u istarskom pršutu, dok nema statistički značajne razlike u krčkom, dalmatinskom i drniškom pršutu. Indeks proteolize je u rasponu od 14,56 % u istarskom pršutu do 25,68 % u krčkom pršutu. Indeks proteolize u istarskom pršutu značajno se razlikovao od ostalih pršuta. Istarski pršut ima najniži udjel soli (5,76%), zatim slijedi drniški pršut (6,48%) i dalmatinski pršut (6,79%), dok krčki pršut ima najveći udio soli (7,01%).

Analizom uzoraka istraživanih pršuta nađeno 149 hlapivih spojeva arome. Aldehidi, alkoholi i terpeni su najzastupljenija grupa spojeva u istarskom pršutu. Metoda prerade je značajno utjecala na različiti udio aldehida, s izuzetkom 2- i 3-metilbutanala, benzenaldehida i benzenacetaldehida, terpena koji potječu od začina koji se dodaju tijekom procesa

proizvodnje (crni papar, lovor, ružmarin). Fenolni spojevi karakteristični su za dalmatinski i drniški pršut jer jedna od faza proizvodnje uključuje dimljenje.

Određena je 21 masna kiselina, a istraživane vrste pršuta značajno su se razlikovale u udjelu stearinske, plamitoleinske, oleinske i 11-oktadecenoinske kiseline.

Identificirana je 21 amino kiselina i istraživane vrste pršuta razlikuju se u sadržaju slobodnih amino kiselina osim aspargina, glutamina i taurina. Krčki i drniški pršut se razlikuju od dalmatinskog i istarskog pršuta u koncentraciji asparginske i glutaminske kiseline, glicina, treonina, prolina, tirozina i lizina. Istarski pršut imao je najveći udio arginina dok je udio lizina bio veći u istarskom i dalmatinskom pršutu.

Identificirano je 15 policikličkih aromatskih ugljikovodika. Najveća koncentracija PAH-ova određena je u istarskom pršutu (8,79  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), što je posljedica metode prerade istarskog pršuta bez kože i potkožnog masnog tkiva.

Primijenjena metoda za ocjenjivanje pršuta deskriptivnom metodom na nestrukturiranoj linijskoj skali (10 cm) je učinkovita. Primjenom metode klasifikacije intenziteta odabrano je 15 ocjenjivača s fiziološkom osposobljenošću, utvrđen je vrlo dobar učinak panela tijekom ocjenjivanja. Utjecaj ponavljanja senzorske analize na ocjenu istarskog, krčkog, dalmatinskog i drniškog pršuta nije značajan.

Analiza glavnih komponenata provedena na 57 fizikalno-kemijskih i senzorskih svojstava pokazala je da su dalmatinski i drniški pršut karakterizirani aromom po dimu, bojom masnog tkiva, ujednačenosti boje, mramoriranosti, slanosti, udjelom benzaldehida, treoninina, karnozina, prolina, anserina, leucina, triptofana, lizina, većim indeksom proteolize, većom  $L^*$  vrijednosti, dok su istarski i krčki pršut karakterizirani bojom mišićnog tkiva, vlažnosti površine, mirisom po zrelom, slatkoći, aromi po začinu, tvrdoći, udjelu proteina, hlapivim komponentama: 3-metil-butanalom, oktanalom, 2-nonenalom, heptanalom, 2-heptanolom te amino kiselinama taurinom, histidinom i argininom.

Temeljem dobivenih rezultata moguće je razlikovati četiri hrvatske vrste pršuta u ovisnosti o primijenjenom različitom tehnološkom procesu proizvodnje.

**Ključne riječi:** dalmatinski pršut, drniški pršut, istarski pršut, krčki pršut, aroma, masne kiseline, amino kiseline, PAH, senzorska svojstva

## **Characterization of the Dalmatian, Drniš, Istrian and Krk dry-cured ham**

### **Abstract**

The aim of this study was to determine the compounds that distinct Dalmatian, Drniš, Istrian and Krk dry-cured ham, with uniform criteria of physico-chemical, sensory and instrumental methods using defined processes of production of dry-cured hams with protected geographical indication and protected designation of origin. The differentiation of dry-cured hams was based on the physico-chemical parameters (water, protein, fat, proteolysis index, ash, NaCl, water activity, color, pH, fatty acid and amino acids, polycyclic aromatic hydrocarbons), volatile aroma compounds and sensory characteristics (cured aroma, color of muscle and fat tissue, uniformity of color, marbling, surface moisture, salinity, sweetness, bitterness, flavor by smell and spice, hardness and solubility). The volatile compounds of dry-cured hams were determined using solid phase microstructure (SPME) and Gas Chromatographic Mass Spectrometry (GC-MS), the amino acid composition and polycyclic aromatic hydrocarbons are determined by high performance liquid chromatography. According to the results of the study, the content of water in Istrian (40.92 g / 100g), Krk (41.82 g / 100g), Dalmatian (42.28 g / 100g) and Drniš (39.02 g / 100g) dry ham are not significant, water content are considerably lower than the content of water in other Mediterranean dry cured hams. The examined types of dry cured hams differ significantly in the content of non-protein nitrogen, the proteolysis index, the water / protein ratio and the ash content. The ash content differs considerably in Istrian and Krk ham from the ash content in the Dalmatian and Drniš ham, while within these groups do not differ. The content of non-protein nitrogen is significantly different in Istrian ham, while there are no statistically significant differences in the Krk, Dalmatian and Drniš dry cured hams. The proteolysis index ranges from 14.56% in Istrian dry cured ham to 25.68% in Krk dry cured ham. The proteolysis index was significantly different in Istrian dry cured ham in comparison with the other types of Croatian dry cured hams. Istrian dry cured ham has the lowest salt content (5.76%), followed by Drniš (6.48%) and Dalmatian dry cured ham (6.79%), while Krk dry cured ham has the highest salt content (7.01%).

149 volatile aroma compounds were identified in the samples of dry cured hams. Aldehydes, alcohols and terpenes are the most common group of compounds in Istrian dry cured ham. The processing method significantly influenced the different aldehyde content, with the exception of 2- and 3-methylbutanals, benzaldehydes and benzeneacetaldehyde,

terpenes derived from spices added during the production process (black pepper, laurel, rosemary). Phenolic compounds are characteristic for Dalmatian and Drniš dry cured hams because the production process comprises smoking.

21 fatty acids were identified, and the examined types of dry-cured ham differ in the content of stearic, palmitoleic, oleic and 11-octadecenoic acid.

21 amino acids were identified and the investigated types of dry cured ham differ in the content of free amino acids except asparagine, glutamine and taurine. Dalmatian and Istrian dry cured hams differ from Drniš and Krk dry cured hams in the concentration of asparagine and glutamic acid, glycine, threonine, proline, tyrosine and lysine. The highest content of arginine was in Istrian dry cured ham and Istrian and Dalmatian dry cured hams had a higher share of lysine.

15 polycyclic aromatic hydrocarbon compounds were identified. The highest concentration was found in Istrian dry cured ham (8.79  $\mu\text{g} / \text{kg}$ ) as a result of the method of processing of hams without skin and subcutaneous fat tissue.

Applied method for evaluating prosciutto descriptive method on unstructured line scale (10cm) is effective. By applying the method of classification of intensity, 15 assessors with physiological abilities were selected, a very good panel effect was evaluated during investigation. The influence of repetition of sensory analysis on the evaluation of Istrian, Krk, Dalmatian and Drniš dry cured ham is not significant.

The principal component analysis was carried out on 57 physical-chemical and sensory properties. The results showed that Dalmatian and Drniš dry cured hams are characterized by smoky aroma, color of fat tissue, color uniformity, marbling, salinity, benzaldehyde, threonine, carnosine, proline, anserine, leucine, tryptophan, lysine, the higher the index of proteolysis, the higher the L \* value, while the Istrian and the Krk dry cured ham are characterized by the color of muscle tissue, surface moisture, aroma of aged meat, sweetness, spicy aroma, hardness, protein content, volatile components 3-methylbutanoic, octanoic, 2-nonenal, heptanoic, 2-heptanol, and amino acids taurine, histidine and arginine.

Based on the obtained results it is possible to distinguish four Croatian dry-cured hams in relation to different production process.

**Key words:** Dalmatian dry-cured ham, Drniš dry-cured ham, Istrian dry-cured ham, Krk dry-cured ham, aroma, fatty acid, amino acid, PAH, sensory quality

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. OPĆI DIO</b> .....	4
2.1. Opis proizvoda .....	5
2.2.Registri proizvoda Europske unije .....	5
2.3. Povijesne crtice .....	6
2.4. Zemljopisno područje proizvodnje hrvatskih zaštićenih pršuta .....	6
2.4.1. Zemljopisno područje proizvodnje drniškog pršuta .....	6
2.4.2. Zemljopisno područje proizvodnje dalmatinskog pršuta .....	8
2.4.3. Zemljopisno područje proizvodnje krčkog pršuta .....	9
2.4.4. Zemljopisno područje proizvodnje istarskog pršuta .....	9
2.4.4.1. Zemljopisno područje proizvodnje sirovine za proizvod .....	9
2.4.4.2. Zemljopisno područje proizvodnje proizvoda .....	9
2.5. Proces proizvodnje pršuta .....	10
2.5.1. Podrijetlo sirovine .....	11
2.5.2. Prijem sirovine .....	11
2.5.3. Obrada buta .....	12
2.5.4. Soljenje .....	16
2.5.5. Prešanje .....	17
2.5.6. Dimljenje i sušenje .....	17
2.5.7. Zrenje .....	18
2.5.8. Označavanje, porcioniranje i pakiranje .....	18
2.6. Kvaliteta pršuta .....	23
2.6.1. Boja .....	23
2.6.2. Tekstura .....	24
2.6.3. Aroma .....	25
2.6.3.1. Lipoliza .....	26
2.6.3.2. Karakteristike lipaza mišićnog i masnog tkiva .....	26
2.6.3.2.1. Lipaze mišićnog tkiva .....	26
2.6.3.2.2. Lipaze masnog tkiva .....	27
2.6.3.3. Razgradnja masti masnog i mišićnog tkiva .....	28
2.6.3.4. Stvaranje slobodnih masnih kiselina .....	28
2.6.3.5. Proteoliza .....	29
2.6.3.5.1. Aktivnost proteaza .....	29



2.6.3.6. Stvaranje slobodnih amino kiselina.....	30
2.6.4. Policiklički aromatski ugljikovodici .....	31
<b>3. MATERIJALI I METODE</b> .....	<b>34</b>
<b>3.1. Materijali</b> .....	<b>35</b>
<b>3.2. Metode</b> .....	<b>37</b>
3.2.1. Određivanje aktiviteta vode .....	37
3.2.2. Određivanje udjela vode gravimetrijski .....	38
3.2.3. Određivanje pH vrijednosti .....	39
3.2.4. Određivanje proteina metodom po Kjeldalu .....	39
3.2.5. Određivanje neproteinskog dušika .....	40
3.2.6. Određivanje indeksa proteolize .....	41
3.2.7. Određivanje količine ukupnog pepela .....	41
3.2.8. Određivanje natrijevog klorida.....	41
3.2.9. Određivanje boje .....	42
3.2.10. Određivanje udjela masti .....	42
3.2.11. Određivanje sastava masnih kiselina.....	43
3.2.11.1. Priprema metilnih estera masnih kiselina.....	43
3.2.11.2. Analiza estera masnih kiselina GC-FID metodom .....	44
3.2.12. Određivanje hlapivih spojeva .....	44
3.2.13. Određivanje sastava amino kiselina .....	45
3.2.13.1. Priprema standardnih otopina.....	46
3.2.13.2. Priprema uzoraka .....	47
3.2.13.3. Derivatizacija .....	47
3.2.14. Određivanje policikličkih aromatskih ugljikovodika .....	48
3.2.14.1. Priprema sirovog ekstrakta.....	48
3.2.14.2. Pročišćavanje gel permeacijom GPC .....	48
3.2.14.3. Analiza PAH-ova visoko učinkovitom tekućinskom kromatografijom.....	49
3.2.15. Senzorska analiza .....	50
3.2.15.1. Prethodni odabir kandidata.....	51
3.2.15.2. Određivanje srednjeg praga osjetljivosti grupe kandidata za specifična svojstva.....	52
3.2.15.3. Odabir ocjenjivača metodom klasifikacije intenziteta .....	52
3.2.15.4. Riječnik .....	54
3.2.15.5. Trening ocjenjivača-korištenje nestrukturirane linijske skale.....	56
3.2.15.5.1. Reference svojstva izgleda .....	56
3.2.15.5.2. Reference svojstva okusa (slatko, slano, gorko) .....	58

3.2.15.6. Kvantitativna deskriptivna metoda .....	60
3.2.16. Statistička analiza i obrada podataka .....	63
<b>4. REZULTATI .....</b>	<b>64</b>
4.1. Fizikalno kemijske karakteristike istarskog, krčkog, dalmatinskog i drniškog pršuta .....	66
4.1.1. Osnovni kemijski sastav .....	66
4.1.2. Aktivitet vode ( $a_w$ vrijednost) .....	67
4.1.3. Udio soli NaCl .....	67
4.1.4. Boja .....	68
4.1.5. Sastav masnih kislina .....	69
4.1.6. Hlapivi spojevi .....	69
4.1.7. Amino kiseline i dipeptidi .....	78
4.1.7.1. Validacija metode.....	78
4.1.7.2. Rezultati određivanja amino kiselina .....	85
4.1.7.3. Rezultati određivanja dipeptida.....	86
4.1.8. Policiklički aromatski ugljikovodici .....	87
4.1.8.1. Validacija metode.....	87
4.1.8.2. Rezultati određivanja policikličkih aromatskih ugljikovdika .....	90
4.2. Senzorska analiza .....	91
4.2.1. Granica detekcije grupe kandidata .....	91
4.2.2. Odabir ocjenjivača metodom klasifikacije inteziteta .....	93
4.2.3. Trening ocjenjivača .....	94
4.2.4. Senzorski profil pršuta .....	96
4.3. Analiza glavnih komponenata (PCA) .....	100
<b>5. RASPRAVA .....</b>	<b>110</b>
5.1. Fizikalno kemijske karakteristike istarskog, krčkog, dalmatinskog i drniškog pršuta .....	111
5.1.1. Osnovni kemijski sastav .....	111
5.1.2. Aktivitet vode ( $a_w$ vrijednost) .....	113
5.1.3. Udio soli NaCl .....	114
5.1.4. Boja .....	115
5.1.5. Sastav masnih kislina .....	116
5.1.6. Hlapivi spojevi .....	118
5.1.7. Amino kiseline i dipeptidi .....	124
5.1.7.1. Validacija metode.....	124

5.1.7.2. Rezultati određivanja amino kiselina .....	126
5.1.7.3. Rezultati određivanja dipeptida.....	128
5.1.8. Policiklički aromatski ugljikovodici .....	129
5.1.8.1. Validacija metode.....	129
5.1.8.2. Rezultati određivanja policikličkih aromatskih ugljikovodika .....	129
5.2. Senzorska analiza .....	132
5.2.1. Granica detekcije grupe kandidata .....	132
5.2.2. Odabir ocjenjivača metodom klasifikacije inteziteta .....	133
5.2.3. Trening ocjenjivača .....	133
5.2.4. Senzorski profil pršuta .....	134
5.3. Analiza glavnih komponenata (PCA) .....	136
<b>6. ZAKLJUČCI .....</b>	<b>141</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>141</b>

## **1. UVOD**

Pršut je tradicionalni proizvod, vrlo popularan među europskim potrošačima i od velike je gospodarske važnosti za mesnu industriju u mediteranskom području. Hrvatska je prepoznala značaj ovog proizvoda i pozicionirala ga kao proizvod od primarnog značaja. Zaštićenim oznakama zemljopisnog podrijetla i izvornosti zaštićene su četiri vrste hrvatskih pršuta: Istarski pršut, Krčki pršut, Dalmatinski pršut i Drniški pršut.

Pršut se proizvodi djelomičnom dehidratacijom i usporenim kemijsko-enzimatskim promjenama svinjskog buta pod specifičnim uvjetima temperature, vlage i strujanja zraka. Kompleksne promjene proteina i masti u mesu, gubitak vode uz porast suhe tvari i koncentracije kuhinjske soli, promjene fizikalno-kemijskih parametara kao što su pH vrijednost i aktivitet vode, zajedno s proteolitičkim i lipolitičkim reakcijama dovode do promjene boje, okusa, arome i teksture, dajući posebne karakteristike gotovom proizvodu (Toldrá i sur., 2004). Udio masti jedna je od važnijih kvalitativnih karakteristika trajnih suhomesnatih proizvoda (veća količina masnoća, veća prihvatljivost), ali najveći utjecaj na pojavnost, teksturu (sočnost), te intenzitet i postojanost okusa pršuta ima sadržaj intramuskularne masnoće (Gandermer, 2009; Ruiz i sur., 2002).

Lipolitički procesi doprinose primarno mirisnim karakteristikama nastajanjem hlapljivih komponenti, dok proteoliza doprinosi teksturi, kao i aromi. Jedan od najvažnijih procesa tokom zrenja pršuta je proteoliza. Aktivnost egzo- i endopeptidaza, parametri proizvodnje (količina kuhinjske soli, temperatura zrenja i trajanje zrenja), značajno utječu na stupanj proteolize, stvarajući različite vrste i količine amino kiselina i peptida (Pearson i sur., 1983). Intenzitet gorčine raste kad je prisutna visoka aktivnost endopeptidaza u sirovom mesu, ostvarujući visok stupanj proteolize na kraju perioda zrenja. Senzorske karakteristike (pojavnost, aroma, okus i tekstura) procijenjene od strane iskusnih ocjenjivača koreliraju sa instrumentalnim mjerenjima, pokazujući da se instrumentalne tehnike mogu efikasno koristiti za kvalitativnu karakterizaciju pršuta (Laureati i sur., 2014).

Različitosti u procesu proizvodnje hrvatskih pršuta zaštićenih oznaka zemljopisnog podrijetla i izvornosti, jasno definirani proces proizvodnje i specifični klimatski uvjeti daju svakom od ovih proizvoda specifičnu aromu. Dosad je provedeno nekoliko istraživanja hrvatskih zaštićenih pršuta. Marušić i suradnici (2014) objavili su rad o hlapljivim spojevima u istarskom pršutu, Kos i suradnici (2014) o značajnosti genotipa i spola na kemijski sastav dalmatinskog pršuta, Karolyi i suradnici (2013) o osobinama sirovine i gotovog proizvoda

drniškog pršuta, Kos i suradnici (2009) o senzorskom profilu dalmatinskog pršuta, Jerković i suradnici (2007) o hlapivim spojevima u dalmatinskom pršutu dok razlikovnost hrvatskih pršuta od ostalih mediteranskih vrsta nije dovoljno istražena.

Stoga je cilj ovog istraživanja bio određivanje spojeva koji definiraju razlikovnost pršuta uz ujednačene kriterije fizikalno-kemijskih, senzorskih i instrumentalnih metoda primjenom definiranih postupaka proizvodnje pršuta koji nose zaštićene oznake zemljopisnog podrijetla i izvornosti proizvoda. Nadalje, razviti analitičku metodu za identifikaciju i kvantifikaciju amino kiselina u istarskom, drniškom, krčkom i dalmatinskom pršutu. Razviti senzorsku analizu koja će dati znanstveni pristup procjeni, mjerenje i tumačenje reakcije na one karakteristike pršuta koje se percipira osjetilima vida, mirisa i okusa, te definirati ključne profile istarskog, krčkog, dalmatinskog i drniškog pršuta. Usporedbom rezultata definirati ključne parametre prepoznatljivost zaštićenih hrvatskih pršuta. Saznanja će poslužiti usmjeravanju procesa proizvodnje pršuta s ciljem standardizacije proizvodnje vrhunskih pršuta i samim tim boljim pozicioniranjem proizvoda na tržištu.

## **2. OPĆI DIO**

## 2.1. Opis proizvoda

Pršut je trajni suhomesnati proizvod od svinjskog buta u komadu s pripadajućim kostima, potkožnim masnim tkivom i kožom ili bez njih i dodatnih sastojaka, koji se konzervira postupcima soljenja, salamurenja, sušenja i zrenja, sa ili bez dimljenja, do stupnja primjerenog za konzumaciju bez prethodne toplinske obrade (NN 131/2012).

## 2.2. Registri proizvoda Europske unije

Politika kvalitete EU poljoprivrednih proizvoda, koja glasi: "Poljoprivredni proizvodi proizvedeni u Europskoj uniji (EU) odražavaju bogatu raznolikost različitih tradicija i regija u Europi. U cilju zaštite i promocije proizvoda s posebnim značajkama povezanim s njihovim zemljopisnim podrijetlom, kao i tradicionalnim proizvodima, EU je stvorila simbole kvalitete pod nazivom "Zaštićena oznaka izvornosti", "Zaštićena oznaka zemljopisnog podrijetla " i "Zajamčeno tradicionalnog specijaliteta“.

Programima potpore EU kvalitete, zajednička poljoprivredna politika (ZPP) pruža alate koji pomažu u naglašavanju kvalitete i tradicije povezane s registriranim proizvodima i osiguravaju povjerenje potrošača. Ovi programi i njihovi simboli stvaraju prepoznatljivost proizvođačima / skupinama proizvođača u cilju bolje prodaje proizvoda i osiguranju pravne zaštite od zloupotrebe ili krivotvorenja naziva proizvoda. Ime proizvoda identificirano kao zemljopisna oznaka je ona koja je usko povezana s određenim proizvodnim područjem. Ovaj pojam obuhvaća zaštićene oznake izvornosti (ZOI) i zaštićene oznake zemljopisnog podrijetla (ZOZP) za hranu i vino, dok alkoholna pića i aromatizirana vina imaju zemljopisne oznake.

Opis tri simbola EU dat je u Prilogu X. Provedbene Uredbe br. 668/2014 koji potvrđuju specifičnu tradiciju i kvalitetu hrane, poljoprivrednih proizvoda i vina, aromatiziranih vina i napitaka, proizvedenih u Europskoj uniji ili u drugim zemljama. Dva od tih simbola - zaštićena oznaka izvornosti (ZOI/PDO) (slika 1.) i zaštićena oznaka zemljopisnog podrijetla (ZOZP/PGI) (Slika 2.) imaju specifičnu vezu s regijom podrijetla proizvoda, a treći simbol- ističe se zajamčeno tradicionalni specijalitet (ZTS/TSG)(Slika 3.).





Slika 1. ZOP/PDO



Slika 2. ZOZP/PGI



Slika 3. ZTS/TSG

Izvor: Prilog X. EU. Uredbe br. 668/2014

Nazivi i pojedinosti o registriranim proizvodima za prehrambene proizvode navedeni su bazi podataka-DOOR ("Baza podataka o podrijetlu i registraciji") uključuje nazive proizvoda za prehrambene proizvode koji su registrirani kao zaštićena oznaka izvornosti (ZOI/PDO), zaštićena oznaka zemljopisnog podrijetla (ZOZP/PGI) i tradicionalnih specijalnosti zajamčenih (ZTS/TSG), kao i za imena za koja je prijavljena. U bazi podataka definirani su slijedeći registri:

- Registar proizvoda izvornog podrijetla (obuhvaća zaštićene oznake izvornosti – ZOI) u koji su upisani talijanski Prosciutto di Parma, Prosciutto di San Daniele, Prosciutto di Modena, Prosciutto di Carpagna, Prosciutto Toscano i Prosciutto Veneto Berico-Euganeo; španjolski iberijski pršuti Jamón de Guijuelo, Jamón de Los Pedroches, Jamón de Huelva (Jabugo) i Dehesa de Extramadura, te Teruel pršuti od bijelih svinja; portugalski Presunto do Alentejo i Presunto de Barrancos, te hrvatski istarski pršut.
- Registar proizvoda zaštićene zemljopisne oznake (zaštićene oznake zemljopisnog podrijetla – ZOZP) u koji su upisani talijanski Prosciutto di Norcia, Prosciutto di Sauris i Prosciutto Amatriciano; francuski Jambon de Bayonne; španjolski Jamón de Serón i Jamón de Trevélez; portugalski Presunto de Melgaço, Presunto de Camp Maior e Elvas, Presunto de Santana da Serra, Presunto de Vinhais i Presunto de Barroso, slovenski Kraški pršut, te hrvatski drniški, dalmatinski i krčki pršut
- Registar proizvoda s garancijom tradicionalne kakvoće (Zajamčeno tradicionalni specijalitet- ZTS) u koji je upisan španjolski Serrano pršut.

### 2.3. Povijesne crtice

Prvi pisani trag o trgovini „Dalmatinskim pršutom“ potječe iz 1557. godine u kojem se navodi da se pršut zajedno sa sirom izvezio u Mletke i to preko Zadra. Zapisano je da izvoz ide iz "Bosne", a u to je doba Bosna obuhvaćala cjelokupno područje zapadno do rijeke Drine koje je bilo pod vlašću Osmana. S obzirom da je turska vlast u 16. stoljeću dopirala do gradskih zidina Zadra, vrlo je vjerojatno da se rodilo o pršutu iz neposrednog zadarskog zaleđa (Kos i sur., 2015).

Prve pouzdane podatke o svinjogojstvu, soljenju, sušenju i dimljenju svinjskog mesa na dijelu drniškog prostora u srednjem vijeku imamo za prostor nekadašnjeg šibenskog distrikta (do Moseća) iz Statuta grada Šibenika (Knjiga statuta zakona i reformacije grada Šibenika; Tisak Nikole Moretti, 1608., str. 53. Prilog 6). Početci ozbiljnije proizvodnje pršuta, vezani su za 20 stoljeće i početak rada Poljoprivredno industrijskog kombinata (PIK) Petrovo polje 1966. godine. Iste godine otvorena je klaonica s pogonom za preradu suhomesnatih proizvoda, namijenjena poglavito proizvodnji drniških pršuta o čemu izvještavaju i lokalni mediji (Karolyi i Guarina, 2015).

Krčki je pršut na području otoka Krka već od davnina uživao visoku reputaciju te je smatran vrlo vrijednim i posebnim proizvodom. Pisani tragovi o tradiciji soljenja svinjskog mesa potječu i iz 1874. godine. Opisujući život na otoku, Cubich tada piše, da otočani „...jedu svježe, usoljeno ili dimljeno meso ... svinjetine...“ te da „...makarone ... polijevaju juhom s komadima pršuta“ (Žužić i Toić, 2014).

Svjedočanstva o uzgoju svinja u Istri postoje od antičkih vremena (a u Rimskom carstvu se pršut čak prinosilo kao žrtvu bogu Saturnu), a od dolaska Slavena u Istru pa kroz narednih desetak stoljeća u nekoliko se dokumenata ugovorno regulira pravo na žirenje, odnosno ispašu svinja žirom u šumama. Isto tako pisani izvori navode da je zanimanje mesara u Piranu postojalo već 1269. godine (Božac i sur., 2008).

### 2.4. Zemljopisno područje proizvodnje hrvatskih zaštićenih pršuta

#### 2.4.1. Zemljopisno područje proizvodnje drniškog pršuta

Administrativno, područje proizvodnje drniškog pršuta ograničeno je na područje Grada Drniša i susjednih općina Promina, Ružić, Unešić i Biskupija, koji se nalaze u Šibensko-kninskoj županiji u regiji Jadranske Hrvatske. U navedenom području moraju se

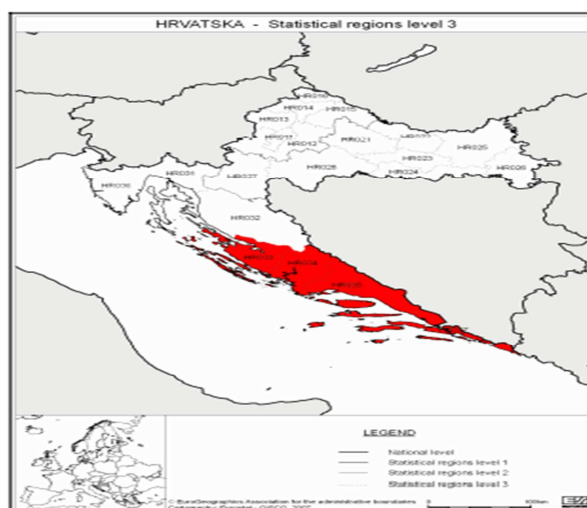
odvijati sve faze proizvodnje drniškog pršuta osim uzgoja, tova, klanja i klaoničke obrade svinja za proizvodnju pršuta (Slika 4.).



Slika 4. Područje proizvodnje drniškog pršuta (Karolyi i Guarina, 2015).

#### 2.4.2. Zemljopisno područje proizvodnje dalmatinskog pršuta

Proizvodnja „Dalmatinskog pršuta“ smije se odvijati isključivo unutar administrativnih granica sljedećih županija: Dubrovačko-neretvanska, Zadarske županije, Šibensko-kninske županije Splitsko-dalmatinske županije, Dubrovačko-neretvanske županije (Slika 5.).



Slika 5. Područje proizvodnje dalmatinskog pršuta (Kos i sur., 2015).

### 2.4.3. Zemljopisno područje proizvodnje krčkog pršuta

Proizvodnja krčkog pršuta ograničena je isključivo na područje otoka Krka. Otok Krk podijeljen je na 6 jedinica lokalne samouprave: Grad Krk te općine Baška, Malinska-Dubašnica, Omišalj, Punat i Vrbnik. Neke od navedenih jedinica lokalne samouprave unutar svojih administrativnih granica osim dijelova otoka Krka obuhvaćaju i obližnje otočiće (Košljun, Prvić, Plavnik itd.) na kojima nije dozvoljena proizvodnja krčkog pršuta. Zemljovidi područja proizvodnje prikazani su na Slici 6.



Slika 6. Područje proizvodnje krčkog pršuta (Žužić i Toić, 2014).

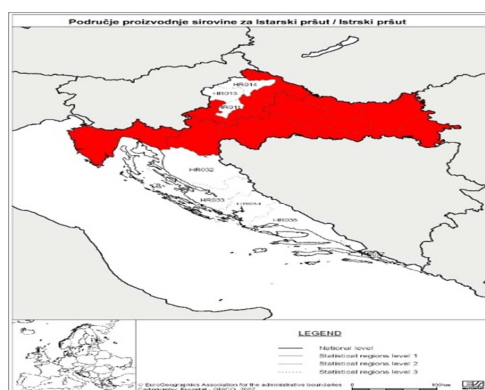
### 2.4.4. Zemljopisno područje proizvodnje istarskog pršuta

#### 2.4.4.1. Zemljopisno područje proizvodnje sirovine za proizvod

Područje proizvodnje sirovine namijenjene proizvodnji istarskog pršuta / istrskog pršuta ograničeno je na slijedeće županije u Republici Hrvatskoj: Primorsko-goranska (ograničeno samo na kopneni dio, bez otoka), Karlovačka, Sisačko-moslavačka, Zagrebačka, Bjelovarsko-bilogorska, Koprivničko-križevačka, Međimurska, Virovitičko-podravska, Požeško-slavonska, Vukovarsko-srijemska.

#### 2.4.4.2. Zemljopisno područje proizvodnje proizvoda

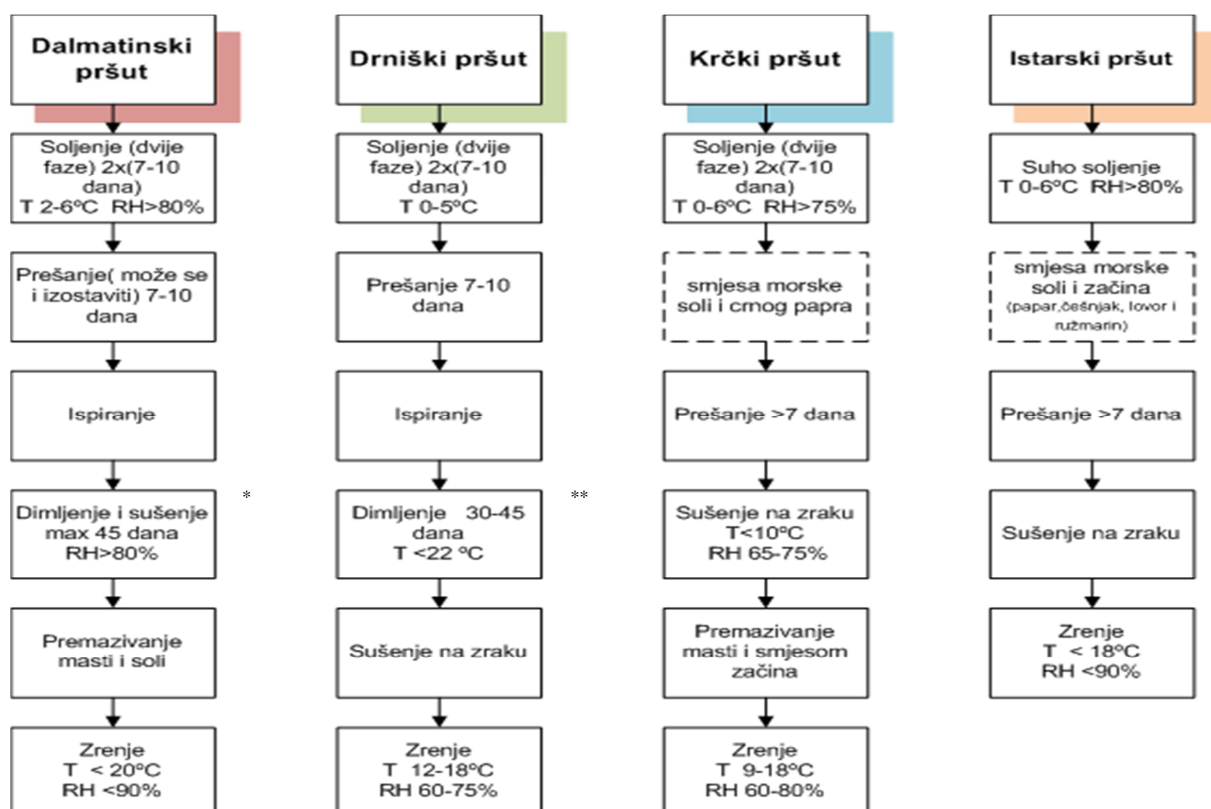
Područje proizvodnje istarskog pršuta / istrskog pršuta ograničeno je na dio područja istarskog poluotoka u koje nisu uključeni otoci koji se uz njega nalaze.



Slika 7. Područje uzgoja svinja za proizvodnju istarskog pršuta (Božac i sur., 2008).

## 2.5. Proces proizvodnje pršuta

Proces proizvodnje pršuta je jednostavan proces, ali kakvoća sirovine i dužina zrenja zbog djelovanja enzima mišića utječe na razvoj karakteristične arome i razlikovnost pršuta. Glavne faze proizvodnje pršuta su prijem sirovine, soljenje, dosoljavanje, dimljenje, zrenje i sušenje (Slika 8.).



Slika 8. Dijagram toka proizvodnje dalmatinskoga, drniškoga, krčkoga i istarskoga pršuta.

\*Hladno dimljenje primjenom spaljivanja tvrdog drva ili piljevine od bukve (*Fagus sp.*), hrast (*Quercus sp.*) ili graba (*Carpinus sp.*)

\*\* Hladno dimljenje primjenom spaljivanja tvrdog drveta od bukve (*Fagus sp.*), Graba (*Carpinus sp.*) i lokalnih biljaka kao što su suhe grančice (*Juniperus communis*), drvo i ljuske badema (*Amygdalus communis*) i suhe imortele (*Helichrysum arenarium*).

### 2.5.1. Podrijetlo sirovine

Jedan od primarnih čimbenika koji utječe na kvalitetu pršuta je izbor pasmine (genotipa) svinja za preradu (Luković, 2014.) Prilikom odabira pasmine ili križanca svinja pažnja se mora usmjeriti da se ne odabiru genotipovi koje su stresno osjetljivi i skloni razvoju tzv. BMV (blijedo, mekano i vodnjikavo) mesa, kao i oni niskog udjela intramuskularne masti. To su na primjer pasmine kao pietren (engl. Pietrain) i belgijski landras koje potječu iz Belgije, te neke linije njemačkog landrasa (Karolyi i Luković, 2016.). Najčešće plemenite pasmine koje se preporučuju za proizvodnju sirovine za preradu su veliki jorkšir, landrasi skandinavskog tipa te durok (Luković i Škorput, 2012.). Landras je najbrojnija pasmina svinja ne samo u Hrvatskoj, nego i u svijetu, koja se zbog dobre plodnosti, visoke mesnatosti i dobre kakvoće mesa koristi u proizvodnji suhomesnatih proizvoda. Veliki jorkšir ili velika bijela (engl. Large White) je bijela pasmina svinja velikog formata. Svinje se odlikuju ranom dozrelošću te imaju dobra tovnost u klasičnom tovu do 100 kg, ali isto tako i u produženom tovu do većih završnih tjelesnih masa. Za razliku od drugih plemenitih pasmina svinja, pored dobre mesnatosti ova pasmina je manje sklona stresnoj osjetljivosti, ima snažnu konstituciju te dobra svojstva kakvoće mesa. Durok je američka pasmina svinja nastala u 19. stoljeću, crvenkasto smeđe boje dlake dobrih tovnih i klaoničkih svojstava, dobre otpornosti na stres te dobre kakvoće mesa koja se očituje prvenstveno visokim udjelom intramuskularne masti (Luković, 2014.).

### 2.5.2. Prijem sirovine

Procesni korak prijema sirovine je kritična točka proizvodnog procesa. Svi daljnji procesni koraci u proizvodnji i kvaliteta gotovog proizvoda - pršuta ovise o prijemu sirovine i kvaliteti svježih butova.

Važan čimbenik određivanja kvalitete svježeg mesa prikladnog za obradu i preradu je pH vrijednost. pH vrijednosti *post mortem*, kao i nakon nastupa *rigor mortisa*, indikator su brzine i opsega razgradnje mišićnog glikogena, o kojima uvelike ovisi kakvoća mesa (Lawrie, 1998). Brzi pad pH vrijednosti ( $pH_1 < 6$ ) ili opsežna acidifikacija ( $pH_{24} < 5,4$ ) umanjuju

sposobnost vezanja vode mesa i pogoduju nastanku blijedog, mekog i vodenastog (BMV) mesa, dok nedovoljna acidifikacija ( $\text{pH}_{24} > 6$ ) obično vodi k pojavi tamnog, suhog i tvrdog (TST) mesa, sklonog bakterijskom kvarenju zbog više pH vrijednosti. Niski pH i/ili BMV meso u proizvodnji pršuta povezuju se uz veću apsorpciju soli, viši kalo, te suhlje, tvrđe i slanije proizvode, dok viši pH i/ili TST meso uzrokuju slabije upijanje soli, uz posljedičnu pastoznost i pretjeranu mekoću pršuta uslijed višeg aktiviteta vode ( $a_w$ ) i slabije inhibicije aktivnosti proteolitičkih enzima tokom zrenja (Čandek-Potokar i Škrlep, 2011).

Veoma je važno odvojiti TST (tvrdi, suhi, tamni) svježeg butova zbog visokog pH i razvoja neželjenih mikroorganizama. S druge strane BMV (blijedi, mekan, vodnjikavo) svježih butova mogu prouzročiti probleme u procesu proizvodnje uslijed brzog gubitka vode zbog njihovog niskog kapaciteta zadržavanja vode (Arnau i sur., 1995) i nepoželjnog slanog okusa uslijed potrebe dodavanja većih koncentracija soli u toku procesnog koraka soljenja.

Udio masti u svježem butu igra bitnu ulogu u razvoju poželjnih komponenti arome. Vrsta hrane za tov svinja (Toldrá 2005, Jiménez-Colmenero i sur., 2006) i genotip svinje od koje potiče svinjski but (Armero i sur., 2002) utječu na sastav masnih kiselina i hlapive komponente arome. Veoma je važno detektirati neželjene produkte oksidacijskih procesa i mogući razvoj užeglosti u ovom procesnom koraku. Kontrola u procesu prijema sirovina provodi se vizualnim pregledom promašćenosti svježeg buta, boje mesa, mjerenjem jednog broja i stupnja kiselosti (Toldrá, 2002).

### 2.5.3. Obrada buta

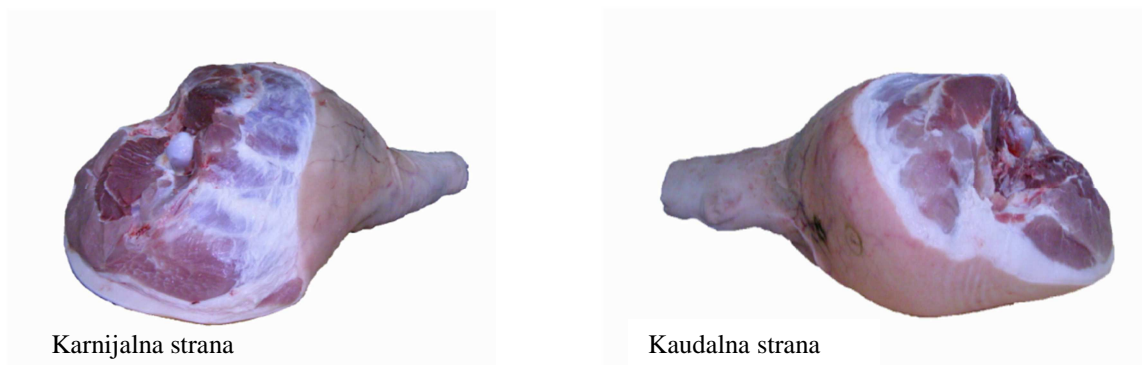
Način obrade buta (sa ili bez zdjeličnih kostiju, sa ili bez kože i potkožnog masnog tkiva) karakterističan je pojedine tipove pršuta, a utječe na vanjski izgled i okusno mirisne komponente. Svježih butova za proizvodnju drniškog pršuta obrađuje se bez nožice, križne i zdjelične kosti i repnih kralježaka, a u butu ostaju bedrena (*femur*) i potkoljenična kost (*tibia* i *i*) s patelom, urašteni dio sjedne kosti (sjedna kvrga) te, ovisno o visini reza kojim se odstranjuje nožica, ostaci tarzalnih kosti. But obrađen za soljenje je bez odstranjenog dijela kože i masnog tkiva s unutrašnje strane do visine koljenog zgloba te dijela muskulature odstranjene polukružno skupa i u istoj ravnini sa masnim tkivom tako da donji rub pršuta bude na udaljenosti od 5 do 8 cm od glavice bedrene kosti. Obradeni but mora biti bez oštećenja i krvavih podljeva, neravnina i stršećih dijelova a meso normalne kakvoće. Minimalna težina obrađenog buta iznosi 11 kg. Slična obrada buta, uz određene završne

specifičnosti primjenjuje se i kod mnogih drugih vrsta pršuta, primjerice Parmskog ili francuskog Bayonne pršuta (Nanni Costa i sur., 1999).



Slika 9. Svježi but namijenjen proizvodnji drniškoga pršuta (Karolyi i Guarina, 2015).

Svježi but za proizvodnju dalmatinskoga pršuta 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 ischii*) i preponska kost (*os pubis*), te križna kost (*os sacrum*), a moraju biti odstranjeni i repni kralješci (*v. caudales*). But mora biti odvojen od zdjelice u bočnom zglobu (*articulus coxae*) koji povezuje glavu bedrene kosti (*caput femoris*) i zdjeličnu čašicu (*acetabulum*) na kukovlju. U muskulaturi buta mora ostati samo dio sjedne kosti s hrskavicom (*tuber ischii*). Muskulatura buta mora biti pravilno polukružno zaobljena tako da proksimalni rub obrađenog buta bude cca 8 do 10 cm (4 prsta) udaljen od glave bedrene kosti (*caput femoris*). But nema nogicu koja je odvojena u skočnom zglobu (*articulus tarsi*) na način da je odstranjen proksimalni red skočnih kosti. U vezi s tibiom i fibulom smije ostati samo petna kvrga (*tuber calcanei*) iznad koje se veže ili vješa but za sušenje. S medijalne i lateralne strane but ima kožu i potkožno masno tkivo. Na muskulaturi s otvorene medijalne strane ne smije biti visećih dijelova, a distalni dio kože s pripadajućim masnim tkivom mora biti zaobljen (Slika 10.).



Slika 10. Svježi but namijenjen proizvodnji dalmatinskoga pršuta (Kos i sur., 2015).



Kod proizvodnje krčkog pršuta svježi but ne smije imati zdjelične kosti, odnosno bočnu kost (*os ilium*), sjednu kost (*os ishii*) i preponsku kost (*os pubis*), te križnu kost (*os sacrum*) kao ni repne kralješke (*v. caudales*). But mora biti odvojen od zdjelice u bočnom zglobu (*articulus coxae*) koji povezuje glavu bedrene kost (*caput femoris*) i zdjeličnu čašicu (*acetabulum*) na kukovlju. U muskulaturi buta mora biti ostavljen dio sjedne kosti s hrskavicom (*tuber ishii*). Muskulatura buta mora biti pravilno polukružno zaobljena tako da proksimalni rub obrađenog buta bude od 10 do 15 cm udaljen od glave bedrene kosti (*caput femoris*). But ne smije imati nogicu koja mora biti odvojena nožem u skočnom zglobu (*articulus tarsi*) tako da bude odstranjen proksimalni red skočnih kosti. U vezi s tibiom i fibulom smije ostati samo petna kvrga (*tuber calcanei*) iznad koje se veže but za sušenje.

S medijalne i lateralne strane but mora imati kožu i potkožno masno tkivo. S otvorene medijalne strane moraju biti odstranjeni svi viseći dijelovi muskulature, a distalni dio kože s pripadajućim masnim tkivom mora biti zaobljen (slika 11.).



Slika 11. Svježi but namijenjen proizvodnji krčkoga pršuta ( Žužić i Toić, 2014).

Butovi koji se rabe u proizvodnji istarskog pršuta / istrskog pršuta obrađuju se sa zdjeličnim kostima. Stoga se nakon rasijecanja trupa, but odvaja od polovice rezom između zadnjeg slabinskog (*v. lumbales*) i prvog križnog (*v. sacrales*) kralješka. Na butu ostaju kosti kukovlja: bočna (*os ilium*), sjedna (*os ishii*) i preponska kost (*os pubis*), a odstranjuje se samo križna kost (*os sacrum*) i repni kralješci (*v. caudales*). Rez se izvodi u križnom zglobu (*a. sacroilicus*), koji preko zglobnih površina u obliku kruške povezuje *alla ossis illium* na bočnoj kosti kukovlja i dorzalnu površinu (*alle sacralis*) križne kosti. Nogica se odvaja u skočnom zglobu (*a. tarsi*) tako da u vezi s potkoljениčnim kostima (*tibia* i *fibula*) ostaje proksimalni red (*talus* i *calcaneus*) skočnih kosti.

S lateralne i medijalne strane buta skida se koža i potkožno masno tkivo do visine od 10 - 15 cm proksimalno od skočnog zgloba. Za dio na kojem ostaje koža veže se konop za vješanje. Ovako obrađeni butovi karakteristično su dugi i zatvorene površine (slika 12.) Težina obrađenog svježeg buta koji se rabi za proizvodnju istarskog pršuta / istrskog pršuta mora iznositi najmanje 13 kilograma.



Slika 12. Svježi but namijenjen proizvodnji istarskoga pršuta (Božac i sur., 2008).

Minimalna težina obrađenog buta ovisi o vrsti zaštićenog pršuta i propisana je u specifikaciji proizvoda.

Tablica 1. Minimalna težina obrađenog svježeg buta i gotovog proizvoda prema specifikacijama

Minimalna težina	Drniški pršut	Dalmatinski pršut	Krčki pršut	Istarski pršut
Svježeg buta	11kg	11kg	12kg	13kg
Gotovog proizvoda	6,5kg	6,5kg	6,5kg	>7

#### 2.5.4. Soljenje

Procesni korak soljenja sirovine je točka proizvodnog procesa gdje se dodaje sol. Dodatak soli igra ključnu ulogu u smanjenju aktiviteta vode ( $a_w$ ) i sprečavanju rasta nepoželjnih bakterija, utječe na slanost proizvoda i enzime mišića bilo da povećava ili smanjuje njihovu aktivnost povećavajući topivost miofibrilarnih proteina. Izrazito djelovanje sprečavanje rasta nepoželjnih bakterija, naročito u visokoj koncentraciji, sol pokazuje prema katepsinima i aminopeptidazama, osim aminopeptidaze B. Dosoljavanjem u fazi soljenja se suzbija moguća visoka katepsinska aktivnost u pršutu, koja može biti uzrok nepravilnosti u konzistenciji pršuta. Meka konzistencija pršuta vezuje se za proces denaturacije proteina. Denaturacija proteina usko je vezana s visokom ostatnom aktivnošću katepsina B i smanjenim sadržajem soli (Parolari i sur. 1994). Dodavanje suviše količine soli može negativno djelovati na kakvoću pršuta tj. na hranjivu vrijednost i senzorske osobine. Sastav salamure i način salamurenja važan je procesni korak u proizvodnji pršuta. U procesu proizvodnje u salamuru osim soli mogu se dodavati začini, dok aditivi u procesu proizvodnje četiri vrste zaštićenih hrvatskih pršuta nisu dozvoljeni.

U procesu proizvodnje drniškoga, dalmatinskoga, krčkoga i istarskoga pršuta dozvoljena je isključivo primjena postupka suhog salamurenja butova. Neposredno prije soljenja iz buta se snažnim pokretima istisne zaostala krv iz bedrene arterije (*a. femoralis*) koja se nalazi u brazdi mišićne strane, te svih ostalih vidljivo prokrvarenih područja. Soljenje se obavlja ručno na način da se suha salamura čvrsto utrlja u sve površine buta, u šupljine i zarezotine i u otvoreno područje kosti skočnog zgloba. U prostorijama u kojima se obavlja soljenje temperatura mora biti od 0 - 6 °C uz relativnu vlažnost zraka veću od 75% za krčki pršut, temperatura u fazi soljenja i prešanja dalmatinskog pršuta mora iznositi 2 – 6 °C uz relativnu vlažnost zraka višu od 80 %.

Soljenje dalmatinskoga i drniškoga pršuta vrši se postupkom suhog soljenja butova morskom soli. Butovi se ostave ležati s medijalnom stranom okrenutom prema gore. Nakon 7-10 dana (ovisno o masi butova) potrebno je butove ponovno natrljati sa soli i položiti da leže idućih 7-10 dana s medijalnom stranom okrenutom prema dolje.

U procesu proizvodnje krčkoga pršuta butovi se sole smjesom morske soli i mljevenog crnog papra (*Piper nigrum*). Nakon soljenja s butova se odstrani višak soli te se s medijalnom stranom okrenutom prema gore slažu na police na kojima ostaju najmanje 7 dana.. Tijekom faze soljenja dozvoljeno je posipanje butova i lišcem lovora (*Laurus nobilis*) te grančicama

ružmarina (*Rosmarinus officinalis*). Nakon 7 dana butovi se ponovno natrljaju salamurom istog sastava i ponovno polože na police ili hrpe, druga faza soljenja traje najmanje 10 dana.

Proces proizvodnje istarskog pršuta / istrskog sličan je procesu soljenja krčkog pršuta, butovi se sole smjesom morske soli i začina (mljeveni crni papar - *Piper nigrum*, češnjak - *Allium sativum*, lovor - *Laurus nobilis* i ružmarin - *Rosmarinus officinalis*). Nakon soljenja butova se rukom otare višak soli i slažu se na drvene police na kojima ostaju najmanje 7 dana. Faza soljenja butova smije se odvijati samo u razdoblju od 15. listopada do 20. ožujka.

### 2.5.5. Prešanje

Po završetku druge faze soljenja započinje prešanje butova u trajanju od 7-10 dana. Prešanje se obično obavlja u istoj prostoriji u kojoj se odvijala faza soljenja u jednakim uvjetima temperature i vlage. Nakon što je proteklo zadano razdoblje prešanja uz jedno preslagivanje na polovini perioda prešanja (gornji - dole i obrnuto), odnosno faza soljenja od najmanje 24 dana (7+10+7) butovi se operu čistom vodom i ocijede.

### 2.5.6. Dimljenje i sušenje

Kod pršuta koji se dime (dalmatinski i drniški), pravilno soljeni butovi, isprani i ocijedeni vežu se špagom ili se vješaju na kuku od nehrđajućeg čelika iznad petne kvрге (*tuber calcanei*) te prenašaju u drugu, besprijekorno čistu prostoriju (komoru) radi ujednačavanja temperature prije dimljenja. Nakon izjednačavanja temperature soljenih i ocijedenih butova sa temperaturom komore (prostorije) slijedi faza dimljenja. Dimljenje se obavlja se u povišenim sušnicama-pušnicama smještenim okomito smjeru puhanja dominantnih vjetrova. Primjenjuje se klasičan način proizvodnje dima u metalnom ložištu uz korištenje cjepanica bukve (*Fagus sylvatica*) i graba (*Carpinus betulus L.*). Prema običaju dodaje se i lokalno raslinje kao što su suho granje smrekovine (*Juniperus communis*), drvo i ljuske badema (*Amygdalus communis*) i suho smilje (*Helichrysum arenarium*) radi bolje arome dima. Režim dimljenja ovisi o vremenskim prilikama a primjenjuje se hladno dimljenje (< 25 °C). Sredinom procesa dimljenja, pršuti se još jednom drže stiješteni tijekom dodatnih 4 do 5 dana, radi postizanja završnog oblika. Dimljenje traje 30 do 45 dana.

U postupku proizvodnje istarskog i krčkog pršuta u fazi sušenja nije dozvoljeno dimljenje butova. Faza sušenja traje najmanje 90 dana tijekom kojih temperatura ne smije prelaziti 10 °C, a relativna vlažnost zraka mora biti u rasponu od 65-75%.

### **2.5.7. Zrenje**

Nakon faze dimljenja i/ili sušenja pršuti se premještaju na zrenje u prostorije (komore) sa stabilnom mikroklimom i koje imaju otvore za izmjenu zraka (prozore) zbog pravilnog odvijanja tehnološkog procesa. Poželjno je da u prostorijama za zrenje temperatura ne prelazi 20 °C, a relativna vlaga zraka bude ispod 90 % za dalmatinski pršut, te drniški pršut pri temperaturi zraka između 12 i 18 °C i relativnoj vlažnosti zraka između 60 i 75 %.

U prostorijama za sušenje i zrenje istarskog pršuta/istrskog pršuta mora postojati mogućnost potpunog zamračivanja te moraju imati stabilnu mikroklimu, a temperatura zraka tijekom cijele o godine ne smije prelaziti 19° C. Tijekom faze zrenja potrebno je održavati mikroklimatske uvjete koje će omogućiti rast poželjnih mikroorganizama i obrastanje vanjske površine plijesnima koje istarskom pršutu / istrskom pršutu daju prepoznatljiv izgled. Plijesni u roku mjesec do mjesec i pol dana počinju obrastati pršute u obliku okruglih kolonija, te ih s vremenom gotovo u potpunosti obrastu. Bujnost površinskih plijesni, te kasnije paučinastih ostataka "ocvalih" sivih plijesni, jedna je od prepoznatljivih karakteristika istarskog pršuta i indikator pravilnog procesa sušenja i zrenja.

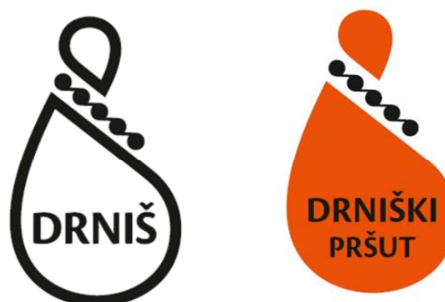
Zrenje je posljednja faza u proizvodnji krčkog pršuta i odvija se u zamračenim prostorijama pri temperaturi od 9 do 18° C, relativnoj vlažnosti zraka između 60 i 80 % te uz blagu izmjenu zraka. Pukotine koje se tijekom faze sušenja, odnosno zrenja pojave na otvorenom dijelu buta (medijalna strana) dozvoljeno je premazati zaštitnom smjesom sačinjenom od svinjske masti, rižinog ili pšeničnog brašna, morske soli i mljevenog papra da bi se spriječilo pretjerano isušivanje i eventualno kvarenje pršuta. Zrelost pršuta postiže za 12 do 18 mjeseci od soljenja.

### **2.5.8. Označavanje, porcioniranje i pakiranje**

Drniški pršut (slika 13.) koji zadovoljava sve zahtjeve propisane u specifikaciji proizvoda po završetku proizvodnje označava se vrućim žigom drniškog pršuta (slika 14.), koji se stavlja na kožu s lateralne strane nakon završnog čišćenja pršuta.



Slika 13. Drniški pršut s oznakom zemljopisnog podrijetla

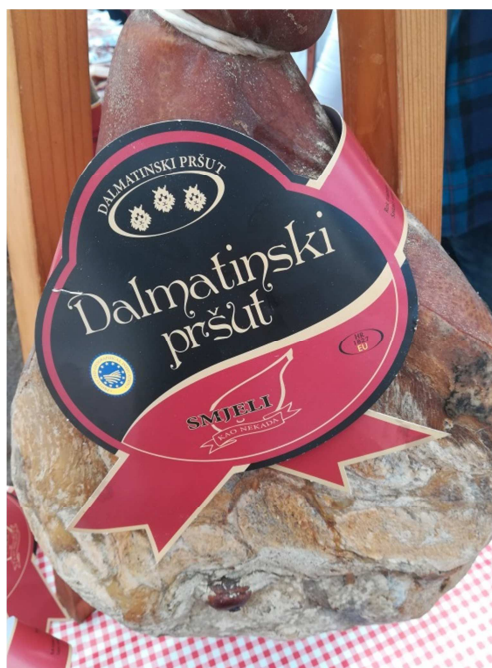


Slika 14. Grafički prikaz zajedničkog znaka krčkoga pršuta (Karolyi i Guarina, 2015).

Proizvod s oznakom zemljopisnog podrijetla „Dalmatinski pršut“ (slika 16.) smije se stavljati na tržište kao cijeli pršut ili u komadima. Kada se proizvod stavlja na tržište mora biti označen sa zajedničkim znakom "Dalmatinskog pršuta" grafički je prikazan na slici 15.



Slika 15. Grafički prikaz zajedničkog znaka dalmatinskoga pršuta (Kos i sur., 2015).



Slika 16. Dalmatinski pršut s oznakom zemljopisnog podrijetla

Proizvod s oznakom zemljopisnog podrijetla „Krčki pršut“ (slika 18.) smije se stavljati na tržište u komadu (cijeli pršut) ili u komadima. Ako se pršut porcionira i pakira radi daljnje prodaje, pakovine mogu sadržavati cijeli pršut bez kosti, veće ili manje komade pršuta ili narezani pršut. Navedeni oblici pršuta pakiraju se u vakuumu ili u modificiranoj atmosferi. Zajednički žig krčkog pršuta grafički je prikazan na slici 17. Zajednički žig krčkog pršuta se po završetku faze zrenja nanosi kao vrući žig na kožu (obično s lateralne strane).



Slika 17. Grafički prikaz zajedničkog žiga krčkoga pršuta (Žužić i Toić, 2014).



Slika 18. Krčki pršut s oznakom zemljopisnog podrijetla (Anonymous 1)

Proizvod s oznakom izvornosti „Istarski pršut“ / „Istrski pršut“ (slika 20.) smije se stavljati na tržište u komadu (cjelovit oblik) ili u obliku pakovina (manje komade pršuta ili narezani pršut). Navedeni oblici pršuta pakiraju se u vakuumu ili u modificiranoj atmosferi. Zajednički žig istarskog pršuta / istrskog pršuta se po završetku faze zrenja nanosi kao vrući žig na kožu ispod skočnog zgloba. Zajednički žig istarskog pršuta / istrskog pršuta grafički je prikazan na slici 19.



Slika 19. Grafički prikaz zajedničkog žiga istarskog pršuta / istrskog pršuta (Božac i sur., 2008).





Slika 20. Pet istarskih pršuta s oznakom izvornosti (Anonymous 2)

U trenutku stavljanja na tržište proizvodi s oznakama izvornosti i zemljopisnog podrijetla moraju posjedovati fizikalno-kemijska i senzorska svojstva prema odobrenoj specifikaciji. U tablici 2. prikazana su fizikalno kemijska i senzorska svojstva istarskog, krčkog, dalmatinskog i drniškog pršuta.

Tablica 2. Fizikalno kemijska i senzorska svojstva finalnog proizvoda: istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta

Proizvod	aw 20°C	Sadržaj NaCl %	Sadržaj vode %	Senzorska svojstva
Istarski pršut	< 0,93	< 8	/	izrazitog mirisa na osušeno zrelo svinjsko meso i začinsko bilje, intenzivne arome, na presjeku jednolične ružičasto- crvene boje
Krčki pršut	< 0,93	4-8	40-60	slatkog ili umjereno slanog okusa, aroma na zrelo sušeno svinjsko meso, jednolične ružičaste do crvene boje
Dalmatinski pršut	< 0,93	4,5-7,5	40-55	crvene do svijetlocrvene boje, arome na fermentirano, usoljeno, suho i dimljeno svinjsko meso, miris dima blago izražen
Drniški pršut	< 0,90	≤ 7,0	≤ 40	miris zrelog, blago dimljenog sušenog svinjskog mesa, blago slatkasti okus, umjerene slanosti

## 2.6. Kvaliteta pršuta

Kompleksne promjene proteina i masti u mesu, gubitak vode uz porast suhe tvari i koncentracije kuhinjske soli, promjene fizikalno-kemijskih parametara kao što su pH vrijednost i aktivitet vode, zajedno s proteolitičkim i lipolitičkim reakcijama dovode do promjene boje, okusa, arome i teksture, dajući posebne karakteristike gotovom proizvodu - pršutu (Toldrá, 2002).

### 2.6.1. Boja

Boja je važan čimbenik koji utječe na prihvatljivost proizvoda od strane potrošača, a održivost boje glavni zadatak proizvođača mesnih proizvoda. Boja mesa potiče od mioglobina, primarnog pigmenta u mesu. Intenzitet boje povećava se s koncentracijom mioglobina. Koncentracija mioglobina je veća u mišićima sa oksidativnim statusom (Aristoy i Toldrá, 1998), također ima tendenciju povećanja u mišiću starijih životinja (Rosell i Toldrá, 1998). Percepcija boje uvjetovana je mnogim čimbenicima, kao što su genotip svinje, spol, dob, način prehrane i nutritivni sastav hrane, godišnje doba, stres *ante mortem*, težina trupa, mnogi postmortalni uvjeti (tijek postmortalnih biokemijskih reakcija, parametri koji utječu na brzinu hlađenja, provođenje antimikrobnih intervencija), postmortalne promjene u mišićima (osobito dinamika pH, temperatura mesa), inter i intramolekularna međudjelovanja, vrijeme pohrane do prerade, uvjeti tehnološkog procesa, pakiranje i osvjetljenje.

Procjena boje bitan je dio istraživanja kvalitete mesa, razvoja proizvoda i utvrđivanja uzroka problema prerade. Dalmatinski, istarski, krčki i drniški pršuti tradicionalno se sole morskom soli, bez uporabe aditiva za razvoj boje. Blijeda crvena boja na presjeku zrelog pršuta posljedica je smanjene količine mioglobina u mišićnim stanicama. Količina mioglobina je fiziološki niža u mišićima mlađih životinja (Bodwell i McClain, 1970), pa su pršuti proizvedeni od mlađih svinja u pravilu bljedih nijansi crvene boje. Dokazano je da sol aktivizira mišićne enzime koji omogućuju sintezu stabilnog crvenog pigmenta cink-protoporfirina (Benedini i sur., 2008). Do patološkog smanjenja količine mioglobina dolazi tijekom razvoja BMV mišićnog sindroma kod stresno osjetljivih svinja. Vrlo blijeda boja pršuta stoga može ukazivati na ekspresiju gena halotane osjetljivosti, posebice kod pršuta od pasmina svinja u kojih je frekvencija toga gena visoka (npr. piétraîne i belgijski landras). Dojam jednolične blijede mramoriranosti na presjeku može biti posljedica masne degeneracije mišićnih stanica uzrokovane stresom svinja prije klanja (Puljić, 1986). Soljenje butova s krvavim oštećenjima, modricama ili točkastim krvarenjima u unutrašnjosti može prouzročiti

nastanak estetski odbojnih krvavih mrlja u pršutu, kao potaknuti i autolitičke promjene. Dimljeni pršut može biti tamnije boje zbog utjecaja pirolitičke razgradnje drva.

### 2.6.2. Tekstura

Tekstura pršuta ovisi o sadržaju intramuskularne masti (Gou i sur., 1995, Guerrero i sur., 1996, Virgili i sur., 1995) i sastavu masnih kiselina (Flores i sur., 1984), pH (Arnau i sur., 1998; Guerrero i sur., 1999), proteolitičkom potencijalu (Virgili i sur., 1995), umrežavanju kolagena, procesu zrenja i sadržaju soli (Arnau i sur., 1997, Arnau i sur., 1998), oksidaciji masti (Sánchez-Molinero i Arnau, 2010), intenzitetu sušenja (Flores i sur., 1984; Ruiz-Ramírez i sur., 2005, 2006) i postupcima djelovanja na konačni proizvod (debljina narezka, pakiranje pod visokim tlakom (Serra i sur., 2006), temperatura itd.).

Tijekom cijelog procesa dolazi do niza promjena koje uvjetuju konačnu strukturu pršuta. Proces sazrijevanja mesa nastaje uglavnom zbog denaturacije i lomljenja proteina (Ouali, 1990), kasnije dodana sol daje određenu konzistenciju mesu. Tijekom procesa sušenja nastavljaju se procesi proteolize i gubitka vode, što naglašava pojavu proteinske netopivosti (Hortós, 1994). Dakle, konačna tekstura pršuta određena je osnovnom tvrdoćom sirovine i djelovanjem procesa na nju. Nadalje sam način izrezivanja kriške ima utjecaj na opći dojam teksture. Tanka kriška, daje ugodan osjećaj spajanja u ustima, povećava topljivost i mazivost masti, smanjuje vlaknatost i tvrdoću, olakšava žvakanje pršuta.

Tekstura pršuta ima veliki značaj na senzorsku prihvatljivost gotovog proizvoda. Pretjerano meka tekstura ima podrijetlo u sirovini ili procesnim čimbenicima. Što se tiče čimbenika koji se odnose na sirovinu koja favorizira meke teksture, ističe se proteolitički potencijal mesa (Virgili i sur., 1995), nizak pH 24 h *post mortem* (pH <5,5 u SM mišiću) (što zauzvrat stvara glatku teksturu) ili visok pH 24 h *post mortem* (pH >6,2) (Arnau i sur., 1998). U potonjim pršutima može se osjetiti ljepljivost na dodir, a tokom žvakanja, visoka viskoznost u ustima, što se smatra utjecajem visokog pH na funkcionalnost proteina. Intenzivna prisutnost intramuskularne i intermakularne masnoće usporava proces prodiranja soli i sušenja također može pridonijeti da se dobije mekana tekstura.

Sa stajališta procesa prerade pršuta, čimbenici koji utječu na povećanje učestalosti pojave mekih pršuta su nizak sadržaj soli, visoka temperatura prerade (Arnau i sur., 1997) ili se premazivanje pršuta zaštitnom smjesom obavlja prerano ili u debelom sloju sprječavajući migraciju vode. Osim odabira sirovine (izbjegavanje butova s pH višim od 6,2), učestalost

mekih tekstura može se smanjiti djelovanjem na parametre koji smanjuju proteolizu (ubrzavaju soljenje i sušenje, povećavaju sadržaj soli, smanjuju prosječnu temperaturu procesa i izbjegava preuranjeno ili prekomjerno podmazivanje), osiguravajući da postupak bude što ujednačeniji (odabir sirovine, ujednačenost soljenja, ujednačenost sušenja i odabir gotovog proizvoda).

### 2.6.3. Aroma

Aroma hrane je složen i višedimenzionalni skup osjeta koji se percipira okusno mirisnim osjetilima. Percepcija arome sastoji se od mirisa, osjećajima potaknutim kemijskim podražajem, okusu koji percipira jezik i interakciji tih podražaja. Vizualni i zvučni znakovi hrane također pridonose percipiranom okusu. Aroma je definirana kao zbroj osjeta koji proizlaze iz stimulacije osjetilnih krajeva grupiranih na ulazu probavnih i dišnih puteva. Okus, kao cjelina, opisuje kombinaciju osjeta, mirisa i drugih senzacija u ustima (Meilgaard i sur., 2007). Okus u ustima se odnosi samo na osjećaje slatkoće, kiselosti, slanosti i gorčine, pa je ugodan "okus" o kojem govorimo zapravo ugodan miris koji se osjeća retronasalno. Kombinirano senzorsko iskustvo njuha i okusa smatra se aroma. Okusni signal pojavljuje se u okusnim pupoljcima koje aktiviraju u vodi topivi spojevi definirani kao osnovni okusi. Mirisni signali su proizvedeni od neurona u specijaliziranim dijelovima nazalnog epitela i potaknuti su hlapivim spojevima (Chaudhari i Roper, 2010). Iako su okusni i mirisni sustavi različiti, njihovi se signali miješaju u orbitofrontalnom i drugim područjima cerebralnog korteksa kako bi se stvorila aroma i doprinijela prepoznavanju hrane.

Nekoliko je studija proučavalo senzorska svojstva i hlapiva spojeve u suhim pršutima, osobito u španjolskim, talijanskim i francuskim pršutima (Flores i sur., 1997; García-González i sur., 2008.; Laureati i sur., 2014.), kao i slovenskog Kraškog pršuta (Pugliese i sur., 2015). Pet osnovnih okusa (slatko, slano, kiselo, gorko i umami) značajno doprinose okusu mesa i pronađeni su u različitim kemijskim spojevima u različitim jelima. Slatkoća u mesu povezana je s glukozom, fruktozom, ribozom, te s nekoliko aminokiselina i organskih kiselina (MacLeod, 1994). Kiselost potiče od asparaginske kiseline, glutaminske kiseline, organskih kiselina i karboksilnih kiselina (MacLeod, 1994). Anorganske soli imaju veliku ulogu u slanosti (MacLeod, 1994). Gorki okusi mogu se izvesti iz hipoksantina, anserina, karnozina i posebnih aminokiselina (MacLeod, 1994). Umami je ravan, slan, pomalo okus po bujonu. Može se opisati kao okus glutamata, soli aminokiselina i drugih molekula nazvanih nukleotidima (Adhikari, 2011).

Stvaranje prepoznatljive arome suhog pršuta nastaje produženim zrenjem djelovanjem enzima uslijed enzimskih reakcija kao što su proteoliza i lipoliza (Toldra i Flores, 1998). Proteoliza i lipoliza čine dvije od najvažnije reakcije odgovorne za stvaranje spojeva s izravnim utjecajem na okus i aromu.

### **2.6.3.1. Lipoliza**

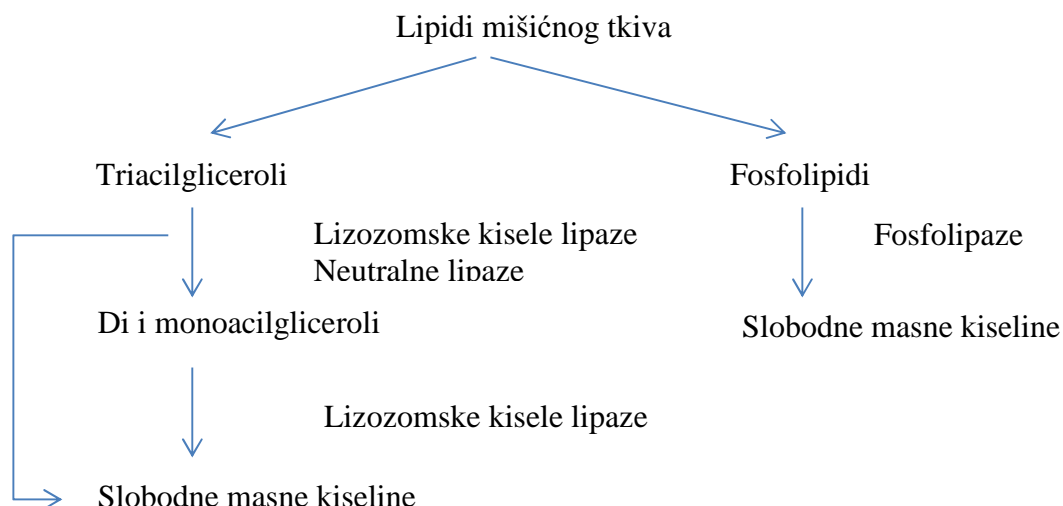
Tijekom procesa sazrijevanja pršuta dolazi do promjena lipida zbog kemijskih, biokemijskih i mikrobioloških procesa mesa i masti (Elias, 1993; Toldrá, 1998, 2002, 2006a, 2006b, 2010; Wang, 2001; Andrés i sur., 2004; Flores i sur., 2006; Ruiz-Ramírez i sur., 2006; Gilles, 2009). Razvoj tipičnih senzorskih karakteristika pršuta usko je povezan s fenomenom hidrolize i oksidacije masti, a njegov kemijski sastav igra važnu ulogu u evoluciji tih svojstava (Elias, 1993). Lipoliza je složeni biokemijski proces u tkivima buta tijekom prerade pršuta u kojem pod utjecajem endogenih, a manjim dijelom i egzogenih enzima (enzimi mikroorganizama) dolazi do razgradnje lipida intramuskularnog i adipoznog tkiva do slobodnih masnih kiselina. Tijek lipolize u pršutu uvelike ovisi o tipu pršuta, tipu masnog tkiva (potkožno, inter- i intramuskularno) te količini endogenih lipolitičkih enzima i specifičnim uvjetima u preradbenom procesu. Početak promjena zabilježen je tijekom prvih koraka procesa, soljenja i poslije soljenja (Pezzani i sur., 1988), gdje je zabilježen znatan porast slobodnih masnih kiselina (Motilva i sur., 1993). U slučaju mišićnih lipida, većina lipolize odvija se tijekom prvih pet mjeseci (Motilva i sur., 1993.) Mišićni enzimski sustavi igraju važnu ulogu u stvaranju slobodnih masnih kiselina.

### **2.6.3.2. Karakteristike lipaza mišićnog i masnog tkiva**

#### **2.6.3.2.1. Lipaze mišićnog tkiva**

Razgradnja lipida mišićnog tkiva započinje hidrolizom triglicerida i fosfolipida. Pod djelovanjem monoacilglicerol lipaze i lizofosfolipaze nastaju di- i monoacilglicerol i lizofoslipidi, a krajni produkti lipolize su slobodne masne kiseline (Toldra, 2002). (slika 21.).

U mišićima najvažniji enzimi su lizosomske kisele lipaze. Smještene su u lizosomima i hidroliziraju tri-, di- i monoacilglicerole, uz optimalni pH ( 4,5 – 5). Fosfolipaze A1 i A2 kataliziraju hidrolizu 1-acil i 2 acil estera, te sn-3-fosfoglicerida na granici faza lipida/voda (Yuan i sur. 1990). Ovaj enzim igra važnu ulogu u biokemijskim putevima koji uključuju degradaciju fosfolipida. Većina proizvedenih slobodnih masnih kiselina nastaje uslijed degradacije fosfolipida (Flores i sur., 1985; Buscailhion i sur., 1994).

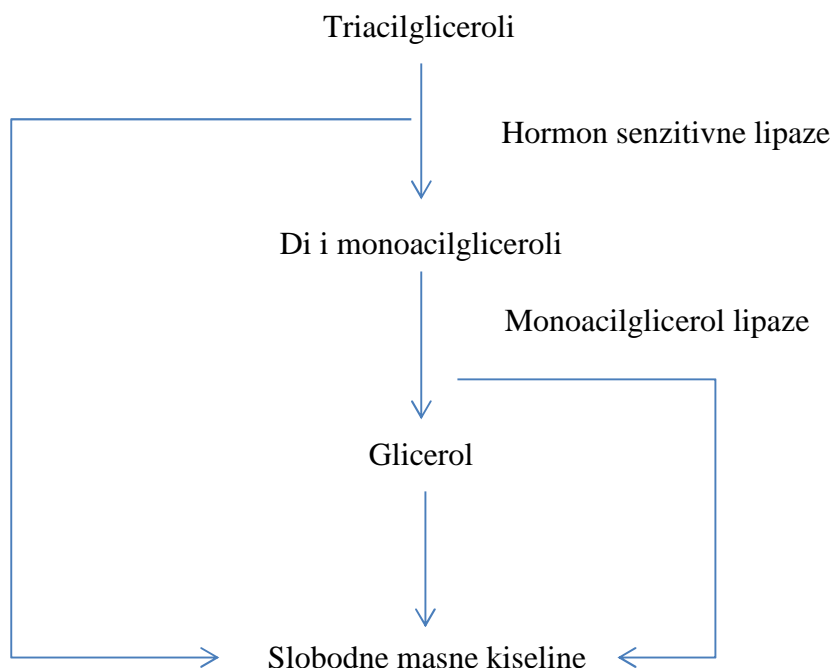


Slika 21. Razgradnja lipida mišićnog tkiva pršuta (Toldrá, 2002)

Ove slobodne masne kiseline se akumuliraju tokom procesa do 10. mjeseca, kada dođu do maksimuma. Treba uzeti u obzir da su mišićne lipaze još uvijek aktivne nakon 15 mjeseci procesiranja. S druge strane, generacija slobodnih masnih kiselina kratkog lanca vrlo je niska, što ukazuje na manju ulogu mišićnih esteraza iako su prilično stabilne i aktivne (Motiliva i sur. 1993).

#### 2.6.3.2.2. Lipaze masnog tkiva

Masno tkivo sadrži tri važna lipolitička enzima (Belfrage i sur., 1984): lipoprotein lipaza, hormon-senzitivnu lipaza i monoacilglicerolnu lipaza. Optimalni pH za ove enzime je u neutralnom / lužnatom rasponu (Motilva i sur., 1992). Lipaze masnog tkiva sudjeluju u lipolitičkoj razgradnji tri-, di- i monoglicerida, a zatim i u stvaraju dugih lanaca masnih kiselina u masnom tkivu (slika 19.) Lipoproteinska lipaza je specifična za primarne estere, tako da su masne kiseline u položaju 1 preferirane od onih u položaju 3. Nezasićeni monoacilgliceroli su kemijski hidrolizirani od zasićenih spojeva (Miller i sur., 1981). Lipaza osjetljiva na hormone, koja ima optimalnu aktivnost pri neutralnom pH, hidrolizira estersku vezu u triacilglicerolima i rezultirajućim diacilglicerolima. Posljednji enzim je monoacilglicerolna lipaza koja hidrolizira 1 ili 2 monoacilglicerola bez pozicijske specifičnosti. Ti enzimi su aktivni tijekom soljenja i poslije soljenja, ali samo neutralni enzim ostaje aktivan tijekom zrenja / sušenja (Motilva i sur.1993).



Slika 22. Razgradnja lipida masnog tkiva pršuta (Toldrá, 2002)

### 2.6.3.3. Razgradnja masti masnog i mišićnog tkiva

Koncentracija soli, pH i aktivnost vode najvažniji su čimbenici koji utječu na lipaznu aktivnost (Toldrá, 2002), a time i na tijek hidrolize lipida. Porast količine soli i redukcija aw pojačavaju enzimatsku aktivnost *in vitro* (Vestergaard i sur., 2000). Masno tkivo čine uglavnom trigliceridi (oko 90%). Najveći dio triglicerida hidroliziraju neutralne lipaze, a rezultat hidrolize su uglavnom di monogliceridi, te slobodne masne kiseline. Proces je intenzivniji od šestog mjeseca prerade nadalje (Motilva i sur., 1993a). Za to vrijeme koncentracija triglicerida pada s 90 % na 76 % (Coutron-Gambotti i sur., 1999). Najprije se hidroliziraju polinezasićene masne kiseline, ali se neke od njih ne akumuliraju zahvaljujući naknadnoj oksidaciji.

### 2.6.3.4. Stvaranje slobodnih masnih kiselina

Količina slobodnih masne kiselina (eng. free fatty acids, FFA) povećava se tijekom procesa proizvodnje pršuta (Coutron-Gambotti i sur., 1999; Motilva i sur., 1993). Niski udio FFA u svježem mesu (1-2%), naglo raste tokom procesa prerade (10-12%) ukupnih lipida u 10 mjeseci u masnom tkivu. U mišićima, brzina lipolize je ubrzana tijekom prvih 6 mjeseci, a zatim se usporava do kraja procesa prerade pršuta (12-24 mjeseca).

Na kraju procesa FFA-e čine 8-20% ukupnih lipida u mišićima ovisno o primjenjenom postupku i sirovini (Buscailhon i sur., 1994; Gandemer i sur., 2000; Motilva i sur., 1994). U masnom tkivu, kinetika nastajanja FFA odgovara smanjenju aktivnosti neutralne lipaze tijekom prerade. FFA u krajnjem proizvodu pozitivno je korelira s aktivnostima kiselih i neutralnih lipaza svježih butova, što upućuje na stvaranje FFA mogu utjecati i svojstva sirovog mesa i sastav mišića tijekom obrade (Vestergaard i sur., 2000).

Stvaranje slobodnih masnih kiselina u mišićnom tkivu u pozitivnoj je korelaciji s periodom maksimalne fosfolipidne razgradnje (Flores i sur., 1985; Motilva i sur., 1993b; Buscailhon i sur., 1994). Pad koncentracije slobodnih masnih kiselina podrijetlom od fosfolipida posebno se očituje u padu koncentracije linolne, arahidonske, palmitinske i stearinske masne kiseline (Martin i sur., 1999), a ovaj pad je osobito prisutan u ranim fazama prerade. Oleinska, linolna, stearinska i palmitinska masna kiselina akumuliraju se u većoj količini ne samo zbog veće zastupljenosti u početnoj lipidnoj frakciji, nego i zbog veće stabilnosti. Količina oleinske kiseline je osobito visoka kod Iberijskih tipova pršuta, Parma i istarskog pršuta, uglavnom zbog dužeg procesa zrenja, dok je stvaranje kratkolančanih slobodnih masnih kiselina znatno smanjeno (Motilva i sur., 1993a; Buscailhon i sur., 1994).

### **2.6.3.5. Proteoliza**

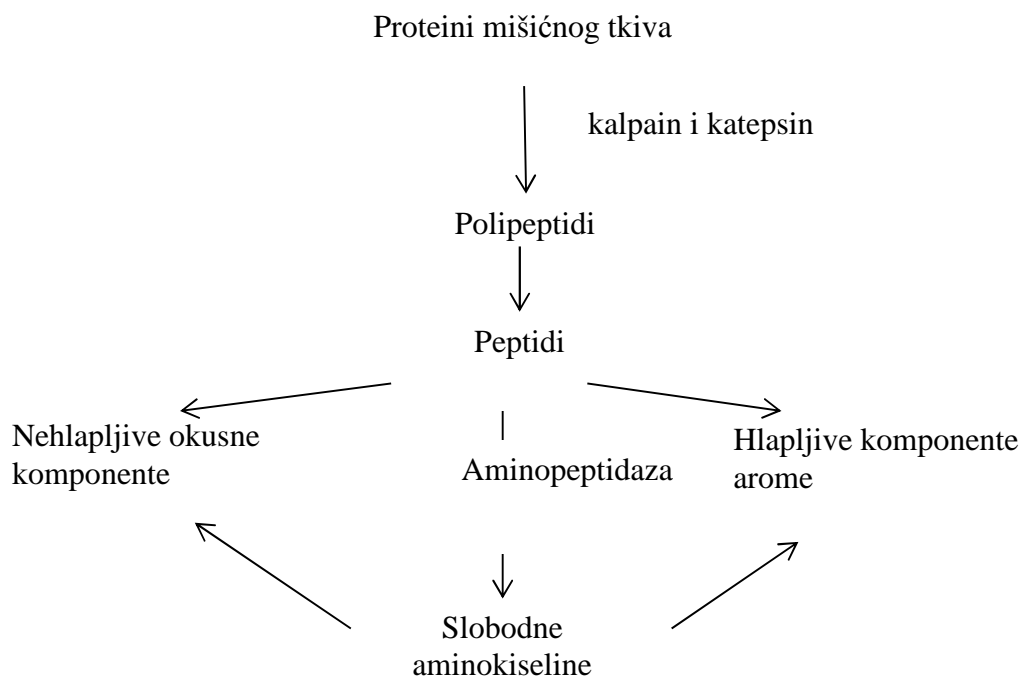
Procesi proizvodnje suhomesnatih proizvoda uključuju intenzivne promjene u strukturi mesa koje određuju ne samo razvoj karakterističnih organoleptičkih svojstava već i poboljšanje raspoloživosti nutritivnih spojeva. Jedna od najznačajnijih promjena tijekom prerade pršuta je intenzivna proteoliza (Toldrá, 2006), koja može promijeniti sastav aminokiselina i time povećati probavljivost proteina mesa (Toldrá, 1993).

#### **2.6.3.5.1. Aktivnost proteaza**

Tijek proteolize u pršutu može jako varirati u ovisnosti od tipa pršuta, količine endogenih proteolitičkih enzima i specifičnih preradbenih uvjeta. Dugi period zrenja pršuta (do 24 mjeseca) omogućava veću aktivnost mišićnih proteaza prema slici 23. i rezultira intenzivnom razgradnjom proteina (Flores i sur., 1984; Toldrà i Aristoy, 1991; Toldrà, 1992; Toldrà i sur., 1992a, 1993a). Početna razgradnja glavnih miofibrilarnih proteina od strane kalpaina i katepsina, te stvaranje proteinskih ostataka i polipeptida srednje veličine, rezultat je hidrolize, odnosno, razgradnje strukture Z-membrane i proteina (troponin T, dezmin, nebulin i titin), te sarkoplazmatskih proteina (Toldrá, 2002). Razgradnja polipeptida se nastavlja do



malih peptida, a rezultat je djelovanja di- i tripeptidilpeptidaza. Okusni spojevi generiraju se kroz primarnu proteolizu sirovine pomoću proteaza iz endogenih enzima ili mikroorganizama, nakon čega slijedi sekundarna proteoliza i enzimatska ili kemijska pretvorba aminokiselina u derivate. Konačno, slobodne aminokiseline nastaju aktivnošću dipeptidaza, aminopeptidaza i karboksipeptidaza.



Slika 23. Dijagram toka- glavni koraci proteolize mišića *post mortem* ( Toldrá, 1998)

#### 2.6.3.6. Stvaranje slobodnih aminokiselina

Sadržaj slobodnih aminokiselina u pršutu značajno je viši u odnosu na svježi but zbog proteolitičkih promjena do kojih dolazi tijekom zrenja (Toldrà i sur., 1992; Toldrà i Aristoy 1993). Slobodne aminokiseline i peptidi igraju presudnu ulogu u formiranju okusa i mirisa pršuta (Jurado i sur., 2007). Najčešće se u većoj količini nalaze alanin, leucin, valin, arginin, lizin, glutaminska i asparaginska kiselina. Konačna koncentracija ovisi o duljini procesa prerade i tipu pršuta.

Glu i Asp su najpristupačnije slobodne aminokiseline u pršutu. Pro, Ala, Val, Ile, Leu i Phe također se povećavaju na koncentracije koje prelaze prag okusa tijekom zrenja (Kato i sur., 1989). Lys, Tyr, Asp, Ala i Glu bile su najpristupačnije slobodne aminokiseline u sazrijevanju iberijskog pršuta i snažno su utjecale na okus (Careri i sur., 1993; Toldra i Aristoy, 1993b) i serano pršuta (Flores i sur., 1997). Najviša koncentracija slobodnih

aminokiselina nađena je kod iberijskih pršuta, koji imaju dug period zrenja (više od 24 mjeseca), a najniža koncentracija je zabilježena kod pršuta s kratkim preradbenim procesom (Toldrá i Flores, 1998). Ponekad se kao rezultat pojačane proteolize može javiti pojačana produkcija peptida, osobito molekulske mase od 26.000 do 87.000, koji uzrokuju stvaranje površinskog bijelog filma na reznoj površini pršuta ili formiranje vidljivih bijelih kristala tirozina unutar mišićnog tkiva pršuta.

#### 2.6.4. Policiklički aromatski ugljikovodici

Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH, *eng. polycyclic aromatic hydrocarbons*) čine veliku skupinu organskih spojeva ugljika i vodika sastavljenih od dvaju ili više kondenziranih benzenskih prstenova. Nastaju nepotpunim izgaranjem organskih spojeva ili pirolizom tijekom industrijskih procesa (antropogeni izvori), a mogu se naći prirodno u okolišu (vulkanske erupcije, slučajni požari, propadanje organske tvari) (Zelinkova i Wenzl 2015; Singh i sur., 2016). Podrijetlo PAHova u hrani je iz okoliša (svojstveno za sirovu hranu školjkaše, ribe) i uslijed prerade/procesiranja hrane (sušenje, pečenje, dimljenje, prženje i pečenje na roštilju). Najzastupljeniji PAHovi u hrani su benz(a)piren, benz(a)antracen, krizen, dibenz(a,h)antracen, piren, antracen, fluoranten i benzo(b)fluoranten (Yebra-Pimentel, 2015).

Znanstveni panel za kontaminante u prehrambenom lancu (CONTAM Panel) EFSA-e donio je mišljenje o policikličkim aromatskim ugljikovodicima u hrani temeljem kojeg je sustav od četiri specifične tvari (PAH4: benzo[a]piren, benz[a]antracena, benzo[b]fluorantena i krizena) ili osam specifičnih tvari (PAH8: PAH4, benzo[k]fluorantena, benzo[g,h,i]perilen, dibenzo[a,h]antracen i indeno[1,2,3-c,d]piren) najprikladniji pokazatelj za toksičnost PAH-ova, što je rezultiralo izmjenom legislative i primjenom različitih vrijednosti najvećih dopuštenih količina za benzo(a)piren i zbroj ukupnih količina benz(a)pirena, benz(a)antracena, benzo(b)fluorantena i krizena po skupinama hrane.

Tehnološki postupak proizvodnje dalmatinskog i drniškog pršuta uključuje fazu dimljenja i sušenja. Antimikrobni i antioksidativni učinak dima doprinosi zaštiti ovih trajnih suhomesnatih proizvoda, s izrazitim utjecajem na senzorska svojstva uslijed nastanka derivata fenola, karbonila, pirola, derivata furana, estera, organskih kiselina i njihovih estera i laktona. Uz navedena pozitivna svojstva, dim se u tehnologiji i sigurnosti proizvodnje mesnih proizvoda promatra i kao potencijalni izvor štetnih tvari, poput spomenutih kancerogenih

PAH-ova (Pažin i sur., 2016). Drugi čimbenik koji se smatra povezanim s proizvodnjom PAH-ova je priroda drva koje se koristi za dimljenje.

Sadržaj PAH-ova dimljene hrane ovisi o parametrima kao što su sadržaj vlage drveta za dimljenje, temperatura koju drvo postiže za vrijeme izgaranja, koncentraciju kisika i brzinu ventilatora u komori za izgaranje (Hitzel i sur., 2013; Škaljac i sur., 2014). Vrsta drva igra značajnu ulogu u kontaminaciji sadržaja PAH-ova u dimljenim mesnim proizvodima.

Meso dimljeno s mekim drvetom ima više razine PAH-ova nego dimljeno s tvrdim drvom, što je rezultat kemijskih spojeva u drvu i različite prirode drveta vrste (Stumpe-Viksna i sur., 2008). Cjepanice bukve (*Fagus sylvatica*) idealni su, komercijalni izvor topline za dimljenje mesnih proizvoda, jer proizvode kvalitetan dim i odgovorni su za dobivanje dimljenih mesnih proizvoda s vrlo prihvatljivom bojom, aromom i okusom (Hitzel i sur., 2013). Preporučuje se uporaba tvrdog drva umjesto mekog drva kako bi se smanjila prisutnost PAH-ova u dimu i dimljenoj hrani (Mage, 1988). Međutim, nema mnogo studija koje pokazuju utjecaj ovog faktora na razinu PAH-ova u dimu. Rezultati dobiveni studijom (Potthast, 1979) pokazali su da koncentracije PAH-ova koje se nalaze u dimu koji dolazi od mekog drveta (bor) i tvrde (bukve) vrlo slični. Dim, proizveden bilo hladnim / toplim dimljenjem ili primljenom tekućeg dima, doprinosi formiranju karakterističnog okusa, mirisa, boje i teksture (Bratzler et al. i sur., 1969; Möhler, 1980). Međutim, još jedna studija o PAH-ovima u ribe dimljene korištenjem različitih vrsta drveta (Larsson i sur., 1982) pokazalo je da mekano drvo ima malu tendenciju da stvori veće koncentracije teških PAH-ova.

Tehnološki postupak proizvodnje istarskog i krčkog pršuta uključuje fazu salamurenja s primjenom začinskog bilja (mljeveni crni papar - *Piper nigrum*, češnjak - *Allium sativum*, lovor - *Laurus nobilis* i ružmarin - *Rosmarinus officinalis*). Začini i začinsko bilje se koriste za aromatiziranje, bojanje i konzerviranje hrane kroz stoljeća. Prema podrijetlu začini se dijele na prirodne i "iz prirodnih izvora", stvarjući velika očekivanja kod potrošača u odnosu na kvalitetu. Općenito, organoleptička i komercijalna kvaliteta začina je pod utjecajem vanjskih čimbenika. Važan čimbenik je kemijska opasnost kontaminacije mikotoksinima, ostacima pesticida, teških metala, organskih zagađivača, uključujući PAH-ove, kontaminacija alergenima i ostalim toksičnim spojevima (Martena i sur., 2011; Reinholds i sur., 2017; Schaarschmidt, 2016; Tripathy i sur., 2015). Začini i začinska bilja čak kad se koriste i u malim količinama mogu predstavljati rizik za zdravlje potrošača.

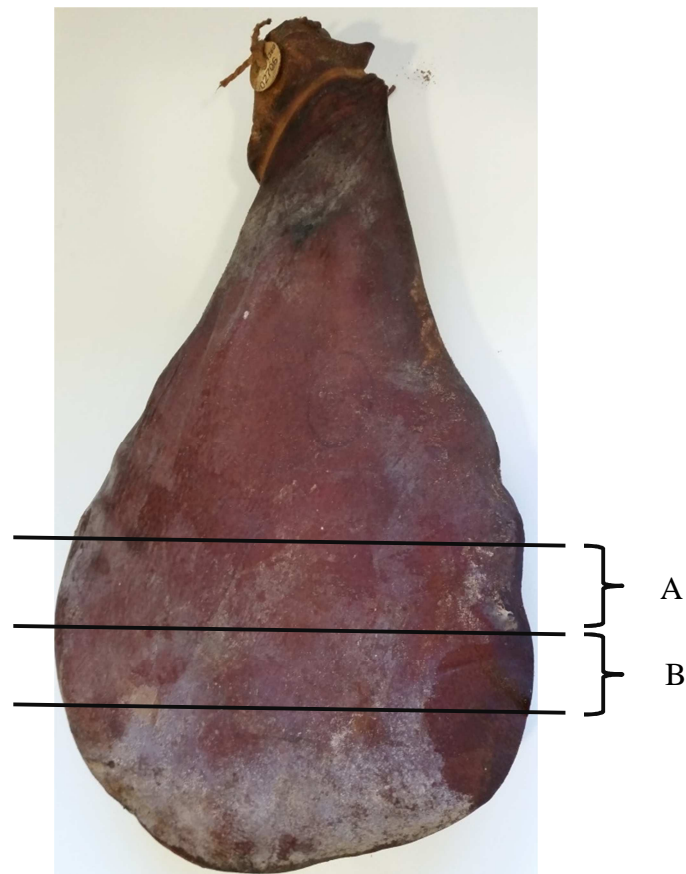
Pojavljivanje PAH-ova utvrđeno je u šest različitih sušenih vrsta začinskog bilja i začina sa varijabilnosti u razinama PAH-ova, s najvećom kontaminacijom BaP kod crnog papra na razini od 6,60  $\mu\text{g}/\text{kg}$  i najvećom količinom  $\Sigma\text{PAH}_4$  u timjanu od 37,39  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (Rozentale i sur., 2018). Relativno velika kontaminacija crnog papra može se objasniti dodatnim koracima obrade proizvodnje crnog papra (Abdulazeez i sur., 2015). Značajne razine 4 PAH-a otkrivene su uglavnom kao posljedica neodgovarajućih procesa sušenja (Schaarschmidt, 2016; Tripathy i sur., 2015; Zelinkova i Wenzl, 2015a, 2015b).

### **3. MATERIJALI I METODE**

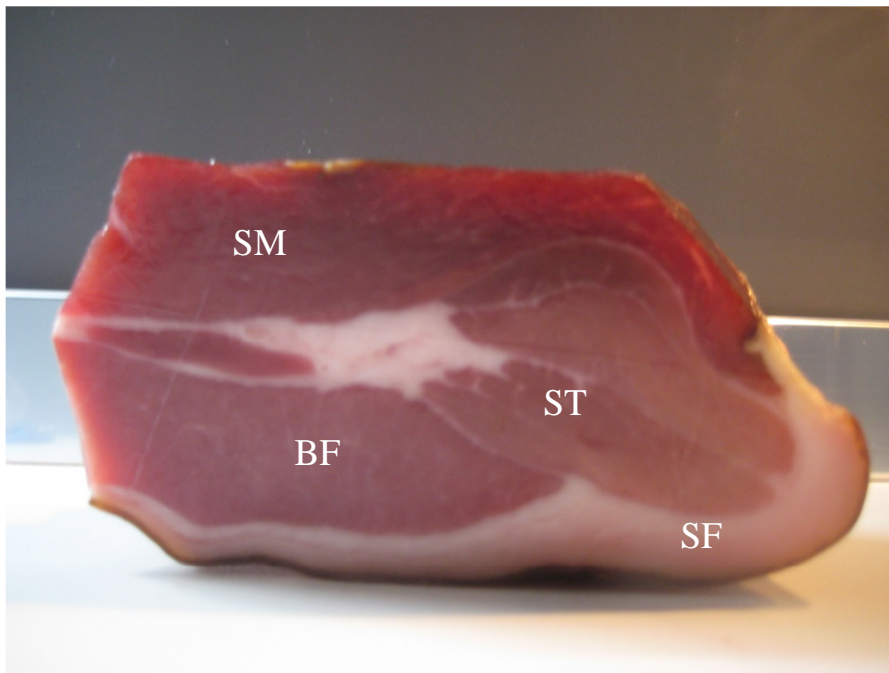
### 3.1. MATERIJALI

Istraživanje je provedeno na 24 pršuta, dobivenih preradom 24 svinjska buta u komadu s pripadajućim kostima pod različitim uvjetima definiranim specifikacijama zaštićenih PDO (istarski pršut, n=6) i PGI (krčki, n=6; dalmatinski, n=6 i drniški pršut, n=6) proizvoda. Svinje su pripadale Duroc ♂ x ♀ (Yorksire x Landrace) pasminama, uzgajane su i hranjene standardnom hranidbom pod sličnim uvjetima. Težina svinja prije klanja je bila oko 160 kg. Pršuti su pripremljeni prema tradicionalnim postupcima prerade bez ikakvih dodataka kao što su nitriti ili askorbinska kiselina. Ukratko, dalmatinski, drniški i krčki pršut proizvode se s kostima zdjelice, kožom i potkožnim masnim tkivom. Tijekom proizvodnje istarskog pršuta koža i potkožno masno tkivo se uklanja. Suho soljenje obrađenih butova provodi se morskom soli ili kombinacijom morske soli i začina. U proizvodnji dalmatinskih i drniških pršuta koristi se samo morska sol. Mješavina za soljenje koja se koristi za istarski pršut su: morska sol, mljeveni crni papar, lovor i ružmarin; dok smjesa koja se primjenjuje za krčki pršut se sastoji od morske soli, lovora i ružmarina. Soljenje se provodi u rashladnim komorama na temperaturi (T) od 0-5 °C i relativnoj vlažnosti (RV) zraka od 80-90%, u trajanju do 1 mjeseca, ovisno o težini sirovog buta. Nakon faze soljenja slijedi faza prešanja u trajanju od 7-10 dana. Sušenje svih četiriju vrsta ispitivanih pršuta vrši se u komorama za sušenje s kontroliranim mikroklimatskim uvjetima (T 12-16 °C, RV se postupno smanjuje od 90 do 70%). Tijekom faze sušenja, dalmatinski i drniški pršut su hladno dimljeni (T < 22 °C) tijekom 20 dana. Pršuti se dalje prenose u podrum za zrenje na blagim temperaturama (12-15 °C) i RV 65-75%. Na kraju zrenja (17 mjeseci Istarski pršut, 15 mjeseci Krčki, Dalmatinski i Drniški pršut) uzorkovano je 6 uzorka pršuta od četiri različite metode prerade, zaštićene oznakama zemljopisnog podrijetla i izvornosti.

Pršuti su izrezani kako bi se dobile dvije sekcije, kao što je prikazano na slici 24. Dio B korišten je za kemijske i instrumentalne analize i dobiven je rezanjem transverzalno od bedara do glave bedrene kosti. Dio A upotrijebljen je za senzorsku analizu. Uzorci su uzimani iz istog dijela mišića (slika 25.). Uzorci su kodirani, vakuum pakirani, smrznuti i pohranjeni na -18 °C. Prije analize, uzorci su odmrznuti 24 h na 4 °C i analizirani. Senzorska analiza provedena je na uzorcima pršuta nakon uzorkovanja.



Slika 24. Shematski prikaz uzorkovanja pršuta. Dio A upotrijebljen je za senzorsku analizu, dio B je korišten za fizikalno-kemijske analize.



Slika 25. Područja pršuta analizirana u ovom istraživanju: *Semimembranosus* (*SM*), *semitendinosus* (*ST*), *biceps femoris* mišići (*BF*), potkožno masno tkivo (*SF*).

## 3.2. METODE

### 3.2.1. Određivanje aktiviteta vode

Metoda određivanja aktiviteta vode ( $a_w$ ) je referentna metoda opisana u HRN ISO 21807:2005 Mikrobiologija hrane i stočne hrane – Određivanje aktiviteta vode. Aktivitet vode od najveće je važnosti za kontrolu rasta i razvoja mikroorganizama, no on ima utjecaja i na neke fizičko-kemijske procese u hrani (oksidacija lipida, neenzimsko posmeđivanje, stabilnost vitamina, enzimska aktivnost), te na senzorska svojstva hrane (tekstura – npr. hrskavost, boja, okus, aroma). Mjerenje  $a_w$  u hrani provodi se u pravilu posredno, mjerenjem relativne vlažnosti zraka koji okružuje uzorak. Stoga uzorak hrane mora biti u zatvorenom prostoru do postizanja ravnotežnog stanja. Ispitni uzorak se kondicionira na temperaturi od  $25 \pm 1$  °C komore (pripremljene stanice). Tijekom tog razdoblja, ispitni uzorak se drži u hermetički zatvorenim posudama da se spriječi kretanje vodene pare. Ispitni uzorak se stavi u potpuno zatvorenu mjernu komoru, uzorak povećava vlažnost ili apsorbira vlagu iz zraka unutar komore dok se ne postigne ravnotežno stanje vlage. Ova razmjena odvija se zbog djelomične razlike tlaka vodene pare između uzorka i zraka. Brzina mjerenja u velikoj mjeri ovisi o svojstvima uzorka. Mjerenja su provedena na mjernom instrumentu Novasina Lab Master (točnosti 0,003  $a_w$ , 0,3% RH), raspona mjerenja 0,03 -1,00  $a_w$ , mjerna veličina je promjena otpora tekućeg elektrolita uslijed promjene vlažnosti okoline.

Sadržaj aktiviteta vode u uzorku izražen je slijedećim izrazom:

$$a_w = \frac{c_{EM}}{100} = \frac{p_f(T)}{p_s(T)} \quad (1)$$

$c_{EM}$  - relativni ravnotežni sadržaj vlage u atmosferi u kontaktu namirnicom

$p_f(T)$  - parcijalni tlak vodene pare u ravnoteži s prehrambenog proizvoda na temperaturi (konstantna tijekom mjerenja)

$p_s(T)$  - zasićeni parcijalni tlak čiste vode na istoj temperaturi (T); iz referentne tablice tlaka vodene pare.

Aktivni dio vode u hrani izražava se omjerom parcijalnog tlaka vode iznad namirnice ( $p$ ) i parcijalnog tlaka vode iznad čiste vode ( $p_0$ ), kod određene temperature:  $a_w = p/p_0$ . Ova vrijednost nosi naziv "aktivitet vode", a može se kretati u rasponu od 0 do 1. Aktivnost vode je bezdimenzionalna veličina.



### 3.2.2. Određivanje udjela vode gravimetrijski

Metoda određivanja udjela vode je referentna metoda opisana u ISO 1442:1997 – Meso i mesni proizvodi - Određivanje udjela vode gravimetrijski.

Udjel vode je gubitak mase uslijed postupka sušenja u odnosu na masu uzorka. Sam postupak sušenja je toplinsko uklanjanje vode (redovito prisutne kao vlaga) iz čvrstih tvari, kao vlažnoga materijala, radi dobivanja proizvoda u suhom i čvrstom stanju. Uzorci su homogeniziraju uređajem za homogenizaciju uzoraka, GM 200, Retsch. Temperatura uzorka za ispitivanje ne prelazi 25 °C. U dobro isušenu posudicu dodana je količina pijeska tri do četiri puta veća od mase uzorka. U posudicu u kojoj je već do konstantne mase isušen kvarcni pijesak, izvagano je 5-8 g homogeniziranog uzorka. Temperatura sušenja je  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ . Sušenje traje 2 sata, uzorak ohlađen u eksikatoru je vagan s točnošću od 1mg. Zagrijavanje, hlađenje i vaganje je ponavljano dok dvije odvage se ne razlikuju više od 0,1% od mase uzoraka.

Sadržaj vlage u uzorku, izražen kao postotak mase jednak je:

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100 \quad (2)$$

gdje je:

$m_0$ - masa posudice(g)

$m_1$  – masa posudice s uzorkom, prije sušenja (g)

$m_2$  – masa posudice s uzorkom, nakon sušenja (g)

Ponovljivost je apsolutna razlika dvaju određivanja, koja su provedena simultano ili neposredno jedan iza drugoga na istom uzorku od strane istog analitičara s istim instrumentom, ne smije biti veća od vrijednosti r prema formuli:

$$r = | 0,593\% + 0,0017\hat{w} | \quad (3)$$

Gdje je  $\hat{w}$  srednja vrijednost sadržaja vlage oba rezultata, izraženi kao %.

Obnovljivost je apsolutna razlika u rezultatu dvaju određivanja, koja su provedena istom metodom u strane različitih analitičara s različitim instrumentom, ne smije biti veća od vrijednosti R prema formuli:

$$R = | 0,797\% + 0,00471 \hat{w} | \quad (4)$$

Gdje je  $\hat{w}$  srednja vrijednost sadržaja vlage oba rezultata, izraženi kao %.

### 3.2.3. Određivanje pH vrijednosti

Suspenzija za određivanje pH vrijednosti je pripremljena miješanjem 10 g uzorka pršuta sa 90 ml destilirane vode 60 s u homogenizatoru (Polytron PT 10-35 GT, Kinematica AG, Švicarska). Elektroda je kalibrirana s standardnim puferima pH 4,01 i 7,00 ekvilibriranim na 25 °C za mjerenja. pH uzoraka mjeren je u triplikatu korištenjem digitalnog pH metra (benchtop sensION<sup>tm</sup> + MM374, Hach Company, Loveland, CO, USA).

### 3.2.4. Određivanje proteina metodom po Kjeldahlu

Udio ukupnih proteina je određen metodom koja se temelji na određivanju udjela dušika u uzorku hrane prema referentnoj metodi HRN ISO 937:1999 – Meso i mesni proizvodi - Određivanje količine dušika. Udio bjelančevina izračunava se množenjem udjela dušika s faktorom koji se kreće u rasponu od 5,5 do 6,4, ovisno o vrsti namirnice. Bjelančevine iz različitih izvora razlikuju se po sastavu i zastupljenosti pojedinih aminokiselina. Aminokiseline kao lizin, arginin, histidin, asparagin, glutamin i triptofan daju više dušika od ostalih aminokiselina (sadržan je ne samo u amino skupini već i u bočnom lancu). Faktor za izračunavanje udjela proteina u nekoj vrsti hrane ovisi o prosječnom sadržaju dušika u aminokiselinama te hrane, za meso iznosi 6,25. Homogenizirani uzorak je podvrgnut razaranju s koncentriranom sulfatnom kiselinom, uz katalizator kako bi se organski dušik preveo u amonijev ion. Slijedi destilacija oslobođenog amonijaka vodenom parom u lužnatoj sredini pri čemu se destilat hvata u suvišku otopine borne kiseline. Titracija kloridnom kiselinom vrši se kako bi se odredio amonijak vezan na bornu kiselinu. Izračun sadržaja dušika u uzorku se dobije iz utroška standardne otopine kloridne kiseline.

Homogenizacija uzoraka vrši se uređajem za homogenizaciju uzoraka, GM 200, Retsch. U Kjeldahl-ovu tubu za razaranje se odvaži  $1,0 \pm 0,001$ g, dodaju se 2 tablete Kjeldahl katalizatora i 15 ml koncentrirane sulfatne kiseline. Promiješa se oprezno uz stvaranje vrtloga tekućine. Tuba se zatim umetne u blok za razaranje. Blok za razaranje treba biti zagrijan na 400°C. Na tube se zatim postavi nastavak za skupljanje kondenzata koji je spojen s uređajem za neutralizaciju para. Potpuna razgradnja traje 2 sata i 30 minuta. Potrebno je spriječiti da veća količina sulfatne kiseline ispari i dovede do pregrijavanja tijekom razgradnje, što može rezultirati gubitkom dušika. Nakon završetka razgradnje ohladiti razoreni uzorak na ~ 40 °C.

Tuba s razorenim uzorkom postavi se u uređaj za destilaciju i titraciju, Gerhardt Vapodest 50s (C.Gerhardt GMBH&CO.KG, Germany). Odabirom radne metode aparat započinje destilaciju dodavanjem 32 % otopine natrij-hidroksida (83 mL) i vode (88 mL) u tubu, te otopine borne kiseline (88 mL) u titracijsku čašu. Destilacija i titracija (0,1 N HCl) traju 4.5 minute uz maksimalni pritisak vodene pare (100 %). pH završetka titracije iznosi 4,95. Potrebno je napraviti dvije paralelne probe za svaki uzorak.

Sadržaj dušika u uzorku, izražen kao postotak mase jednak je:

$$w_N = \frac{1,4007 \times (V_s - V_b) \times c_s}{m} \quad (5)$$

gdje je:

$w_n$ - maseni udio dušika (TN) u uzorku (m/m %)

$V_s$  – volumen, u mililitrima, 0,1 N kloridne kiseline potreban za određivanje

$V_b$  – volumen, u mililitrima, 0,1 N kloridne kiseline potreban za slijepu probu

$m$  – masa, u gramima, uzorka

$c_s$  – koncentracija kloridne kiseline, 0,1N

Uređaj Gerhardt, Vapodest 50 automatski izračunava sadržaj proteina. Rezultat je izražen u postotku na dva decimalna mjesta.

Ponovljivost je izražena kao razlika u rezultatu dvaju određivanja, koja su provedena simultano ili neposredno jedan iza drugoga, od strane istog analitičara i ne smije biti veća od 0,1 g dušika na 100 g uzorka. Ukupan udio proteina je izračunat umnoškom s faktorom 6,25.

### 3.2.5. Određivanje neproteinskog dušika

Priprema uzorka za određivanje ne-proteinskog dušika provedena je kako su opisali Monin i sur. (1997). Neproteinski dušik (NPN) se ekstrahira iz homogeniziranog uzorka odvage  $2,5 \pm 0,05$  g upotrebom 25 ml deionizirane vode i centrifugira. Zatim je dodano 10 ml 20% trikloroetene kiseline (99% čistoće, Merck), miješano i ostavljeno na sobnoj temperaturi 60 minuta da se stabilizira. Zatim se centrifugira na 3500 okr/min g tijekom 30 minuta, a supernatant se filtrira i 15 ml filtrata koristi za određivanje dušika prema metodi za ukupni dušik HRN ISO 937:1999).

### 3.2.6. Određivanje indeksa proteolize

Indeks proteolize (IP) izračunat je kao omjer neproteinskog dušika (NPN) i ukupnog dušika (TN), izražen u postotku prema formuli:

$$IP = \frac{NPN}{TN} \times 100 \quad (6)$$

### 3.2.7. Određivanje količine ukupnog pepela

Metoda HRN ISO 5984:2004 Meso i mesni proizvodi - Određivanje pepela, se zasniva na spaljivanju ispitivanog uzorka u mufolnoj peći na temperaturi  $550 \pm 20$  °C dok ne sagori sva organska tvar i vaganju ostatka. Prije vaganja lončići se žare na temperaturi 550 °C 30 minuta, hlade u eksikatoru na sobnoj temperaturi i važu na analitičkoj vagi. U lončice za spaljivanje se izvaže 5 g uzorka ( $m_0$ ). Najprije se provede predspaljivanje na električnoj grijaćoj ploči dok uzorak ne karbonizira. Zatim se lončići s uzorkom prebace u prethodno zagrijanu mufolnu peć na 550 °C i žare u trajanju oko 180 minuta. Lončići se potom izvade i hlade na termorezistentnoj ploči 1 minutu, a potom prebace u eksikator. Ohlađeni lončići se važu na analitičkoj vagi.

Količina pepela računa se prema jednakosti:

$$w = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100 \quad (7)$$

gdje je:  $w$  – količina pepela u suhoj tvari [%];  $m_0$  – masa praznog lončića [g];  $m_1$  – masa lončića s uzorkom [g];  $m_2$  – masa lončića i pepela [g].

### 3.2.8. Određivanje natrijevog klorida

Metoda određivanja klorida se zasniva na ekstrakciji uzorka toplom vodom, nakon filtracije se titrira s otopinom srebra nitrata prema referentnoj metodi HRN ISO 1841-1:1996 Meso i mesni proizvodi - Određivanje natrijevog klorida. U čašu od 100 ml izvaže se 2 g ( $\pm 0,01$ g ) dobro usitnjenog i homogeniziranog uzorka, doda 2-3 ml tople vode i miješa staklenim štapićem da se dobije homogena smjesa. Smjesa se kvantitativno prenese u odmjernu tikvicu od 100 ml (uz ispiranje čašice vodom). Tikvica se dopuni destiliranom vodom do oznake, dobro promiješa i drži u ključaloj vodenoj kupelji 15 minuta da koaguliraju bjelančevine.

Otopina u tikvici se ohladi (ako je potrebno vodom dopuni do oznake), promiješa i filtrirati preko filter papira. Ispita se pH-vrijednost filtrata univerzalnim indikatorskim papirom (pH 6,5-9), ako filtrat reagira kiselo potrebno ga je neutralizirati s otopinom natrijevog hidroksida. Od dobivenog filtrata otpipetira se 25 ml filtrata u Erlenmayerovu tikvicu, doda 2-3 kapi indikatora - zasićene otopine  $K_2CrO_4$  i titrira otopinom  $AgNO_3$  množinske koncentracije 0,1 mol/L, do prve promjene boje (iz žute u narančasto svjetlo smečkastu). Udio NaCl izražava se kao postotak natrijevog klorida, a izračunava se prema slijedećem izrazu:

$$w_{NaCl} = \frac{4 \times c(AgNO_3) \times V(AgNO_3) \times M(NaCl)}{m_{uzorka}} \times 100 \quad (8)$$

$W_{NaCl}$  - maseni udio NaCl;  $c(AgNO_3)$  - koncentracija srebro nitrata, mol/L

$V(AgNO_3)$  - volumen srebro nitrata, L,  $M(NaCl)$  – molekulska masa natrijevog klorida, g/mol, rezultat predstavlja aritmetičku sredinu dvaju određivanja.

### 3.2.9. Određivanje boje

Objektivno mjerenje boje mesa temelji se na parametrima trodimenzionalnog spektra boja, korištenjem uređaja koji rade na principu mjerenja stupnja reflektirane svjetlosti od mjerne površine. Referentna metoda mjerenja boje mesa (Honikel, 1998) koristi  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  spektar boja. Parametar  $L^*$  je mjera svjetlosti mesa iskazana vrijednostima od 0 do 100 (0 = crno; 100 = bijelo). Vrijednost parametra  $a^*$  je mjera crvenila mesa iskazana vrijednostima od -60 do 60, a iskazuje spektar od crvene do zelene boje, pri čemu veća vrijednost  $a^*$  parametra karakterizira crvenije meso. Vrijednost  $b^*$  parametra ukazuje na spektar nijansi između plave i žute boje, a njegova veća vrijednost označava izraženost žutog dijela spektra (Yiu i sur., 2001).

Za određivanje boje pršuta korišten je spektrofotometar (osvjetljivač D65,  $10^\circ$  standardni promatrač, otvor 8 mm, otvoreni konus) Konica Minolta CM-700d (Osaka, Japan). Izmjerene su  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  vrijednosti (CIE, 1976). Svaka vrijednost je srednja vrijednost od 10 mjerenja po uzorku *biceps femoris*. Boja je mjerena na način da se pokušavalo izbjeći zone s masnim tkivom tako da vrijednosti boje prezentiraju pravu boju mišićnog tkiva pršuta.

### 3.2.10. Određivanje udjela masti

Osnova određivanja udjela masti je njihova ekstrakcija iz uzorka organskim otapalom (petrol-eter) s ili bez prethodne obrade uzorka kiselinom (HCl). Postupak ekstrakcije provodi

se u ekstraktoru po Soxhletu (slika 26.). Najprije se u odmašćeni tuljak za ekstrakciju odvaži oko 20 g uzorka. Tikvica po Soxhletu s nekoliko kuglica za vrenje se prethodno osuši na temperaturi  $103 \pm 2$  °C i hladi u eksikatoru te potom važe na analitičkoj vagi. Osušeni tuljak se stavi u ekstraktor, spoji se tikvica i doda petrol-eter. Ekstrakcija traje 4 sata i to tako da se osigura oko 10 prelijevanja po satu. Otapalo se potom predestilira, a ostatak ispari na vodenoj kupelji te se tikvica suši u sušioniku na 103 °C ili u vakuumu na 80 °C u trajanju od jednog sata. Tikvica se potom hladi u eksikatoru i važe na analitičkoj vagi te se ponovno suši 30 minuta i važe, a postupak se ponavlja do konstantne mase.

Količina masti računa se prema izrazu (8):

$$w_m = \frac{m_m \times 100}{m_o} \quad (9)$$

gdje je:  $w_m$  – količina masti (%),  $m_m$  – masa ekstrahirane masti (g),  $m_o$  – masa uzorka (g)



Slika 26. Aparatura za ekstrakciju masti po Soxhletu (sustav Soxterm, Gerhardt)

### 3.2.11. Određivanje sastava masnih kiselina

#### 3.2.11.1. Priprava metilnih estera masnih kiselina

Metilni esteri masnih kiselina pripremljeni su prema normi HRN EN ISO 5509:2000. Odvagano je 100 mg ekstrahiranog uzorka masti, dodano 10 mL heksana i mučkano dok se sva mast ne otopi (HS260 control, IKA Werke GmbH & Co. KG, Njemačka). Zatim je dodano 200  $\mu$ L 2 M metanolne otopine kalij hidroksida (bazno katalizirana transesterifikacija). Uzorci su mučkani 30 s, neutralizirani dodatkom 1 g natrij bisulfat monohidrata, a nakon toga centrifugirani 15 min pri 3000 okr/min i temperaturi od 15 °C (320AR, Hettich, Njemačka). Prije injektiranja u plinski kromatograf, 200  $\mu$ L uzorka je filtrirano kroz PTFE filter od 0,2  $\mu$ m.

### 3.2.11.2. Analiza metilnih estera masnih kiselina GC-FID metodom

Pripravljene metilni esteri masnih kiselina analizirani su plinskom kromatografijom (HRN EN ISO 5508:1995) pri čemu je korišten plinski kromatograf 7890B (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) s kapilarnom kolonom DB23 dužine 60 m, promjera 0,25 mm te debljine sloja nepokretne faze 0,25  $\mu\text{m}$  (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), split-splitless injektorom (temperatura 250 °C) i plameno-ionizacijskim detektorom (temperatura 280 °C). Uzorak (1  $\mu\text{L}$ ) je injektiran uz omjer razdjeljenja 50:1. Početna temperatura kolone bila je 130 °C, nakon 1 min programirano je povećavana brzinom od 6,5 °C/min do 170 °C/min, zatim je brzinom od 2,75 °C/min grijana do 215 °C, uz zadržavanje od 12 min, a nakon toga se ponovno brzinom od 40 °C/min zagrijavala do 230 °C uz zadržavanje od 3 min. Plin nosioc bio je helij uz protok od 43 cm/s (konstantni tlak). Protok vodika je 40 mL/min, zraka 450 mL/min, a dušika 30 mL/min.

### 3.2.12. Određivanje hlapivih spojeva

Izdvajanje hlapivih sastojaka arome provedeno je HS-SPME (headspace solid-phase micro extraction) metodom mikro ekstrakcije iz čvrste faze. Vrijeme i temperatura za postupak izdvajanja hlapivih sastojaka arome određeni su na temelju prethodnih ispitivanja različitih temperatura i vremena ekstrakcije (Marušić i sur., 2011). Nakon provedene mikroekstrakcije identifikacija i kvantifikacija izdvojenih hlapivih spojeva provedena je primjenom plinskog kromatografa 6890N (GC) i masenog spektrometra 5975i (MS). Uzorci *biceps femoris* mišića homogenizirani su u komercijalnom procesoru hrane. Izvagano je 5 g uzorka koji je homogeniziran uz dodatak 25 mL zasićene otopine NaCl-a (35,9 g NaCl-a otopljeno je u 100 mL redestilirane vode). 10 mL uzorka kvantitativno je preneseno u stakleni vial od 20 mL u koji je prethodno postavljen magnet za miješanje, dodano je 100  $\mu\text{L}$  of 4-methyl-2-pentanol (1.2 mg/kg) (internog standarda) i zatvoreno s PTEF septumom. SPME vlakno presvučeno s 2 cm od 50/30  $\mu\text{m}$  DVB / Carboxen / PDMS (Supelco, Bellefonte, PA, USA) kondicionirano je 2 min na 240 °C prije ekstrakcije i stavljeno iznad uzorka. Uzorci u triplikatu od 20 mL stave se u vodenu kupelj na 40 °C i ekstrahiraju 180 min uz miješanje. Nakon ekstrakcije, SPME vlakno je odmah injektirano u 6890N plinski kromatograf, povezano s 5975i selektivnim detektorom mase (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA). Korištena je kapilarna kolona DB-5MS 30 m x 0,25 mm, debljina sloja 0,25  $\mu\text{m}$  (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), brzina protoka helija kao plina nosioca je bila 1,0 ml/min. Temperatura injektora, koja se koristi u načinu „splitless”, bila je 230 °C, a desorpcijsko vrijeme bilo je 2 minute. Temperaturni program je bio na 40 °C, izotermno 10

minuta, potom se povećavao na 200 °C brzinom od 5 °C / min, a zatim se podigao na 250 °C pri brzini od 20 °C/min. Završna temperatura je držana 5 minuta. Temperatura prijelaza je održavana na 280 °C.

Energija elektrona za ionizaciju molekula uzoraka bila je 70 eV. Parametri masenog spektrometra postavljeni su na brzinu očitavanja od 1 očitak/s ( scan/s) i opseg razdvajanja mase i naboja (m/z) u rasponu od 50-450 (Marušić i sur., 2011).

Kako bi se izračunali retencijski indeksi (RI) izdvojenih hlapivih spojeva prethodno je pripremljena smjesa C8-C20 n-alkana i analizirana pod istim kromatografskim uvjetima kao i uzorci pršuta.

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 indeksa RI s vrijednostima u literaturi (Adams, 2001 i in-house library) i pomoću AMDIS 32 kompjuterskog programa (Automated Mass Spectral Deconvolution and Identification System) (NIST, Gaithersburg, MD, USA). Kovats indeks (KI) je izračunat i uspoređen sa vrijednostima u literaturi (García-Domínguez, 2006).

Kvantitativna analiza 15 hlapivih spojeva provedena je metodom kalibracije s internim standardom. Standardi koji su kvantificirani su: 1-pentanol, heksanal, 2-furanmetanol, 2-heptanon, benzaldehid, 1-okten-3-ol, oktanal, limonen, benzilni alkohol, benzenacetaldehid, 1-oktanol, 4-metilfenol, -nonanon, linalool i dekanal. Svi su kupljeni od tvrtke Sigma-Aldrich (Steinheim, Njemačka). Standardne otopine pripremljene su koristeći potpuno deodorizirano jestivo ulje kao matricu. Koncentracije su bile u rasponu od 0,1-3 mg / kg s 100 µl 4-metil-2-pentanola (1,2 mg / kg) (interni standard) i analizirane su pod gore opisanim uvjetima.

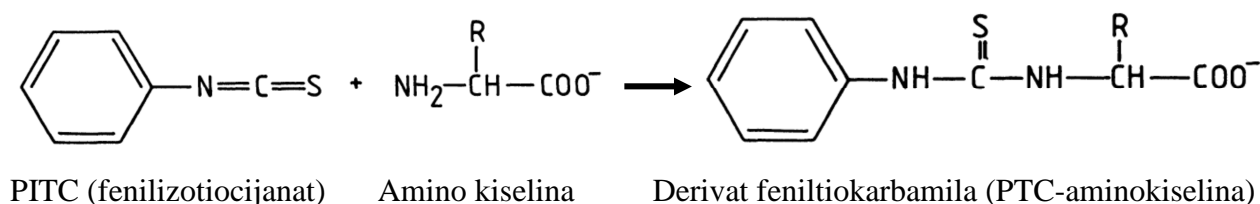
### **3.2.13. Određivanje sastava aminokiselina**

Analiza slobodnih aminokiselina u mesu može biti problematična, posebice zbog visokog proteinskog i peptidnog sadržaja (Pearson i Young, 1989). Stoga je potrebna učinkovita tehnika deproteinizacije. Iskorištenje veće od 97% aminokiselina dobiveno je korištenjem 0,01 M kloridne i dodatkom 66,6% acetonitrila kao deproteinizirajućeg sredstva (Aristoy i Toldra, 1991). Metoda omogućava brzo i efikasno određivanje niskih koncentracija amino kiselina (AA) i zasniva se na kiselinskoj hidrolizi proteina s formiranjem



feniltiokarbamil (PTC) derivata amino kiselina dobivenih derivatizacijom amino kiselina s fenilizotiocijanatom (PITC).

PITC također poznat kao Edmanov reagens, omogućuje sekvencijalnu degradaciju aminokiselina u polipeptidnom lancu, dajući primarne strukturne informacije. 1,2 PITC reagira lako s aminokiselinama u alkalnom pH. Pretkolonska derivatizacija rezultira derivatima feniltiokarbamila (PTC-aminokiseline) koji se mogu razdvojiti i kvantificirati pomoću HPLC reverzne faze (slika 27.). Ova metoda proizvodi stabilne proizvode sa svim aminokiselinama, uključujući prolin. PITC je hlapljiv, što omogućuje uklanjanje suviška reagensa u vakuumu, čime se smanjuje mogućnost interferencije reagensa. Detekcija pikomolnih količina derivata postiže se pomoću UV detektora na 254 nm. PITC derivatizacija nakon čega slijedi kromatografija reverzne faze upotrebljava se za identifikaciju i kvantitativno određivanje metiliranih, halogeniranih, fosforiliranih i sulfoniranih aminokiselina.



Slika 27. Reakcija nastajanja PTC-derivata amino kiselina

### 3.2.13.1. Priprema standardnih otopina

Priprema se otopina standarda koncentracije 1mM svih amino kiselina s HCl 0,1 M i dipeptida 10 mM. Standard sadrži pojedinačno otopljene standarde aminokiselina (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, No. LAA-21): asparagin(Asn), glutamine (Gln), 4-hidroksiprolin (HO-pro), cistein (Cys), arginin (Arg), histidin (His), izoleucin (Ileu), leucin (Leu), lizin (Lys), metionin (Met), fenilalanin (Phe), tirozin (Tyr), treonin (Thr), valin (Val), alanin (Ala), asparaginska kiselina (Asp), glutaminska kiselina (Glu), glicin (Gly), prolin (Pro), serin (Ser) i triptofan (Trp).

Radna otopina standarda (PA) pripremljena je pipetirajući 50,100, 300, 500 i 700  $\mu\text{l}$  otopine standarda 1mM u odmjernu tikvicu dodano 50  $\mu\text{l}$  internog standarda nor-leucina koncentracije 1,31 mg/ml i dopunjene do 1000  $\mu\text{l}$  s HCL koncentracije 0,01 M. 300  $\mu\text{L}$  svakog standarda ( u triplikatu) se deprotonizira s 750 ACN. 300  $\mu\text{L}$  (Vd) od ove otopine se derivatizira po metodi de Bidlingmeyer i sur. (1987), kako je kasnije opisano.

### 3.2.13.2. Priprema uzorka

Uzorak usitniti na mikseru i odvagati  $5,000 \pm 0,01$  g Uzorku dodati do 25 ml 0,01M HCl miješati 8 minuta. Uzorak se centrifugira 10 minuta na 3600 okr / min na  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  i filtrira kroz filter regenerirane celuloze (RC). Uzme se 100  $\mu\text{L}$  uzorka, 50  $\mu\text{L}$  internog standarda nor-leuceina (0,393 mg/ml) i deprotonizira sa 2.5 volumena acetonitrila 750  $\mu\text{L}$  (Aristoy i Toldra, 1991). Ostavi se odstožati 1 h na sobnoj temperaturi. Centrifugira na maksimalnoj brzini 5 minuta. 100  $\mu\text{L}$  uzorka se derivatizira.

### 3.2.13.3. Derivatizacija

Volumen Vd (100  $\mu\text{l}$ ) se upari do suha. Doda 15  $\mu\text{l}$  sredstva za sušenje (metanol: natrij acetat 1M : TEA= 2:2:1) i promiješa. Upari do suha, ponovi po potrebi. Doda 15  $\mu\text{l}$  derivatizacijskog reagensa (metanol:demineralizirana voda: TEA: PITC= 7:1:1:1), miješati. Ostavi na sobnoj temperaturi 20 minuta. Upari do suha i doda 300  $\mu\text{l}$  reagensa za razrjeđivanje (dinatrijhidrogen fosfat 5 mM: Acetonitril= 95 : 5). Centrifugirati 3600 okr / min i  $4^{\circ}\text{C}$ . Alikvot (10  $\mu\text{L}$ ) injektira se u HPLC sustav (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) opremljenim s diode array detektorom (DAD). Korištena je kolona Nova Pak C18 Pico-Tag za analizu slobodnih aminokiselina, dužine 300 mm, promjera 3,9 mm, veličine čestica 3 $\mu\text{m}$  (Waters Corporation, Milford, MA, E.E.U.U), temperatura kolone  $52\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Gradijentna elucija, pri brzini protoka od 1,0 ml/min, postignuta je korištenjem slijedećih mobilnih faza: 70 mM natrij acetatnog pufera (pH=6,55), 2,5% ACN (otapalo A) i acetonitril: voda: metanol u omjerima 45:40:15 (otapalo B). Gradijent otapala je programiran kako slijedi (tablica 3.).

Tablica 3.: Gradijent udjela otapala mobilnih faza za analizu amino kiselina

Vrijeme min.	% A	% B
0	100	0
13,5	97	3,0
16,5	96,1	3,1
19,0	96,5	3,5
21,0	95,5	4,5
40,0	67	33,0
50,0	60	40,0
60,0	40	60
61,0	0	100

Koncentracija različitih aminokiselina izračunata je iz standardnih krivulja standardne otopine amino kiselina pripremljenih pod istim uvjetima kao što je opisano za uzorak. Kontrola kvalitete HPLC-DAD analize provedena je kroz rutinsku analizu standarda otopine

kako bi se osiguralo linearnost, ponovljivost, odsutnost kontaminanata, moguće prenošenje između uzoraka i procjenu kakvoće rezultata. Linearnost je određena metodom najmanjih kvadrata, izračunat regresijski i korelacijski faktor između površine pika analita i koncentracije standarda. Linearnost standarda određuje se na koncentracijskom području 0,01-0,15 mg/ml s koeficijentom linearosti  $\geq 0,95$ .

### **3.2.14. Određivanje policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH)**

Primijenjena je metoda (Serpe i sur., 2010) visoko učinkovite tekućinske kromatografije s fluorescentnom detekcijom i pročišćavanjem uzorka pomoću gel-permeacijske kromatografije (GPC) koja se zasniva na odvajanju molekula prema veličini molekule. Homogenizirani uzorci se ekstrahiraju diklormetanom, centrifugiraju i filtriraju. Uzorak se pročišćava na GPC s preparativnim kolonama, a zatim ekstrakt uparava do suha, otapa u acetonitrilu te analizira. Kvantifikacija je provedena visoko učinkovitim tekućinskom kromatografijom s fluorescentnim detektorom primjenom internog standarda.

#### **3.2.14.1. Priprema sirovog ekstrakta**

Prethodno homogeniziranom uzorku mase  $1 \pm 0,001$  g, dodano je 50  $\mu$ l internog standarda benzo(b)krizena (BbChr) koncentracije 127,75 ng/g i dopunjeno do 4 ml s diklormetanom. Homogenizirano 10 minuta na sobnoj temperaturi, centrifugirano 10 min na 3500 okr / min.

#### **3.2.14.2. Pročišćavanje gel permeacijom GPC**

Pročišćavanje gel permeacijskom metodom provodi se na HPLC Agilent 1200 (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) s Gilson odjeljivačem faza (FC 203B Fraction Collector, Gilson, Inc, Middleton, WI USA), dvije preparativne kolone Plgel, PS/DVB, 5 $\mu$ m, 50 Å, 600 mm x 7,8 mm i.d. (Phenomenex, USA). Alikvot (400  $\mu$ L) injektira se na HPLC sustav opremljenim s diode array detektorom (DAD). Pročišćavanje se vrši izokratnom elucijom s diklormetanom pri brzini protoka od 1,0 ml / min. prema HRS CEN/TS 16621:2014.

Kalibracija GPC je provedena sa standardom pri valnoj duljini od 254 nm. Određen je vremenski prozor hvatanja frakcija od 18-25 minuta. Eluat se koncentrira do suhog na rotacijskom vakuumskom koncentratoru (RCV2-18HCL, Osterode am Harz, Njemačka) pri 1300 okr / min tijekom 45 minuta na temperaturi  $< 25^{\circ}\text{C}$ . Ostatak se otopi u 100  $\mu$ l acetonitrila i filtrira kroz 0,22  $\mu$ m filtar od PTFE (polietilentereftalat PTFE, Phenomenex, USA).

### 3.2.14.3. Analiza PAH-ova visoko učinkovitim tekućinskom kromatografijom

Analiza PAH-a provedena je primjenom ultra visoko učinkovitog tekućeg kromatografa (Agilent 1290 Infinity UHPLC, Santa Clara, CA) opremljenog binarnom gradijentnom pumpom (G4220A), autosamplerom s termostiranim odjeljkom za uzorke (G4226A), termostiranim odjeljkom za kolonu (G1316C) i fluorescencetnim detektorom (G1321B). Razdvajanje spojeva je provedeno korištenjem Hypersil Green PAH C18 analitičke kolone, 150 mm x 3 mm, veličina čestica 3  $\mu\text{m}$  (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) pri 30° C. Volumen injektiranja 15  $\mu\text{L}$ , elucija analita sa smjesom acetonitrila (otapalo A) i acetonitril: voda= 50:50 (otapalo B) u modelu gradijenta pri brzini protoka od 0,8 ml / min (Wegrzyn i sur., 2006). Inicijalni sastav bio je 100% ACN: voda=1:1 i smanjio se na 40% ACN: voda=1:1 u 20 minuta, s konačnim zadržavanjem od 10 min. Ukupno vrijeme elucije je bilo 35 min. Uvjeti emisije i eksitacije na fluorescencetnom detektoru prikazani su u tablici 4.:

Tablica 4. Uvjeti emisije i eksitacije na fluorescentnom detektoru

Spektar ekscitacije: 220-380 nm		
Spektar emisije: 300-500 nm		
Tablica vremena ekstinkcije:		
Vrijeme	$\lambda_{\text{ekscitacije}}/\lambda_{\text{emisije}}$ nm	PAH
0,0	250/330	-
2,0	270/340	Nap,Acel
7,8	250/310	Ace,Flu
8,60	250/380	Phe,Ant
11,10	250/465	Fla
12,50	270/385	Py,BaA, Chr
17,00	256/466	BbF
19,10	295/400	BkF,BaP,DbA,DP
26,50	300/500	IP
26,80	295/410	BbChr (IS)

Identifikacija pojedinačnih policikličkih aromatskih ugljikovodika odredila se usporedbom vremena zadržavanja (RT) s vremenom zadržavanja standarda uz toleranciju  $\pm 2,5\%$  i usporedbom spektara fluorescencije s pozitivnim kontrolnim uzorkom i/ ili snimljenim spektara.

Metoda za određivanje PAH u mesnim proizvodima validirana je prema EURACHEM (2014). Validacija metode obuhvaća određivanje linearnosti metode, granica detekcije i kvantifikacije, selektivnosti, ponovljivosti pripreme i točnosti. Ukupno iskorištenje

certificiranog referetnog uzorka za dimljeno meso (T0655QC, FAPAS, Sand Hutton, York, Engleska) za PAH4 kretao se 82 do 99%.

Nakon obrade rezultata, količina pojedinačnih PAH-ova izračunata je prema izrazima dolje navedenim i izražena u mikrogramima po kilogramu.

Izračunat je faktor odgovora iz kalibracijske krivulje prema izrazu:

$$RF_A = \frac{A_A \times C_{ISst}}{A_{IS} \times C_{ST}} \quad (10)$$

Srednja vrijednost faktora odgovora za analit izračunata je prema:

$$RF_{Asr} = \frac{\sum_{i=0}^{i=n} RF_A}{n} \quad (11)$$

Zatim je iz površina analita i omjera koncentracija izračunat sadržaj analita u uzorku

$$C_{PAH} = \frac{A_A \times C_{IS} \times f}{A_{IS} \times RF_{Asr} \times m_{uzorka}} \quad (12)$$

$A_A$  – površina pika pojedinog PAH-a

$A_{IS}$  – površina pika internog standarda u uzorku

$C_{ST}$  – koncentracija standarda kalibracijske krivulje ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

$C_{ISst}$  – koncentracija standarda kalibracijske krivulje ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

$C_{IS}$  – koncentracija internog standarda dodanog uzorku ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

$n$ - broj točaka kalibracijske krivulje

$f$ - faktor razrijeđenja (1,1)

$m_{uz}$  – masa uzorka (g)

$C_{PAH}$  – koncentracija pojedinačnog PAHa ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

### 3.2.15. Senzorska analiza

U disciplini koja se bavi znanstvenim osvrtom na prehrambenu tehnologiju razvijen je niz metoda u cilju opisivanja kvalitativnog osjeta određenim podatkom s numeričkom vrijednosti. Senzorske metode procjene namijenjene su određivanju i usporedbi okusa i mirisa i određivanju prihvatljivosti prehrambenog proizvoda na tržištu. Uspostava sustava za ocjenu

sukladnosti senzorskog profila proizvoda u procesu utvrđivanja sukladnosti proizvoda sa zadanim specifikacijama ili utvrđivanja profila kao dominantne karakteristike u procesu razvoja proizvoda i dobivanja oznaka zemljopisnog podrijetla i oznaka izvornosti zahtjevan je zadatak.

Senzorska metoda organoleptičkog ocjenjivanja suhomesnatih proizvoda dizajnirana je za prevođenje kvalitativnog osjeta u numerički podatak primjenjujući statistički značajni eksperimentalni model i kontrolirane uvjete provođenja ispitivanja. Senzorske metode su kontrolirane metode s rezultatima koji se statistički procjenjuju. Senzorski panel može se usporediti s detektorom koji mora objektivno dati rezultat - senzorski značajnu razlikovnost ili kategorizirati kvalitetu proizvoda koristeći definiranu bodovnu skalu.

Proveden je metodološki postupak koji osigurava voditelju panela potrebne smjernice za postavljanje panela ocjenjivača osposobljenih za senzorsku procjenu pršuta ( Guerrero i sur., 1996). Proces osmišljavanja panela proveden je u četiri faze, jasno diferencirane njihovom svrhom i metodologijom koja se koristi u svakoj od njih: definiranje uvjeta za kandidate, odabir kandidata (preliminarno i specifično), obuka (generički i specifični) i mjera pouzdanosti grupe. Ocjenjivači su izabrani i obučeni prema postupcima ISO standarda (ISO 8586-2: 2008) (ISO 11132: 2012). Postupak odabira ocjenjivača je odabran kako je opisano u radu Guerrero i sur. (2005), nakon određivanja praga detekcije grupe.

#### 3.2.15.1. **Prethodni odabir kandidata**

Kriteriji odabira mogu se svrstati u dvije skupine, ovisno o psihološkim ili fiziološkim sposobnostima kandidata. Fiziološki kapaciteti mogu biti znatno poboljšani s obukom, psihološki se teško mijenjaju, stoga je potrebno obratiti pozornost. Najvažniji aspekti u ovom prvom izboru su: motivacija i interes, alergija na određene namirnice, individualni zdravstveni aspekti, dostupnost i osobnost (intelektualne sposobnosti, koncentracija, strpljenje, kreativnost itd.). Ova se faza također koristi za dobivanje dodatnih informacija, kao što su dob, spol, ime, nacionalnost, zanimanje, iskustvo u senzornoj analizi, potrošnja duhana, unos lijekova itd. Općenito, ove informacije dobivaju se jednostavnim upitnikom i / ili osobnim intervjuom. Specifični odabir je podijeljen u dva različita dijela: onaj koji se odnosi na svojstva mirisa / okusa i onaj koji se odnosi na svojstva teksture. Prijedlog koji se odnosi na svojstva mirisa / okusa temelji se na standardnom dokumentu International Olive Oil Council (2013).

### 3.2.15.2. Određivanje srednjeg praga osjetljivosti grupe kandidata za specifična svojstva

Metoda opisuje niz testova za prepoznavanje i razlikovanje okusa, određivanje granice detekcije i kategorizaciju ocjenjivača. Otopine su odabrane prema ISO metodi (1991), prikazane u tablici 5. Pripremljena je serija razrjeđenja za svaki od uzoraka, razrjeđujući svaki put prikladnim sredstvom u omjeru R u odnosu na prethodni u nizu. Srednji prag grupe određen je usporedbom u parovima, kandidatu je ponuđeno 8 parova slučajnim redoslijedom sa zadatkom da odredi da li su uzorci u paru jednaki ili različiti. Po završetku testa za svaku koncentraciju zabilježeni su točni odgovori grupe kandidata i izraženi u postotku.

Tablica 5. Otopine za ispitivanje okusa

Oznaka	Kiselo		Gorko		Slano		Slatko		Umami		Metalno		
	V ml	$\rho$ g/l	V ml	$\rho$ g/l	V ml	$\rho$ g/l	V ml	$\rho$ g/l	V ml	$\rho$ g/l	V ml	$\rho$ g/l	$\rho_1$ mg/l
D <sub>1</sub>	500	0,6	500	0,27	500	2,0	500	12	500	1,0	500	0,008	8
D <sub>2</sub>	400	0,48	400	0,22	320	1,4	300	7,20	350	0,7	350	0,0056	5,6
D <sub>3</sub>	320	0,38	320	0,17	245	0,98	180	4,32	245	0,49	245	0,0039	3,9
D <sub>4</sub>	256	0,31	256	0,14	172	0,69	108	2,59	172	0,34	172	0,0027	2,7
D <sub>5</sub>	205	0,25	205	0,11	120	0,48	65	1,56	120	0,24	120	0,0019	1,9
D <sub>6</sub>	164	0,20	164	0,09	84	0,34	39	0,94	84	0,17	84	0,0013	1,3
D <sub>7</sub>	131	0,16	131	0,07	59	0,24	23	0,55	59	0,12	59	0,0009	0,9
D <sub>8</sub>	105	0,13	105	0,06	41	0,16	14	0,34	41	0,08	41	0,0007	0,7
Geometrijski omjer R	0,8		0,8		0,7		0,6		0,7		0,7		

V- volumen primarne otopine standarada , u ml za pripremu 1 litre otopine, koncentracija otopine, g/l

Rezultat je prikazan grafički sa koncentracijama na apscisi i postocima točnih odgovora na ordinati. Srednji prag osjetljivosti određuje se iz grafičkog prikaza i jednak je onoj koncentraciji koja odgovara 75 % točnih odgovora. Koncentracija praga razlikuje se kod različitih svojstava. U seriji pripremljenih uzoraka za odabir ocjenjivača metodom klasifikacije intenziteta koncentracija praga označava se s C10.

### 3.2.15.3. Odabir ocjenjivača metodom klasifikacije intenziteta

Pripremljena je serija od 12 koncentracija uzoraka na način da koncentracija praga odgovara desetom mjestu na skali (C10). Počevši od C10, ostali uzorci u seriji pripremljeni su prema slijedećoj formuli:

$$C10 \times a^n \quad (13)$$

gdje je: «a» konstanta koja odgovara faktoru razrjeđenja i iznosi 1,5

«n» je eksponent koji se mijenja od 9 do -2.

Na primjer:

Za SLANO svojstvo određena je koncentracija praga  $C_{10} = 0,53$ , množenjem ove vrijednosti s  $1,5^n$ , serija uzoraka imat će sljedeće koncentracije:

Uzorci :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Konc.:	20,37	13,58	9,06	6,04	4,02	2,68	1,79	1,19	0,80	0,53	0,35	0,24

Za svakog kandidata pripremljeno je 12 čaša za ocjenjivanje označenih šiframa sa po 15 ml svake od pripremljenih koncentracija svojstva. 12 čaša koje su poredane pred kandidatom sadrže razrjeđenja jednog od odabranih svojstava. Čaša s najvećim intenzitetom svojstva nalazi se na lijevom kraju niza, intenzitet postepeno opada idući s lijeva na desno, pa čaša s najmanjim intenzitetom svojstva nalazi se na desnom kraju niza (ponekad je taj intenzitet tako mali da ga je nemoguće uočiti).

Kušanje se započinje s krajnjim desnim uzorkom ( $n = 12$ ) nastojeći naviknuti se na okus ili miris i zapamtiti njihov intenzitet u čašama koje slijede. Potrebno je paziti na zamor. Kandidat odredi mjesto s kojeg je voditelj panela pomaknuo uzorak. Kandidat pri tome miriše i kuša uzorak te ga uspoređuje s ostalima u nizu onoliko puta koliko mu je potrebno da donese zaključak. Intenzitet izdvojenog uzorka treba biti slabiji od onog koji je u čaši neposredno lijevo, odnosno jači od onog u čaši neposredno desno. Isti postupak kandidat ponavlja 4 puta za svako od 4 odabrana osnovna svojstva.

Svakom kandidatu dodjeljuju se bodovi ovisno o postignutim rezultatima. Neka je  $e^1, e^2, \dots, e^{12}$ , 12 čaša s 12 koncentracija određenog svojstva «i» ( $i =$  bilo koje od 4 svojstva, upaljeno, kiselo, užeglo i gorko, korištenih za odabir) koje su poredane u padajućem nizu intenziteta dotičnog svojstva. Neka je  $e^i_k$  jedna od izdvojenih čaša. Vrijednosti  $K$  i  $K'$  su cijeli brojevi u rasponu od 1 do 12, gdje  $K$  označava stvarni položaj čaše, a  $K'$  položaj koji je odredio kandidat.

Neka je  $T$  najveće dozvoljeno odstupanje. U našem slučaju vrijednost  $T$  iznosi 3, pa kada je  $|K' - K| > T$ , kandidat je automatski eliminiran. Kada je  $|K' - K| \leq T$ , kandidat u pravilu nije eliminiran i može nastaviti test, budući da je točno ili približno točno odredio traženi položaj.



Na primjer: svojstvo «slano», ukupni bodovi za ovo svojstvo ( $Z^S$ ) izračunavaju se prema slijedećem izrazu:

$$Z^S = P_a^S + P_b^S + P_c^S + P_d^S \quad (14)$$

Gdje su  $P^{UP}$  bodovi za 4 različite koncentracije dotičnog svojstva (a, b, c i d), a koji se izračunavaju prema izrazu:

$$P^{SL} = (K' - K)^2 \quad (15)$$

Zbrajanjem ukupnih bodova za svako od četiri svojstva (S = slano; G= gorko; K= kiselo i SL= slatko) dobije se konačan bodovni zbroj kandidata Z:

$$Z = Z^S + Z^G + Z^K + Z^{SL} \quad (16)$$

Konačni bodovni zbroj uvijek je pozitivan broj, a kada je  $Z=0$  znači da je kandidat prepoznao i točno odredio položaj svih šesnaest koncentracija. Vrijednosti Z koje su različite od nule ukazuju da je kandidat prepoznao područja u nizu u kojima su se nalazile zadane koncentracije, ali s određenim odstupanjima. Prilikom određivanja gornje granice konačnog bodovnog zbroja  $Z_c$  pošlo se od pretpostavke da vjerojatnost  $\alpha$ , da kandidat slučajno odredi točne položaje koncentracija, dovoljno mala vrijednost koja se može unaprijed odrediti. Za vjerojatnost  $\alpha$  odabrana je vrijednost 0,05, pa je statističkim proračunom (uzevši u obzir da vrijednost  $Z_c$  ovisi o distribuciji vjerojatnosti varijable Z, a ova o distribuciji varijable  $p(K')$ ) dobivena vrijednost 34 kao gornja granica konačnog bodovnog zbroja. To znači da svi kandidati čiji je konačni zbroj veći od 34 su eliminirani. Odabrani su kandidati svrstavaju se prema vrijednostima  $Z < 15$ . Prema tom kriteriju je odabrano 20 kandidata i koji su trenirani za senzorsku ocjenu suhomesnatih proizvoda.

#### 3.2.15.4. Rječnik

Tablica 6. Pojmovi senzorske analize za aromu

<b>Po mesu</b>	Percepcija koju možemo razaznati mirisom i okusom na jeziku tijekom žvakanja na svježe meso, kiselo meso, sušeno meso i mast.
<b>Dimljen</b>	Percepcija koju možemo razaznati mirisom i okusom na jeziku tijekom žvakanja na dimljeno-izgoreno: meso na roštilju, pepeo, ugljen, dim i zapaljenu gumu.
<b>Začinjeno</b>	Percepcija koju možemo razaznati mirisom i okusom na jeziku tijekom žvakanja uzorkovana na papar, češnjak, muškati oraščić, klinčić, cimet i crvena papričica.
<b>Biljno</b>	Percepcija koju možemo razaznati mirisom i okusom na jeziku tijekom žvakanja uzorkovana na svježe bilje, kuhano, suho bilje i mahovina.

Tablica 7. Pojmovi senzorske analize za izgled

<b>Boja</b>	Crvena boja mesa i masti povezana je s koncentracijom mioglobina, sadržaja NaCl i stvaranja nitrozilmioglobina.
<b>Kristali tirozina</b>	Pojava bijelih taložina (precipitata) različitih oblika, veličine i lokacije. Kod pršuta ove taložine nastaju u unutrašnjosti, između mišićnih vlakana, u obliku kristala bjeličasto sive boje, nepravilnog oblika veličine 1- 5 mm.
<b>Mramoriranost</b>	Prisutnost vidljive intramuskularne masnoće
<b>Vlažnost površine</b>	Vidljiva razina vlažnosti (sjaja) na površini nareška

Tablica 8. Pojmovi senzorske analize za okus

<b>Slano</b>	Percepcija slanosti koju možemo razaznati na jeziku tijekom žvakanja uzorkovana isključivo od soli dodane proizvodu
<b>Slatko</b>	Percepcija slatkoće koju možemo razaznati na jeziku tijekom žvakanja povezana sa slatkim sastojcima aminokiselina i natrij glutaminata
<b>Ukusan (umami)</b>	Percepcija slatkoće koju možemo razaznati na jeziku tijekom žvakanja povezana s prisutnošću aminokiselina i masnoća
<b>Kiselo</b>	Percepcija kiselosti koju možemo razaznati kao elektricitet koji struji jezikom
<b>Gorko</b>	Osnovni okus koji možemo razaznati na jeziku povezan s kofeinom i/ili L-triptofanom

Tablica 9. Pojmovi senzorske analize za teksturu

<b>Tvrdoća</b>	Napor potreban za žvakanje tkiva i pretvaranje uzorka za postizanje topljivosti. Mehaničko svojstvo krutih tijela, otpor koji pružaju rezanju, dodiru i obrađivanju.
<b>Topivost</b>	Razina topivosti tijekom žvakanja

Tablica 10. Pojmovi senzorske analize za biokemijsko ( nepoželjna svojstva)

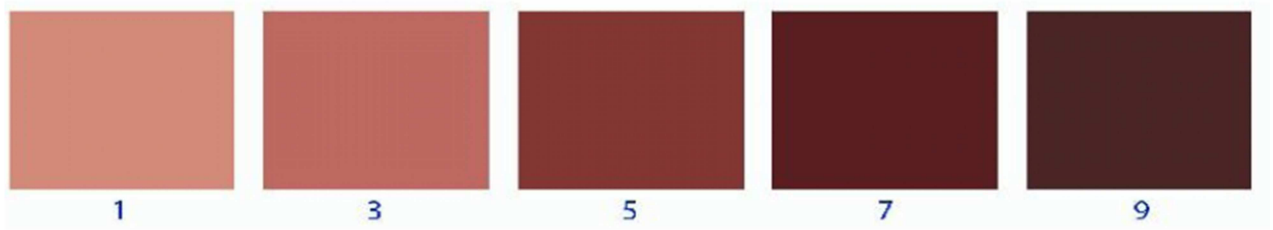
<b>Fermentirano</b>	Prepoznatljiv okus i miris mliječno kisele fermentacije u anaerobnim uvjetima (sir, maslac), ili prepoznatljiv okus i miris kvarenja usljed procesa gnjiljenja mesa uzrokovana bakterijama kvarenja.
<b>Po zemlji</b>	Okus i miris proizvoda po vlažnoj zemlji.
<b>Pljesniv</b>	Prepoznatljiv okus i miris proizvod koji je određeno vrijeme čuvan u prevlažnim uvjetima, te je na njemu došlo do značajnijeg razvoja plijesni i kvasaca.
<b>Životinjsko</b>	Prepoznatljiv okus i miris proizvoda uzrokovan staništem životinja, koža ili dlaka životinja, spolni miris.
<b>Melasa</b>	Miris koji podsjeća na melasu. Svojtven oštar miris po sumporu i/ili karamelizirani karakter.
<b>Užegao</b>	Prepoznatljiv okus i miris masti koja je bila izložena oksidativnom procesu
<b>Metalan</b>	Okus koji podsjeća na metal. Nastaje tijekom zrenja kao posljedica prenaplašene proteolize bjelančevina mesa, rezultira porastom koncentracije dušičnih spojeva male molekulske mase.

### 3.2.15.5. **Trening ocjenjivača – korištenje nestrukturirane linijske skale**

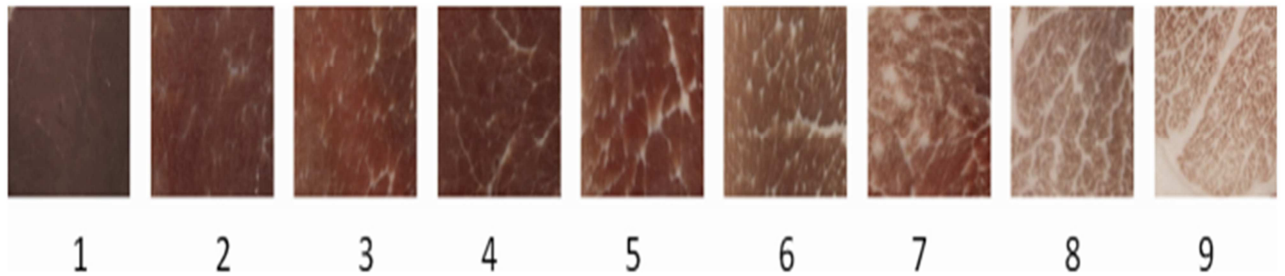
Reference se koriste za ilustraciju maksimalnog intenziteta tvrdoće i topivosti su one koje su opisali Guerrero i sur. (2005).

#### 3.2.15.5.1. *Reference svojstva izgleda*

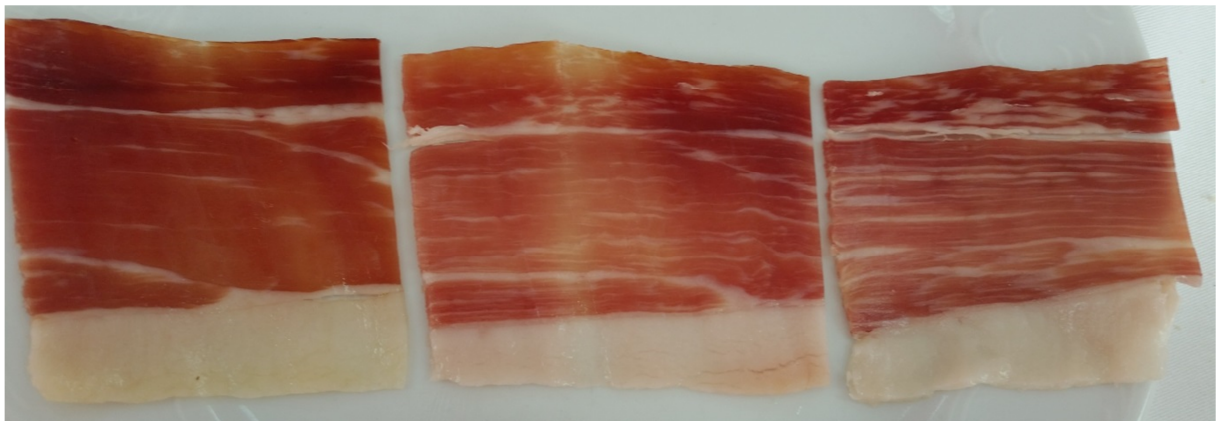
Korištene su fotografske slike referentne ljestvice za svojstvo izgleda pršuta dobivene metodologijom prema Guerrero i sur. (2005). Ljestvice koje odgovaraju sljedećim vizualnim svojstvima: svjetlo-tamna boja mišićnog tkiva, intramuskularna masnoća, žuta boja masnoća, ružičasta boja masnoća, siva boja masnoća, navedene su na slikama 28, 29 i 31.



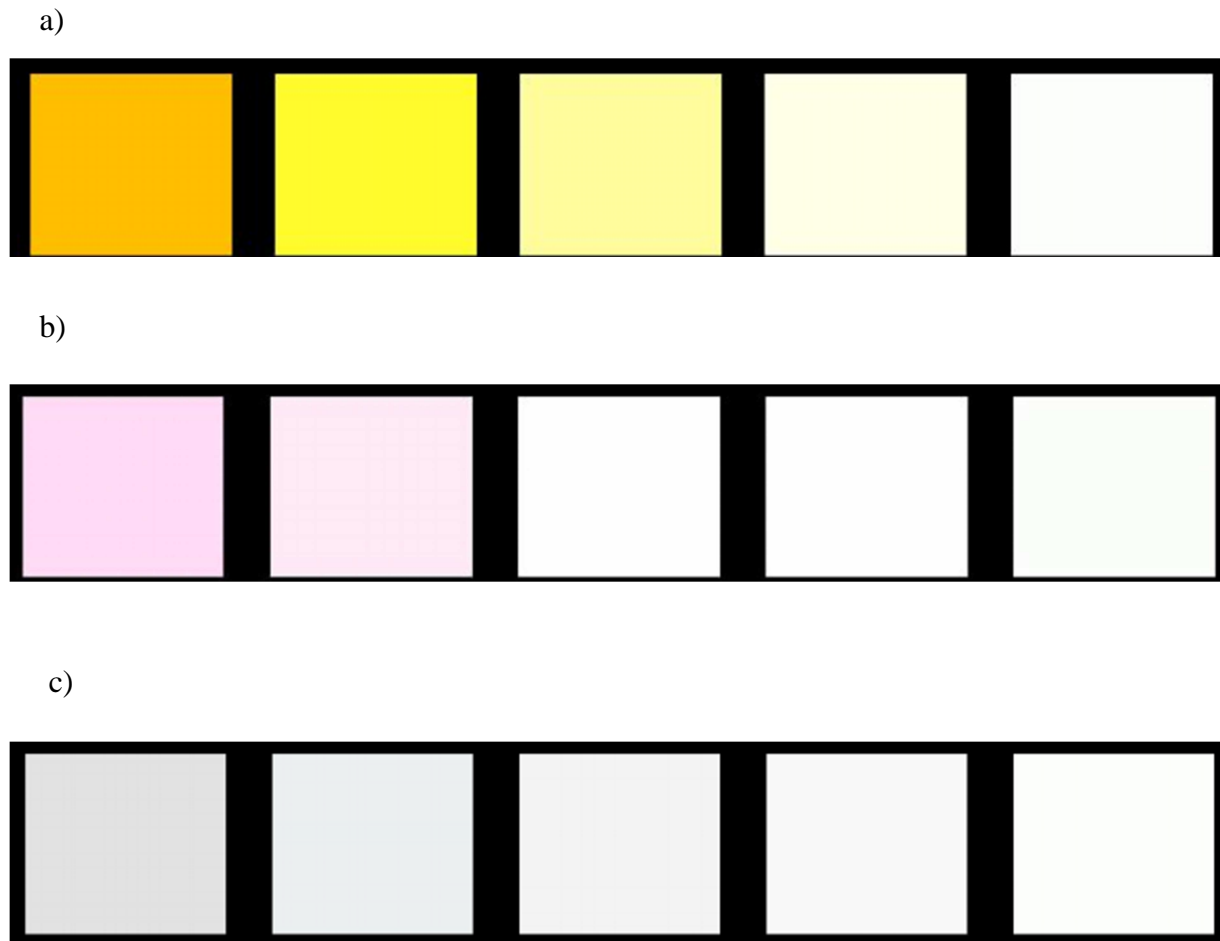
Slika 28. Svjetlo-tamna boja mišičnog tkiva (Guerrero i sur., 2005)



Slika 29. Referenta skala mramoranosti (Muñoz i sur., 2015)



Slika 30. Skala mramoranosti (lijevo = slaba, u sredini = srednja, desno = jaka)



Slika 31. Ljestvice koje odgovaraju sljedećim vizualnim atributima: a ) žuta boja masnoća, b) ružičasta boja masti, c) siva boja masnoća 1-9, ocijenjeno prema pozitivnom svojstvu (Guerrero i sur., 2005).

#### 3.2.15.5.2. Reference svojstva okusa (slatko, slano, gorko)

Reference za osnovne okuse vodenim otopinama šećera, soli i L-triptofana za svojstva percepcije senzornih svojstava: slatko, slano i gorko, u skladu sa standardom ISO metodom (1991). U tablicama 11-13., detaljno su opisane koncentracije šećera, soli i L-triptofana kao i intenziteti za ujednačavanje rada ocjenjivača i panela (slike 32-34).

Tablica 11. Referenti intenzitet za slatko ( Guerrero i sur. ,2005)

Masa (g) šećera na 1l	Bodovi (intenzitet)
2,6	3
7,2	7



Slika 32. Otopine intenziteta za primjenu triangl testa, svojstvo slatko

Tablica 12. Referenti intenzitet za slano (Guerrero i sur., 2005)

Masa (g) NaCl na 1l	Bodovi (intenzitet)
6	3
10	5
20	8



Slika 33. Otopine intenziteta za primjenu triangl testa, svojstvo slano

Tablica 13. Referenti intenzitet za gorko (Guerrero i sur., 2005)

Masa (g) l-triptofana na 1l	Bodovi (intenzitet)
1	6
2	10



Slika 34. Otopine različitih intenziteta za primjenu triangl testa, svojstvo gorko

### 3.2.15.6. Kvantitativna deskriptivna metoda

Senzorska analiza provedena je od strane panela (8 ocjenjivača). Primijenjena je deskriptivna metoda određivanja profila. Preliminarni treninzi koristili su osjetilnu karticu koja obuhvaća 9 devet svojstava (Andrés i sur., 2004, Guardia i sur., 2010, Parolari, 1994, Resano i sur., 2010, Virgili i Schivazappa, 2002).

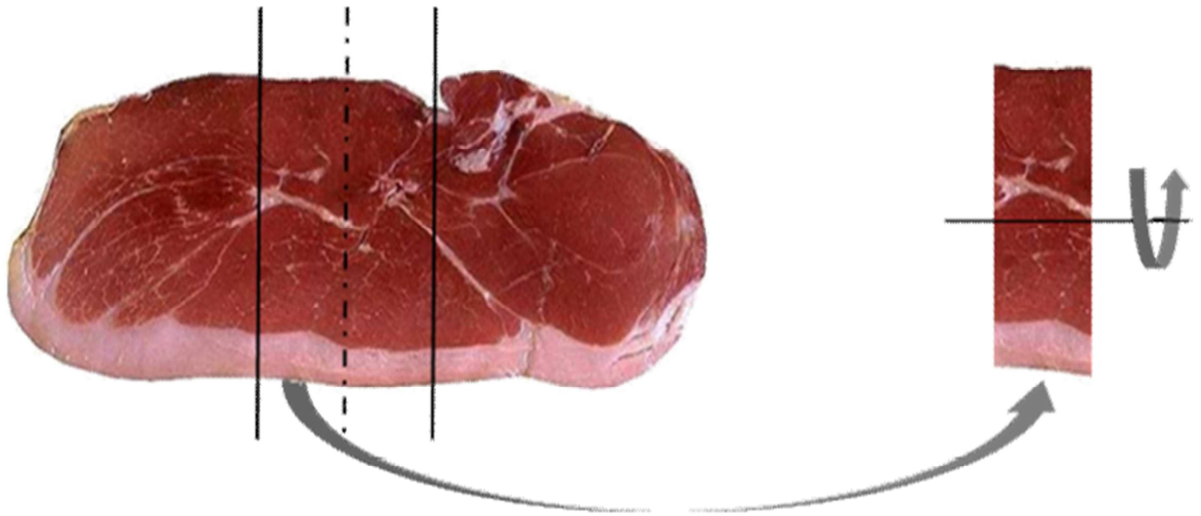
Točnost i ponovljivost panela ispitana je pomoću softvera *PanelCheck* (verzija 2, 1991, Free Software Foundation, Inc., MA, SAD). Svaki uzorak se sastojao od dva nareška 1,5 mm debljine, dobivenih pomoću električnog aparata za rezanje nekoliko minuta prije početka testiranja. Panel je bio upućen na procjenu cijelog komada (uključujući 1 cm potkožne masti).

Uzorci su predstavljani na sobnoj temperaturi (20-22 ° C). Panel je proveo 24 sjednice s ponavljanjima, ukupno 48 uzoraka (4 uzorka po sjednici, slučajnim odabirom uz 1 kontrolni uzorak). Ponovljivost ocjenjivanja provjerena je kontrolnim uzorkom u svakoj sjednici. Uzorci su kodirani s tri nasumična broja te su predstavljani ocjenjivačima uzimajući u obzir balansiranje prvog reda i učinaka prijenosa što je više moguće u skladu s MacFie i sur. (1989).

Svako svojstvo je ocjenjivano na nestrukturiranoj linijskoj skali 0-10 cm intenziteta (0 = potpuni izostanak svojstva, 10 = maksimalna percepcija svojstva), na cijelom narešku pršuta uključujući 1 cm potkožnog masnog tkiva (Buscailhon i sur., 1994, Arnau i sur., 2011). Prethodna priprema uzorka uzeta u cjelini prije procjene atributa teksture.

Narezak se rezao u središnjem dijelu nakon uzdužne osi, a na obje strane osi se uzeo dio od 2 cm (jedan za procjenu mirisa / okusa, a drugi za teksturu). Uzorak za teksturu je savijen po njegovoj poprečnoj osi i zatim procijenjena svojstva teksture (slika 35).

Svi pršuti su ocijenjeni iz nareška izrezanog s istog anatomskog područja. Ocjenjen je: intenzitet boje mišićnog i masnog tkiva, ujednačenost boje, količina intramuskularne masti (mramoriranost), vlažnost površine, pokrivenost kristalima tirozina, intezitet mirisa, kod aromatičnih pršuta i aromatičnost, tvrdoću, topivost, slanoću, slatkoću, kiselost, umami (ukusnost), gorčinu, po mesu, biljno, prodimljenost, biokemijske parametre (užeglost, pljesnivost, po zemlji, životinjsko, trulo jaje, upaljenost). Razvijen i korišten je ocjenjivački listić prikazan na slici 36.



Slika 35. Anatomsko područje senzorna evaluacija za simulaciju uvjeta potrošnje (bez odvajanja mišića) (Guerrero i sur., 2005).



HRVATSKI VETERINARSKI INSTITUT	
ODJEL/PODRUŽNICA: VETERINARSKI ZAVOD SPLIT	LABORATORIJ ZA ANALITIČKU KEMIJU I REZIDUE S-3
Obrazac 1 S-3-SOP-126 OCJENJIVAČKI LISTIĆ SUHOMESNATI PROIZVODI	

**PERCEPCIJA MIRISA I OKUSA**

	0	BLAGO	SREDNJE	INTEZIVNO	10cm
<b>Intezitet mirisa</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
<i>Podcrtati dominantne percepcije</i>					
<b>Po mesu</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
	<small>(svježe meso-kiselo meso-sušeno meso-mast-ostalo)</small>				
<b>Dimljen</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
	<small>(dimljeno-izgoreno: meso na roštilju, pepeo, ugljen, dim, zapaljena guma)</small>				
<b>Začinjeno</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
	<small>(papar- češnjak-muškatni oraščić- klinčić- cimet- crvena papričica- ostalo)</small>				
<b>Biljno</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
	<small>(svježe bilje- kuhano- suho bilje- mahovina)</small>				
<b>Biokemijsko</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
	<small>(zemlja- pljesnivo- fermentirano: sir, maslac, octena kiselina, vinsko-amonijak- užešlo- melasa: trulo jaje, luk- mesni bujon- crijeva- koža- metalan- ostalo)</small>				

**PERCEPCIJA BOJE**

<b>Intezitet boje mišićnog tkiva</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
	<small>Ružičasta</small>		<small>tamno crvena</small>		
<b>Intezitet boje masnog tkiva</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
	<small>Žuta, roza, siva</small>		<small>Bijela</small>		
<b>Ujednačenost boje</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨

**PERCEPCIJA IZGLEDA**

<b>Mramorirano</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
	<small>prisutnost intramuskularne masnoće</small>				
<b>Vlažnost površine</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
	<small>razina vidljive vlažnosti (saja) na površini fete</small>				
<b>Kristali tirozina</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
	<small>&lt;3 kristala</small>		<small>iznad 10 kristala</small>		

**PERCEPCIJA OKUSA**

<b>Slano</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
<b>Slatko</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
<b>Umami (ukusno)</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
<b>Kiselo</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
<b>Gorko</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨

**PERCEPCIJA TEKSTURE**

<b>Tvrdoća</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
	<small>Mekan</small>		<small>Tvrđ</small>		
<b>Topivost</b>	----- ----- ----- ----- -----				⇨
	<small>Razina topivosti tijekom žvakanja</small>			<small>vrlo brza</small>	

Ime ocjenjivača: \_\_\_\_\_ Šifra uzorka: \_\_\_\_\_

Sjednica br. \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Napomene: \_\_\_\_\_

Pripremila: Sandra Petričević	Revizija: 01	Datum: 01.04.2015
-------------------------------	--------------	-------------------

Slika 36. Ocjenjivački listić za suhomesnate proizvode-pršuti

### 3.2.16. Statistička analiza i obrada podataka

Eksperimentalni podaci su obrađeni i interpretirani primjenom metoda temeljenih na zavisnosti, kao što su regresija, regresija parcijalnih najmanjih kvadrata (eng. "Partial Least Square Regression", PLSR), jednosmjernom analizom varijance ANOVA (eng. "one-way Analysis of Variance", ANOVA test) i međuzavisnosti kao što su jednostavna korelacija i analiza glavnih komponenata, PCA (eng. "Principal components analysis", PCA), uz razinu značajnosti 5% ( $P < 0,05$ ).

Primijenjeni su slijedeći programi:

- Microsoft Office 21, Microsoft Excel
- XLSTAT programa Excel (Microsoft, 2011).
- SPSS Version 9.0 programa (SPSS, Chicago, IL, USA)

Statistička analiza izvedena je pomoću XLSTAT programa Excel (Microsoft, 2011) s jednosmjernom ANOVA kako bi se utvrdile značajne razlike u sadržaju osnovnih fizikalno kemijskih komponenti, sastav slobodnih masnih kiselina, hlapivih komponenti i slobodnih aminokiselina između pršuta različitog proizvodnog procesa i zemljopisnog podrijetla. Analiza je provedena u triplikatu i normalnost podataka ispitana Kolmogorov-Smirnov testom prije ANOVA postupka. Analiza čimbenika je statistički postupak identificiranja međusobnih odnosa koje postoji među velikim brojem varijabli, tj. kako bi se utvrdilo kako su varijable povezane.

Primjenom programskog paketa PanelCheck (V1.3.2) obrađeni su rezultati ocjene senzorskih ocjenjivača i panela, ocijenila ponovljivost ocjenjivača i panela kod validacije metode i ispitivanja.

Primijenjene metode koristile su se s ciljem dobivanja odgovora na pitanje postoji li statistički značajna razlika istraživanih parametara procjene kvalitete istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta s obzirom na proces proizvodnje i zemljopisnu uvjetovanost.

## **4. REZULTATI**

Sukladno ciljevima disertacije provedena su slijedeća istraživanja:

- a) Određivanje osnovnog kemijskog sastava,
- b) Određivanje sastava masnih kiselina,
- c) Određivanje sastava hlapivih komponenti,
- d) Uvođenje, validacija i kvantifikacija sastava slobodnih aminokiselina i dipeptida,
- e) Uvođenje, validacija i kvantifikacija policikličkih aromatskih ugljikovodika,
- f) Uvođenje, validacija i primjena senzorskih analiza za suhomesnate proizvode.

#### 4.1. Fizikalno kemijske karakteristike istarskog, krčkog, dalmatinskog i drniškog pršuta

Poglavlje prikazuje rezultate osnovnih kemijskih ispitivanja, aktiviteta vode, određivanja natrijevog klorida, boje, sastava masnih kiselina, sastava amino kiselina, dipeptida (karnozina, anserina) i policikličkih aromatskih ugljikovodika,

Rezultati osnovnih kemijskih ispitivanja uključuju rezultate određivanja sadržaja vode, određivanja masti, određivanja proteina, neproteinskog dušika (NPN), indeksa proteolize (IP), pepela i pH.

##### 4.1.1. Osnovni kemijski sastav

Prikazani su rezultati kemijskih ispitivanja provedenih na *biceps femoris* mišiću ispitivanih pršuta (tablica 14).

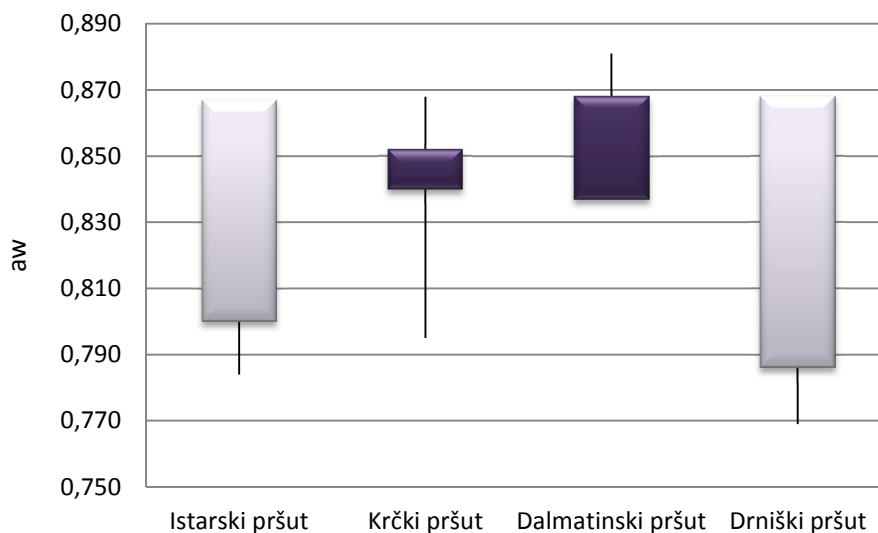
**Tablica 14.** Fizikalno kemijski sastav (srednja vrijednost  $\pm$  standardno odstupanje) u *biceps femoris* mišiću hrvatskih pršuta

	Istarski pršut	Krčki pršut	Dalmatinski pršut	Drniški pršut	<i>P</i> -vrijednost
Voda (g/100 g)	40,92 $\pm$ 1,07	41,82 $\pm$ 0,65	42,28 $\pm$ 1,81	39,02 $\pm$ 0,54	0,143
Proteini (g/100 g)	36,82 $\pm$ 1,42	31,11 $\pm$ 2,40	32,92 $\pm$ 1,00	34,55 $\pm$ 2,23	0,106
NPN (g/100g)	0,85 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	1,08 $\pm$ 0,14 <sup>b</sup>	1,09 $\pm$ 0,20 <sup>b</sup>	1,22 $\pm$ 0,18 <sup>b</sup>	0,006
IP (%)	14,56 $\pm$ 2,20 <sup>a</sup>	25,68 $\pm$ 1,33 <sup>b</sup>	20,95 $\pm$ 4,83 <sup>b</sup>	22,28 $\pm$ 3,32 <sup>b</sup>	0,000
Voda /proteini	1,10 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	1,49 $\pm$ 0,31 <sup>b</sup>	1,33 $\pm$ 0,23 <sup>b</sup>	1,27 $\pm$ 0,28 <sup>ab</sup>	0,021
Masti (g/100 g)	14,94 $\pm$ 1,78	18,79 $\pm$ 1,43	18,30 $\pm$ 31,47	19,24 $\pm$ 2,37	0,343
Pepeo (g/100g)	6,91 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>	9,31 $\pm$ 1,09 <sup>a</sup>	8,35 $\pm$ 1,30 <sup>b</sup>	8,09 $\pm$ 2,60 <sup>b</sup>	0,041
aw (20°C)	0,830 $\pm$ 0,01	0,850 $\pm$ 0,00	0,849 $\pm$ 0,02	0,822 $\pm$ 0,01	0,270
NaCl (g/100g)	5,76 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	7,01 $\pm$ 0,40 <sup>b</sup>	6,79 $\pm$ 0,24 <sup>b</sup>	6,48 $\pm$ 0,18 <sup>ab</sup>	0,022
pH	6,11 $\pm$ 0,19	6,04 $\pm$ 0,14	6,07 $\pm$ 0,13	6,12 $\pm$ 0,12	0,758

<sup>a,b,c</sup> Različite oznake u istom redu označavaju statistički značajnu razliku (Tukey test,  $P < 0,05$ )  
NPN – neproteinski dušik; IP-indeks proteolize

#### 4.1.2. Aktivitet vode ( $a_w$ -vrijednost)

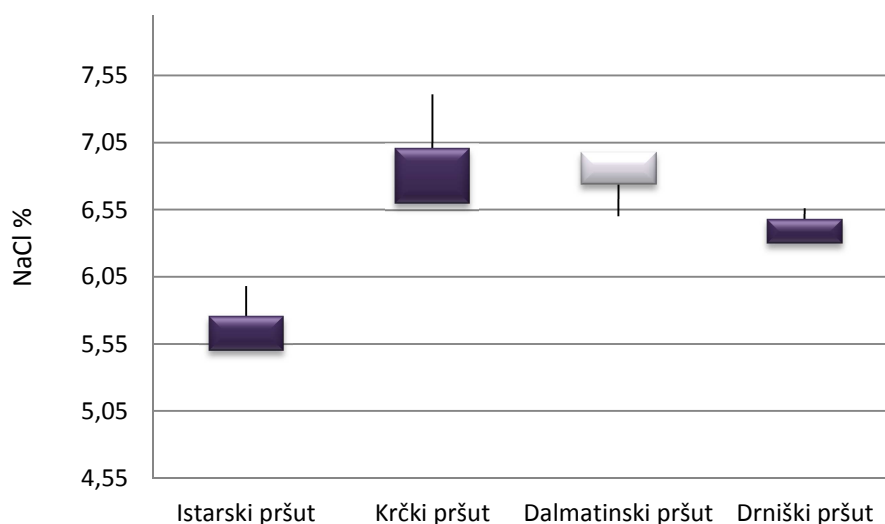
Rezultati određivanja  $a_w$  u ispitivanim pršutima u ovisnosti o procesu proizvodnje prikazani su u tablici 14. i slici 37. Prikazan je raspon dobivenih rezultata određivanja  $a_w$  vrijednosti.



**Slika 37.** Rezultati određivanja aktiviteta vode u različitim vrstama pršuta

#### 4.1.3. Udio soli NaCl

Udio NaCl u uzorcima pršuta prikazani su tablici 14. Na slici 38. prikazani su rasponi rezultata određenih udjela soli ispitivanih pršuta.



**Slika 38.** Rezultati određivanja udjela soli u različitim vrstama pršuta

#### 4.1.4. Boja

Rezultati određivanja boje su prikazani u tablici 15.

**Tablica 15.** Boja mišića *biceps femoris* (srednja vrijednost  $\pm$  standardno odstupanje) hrvatskih pršuta određena instrumentalno

	Istarski pršut	Krčki pršut	Dalmatinski pršut	Drniški pršut	<i>P-vrijednost</i>
L*	34,61 $\pm$ 0,93 <sup>a</sup>	35,97 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup>	44,23 $\pm$ 1,01 <sup>b</sup>	40,94 $\pm$ 2,30 <sup>b</sup>	0,000
a*	14,73 $\pm$ 0,95	13,14 $\pm$ 0,62	13,21 $\pm$ 0,83	13,66 $\pm$ 0,51	0,434
b*	10,20 $\pm$ 0,92	12,61 $\pm$ 0,47	13,20 $\pm$ 0,65	12,53 $\pm$ 0,89	0,052

#### 4.1.5. Sastav masnih kiselina

U istraživanju sastava masnih kiselina pršuta je identificirana 21 masna kiselina (tablica 16).

**Tablica 16.** Sastav masnih kiselina (srednja vrijednost± standardno odstupanje) u hrvatskim vrstama pršuta

	Istarski pršut	Krčki pršut	Dalmatinski pršut	Drniški pršut	<i>P-vrijednost</i>
C10:0	0,10±0,03	0,11±0,03	0,10±0,01	0,10±0,03	0,800
C12:0	0,08±0,04	0,10±0,01	0,10±0,03	0,09±0,01	0,495
C14:0	1,44±0,15	1,50±0,08	1,38±0,18	1,40±0,18	0,569
C16:0	24,00±1,68	26,04±2,01	24,99±2,08	26,76±3,94	0,289
C16:1n7t	0,34±0,07	0,32±0,05	0,29±0,03	0,25±0,08	0,089
C16:1n7c	3,05±0,60 <sup>a</sup>	2,85±0,45 <sup>ab</sup>	2,40±0,48 <sup>b</sup>	2,33±0,51 <sup>b</sup>	0,042
C17:0	0,24±0,03	0,39±0,16	0,29±0,06	0,27±0,09	0,086
C17:1	0,27±0,03	0,33±0,18	0,25±0,03	0,22±0,07	0,268
C18:0	11,54±1,78 <sup>a</sup>	12,60±2,07 <sup>ab</sup>	14,09±2,19 <sup>bc</sup>	14,90±1,74 <sup>c</sup>	0,016
C18:1n9t	0,14±0,11	0,20±0,36	0,14±0,13	0,14±0,12	0,952
C18:1n9c	45,39±2,58 <sup>a</sup>	40,61±3,36 <sup>b</sup>	42,35±1,67 <sup>b</sup>	40,43±3,53 <sup>b</sup>	0,013
C18:1n7	4,14±0,48 <sup>a</sup>	3,35±0,68 <sup>b</sup>	3,10±0,35 <sup>b</sup>	2,87±0,32 <sup>b</sup>	0,001
C18:2n6t	0,12±0,10	0,04±0,06	0,02±0,06	0,02±0,05	0,065
C18:2n6c	7,56±1,58	7,93±2,15	8,56±3,28	7,36±5,00	0,924
C18:3n3	0,33±0,14	0,35±0,12	0,50±0,19	0,37±0,30	0,456
C20:0	0,19±0,04	0,16±0,09	0,22±0,02	0,22±0,04	0,121
C20:1n9	1,00±0,19	0,75±0,22	0,80±0,11	0,80±0,12	0,075
C20:2n6	0,43±0,10	0,36±0,09	0,43±0,17	0,38±0,29	0,848
C20:4n6	0,26±0,05	0,15±0,05	0,20±0,12	0,14±0,12	0,082
C23:0	N.D.	0,62±0,62	0,15±0,24	1,60±1,00	0,205
C24:1n9	N.D.	0,43±0,37	0,17±0,26	0,31±0,28	0,076
SFA	37,45±2,59	42,56±3,83	41,40±4,31	44,58±7,08	0,098
MUFA	54,53±2,88	51,65±3,67	51,53±3,27	49,68±4,86	0,196
PUFA	8,70±1,76	8,84±2,31	9,75±3,77	8,29±5,74	0,919
PUFA/SFA	0,23±0,05	0,21±0,07	0,24±0,11	0,20±0,15	0,891
∑ n3	0,33±0,14	0,35±0,12	0,53±0,24	0,39±0,35	0,465
∑ n6	7,94±1,56	8,12±2,13	8,80±3,40	7,52±5,12	0,927
n6/n3	28,32±14,14	24,20±4,80	17,25±4,36	21,08±6,22	0,165

Maseni udio masnih kiselina izražen je kao udio ukupnih masnih kiselina N.D. – nije detektirano

<sup>a,b,c</sup> Različite oznake u istom redu označavaju statistički značajnu razliku (Tukey test,  $P < 0,05$ )

SFA zasićene masne kiseline, MUFA jednostruko nezasićene masne kiseline, PUFA višestruko nezasićene masne kiseline

#### 4.1.6. Hlapivi spojevi

Tijekom provedenog istraživanja identificirano je 149 hlapivih spojeva (tablica 17.) i 15 spojeva je kvantificirano (tablica 18).



**Tablica 17.** Sadržaj (srednja vrijednost ± standardno odstupanje) hlapivih spojeva (postotak ukupne površine) u hrvatskim vrstama pršuta

Hlapivi spojevi	RI	Kovats RI (LRI-KI Lit.)	Istarski pršut	Krčki pršut	Dalmatinski pršut	Drniški pršut	Identifikacija	<i>P-vrijednost</i>
<i>Aldehidi</i>								
3-Metilbutanal	650	655 (642-666)	0,16±0,07	0,48±0,23	0,11±0,02	0,39±0,13	MS, RI	0,203
2-Metilbutanal	656	665 (640-670)	0,22±0,09	0,33±0,04	0,14±0,02	0,51±0,20	MS, RI	0,134
Pentanal	715	699	0,69±0,20 <sup>b</sup>	0,90±0,15 <sup>b</sup>	0,58±0,16 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,003
Heksanal	802	813 (796-812)	6,66±1,20 <sup>b</sup>	8,18±0,49 <sup>b</sup>	4,99±0,96 <sup>ab</sup>	2,54±0,71 <sup>a</sup>	MS, RI	0,002
Heptanal	904	901 (899-907)	3,95±0,88 <sup>b</sup>	2,81±0,34 <sup>ab</sup>	1,98±0,56 <sup>ab</sup>	1,13±0,30 <sup>a</sup>	MS, RI	0,014
Benzaldehid	967	963 (953-965)	7,28±1,36	3,98±0,71	8,94±1,68	9,55±2,05	MS, RI	0,077
Oktanal	1006	1006	4,73±0,33 <sup>b</sup>	6,49±0,84 <sup>b</sup>	3,94±0,72 <sup>ab</sup>	1,74±0,74 <sup>a</sup>	MS, RI	0,001
2,4-Heptadienal	1012	1000	N.D. <sup>a</sup>	0,39±0,06 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
2-Heksenal	1026	862 (848-860)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,42±0,14 <sup>b</sup>	MS, RI	0,001
Benzeneacetaldehyde	1045	1044	2,03±0,61	1,14±0,20	8,68±2,53	3,75±1,01	MS, RI	0,138
2E-Oktenal	1063	1060	1,67±0,28 <sup>b</sup>	2,25±0,11 <sup>b</sup>	0,97±0,18 <sup>a</sup>	0,44±0,18 <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Nonanal	1107	1104	8,78±0,61 <sup>b</sup>	6,98±0,09 <sup>ab</sup>	5,39±0,84 <sup>a</sup>	4,08±1,26 <sup>a</sup>	MS, RI	0,004
2-Nonenal	1163	1162	1,88±0,21 <sup>bc</sup>	2,20±0,16 <sup>c</sup>	1,11±0,34 <sup>ab</sup>	0,42±0,22 <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Dekanal	1206	1209	1,05±0,20 <sup>b</sup>	0,57±0,05 <sup>a</sup>	0,39±0,02 <sup>a</sup>	0,69±0,04 <sup>ab</sup>	MS, RI	0,003
2,4-Nonadienal	1215	1200	0,20±0,02	0,32±0,04	0,15±0,06	0,30±0,05	MS, RI	0,048
2E-Dekenal	1265	1250	2,47±0,45 <sup>bc</sup>	3,62±0,51 <sup>c</sup>	1,84±0,38 <sup>b</sup>	1,11±0,19 <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Dekadienal	1295	1297	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,34±0,07 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
2,4-Dekadienal	1320	1325	0,93±0,17 <sup>a</sup>	2,40±0,50 <sup>b</sup>	0,74±0,14 <sup>a</sup>	0,65±0,05 <sup>a</sup>	MS, RI	0,001
2-Undekanal	1365	(1353-1366)	1,07±0,46 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,85±0,10 <sup>ab</sup>	MS, RI	0,006
3-Dodeken-1-al	1466	1465	N.D. <sup>a</sup>	2,63±0,50 <sup>c</sup>	1,23±0,28 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Tetradekanal	1612	1618	0,24±0,07 <sup>ab</sup>	0,16±0,02 <sup>a</sup>	0,41±0,04 <sup>c</sup>	0,34±0,06 <sup>ab</sup>	MS, RI	0,013
Pentadekanal	1716	1711	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,47±0,06 <sup>b</sup>	0,34±0,07 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
Hexadekanal	1819	1819	1,84±0,31 <sup>a</sup>	1,48±0,43 <sup>a</sup>	6,05±1,09 <sup>b</sup>	5,29±1,47 <sup>b</sup>	MS, RI	0,004
9-Oktadekanal	1995	1985	0,13±0,05 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,26±0,04 <sup>c</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Oktadekanal	2023	2021	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,25±0,07 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
<i>Ukupno</i>			49,16±1,10	46,68±0,92	49,78±1,12	34,46±0,96		0,061

Hlapivi spojevi	RI	Kovats RI (LRI-KI Lit.)	Istarski pršut	Krčki pršut	Dalmatinski pršut	Drniški pršut	Identifikacija	P-vrijednost
<b>Fenoli</b>								
2-Metilfenol	1059	1072 (1042-1076)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	2,14±0,50 <sup>b</sup>	2,10±0,72 <sup>b</sup>	MS, RI	0,001
4-Metilfenol	1080	1075 (1074-1093)	1,24±0,58 <sup>ab</sup>	0,77±0,04 <sup>a</sup>	3,76±0,80 <sup>ab</sup>	4,10±1,35 <sup>b</sup>	MS, RI	0,020
2-Metoksifenol	1087	1088 (1087-1102)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	6,26±1,40 <sup>b</sup>	5,44±1,95 <sup>b</sup>	MS, RI	0,001
2-Etilfenol	1138	1146 (1138-1169)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,83±0,09 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
2,4-Dimetilfenol	1150	1156 (1150-1169)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,59±0,15 <sup>ab</sup>	1,12±0,35 <sup>b</sup>	MS, RI	0,001
4-Etilfenol	1168	1157 (1138-1169)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,27±0,09 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
3-Etilfenol	1170	1169	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,33±0,05 <sup>b</sup>	0,48±0,12 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
3,5-Dimetilfenol	1172	1168 (1169-1172)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,58±0,20 <sup>b</sup>	0,67±0,11 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
4-Metoksi-3-metilfenol	1176	1179	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,52±0,07 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
2-Metoksi-4-metilfenol	1180	1181	N,D <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	3,99±1,16 <sup>ab</sup>	6,93±2,06 <sup>b</sup>	MS, RI	0,001
2,3-Dimetilfenol	1184	1185 (1181-1190)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,31±0,11 <sup>b</sup>	v	MS, RI	0,001
3,4-Dimetilfenol	1192	1200 (1190-1200)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,39±0,09 <sup>b</sup>	0,63±0,13 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
2,3,6-Trimetilfenol	1231	1239 (1239-1246)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,28±0,02 <sup>b</sup>	0,39±0,09 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
2,4,6-Trimetilfenol	1272	1278	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.N.D. <sup>a</sup>	0,07±0,04 <sup>b</sup>	MS, RI	0,090
4-Etil-2-metoksifenol	1274	1285	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	2,65±0,47 <sup>ab</sup>	4,40±1,52 <sup>b</sup>	MS, RI	0,002
p-sec-Butilfenol	1316	1317	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,39±0,08 <sup>b</sup>	0,52±0,09 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
2,6-Dimetoksifenol	1347	1348	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	1,42±0,36 <sup>a</sup>	2,85±0,74 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
2-Metoksi-4-propilfenol	1363	1357	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,10±0,03 <sup>a</sup>	0,57±0,22 <sup>b</sup>	MS, RI	0,004
	<i>Ukupno</i>		1,24±0,00 <sup>a</sup>	0,77±0,00 <sup>a</sup>	23,98±0,73 <sup>b</sup>	31,03±0,89 <sup>b</sup>		0,000
<b>Alkoholi</b>								
1-Pentanol	773	783 (758-781)	0,73±0,15 <sup>b</sup>	0,47±0,10 <sup>ab</sup>	0,49±0,08 <sup>ab</sup>	0,32±0,06 <sup>a</sup>	MS, RI	0,072
2-Furanmetanol	862	866	N,D	N,D	0,29±0,14	0,18±0,10	MS, RI	0,078
1-Heksanol	872	878 (858-888)	0,24±0,08 <sup>b</sup>	0,33±0,04	0,33±0,06	0,25±0,09	MS, RI	0,706
Heptanol	980	968	1,50±0,35 <sup>ab</sup>	1,03±0,12 <sup>ab</sup>	0,75±0,27 <sup>ab</sup>	0,38±0,05 <sup>a</sup>	MS, RI	0,019
1-Okten-3-ol	988	982	4,80±0,84 <sup>b</sup>	6,40±0,56 <sup>b</sup>	4,60±1,47 <sup>ab</sup>	2,41±0,76 <sup>a</sup>	MS, RI	0,062
2-Etil-1-heksanol	1036	1038 (1031-1046)	0,64±0,16 <sup>b</sup>	0,77±0,09 <sup>b</sup>	0,98±0,09 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Benzil alcohol	1040	1052 (1024-1051)	0,64±0,20	1,71±0,25	0,79±0,12	1,42±0,67	MS, RI	0,173

Hlapivi spojevi	RI	Kovats RI (LRI-KI Lit.)	Istarski pršut	Krčki pršut	Dalmatinski pršut	Drniški pršut	Identifikacija	<i>P-vrijednost</i>
2-Okten-1-ol	1072	(1059-1073)	0,66±0,05 <sup>bc</sup>	0,82±0,04 <sup>c</sup>	0,58±0,10 <sup>b</sup>	N,D <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
1-Oktanol	1077	1083 (1064-1084)	2,47±0,37 <sup>b</sup>	2,13±0,34 <sup>b</sup>	2,21±0,35 <sup>b</sup>	1,12±0,10 <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Feniletil alcohol	1113	1118	0,43±0,08	0,33±0,04	0,59±0,09	0,51±0,22	MS, RI	0,546
1-Dodekanol	1273	(1255)	0,91±0,15 <sup>b</sup>	0,69±0,21 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
1-Oktadekanol	1414	1418	0,15±0,03 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
	<i>Ukupno</i>		13,44±0,57 <sup>b</sup>	14,67±0,75 <sup>b</sup>	11,60±0,55 <sup>b</sup>	5,46±0,34 <sup>a</sup>		0,000
<b><i>Terpeni</i></b>								
β-Myrcen	999	992 (980-999)	0,65±0,29 <sup>a</sup>	1,32±0,36 <sup>a</sup>	N.D. <sup>b</sup>	N.D. <sup>b</sup>	MS, RI	0,009
4-Caren	1016	1009	N,D <sup>a</sup>	0,16±0,02 <sup>a</sup>	N.D. <sup>b</sup>	N.D. <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
p-Cymen	1025	1028 (1022-1028)	0,22±0,07 <sup>a</sup>	0,16±0,02 <sup>a</sup>	N.D. <sup>b</sup>	N.D. <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
o-Cymen	1028	1030	0,77±0,25 <sup>a</sup>	0,88±0,29 <sup>a</sup>	N.D. <sup>b</sup>	N.D. <sup>b</sup>	MS, RI	0,004
Limonen	1031	1033 (1027-1035)	2,27±0,19 <sup>b</sup>	1,54±0,21 <sup>b</sup>	0,52±0,23 <sup>a</sup>	0,67±0,23 <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Eukaliptol	1033	1033	0,69±0,13 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Linalool	1100	1100	0,76±0,18	0,73±0,05	0,20±0,01	1,99±1,00	MS, RI	0,117
Terpinen-4-ol	1179	1177	0,68±0,19 <sup>a</sup>	0,24±0,06 <sup>a</sup>	N.D. <sup>b</sup>	N.D. <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
p-Cimen-8-ol	1188	1183	0,86±0,41 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,016
β-Citronellol	1193	1229	0,36±0,07 <sup>b</sup>	0,30±0,04 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Piperidin	1194	(1197)	0,90±0,15 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Geraniol	1253	1254	N,D <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,17±0,01 <sup>b</sup>	0,27±0,02 <sup>c</sup>	MS, RI	0,000
Piperonal	1334	1329	0,21±0,03 <sup>b</sup>	0,22±0,03 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
α-Copaen	1377	1379 (1374-1383)	0,40±0,08 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Cariofilen	1420	1425 (1414-1428)	0,41±0,15 <sup>b</sup>	0,21±0,06 <sup>ab</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,003
β-Selinen	1492	1486	0,27±0,06 <sup>b</sup>	0,45±0,09 <sup>c</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
	<i>Ukupno</i>		9,44±0,21 <sup>c</sup>	4,88±0,18 <sup>b</sup>	0,88±0,08 <sup>a</sup>	2,93±0,37 <sup>ab</sup>		0,000
<b><i>Aromatski ugljikovodici</i></b>								
Toluen	770	777 (758-780)	N.D. <sup>a</sup>	0,17±0,06 <sup>a</sup>	0,38±0,10 <sup>b</sup>	0,39±0,10 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
Etil-cikloheksan	832	888	N.D.	0,07±0,04	N.D.	N.D.	MS, RI	0,100
p-Ksilen	868	874 (860-878)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,06±0,02 <sup>b</sup>	MS, RI	0,007

Hlapivi spojevi	RI	Kovats RI (LRI-KI Lit.)	Istarski pršut	Krčki pršut	Dalmatinski pršut	Drniški pršut	Identifikacija	<i>P-vrijednost</i>
o-Ksilen	897	893 (890-905)	N.D. <sup>a</sup>	1,35±0,20 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
2,6-Dimetilpirazin	916	914 (910-926)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,35±0,17 <sup>b</sup>	MS, RI	0,017
Metoksi-fenil oksim	935	(909)	2,70±0,56 <sup>b</sup>	0,92±0,30 <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
2-Metoksi-3-metil-pirazin	972	972	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,52±0,05 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
2-Pentilfuran	994	993 (990-996)	N.D. <sup>a</sup>	1,32±0,36 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Trimetilpirazin	1001	1025 (1001-1014)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	1,85±0,53 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
1,2-Diklorobenzen	1030	1022	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,52±0,21 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,003
1,2-Dimetilpropil-cicloheksan	1050	1050	N.D. <sup>a</sup>	0,25±0,11 <sup>b</sup>	0,34±0,04 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,001
Butil-benzen	1058	(1018-1069)	N.D. <sup>a</sup>	0,18±0,01 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
1,2-Dimetoksi-benzen	1147	1147	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,93±0,20 <sup>b</sup>	1,05±0,13 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
1,3-Dimetoksi-benzen	1167	1167	0,35±0,05 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
4-Metil-1-(1-metiletil)-3-cicloheksen-1-ol	1180	1179	N.D. <sup>a</sup>	0,75±0,09 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
2-Pentilpiridin	1195	1192	N.D. <sup>a</sup>	0,59±0,05 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
2,4-Dimetoksitoluene	1237	(1237)	0,48±0,06 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,94±0,11 <sup>c</sup>	1,23±0,19 <sup>c</sup>	MS, RI	0,000
3,4-Dimetoksitoluene	1242	(1241)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,35±0,06 <sup>b</sup>	0,35±0,06 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
Ciklododekane	1243	1242	0,34±0,13 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,002
γ- Oktalaktone	1256	1261	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,16±0,02 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
1,2,3-Trimetoksibenzen	1306	1315	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,78±0,31 <sup>b</sup>	1,44±0,16 <sup>c</sup>	MS, RI	0,000
1,2,4-Trimetoksibenzen	1336	1331	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,08±0,03 <sup>a</sup>	0,24±0,04 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
Eugenol	1353	1357 (1352-1370)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,23±0,03 <sup>ab</sup>	0,65±0,24 <sup>b</sup>	MS, RI	0,003
1,2,3-Trimetoksi-5-metil-benzen	1407	1409 (1400-1499)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,81±0,16 <sup>b</sup>	1,09±0,11 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
Nonil-ciklopentan	1451	(1438)	0,28±0,05 <sup>a</sup>	N.D. <sup>b</sup>	0,06±0,00 <sup>a</sup>	0,24±0,04 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
Decil-ciklopentan	1545	1550	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,35±0,04 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
Undecil-ciklopentan	1657	(1636)	0,12±0,02 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
<i>Ukupno</i>			4,28±0,40 <sup>a</sup>	5,60±0,20 <sup>a</sup>	5,59±0,13 <sup>a</sup>	10,91±0,22 <sup>b</sup>		0,000

Hlapivi spojevi	RI	Kovats RI (LRI-KI Lit.)	Istarski pršut	Krčki pršut	Dalmatinski pršut	Drniški pršut	Identifikacija	<i>P-vrijednost</i>
<b><i>Alifatski ugljikovodici</i></b>								
2-Okten	813	812	N.D.	0,07±0,05	N.D.	N.D.	MS, RI	0,120
Dekan	1000	1000	N.D. <sup>a</sup>	1,08±0,16 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
3-Etil-2-metil-1,3-heksadien	1020	1030	N.D. <sup>a</sup>	0,26±0,02 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
5-Metiltridekan	1051	1052	N.D. <sup>a</sup>	1,43±0,13 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
9-Metil-5-undeken	1155	1158	0,72±0,21 <sup>b</sup>	0,32±0,02 <sup>ab</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,56±0,08 <sup>b</sup>	MS, RI	0,001
Dodekan	1200	1200	0,48±0,15 <sup>b</sup>	0,78±0,18 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,37±0,09 <sup>ab</sup>	MS, RI	0,002
Tridekan	1300	1300	0,32±0,08	0,34±0,07	0,14±0,02	0,24±0,02	MS, RI	0,062
3-Metil-tridekan	1371	1371	0,51±0,19 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,002
7-Heksadeaen	1392	1398	0,41±0,12 <sup>b</sup>	0,22±0,05 <sup>ab</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
2E-Tetradeken	1394	1414	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,20±0,02 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
Tetradekan	1400	1400	0,71±0,18	0,65±0,16	0,26±0,02	0,46±0,08	MS, RI	0,088
3-Heksadeken	1476	1486	0,27±0,07	0,36±0,07	0,46±0,05	0,50±0,09	MS, RI	0,109
1-Pentadeken	1493	1492	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,29±0,02 <sup>b</sup>	0,41±0,05 <sup>c</sup>	MS, RI	0,000
Pentadekan	1500	1500	0,62±0,11	0,72±0,20	0,54±0,08	0,55±0,09	MS, RI	0,746
3-Metil-pentadekan	1571	1572	0,15±0,02 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Heksadekan	1600	1600	0,12±0,02	0,13±0,02	0,11±0,01	0,17±0,04	MS, RI	0,443
1-Heptadeken	1694	(1673-1694)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,09±0,01 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Heptadekan	1701	1700	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,12±0,02 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
	<i>Ukupno</i>		4,31±0,09 <sup>b</sup>	6,37±0,17 <sup>c</sup>	1,90±0,07 <sup>a</sup>	3,59±0,07 <sup>ab</sup>		0,000
<b><i>Ketoni</i></b>								
2-Pentanon	697	690 (680-699)	0,18±0,12 <sup>b</sup>	0,27±0,17 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
2-Heptanon	891	893(889-898)	1,42±0,29 <sup>b</sup>	1,67±0,91 <sup>b</sup>	0,27±0,06 <sup>a</sup>	0,97±0,31 <sup>ab</sup>	MS, RI	0,004
1-Okten-3-on	983	980	0,32±0,12	0,37±0,14	0,37±0,16	0,23±0,09	MS, RI	0,410
2,5-Oktanedion	991	983	5,45±3,48 <sup>b</sup>	5,55±3,33 <sup>b</sup>	1,54±0,71 <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,001
5-Etilidihidro-2(3H)-furanon	1056	1056	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,57±0,32 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Acetofenon	1066	1078 (1062-1068)	0,58±0,15	0,29±0,06	0,40±0,14	2,24±1,11	MS, RI	0,072
8-Nonen-2-on	1085	1085	2,09±0,42 <sup>b</sup>	2,60±0,78 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,000

Hlapivi spojevi	RI	Kovats RI (LRI-KI Lit.)	Istarski pršut	Krčki pršut	Dalmatinski pršut	Drniški pršut	Identifikacija	<i>P-vrijednost</i>
2-Nonanon	1093	1102 (1091-1104)	2,85±0,50 <sup>bc</sup>	4,18±2,64 <sup>c</sup>	0,22±0,13 <sup>a</sup>	1,59±0,80 <sup>ab</sup>	MS, RI	0,004
2-Propilciklopentanon	1139	1191	0,52±0,10 <sup>c</sup>	0,26±0,08 <sup>b</sup>	N,D <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
3-Undekanon	1288	1283	N,D <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	0,22±0,03 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
2-Undekanon	1293	1296	N,D <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	0,38±0,04 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
5-Pentil-2(5H)-furanon	1338	1337	0,46±0,13 <sup>b</sup>	0,39±0,14 <sup>b</sup>	N,D <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Dihidro-5-pentil-2(3H)-furanon	1359	1363	0,34±0,04	0,31±0,05	0,21±0,01	0,35±0,04	MS, RI	0,107
6,10-Dimetil-5,9-undekadien-2-on	1448	1448	0,26±0,04 <sup>a</sup>	0,33±0,11 <sup>a</sup>	0,23±0,02 <sup>a</sup>	0,69±0,16 <sup>b</sup>	MS, RI	0,011
2,5-Cicloheksadiene-1,4-dion	1461	1466	0,19±0,04 <sup>b</sup>	0,25±0,03 <sup>b</sup>	N,D <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
5-Heptildihidro-2(3H)-furanon	1565	1573	0,31±0,06 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,21±0,09 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	MS, RI	0,001
2-Pentadekanon	1698	1698	N.D. <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	0,14±0,02 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
<i>Ukupno</i>			13,55±0,65 <sup>b</sup>	14,80±0,18 <sup>b</sup>	3,74±0,18 <sup>a</sup>	5,85±0,31 <sup>a</sup>		0,000
<b><i>Esteri</i></b>								
Etil oktanoat	1197	1198	0,33±0,05 <sup>ab</sup>	0,41±0,05 <sup>b</sup>	0,23±0,02 <sup>a</sup>	0,36±0,05 <sup>ab</sup>	MS, RI	0,056
Nonanil acetat	1308	1302	0,65±0,24 <sup>b</sup>	0,80±0,13 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Isoheksil heksanoat	1346	1329	0,35±0,08 <sup>c</sup>	0,17±0,04 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Butil butanoat	1373	1369	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,98±0,27 <sup>b</sup>	N,D <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Etil dekanooat	1395	1398	0,22±0,03 <sup>b</sup>	0,53±0,08 <sup>c</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	MS, RI	0,000
Dibutil glutarat	1577	1575	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,14±0,04 <sup>b</sup>	N,D <sup>a</sup>	MS, RI	0,001
Etil dodekanoat	1594	1593	N.D. <sup>a</sup>	0,11±0,02 <sup>b</sup>	0,07±0,01 <sup>b</sup>	0,13±0,03 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
Etil tetradekanoat	1794	1742	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	0,09±0,02 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
Isopropil miristat	1825	(1814-1832)	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	0,17±0,05 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
<i>Ukupno</i>			1,55±0,08 <sup>ab</sup>	2,03±0,11 <sup>b</sup>	1,42±0,17 <sup>ab</sup>	0,75±0,05 <sup>a</sup>		0,006
<b><i>Kiseline</i></b>								
Kaprilna kiselina	1181	1212 (1180-1203)	0,39±0,06 <sup>a</sup>	1,07±0,07 <sup>b</sup>	0,40±0,15 <sup>a</sup>	0,99±0,23 <sup>b</sup>	MS, RI	0,003
Dekanska kiselina	1367	1382 (1362-1387)	1,13±0,42 <sup>b</sup>	1,80±0,16 <sup>b</sup>	N,D <sup>a</sup>	1,76±0,15 <sup>b</sup>	MS, RI	0,000
4-Hidroksi-3-metoksi	1541	(1540-1627)	N,D <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	0,97±0,35 <sup>b</sup>	MS, RI	0,001

REZULTATI

Hlapivi spojevi	RI	Kovats RI (LRI-KI Lit.)	Istarski pršut	Krčki pršut	Dalmatinski pršut	Drniški pršut	Identifikacija	<i>P-vrijednost</i>
benzojeva kiselina								
Laurinska kiselina	1561	1568	N.D. <sup>a</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,11±0,02 <sup>b</sup>	0,17±0,02 <sup>c</sup>	MS, RI	0,000
2-Metil-propionska kiselina	1586	1588	0,29±0,10 <sup>b</sup>	0,15±0,08 <sup>ab</sup>	N,D <sup>a</sup>	N,D <sup>a</sup>	MS, RI	0,010
Tetradekanonska kiselina	1768	1767 (1760-1780)	0,16±0,04 <sup>a</sup>	0,15±0,02 <sup>a</sup>	0,16±0,02 <sup>a</sup>	0,33±0,04 <sup>b</sup>	MS, RI	0,001
n-Heksadeknonska kiselina	1947	1946 (1938-1949)	0,41±0,08 <sup>a</sup>	0,33±0,04 <sup>a</sup>	0,43±0,07 <sup>a</sup>	0,79±0,12 <sup>b</sup>	MS, RI	0,005
	<i>Ukupno</i>		2,38±0,16 <sup>b</sup>	3,49±0,29 <sup>b</sup>	1,10±0,07 <sup>a</sup>	5,02±0,23 <sup>c</sup>		0,000

<sup>a,b,c</sup> Različite oznake u istom redu označavaju statistički značajnu razliku (Tukey test,  $P < 0,05$ )

**Tablica 18.** Kvantifikacija (srednja vrijednost  $\pm$  standardno odstupanje) i opis mirisa za 15 hlapivih spojeva hrvatskih pršuta

Hlapivi spoj (mg/kg)	RI	Istarski pršut	Krčki pršut	Dalmatinski pršut	Drniški pršut	<i>P-vrijednost</i>	Granica detekcije (mg/kg) <sup>a</sup>	Opis
1-Pentanol	773	0,81 $\pm$ 0,19 <sup>b</sup>	0,67 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>	0,24 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	0,08 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,001	0,47 <sup>1</sup>	Pikantno, jako, balsamic <sup>1</sup>
Heksanal	802	1,13 $\pm$ 0,34 <sup>b</sup>	1,27 $\pm$ 0,19 <sup>b</sup>	0,36 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	0,13 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,002	0,08 <sup>1</sup>	Zeleno, travnato, masno <sup>1</sup>
2-Furanmetanol	862	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	2,04 $\pm$ 0,70 <sup>b</sup>	1,13 $\pm$ 0,21 <sup>ab</sup>	0,002	5,00 <sup>2</sup>	Pregoreno, blago <sup>2</sup>
2-Heptanon	891	0,07 $\pm$ 0,02 <sup>ab</sup>	0,01 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>	0,12 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,08 $\pm$ 0,02 <sup>ab</sup>	0,012	0,30 <sup>1</sup>	Začinjeno, žir, plavi sir <sup>1</sup>
Benzaldehid	967	0,28 $\pm$ 0,08	0,27 $\pm$ 0,07	0,11 $\pm$ 0,02	0,16 $\pm$ 0,03	0,109	0,06 <sup>1</sup>	Gorki bademi, prodoran <sup>1</sup>
1-Okten-3-ol	988	1,25 $\pm$ 0,34 <sup>ab</sup>	2,48 $\pm$ 0,60 <sup>c</sup>	0,36 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	0,16 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,001	0,00 <sup>1</sup>	Po gljivama, zemljano prašina <sup>1</sup>
Oktanal	1006	0,13 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	0,37 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	0,10 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	0,05 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,001	0,32 <sup>1</sup>	Po mesu, zeleno, svježe <sup>1</sup>
Limonen	1031	0,02 $\pm$ 0,00	0,02 $\pm$ 0,00	0,02 $\pm$ 0,01	0,01 $\pm$ 0,00	0,313	0,25 <sup>1</sup>	Po citrusu, svježe <sup>1</sup>
Benzil alkohol	1040	0,12 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	1,48 $\pm$ 0,43 <sup>b</sup>	0,13 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,98 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,000	0,62 <sup>4</sup>	Slatko, kuhane trešnje <sup>4</sup>
Benzenacetaldehide	1045	0,37 $\pm$ 0,06	0,44 $\pm$ 0,10	0,62 $\pm$ 0,27	0,39 $\pm$ 0,07	0,647	0,028 <sup>3</sup>	Cvjetno-ruže, po voću, oštro, zeleno, po medu <sup>2,3</sup>
1-Oktanol	1077	0,73 $\pm$ 0,20 <sup>b</sup>	0,77 $\pm$ 0,22 <sup>b</sup>	0,20 $\pm$ 0,07 <sup>ab</sup>	0,11 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,009	0,03 <sup>1</sup>	Masno, oštro <sup>1</sup>
4-Metilfenol	1080	4,66 $\pm$ 0,95 <sup>a</sup>	1,13 $\pm$ 0,18 <sup>ab</sup>	6,80 $\pm$ 2,06 <sup>b</sup>	5,92 $\pm$ 0,49 <sup>b</sup>	0,013	0,01 <sup>5</sup>	Izmet, štala <sup>5</sup>
2-Nonanon	1093	0,26 $\pm$ 0,08 <sup>ab</sup>	0,55 $\pm$ 0,15 <sup>b</sup>	0,01 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,16 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	0,006	0,10 <sup>1</sup>	Cvjetno, voćno, plavi sir <sup>1</sup>
Linalool	1100	0,04 $\pm$ 0,01 <sup>ab</sup>	0,03 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,01 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,09 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,007	0,006 <sup>6</sup>	Cvjetno, po citrusu <sup>4,6</sup>
Dekanal	1206	0,57 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>	0,62 $\pm$ 0,17 <sup>b</sup>	0,10 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	0,25 $\pm$ 0,06 <sup>ab</sup>	0,006	0,65 <sup>1</sup>	Po citrusu, vosak <sup>1</sup>

<sup>1</sup>García-González i sur., 2013; <sup>2</sup>Chen i sur., 2009; <sup>3</sup>Dong i sur., 2015; <sup>4</sup>Larsen i Poll, 1990; <sup>5</sup>Czerny i sur., 2008; <sup>6</sup>Larsen i Poll, 1992

<sup>a,b,c</sup> Različite oznake u istom redu označavaju statistički značajnu razliku (Tukey test,  $P < 0,05$ )

<sup>a</sup> Granica detekcije izražena je u mg/kg i izmjerena prema radu García-González i sur. (2013)

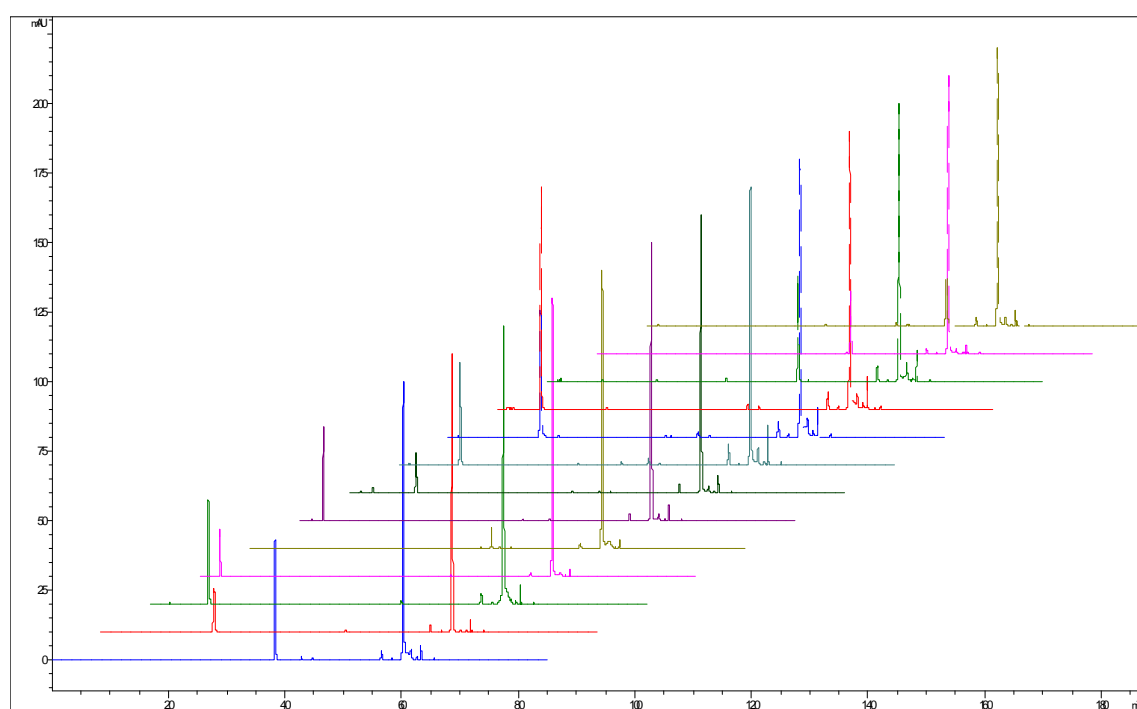


#### 4.1.7. Amino kiseline i dipeptidi

U istraživanju provedena je validacija metode, određivanje sastava amino kiselina i dipeptida,

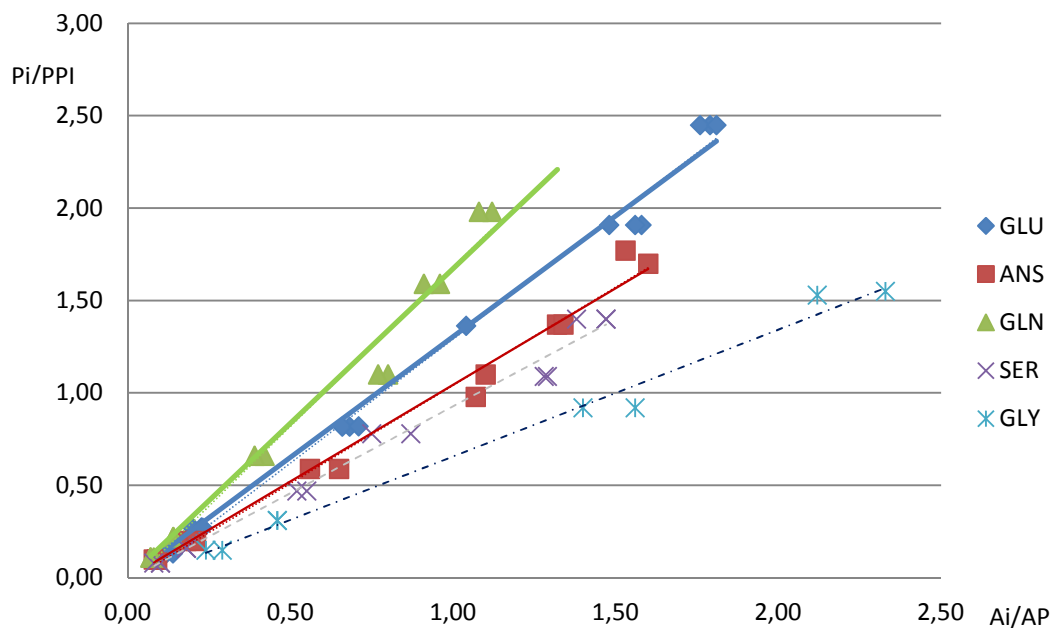
##### 4.1.7.1. Validacija metode

Identifikacija slobodnih aminokiselina odredila se usporedbom vremena zadržavanja (RT) s vremenom zadržavanja standarda pojedinačnog analita i internog standarda, uz toleranciju  $\pm 5,0\%$ , Kromatogram s vremenima zadržavanja (RT) standardne otopine amino kiselina i dipeptida prikazan je na slici 39.

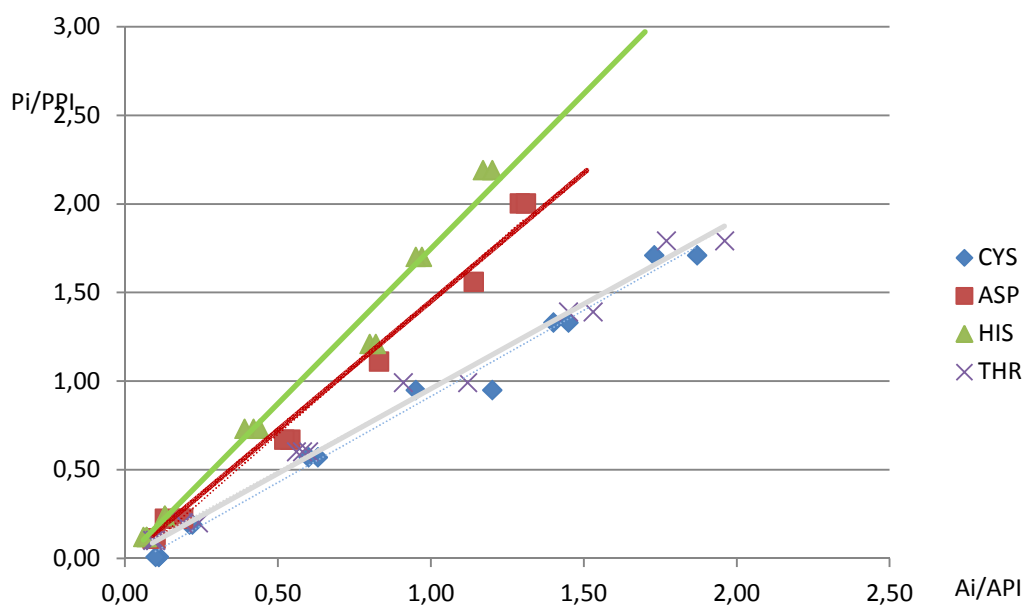


**Slika 39.** Identifikacija amino kiselina prema vremenu zadržavanja analita

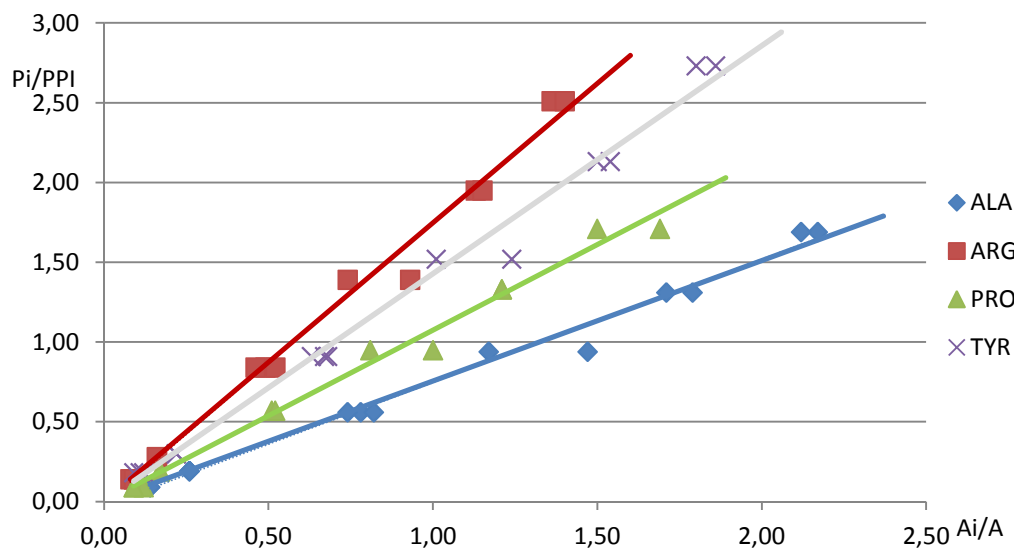
Linearnost (slike 40.-45.) je određena metodom najmanjih kvadrata, izračunat regresijski i korelacijski faktor između površine pika analita i koncentracije standarda



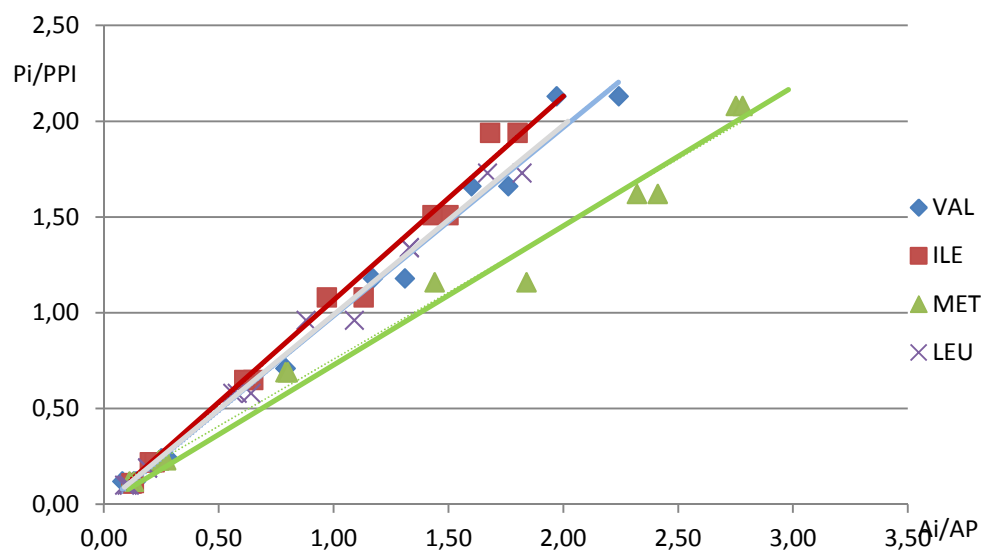
**Slika 40.** Kalibracijska krivulja s šest koncentracijskih nivoa: glutaminska kiselina, anserin, glicin, glutamin i serin



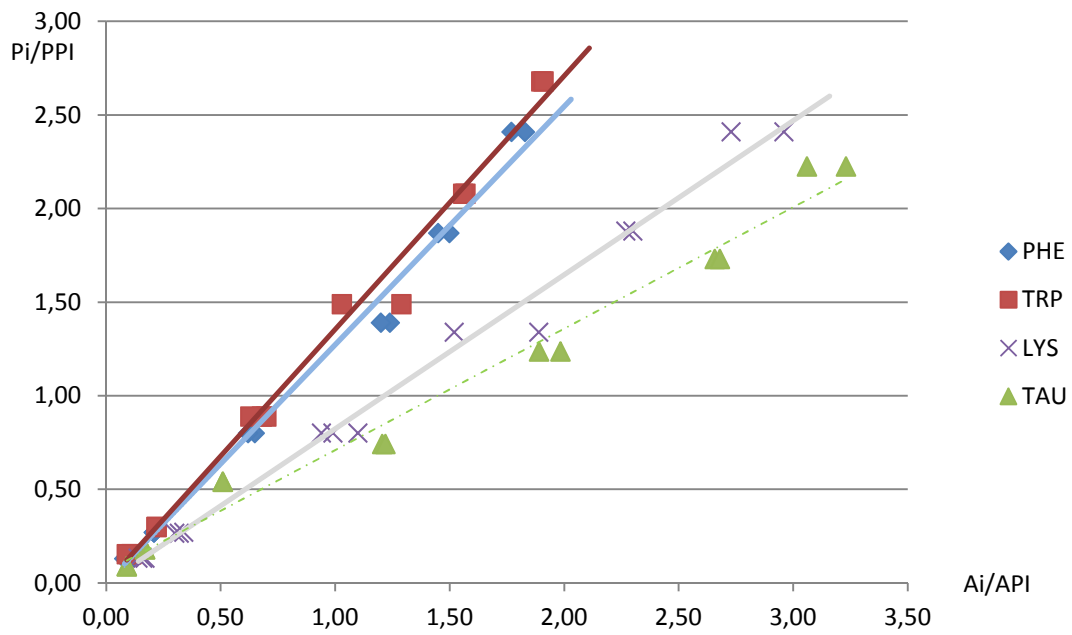
**Slika 41.** Kalibracijska krivulja s šest koncentracijskih nivoa: cistein, aspartamska kiselina, histidin i treonin



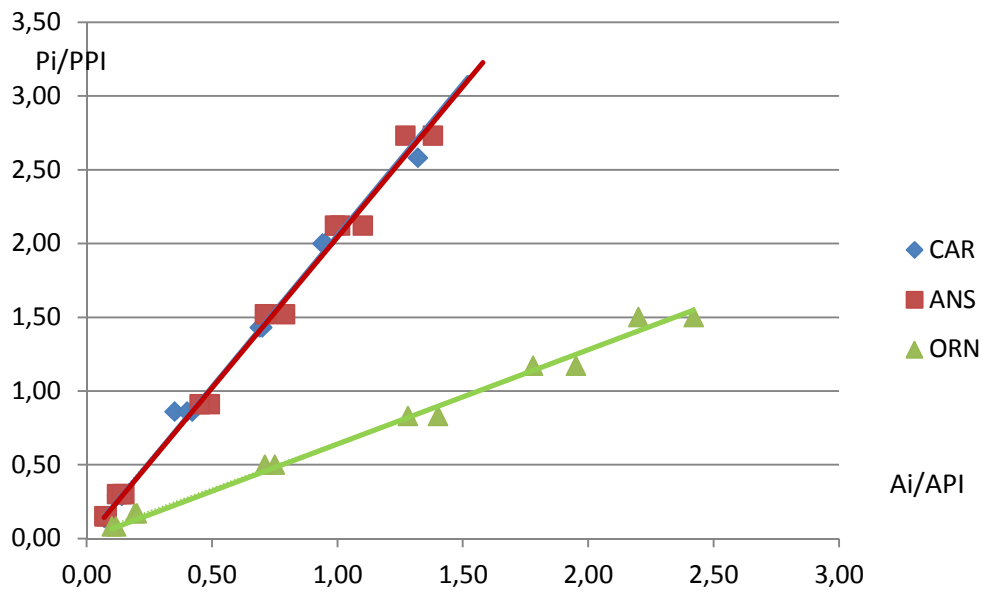
**Slika 42.** Kalibracijska krivulja s šest koncentracijskih nivoa: alanin, arginin, prolin i tirozin



**Slika 43.** Kalibracijska krivulja s šest koncentracijskih nivoa: valin, izoleucin, metioni i leucin

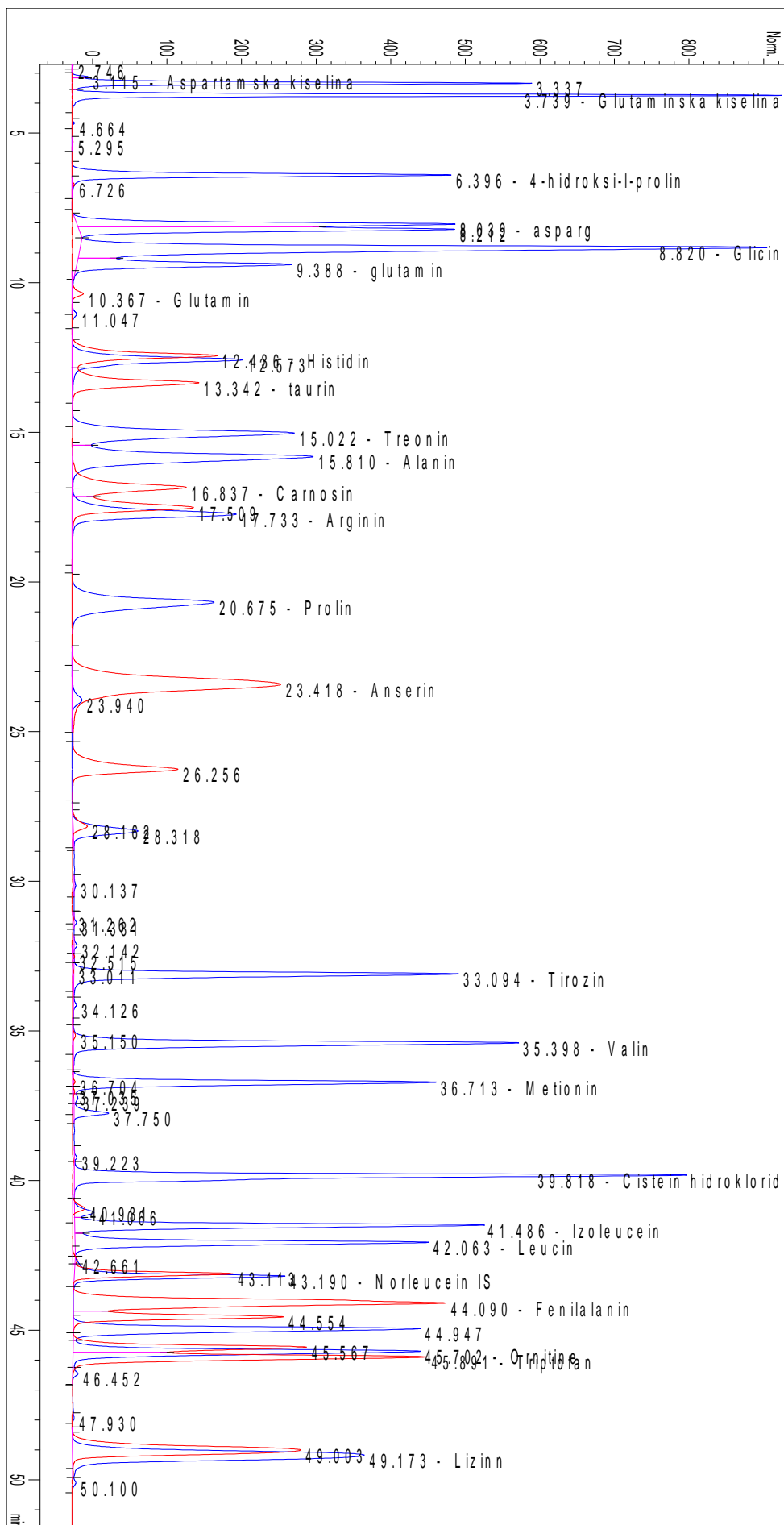


**Slika 44.** Kalibracijska krivulja s šest koncentracijskih nivoa: fenilalanin, triptofan, taurin i lizin



**Slika 45.** Kalibracijska krivulja s šest koncentracijskih nivoa: karnozin, anserin i ornitin

Slika 46. Kromatogram standardne otopine amino kiselina (plavo) i dipeptida (crveno) s vremenom zadržavanja (RT)



**Tablica 19.** Parametri linearnosti HPLC metode za određivanje amino kiselina u mesu i mesnim proizvodima

<b>Spoj</b>	<b>Oznaka</b>	<b>Područje linearnosti (µg/ml)</b>	<b>Jednadžba regresije</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Asparaginska kiselina</b>	ASP	7-132	1,505x-0,053	0,990
<b>Glutaminska kiselina</b>	GLU	9-162	1,341x-0,050	0,993
<b>Serin</b>	SER	5-93	0,917x-0,004	0,990
<b>Asparagin</b>	ASN	6-117	1,029x-0,015	0,975
<b>Glicin</b>	GLY	10-182	0,686x-0,036	0,997
<b>Glutamin</b>	GLN	7-131	1,721x-0,040	0,979
<b>Taurin</b>	TAU	4-78	0,538x-0,001	0,983
<b>β-alanin</b>	BALA	6-114	0,954x+0,024	0,981
<b>Histidin</b>	HIS	8-144	1,761x-0,012	0,985
<b>Treonin</b>	THR	7-118	0,937x+0,024	0,991
<b>Alanin</b>	ALA	6-111	0,773x-0,023	0,989
<b>Arginin</b>	ARG	9-166	1,768x-0,021	0,990
<b>Prolin</b>	PRO	6-113	1,073x+0,001	0,990
<b>Tirozin</b>	TYR	10-180	1,438x-0,013	0,990
<b>Valin</b>	VAL	8-144	0,998x-0,022	0,990
<b>Metionin</b>	MET	8-138	0,698x+0,059	0,987
<b>Izoleucin</b>	ILE	7-128	1,085x-0,024	0,992
<b>Leucin</b>	LEU	6-114	0,987x+0,002	0,992
<b>Fenilalanin</b>	PHE	9-159	1,286x-0,017	0,991
<b>Triptofan</b>	TRP	10-177	1,359x-0,007	0,991
<b>Ornitin</b>	ORN	8-147	0,649x+0,061	0,991
<b>Lizin</b>	LYS	9-159	0,828x-0,010	0,990

R<sup>2</sup> – koeficijent determinacije

**Tablica 20.** Parametri validacije HPLC metode za određivanje dipeptida u mesu i mesnim proizvodima

<b>Spoj</b>	<b>Oznaka</b>	<b>Područje linearnosti (µg/ml)</b>	<b>Jednadžba regresije</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<b>Karnozin</b>	CAR	9-170	2,018x+0,030	0,995
<b>Anserin</b>	AS	10-180	2,039x+0,003	0,994

R<sup>2</sup> – koeficijent determinacije

**4.1.7.2. Rezultati određivanja amino kiselina**

U provedenom istraživanju identificirane i kvantificirane su 21 slobodne amino kiseline (FAA).

**Tablica 21.** Sadržaj slobodnih amino kiselina (srednja vrijednost ± standardno odstupanje) mg/100g

FAA (mg/100g)	Oznaka	Istarski pršut	Krčki pršut	Dalmatinski pršut	Drniški pršut	P-vrijednost
Asparaginska kiselina	ASP	206,94 ±76,29 <sup>a</sup>	146,63 ±27,92 <sup>b</sup>	211,94 ±24,42 <sup>a</sup>	125,21±29,52 <sup>b</sup>	0,003
Glutaminska kiselina	GLU	368,58 ±47,1 <sup>a</sup>	227,91 ±58,25 <sup>b</sup>	471,76 ±176,20 <sup>a</sup>	225,96±39,84 <sup>b</sup>	0,000
Serin	SER	140,19 ±28,71 <sup>a</sup>	110,09 ±29,86 <sup>b</sup>	187,30 ±18,78 <sup>c</sup>	88,26±34,89 <sup>b</sup>	0,002
Asparagin	ASN	31,23 ±7,02	41,20 ±17,24	52,74 ±9,69	34,25±2,08	0,147
Glicin	GLY	136,02± 10,38 <sup>a</sup>	118,21 ± 34,40 <sup>b</sup>	174,65 ± 20,34 <sup>a</sup>	108,80±17,47 <sup>b</sup>	0,012
Glutamin	GLN	11,69 ± 0,94	12,42 ± 4,42	14,66 ± 1,33	9,73±4,07	0,089
β-alanin	BALA	7,87 ± 3,76 <sup>a</sup>	16,09 ± 9,08 <sup>b</sup>	18,97 ± 3,14 <sup>b</sup>	6,48±1,90 <sup>a</sup>	0,003
Taurin	TAU	39,11±7,87	34,31±7,75	35,38±7,75	21,84±8,53	0,825
Histidin*	HIS	116,04±13,56 <sup>a</sup>	121,04±57,77 <sup>a</sup>	122,87 ± 38,91 <sup>a</sup>	69,03±13,30 <sup>b</sup>	0,001
Treonin*	THR	70,08±13,05 <sup>a</sup>	58,50±6,59 <sup>b</sup>	78,78 ± 4,11 <sup>a</sup>	45,44±15,00 <sup>b</sup>	0,001
Alanin	ALA	98,44±14,87 <sup>a</sup>	73,35±25,21 <sup>b</sup>	147,10 ± 16,01 <sup>c</sup>	71,50±16,46 <sup>b</sup>	0,000
Arginin*	ARG	650,19±31,84 <sup>a</sup>	478,77±87,52 <sup>b</sup>	518,67± 177,16 <sup>b</sup>	425,80±79,78 <sup>b</sup>	0,002
Prolin	PRO	166,90±13,09 <sup>a</sup>	122,21±22,92 <sup>b</sup>	171,58± 21,53 <sup>a</sup>	109,21±21,53 <sup>b</sup>	0,000
Tirozin*	TYR	95,65±13,92 <sup>a</sup>	63,54±16,79 <sup>b</sup>	101,05 ± 33,59 <sup>a</sup>	64,98±15,91 <sup>b</sup>	0,009
Valin*	VAL	216,79±18,48 <sup>a</sup>	116,73±50,0 <sup>b</sup>	235,06 ± 27,11 <sup>b</sup>	135,64±17,44 <sup>b</sup>	0,001
Metionin*	MET	61,94±7,07 <sup>a</sup>	35,70±13,88 <sup>b</sup>	83,41 ±31,25 <sup>c</sup>	42,77±9,08 <sup>b</sup>	0,000
Izoleucin*	ILE	184,13±18,47 <sup>a</sup>	135,40±20,11 <sup>b</sup>	207,50 ± 70,75 <sup>a</sup>	125,73±23,78 <sup>c</sup>	0,000
Leucin*	LEU	125,93±21,42 <sup>a</sup>	162,56±41,95 <sup>b</sup>	320,99±102,33 <sup>c</sup>	179,63±24,93 <sup>b</sup>	0,002
Fenilalanin*	PHE	147,67±15,99 <sup>a</sup>	93,69±27,75 <sup>b</sup>	182,79 ± 64,92 <sup>a</sup>	103,41±21,34 <sup>b</sup>	0,000
Triptofan*	TRP	81,67±27,85 <sup>a</sup>	44,74±12,33 <sup>b</sup>	64,48 ± 24,97 <sup>a</sup>	67,86±28,40 <sup>a</sup>	0,015
Ornitin	ORN	N.D.	N.D.	14,55 ± 2,32 <sup>a</sup>	17,94±4,49 <sup>a</sup>	0,030
Lizin*	LYS	462,31±47,12 <sup>a</sup>	317,14±86,13 <sup>b</sup>	522,75 ± 24,05 <sup>a</sup>	334±61,53 <sup>b</sup>	0,001
Esencijalne amino kiseline	EAA	2388,84±233,73 <sup>a</sup>	2214,08±632,29 <sup>a</sup>	3215,27±424,32 <sup>a</sup>	1771,23±182,22 <sup>b</sup>	0,002
Ukupne amino kiseline	TAA	3289,26±796,86 <sup>ac</sup>	2404,38±771,53 <sup>bc</sup>	1935,64±432,92 <sup>b</sup>	2881,75±117,29 <sup>c</sup>	0,000

<sup>a,b,c</sup> Različite oznake u istom redu označavaju statistički značajnu razliku (Tukey test, P< 0,05)

\*Esencijalne masne kiseline



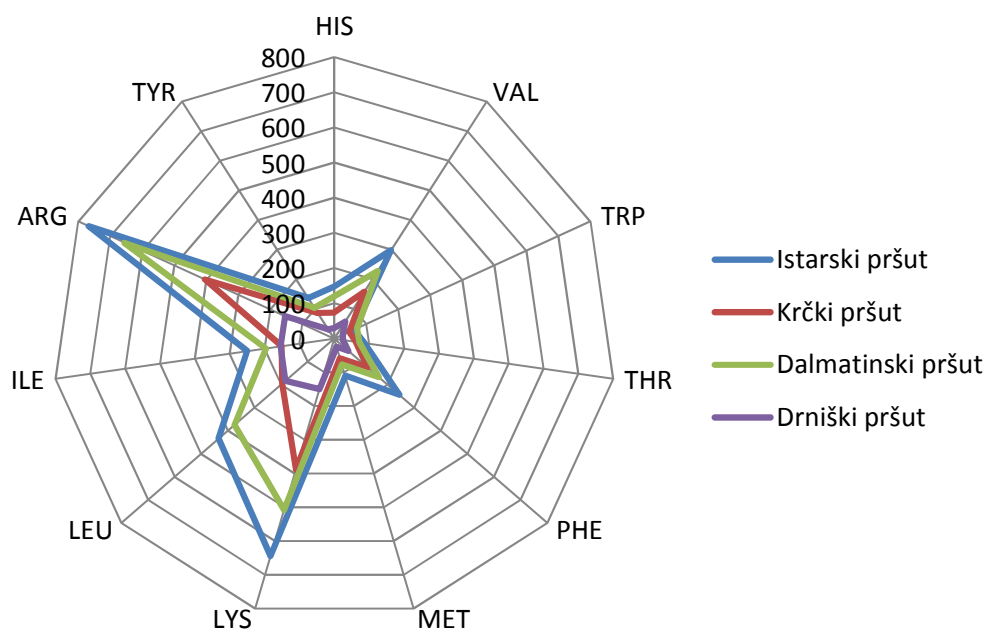
### 4.1.7.3. Rezultati određivanja dipeptida

U provedenom istraživanju kvantificirana su dva dipeptida: karnozin i anserin. Rezultati su prikazani u tablici 22.

**Tablica 22.** Sadržaj dipeptida (srednja vrijednost ± standardno odstupanje) mg/100g w/w

Dipeptidi (mg/100g)	Oznaka	Istarski pršut	Krčki pršut	Dalmatinski pršut	Drniški pršut	P-vrijednost
<b>Karnozin</b>	CAR	500,62±106,05	556,11±27,95	487,08 ±121,34	427,77±83,34	0,263
<b>Anserin</b>	AS	42,99±2,78	41,60±8,53	48,31 ±13,19	38,37±7,98	0,302

<sup>a,b,c</sup> Različite oznake u istom redu označavaju statistički značajnu razliku (Tukey test, P< 0,05)

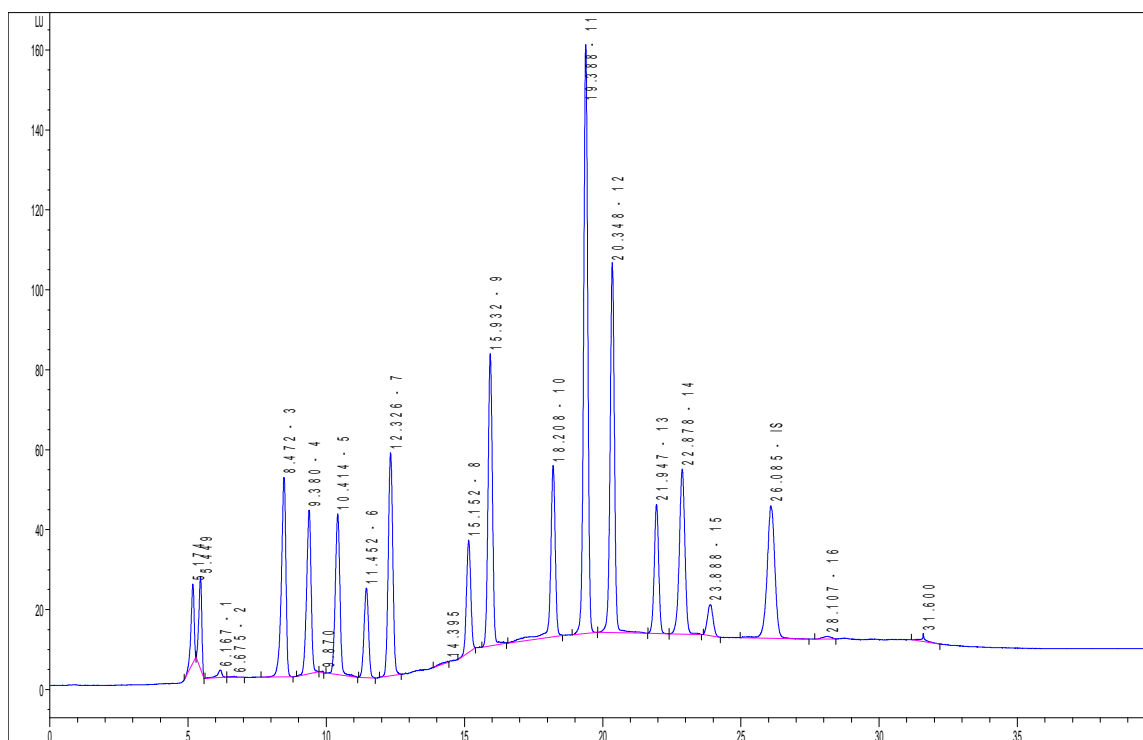


**Slika 47.** Profil esencijalnih amino kiselina (mg AA/100g) istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta

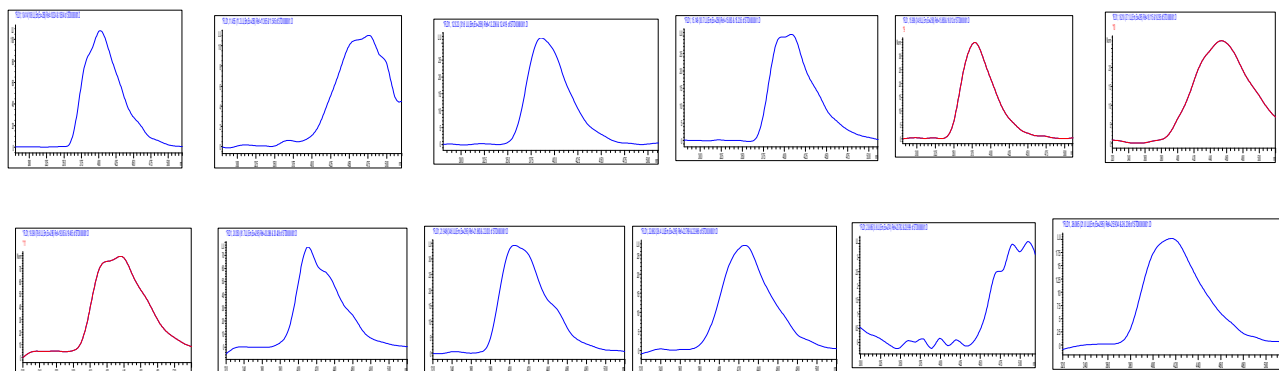
#### 4.1.8. Policiklički aromatski ugljikovodici

##### 4.1.8.1. Validacija metode

Validacija metode obuhvaća određivanje linearnosti metode, granica detekcije i kvantifikacije, selektivnosti, ponovljivosti pripreme i točnosti. Identifikacija pojedinačnih policikličkih aromatskih ugljikovodika odredila se usporedbom vremena zadržavanja (RT) s vremenom zadržavanja standarda pojedinačnog analita i internog standarda (slika 48.) uz toleranciju  $\pm 2,5 \%$  i usporedbom spektara fluorescencije s pozitivnim kontrolnim uzorkom i/ili snimljenim spektara (slika 49).

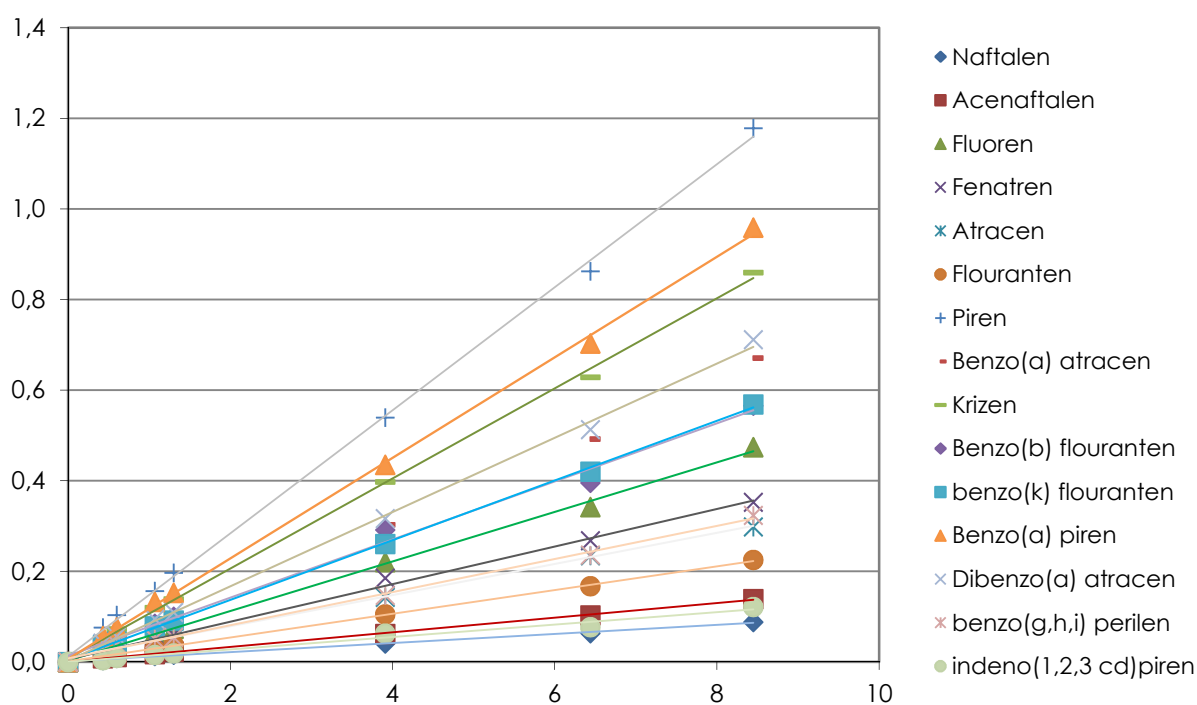


**Slika 48.** Kromatogram određivanja policikličkih ugljikovodika: (1) naftalen, (2) acenaftalen, (3) fluoren, (4) fenatren, (5) atracen, (6) flouranten, (7) piren, (8) benzo(a)atracen, (9) krizen, (10) benz(b)fluoranten, (11) benz(k)fluoranten, (12) benz(a)piren, (13) dibenzo(a)atracen, (14) benzo(g,h,i)perilen, (15) indeno(1,2,3 cd)piren, (IS) bezno(b)krizen



**Slika 49.** Snimljenji spektri pojedinačnog analita za potvrđivanje prisustva spektralnom analizom (navedeni redosljedom kojim se pojavljuju): fenatren, atracen, flouranten, piren, benzo(a)piren, krizen, benz (b) fluoraanten, benz (k) fluoranten, benz (a) piren, dibenzo (a) atracen, benzo (g,h,i) perilen i indeno (1,2,3 cd) piren

Linearnost (Slika 50.) je određena metodom najmanjih kvadrata, izračunat regresijski i korelacijski faktor između površine pika analita i koncentracije standarda,



**Slika 50.** Linearnost kalibracijskih pravca policikličkih aromatskih ugljikovodika koncentracije 0,25-20 µg/kg

**Tablica 23.** Parametri validacije HPLC metode za određivanje policikličkih aromatskih ugljikovodika u mesu i mesnim proizvodima

Spoj	Oznaka	Područje linearnosti pravca ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	Jednadžba regresije	$R^2$
Naftalen	Nap		$0,0100x+0,0013$	0,9994
Acenaftalen	Acel		$0,0165x-0,0005$	0,9996
Fluoren	Flu		$0,0576x-0,0041$	0,9996
Fenatren	Fen		$0,0485x-0,0099$	0,9975
Atracen	Ant		$0,0356x+0,0066$	0,9995
Flouranten	Fla		$0,0272x-0,0012$	0,9995
Piren	Py		$0,1365x+0,0085$	0,9997
Benzo(a) atracen	BaA	0,25-20	$0,0794x-0,0035$	0,9997
Krizen	Chr		$0,1011x+0,0022$	0,9997
Benzo(b) flouranten	BbF		$0,0749x-0,0123$	0,9970
benzo(k) flouranten	BkF		$0,0672+0,0010$	0,9998
Benzo(a) piren	BaP		$0,1121x+0,0018$	0,9997
Dibenzo(a) atracen	DbA		$0,0838x-0,0027$	0,9996
Benzo(g,h,i) perilen	DP		$0,0375x+0,0051$	0,9993
Indeno(1,2,3 cd)piren	IP		$0,0135x+0,0008$	0,9984

$R^2$  – koeficijent determinacije

#### 4.1.8.2. Rezultati određivanja policikličkih aromatskih ugljikovodika

U tablici 24. prikazani su rezultati određivanja policikličkih aromatskih ugljikovodika hrvatskih pršuta u uvjetima specifičnog procesa proizvodnje s fazama dimljenja (dalmatinski i drniški pršut) i soljenja primjenom začina (istarski i krčki pršut),

**Tablica 24.** Sadržaj (srednja vrijednost  $\pm$  standardno odstupanje) policikličkih aromatskih ugljikovodika ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) hrvatskih pršuta

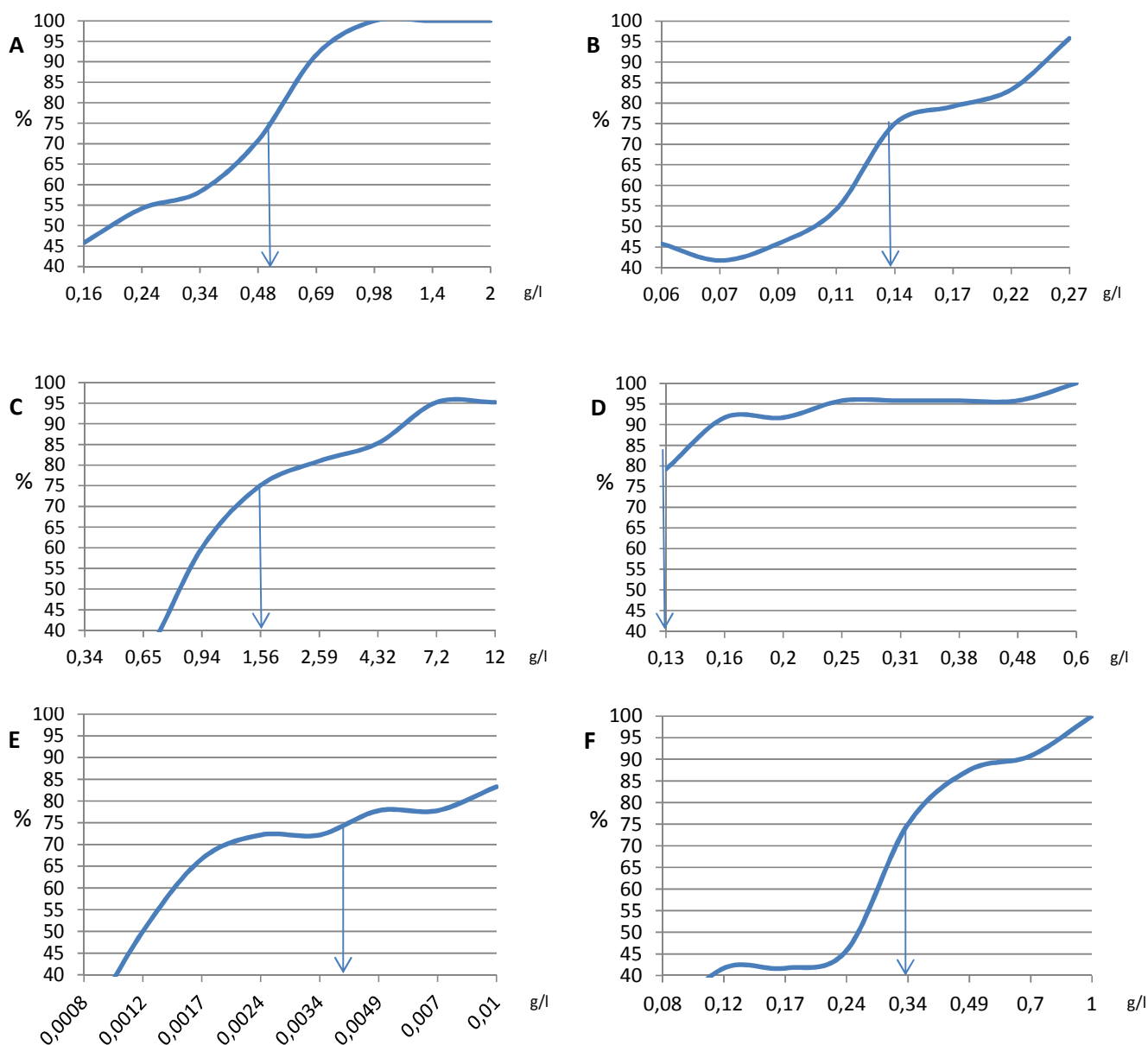
Spoj	Oznaka	Istarski pršut	Krčki pršut	Dalmatinski pršut	Drniški pršut	P-vrijednost
Naftalen	Nap	N.D. <sup>a</sup>	0,256 $\pm$ 0,089 <sup>b</sup>	N.D. <sup>a</sup>	0,141 $\pm$ 0,060 <sup>b</sup>	0,000
Fluoren	Acel	0,322 $\pm$ 0,030 <sup>a</sup>	0,156 $\pm$ 0,021 <sup>b</sup>	0,138 $\pm$ 0,0416 <sup>b</sup>	0,144 $\pm$ 0,012 <sup>b</sup>	0,002
Acenaftalen	Flu	3,952 $\pm$ 0,762 <sup>a</sup>	1,437 $\pm$ 0,188 <sup>b</sup>	1,407 $\pm$ 0,288 <sup>b</sup>	1,558 $\pm$ 0,149 <sup>b</sup>	0,007
Fenatren	Fen	1,367 $\pm$ 0,102 <sup>a</sup>	1,851 $\pm$ 0,527 <sup>bc</sup>	2,805 $\pm$ 0,421 <sup>b</sup>	1,184 $\pm$ 0,046 <sup>c</sup>	0,000
Atracen	Ant	0,158 $\pm$ 0,039 <sup>a</sup>	N.D. <sup>b</sup>	0,423 $\pm$ 0,200 <sup>c</sup>	1,245 $\pm$ 0,140 <sup>d</sup>	0,000
Flouranten	Fla	0,508 $\pm$ 0,181	0,395 $\pm$ 0,125	0,447 $\pm$ 0,134	0,803 $\pm$ 0,214	0,329
Piren	Py	0,313 $\pm$ 0,041 <sup>a</sup>	0,304 $\pm$ 0,122 <sup>b</sup>	0,444 $\pm$ 0,118 <sup>b</sup>	0,607 $\pm$ 0,110 <sup>b</sup>	0,039
Benzo(a) atracen	BaA	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
Krizen	Chr	0,204 $\pm$ 0,043	0,261 $\pm$ 0,105	0,211 $\pm$ 0,050	0,187 $\pm$ 0,014	0,074
Benzo(b) flouranten	BbF	0,173 $\pm$ 0,038	0,309 $\pm$ 0,100	0,159 $\pm$ 0,050	0,169 $\pm$ 0,035	0,148
Benzo(k) flouranten	BkF	0,088 $\pm$ 0,022 <sup>a</sup>	0,346 $\pm$ 0,087 <sup>b</sup>	0,075 $\pm$ 0,031 <sup>a</sup>	0,221 $\pm$ 0,081 <sup>b</sup>	0,000
Benzo(a) piren	BaP	0,081 $\pm$ 0,012	0,103 $\pm$ 0,056	0,067 $\pm$ 0,023	0,053 $\pm$ 0,012	0,133
Dibenzo(a) atracen	DbA	0,537 $\pm$ 0,079 <sup>a</sup>	N.D. <sup>b</sup>	0,089 $\pm$ 0,042 <sup>c</sup>	0,135 $\pm$ 0,060 <sup>c</sup>	0,012
Benzo(g,h,i) perilen	DP	0,289 $\pm$ 0,080	0,469 $\pm$ 0,121	0,269 $\pm$ 0,084	0,320 $\pm$ 0,023	0,164
Indeno(1,2,3 cd)piren	IP	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
$\Sigma$ BaA, Chr, BbF, BaP	PAH4	0,666 $\pm$ 0,151	0,672 $\pm$ 0,125	0,444 $\pm$ 0,081	0,409 $\pm$ 0,020	0,108
$\Sigma$ BaA, Chr, BbF, BkF, BaP, DbA, DP, IP	PAH8	1,279 $\pm$ 0,423	1,101 $\pm$ 0,149	0,731 $\pm$ 0,117	0,886 $\pm$ 0,042	0,068
$\Sigma$ 15 PAPH	PAH 15	8,79 $\pm$ 0,93	7,00 $\pm$ 1,43	7,07 $\pm$ 1,85	7,53 $\pm$ 0,05	0,212

<sup>a,b,c</sup> Različite oznake u istom redu označavaju statistički značajnu razliku (Tukey test,  $P < 0,05$ )  
N.D. nije identificiran

## 4.2. Senzorska analiza

Poglavlje prikazuje rezultate razvoja metode senzorskog ocjenjivanja pršuta (granice detekcije grupe kandidata, odabir kandidata, rezultate treninga ocjenjivača) i senzorski profil istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta.

### 4.2.1. Granica detekcije grupe kandidata

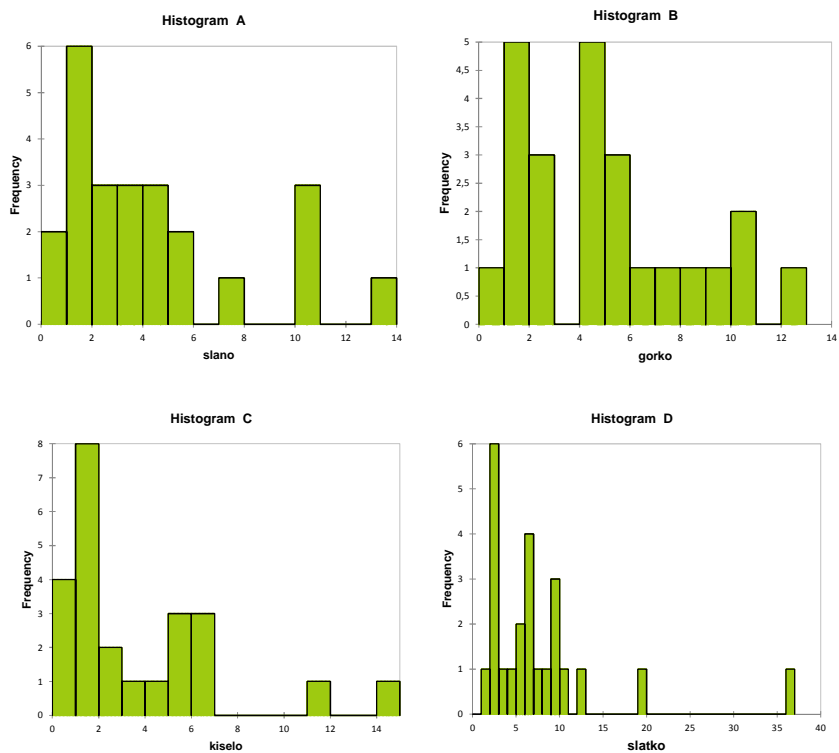


**Slika 51.** Postotak točnih odgovora u ovisnosti o koncentraciji (g/l) za svojstva određenih metodom u paru: (A) slano, (B) gorko, (C) slatko, (D) kiselo, (E) metalno i (F) umami

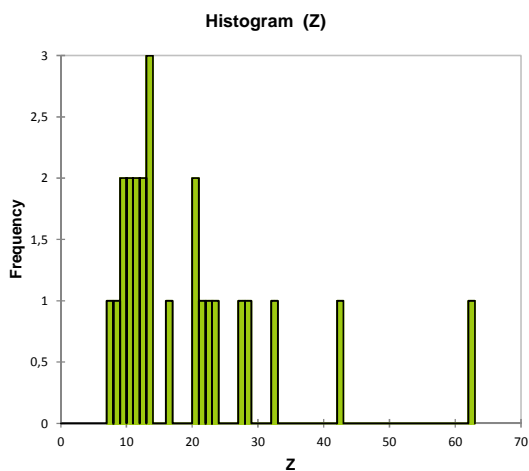
**Tablica 25.** Koncentracija srednjeg praga detekcije (g/l) za grupu kandidata po svojstvima

	Slano	Gorko	Slatko	Kiselo	Metalno	Umami
Koncentracija g/l	0,53	0,14	1,56	0,13	0,0042	0,32

**4.2.2. Odabir ocjenjivača metodom klasifikacije intenziteta**



**Slika 52.** Histogrami frekvencije ukupnih bodova po svojstvu: A) slano, B) gorko, C) kiselo i D) slatko



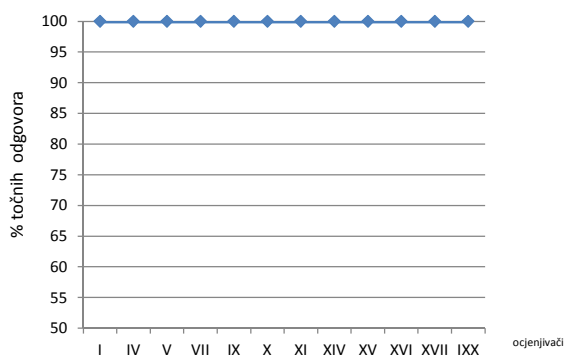
**Slika 53.** Histogram frekvencije ukupnih bodova po kandidatu

**Tablica 26.** Rezultati odabira kandidata metodom klasifikacije intenziteta

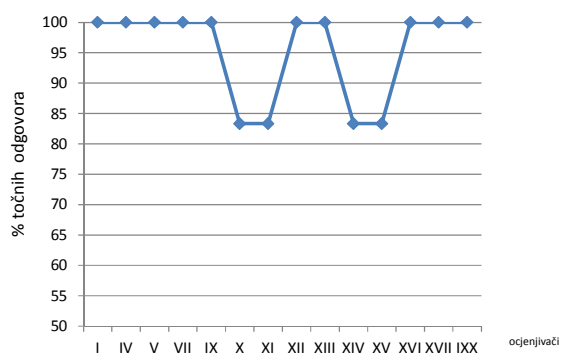
Kandidat	Svojstvo	Ukupni bodovi Z	Konačni zbroj bodova	Uvjet < 34	Kandidat	Svojstvo	Ukupni bodovi Z	Konačni zbroj bodova	Uvjet < 34
I	Slano	1	9	<34	XIII	Slano	3	11	<34
	Gorko	2				Gorko	1		
	Kiselo	1				Kiselo	5		
	Slatko	5				Slatko	2		
II	Slano	10	22	<34	XIV	Slano	1	13	<34
	Gorko	4				Gorko	10		
	Kiselo	1				Kiselo	0		
	Slatko	7				Slatko	2		
III	Slano	2	21	<34	XV	Slano	0	12	<34
	Gorko	4				Gorko	6		
	Kiselo	6				Kiselo	0		
	Slatko	9				Slatko	6		
IV	Slano	1	8	<34	XVI	Slano	2	9	<34
	Gorko	2				Gorko	5		
	Kiselo	0				Kiselo	1		
	Slatko	5				Slatko	1		
V	Slano	4	11	<34	XVII	Slano	0	10	<34
	Gorko	1				Gorko	5		
	Kiselo	4				Kiselo	1		
	Slatko	2				Slatko	4		
VI	Slano	3	28	<34	XVIII	Slano	2	27	<34
	Gorko	7				Gorko	4		
	Kiselo	6				Kiselo	2		
	Slatko	12				Slatko	19		
VII	Slano	4	7	<34	IXX	Slano	5	15	<34
	Gorko	1				Gorko	0		
	Kiselo	0				Kiselo	5		
	Slatko	2				Slatko	5		
VIII	Slano	13	62	> 34	XX	Slano	3	20	<34
	Gorko	10				Gorko	4		
	Kiselo	3				Kiselo	11		
	Slatko	36				Slatko	2		
IX	Slano	1	13	<34	XXI	Slano	4	20	<34
	Gorko	2				Gorko	9		
	Kiselo	1				Kiselo	1		
	Slatko	9				Slatko	6		
X	Slano	1	13	<34	XXII	Slano	10	32	<34
	Gorko	1				Gorko	8		
	Kiselo	1				Kiselo	6		
	Slatko	10				Slatko	8		
XI	Slano	1	10	<34	XXIII	Slano	7	42	>34
	Gorko	1				Gorko	12		
	Kiselo	2				Kiselo	14		
	Slatko	6				Slatko	9		
XII	Slano	5	12	<34	XXIV	Slano	10	23	<34
	Gorko	4				Gorko	5		
	Kiselo	1				Kiselo	5		
	Slatko	2				Slatko	3		



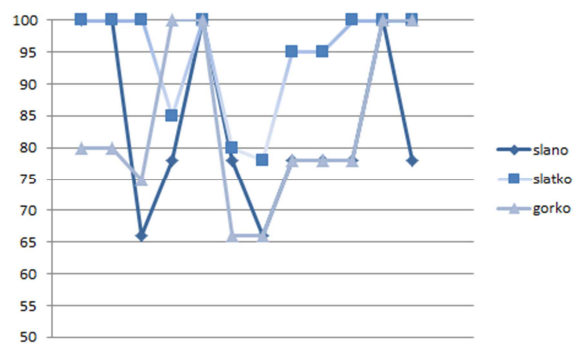
### 4.2.3. Trening ocjenjivača



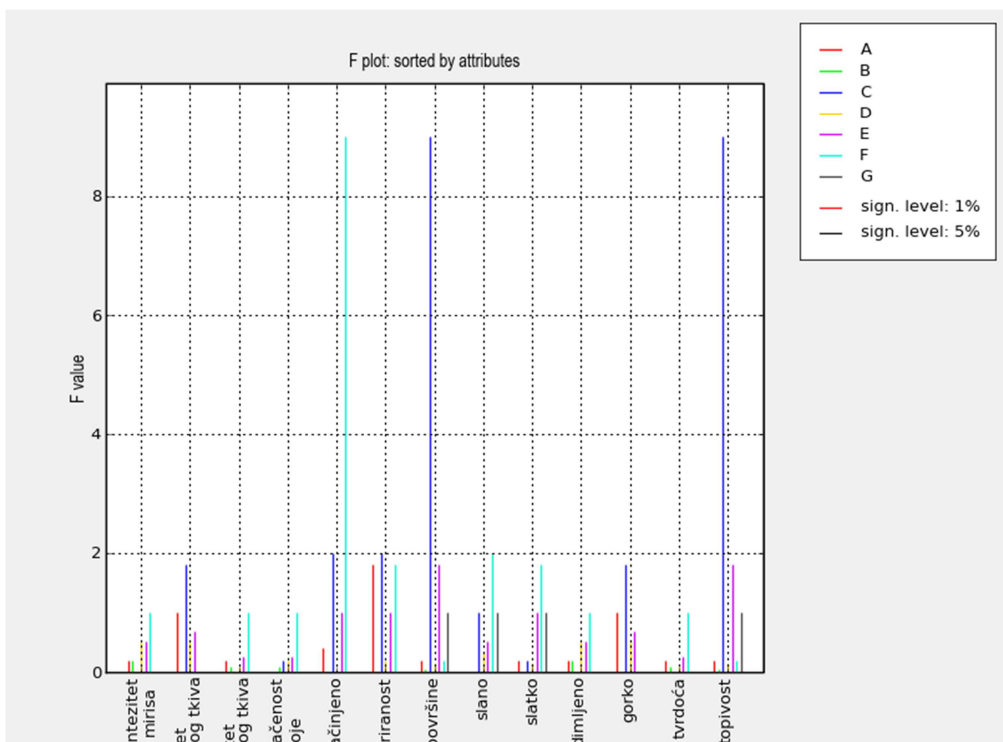
Slika 54. Grafički prikaz rezultata testa uspoređivanja intenziteta boje mišićnog tkiva



Slika 55. Grafički prikaz rezultata trianl testa- boja mišićnog tkiva

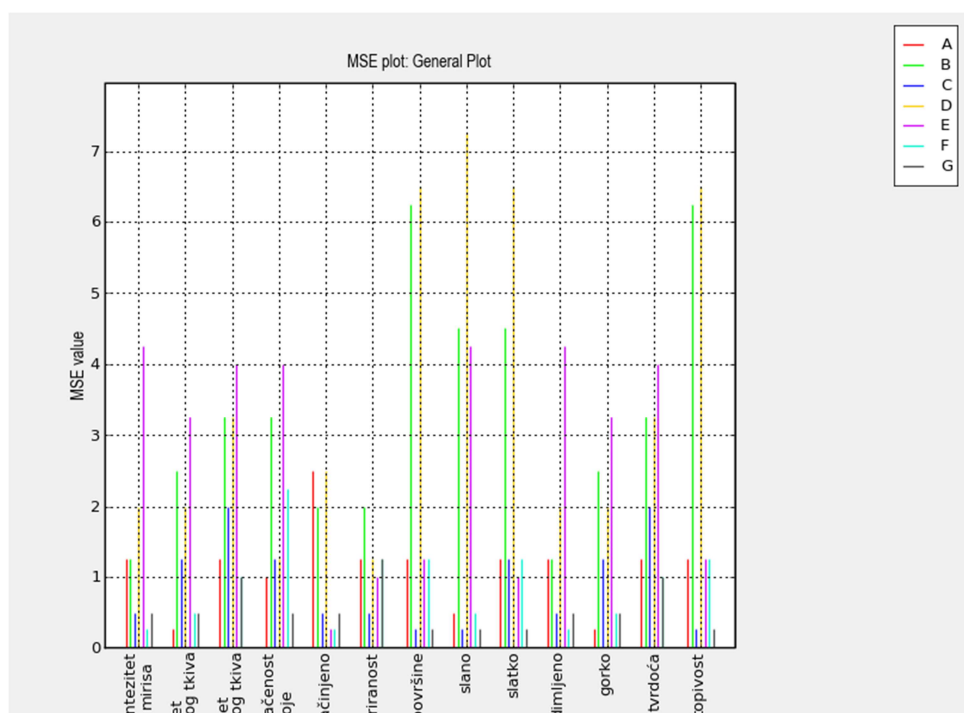


Slika 56. Grafički prikaz rezultata trianl testa-slano, slatko i gorko



\*A-G članovi senzorskog panela

**Slika 57.** F vrijednosti za 14 ocjenjivanih svojstava- ponovljivost istih uzoraka



\*A-G članovi senzorskog panela

**Slika 58.** Vrijednosti srednje kvadratne pogreške za 14 ocjenjivanih svojstava- ponovljivost istih uzoraka

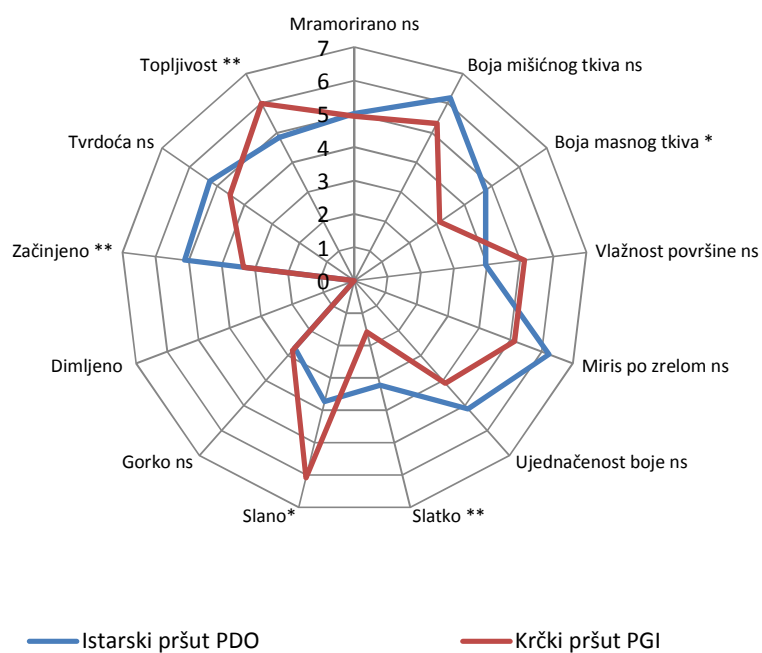
#### 4.2.4. Senzorski profil pršuta

U tablici 27. Prikazani su rezultati senzorske ocjene 14 svojstava, a senzorski profili prikazani su na slikama 59.-60. Utjecaj ocjenjivača, proizvoda i ponovljivosti ocjenjivanja prikazana je na slikama 61.-64.

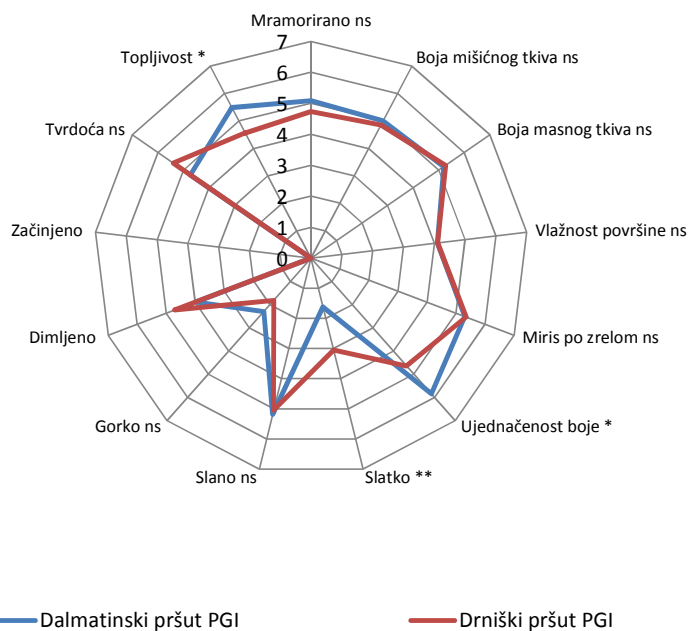
**Tablica 27.** Senzorska svojstva (srednja vrijednost± standardno odstupanje) hrvatskih pršuta

Senzorsko svojstvo	Istarski pršut	Krčki pršut	Dalmatinski pršut	Drniški pršut	Utjecaj proizvoda ( <i>P</i> -vrijednost)	Utjecaj ocjenjivača ( <i>P</i> - vrijednost)	Utjecaj ponavljanja ( <i>P</i> -vrijednost)
Miris po zreloom	6,23±0,25	5,13±0,41	5,30±0,62	5,34±0,50	0,355	0,023	0,111
Boja mišićnog tkiva	6,18±0,24	5,32±0,54	5,00±0,41	4,85±0,16	0,081	0,338	0,094
Boja masnog tkiva	4,78±0,40 <sup>ab</sup>	3,10±0,43 <sup>a</sup>	5,19±0,60 <sup>b</sup>	5,27±0,50 <sup>b</sup>	0,016	0,204	0,693
Ujednačenost boje	5,13±0,11 <sup>ab</sup>	4,10±0,24 <sup>a</sup>	5,84±0,39 <sup>b</sup>	4,64±0,45 <sup>a</sup>	0,007	0,989	0,555
Mramoriranost	5,01±0,58	4,93±0,46	5,08±0,43	4,73±0,61	0,966	0,061	0,989
Vlažnost površine	3,96±0,49	5,13±0,41	4,10±0,40	4,11±0,51	0,269	0,720	0,978
Kristali tirozina	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	-	-	-
Slano	3,73±0,19 <sup>a</sup>	6,08±0,86 <sup>b</sup>	5,19±0,57 <sup>ab</sup>	5,05±0,16 <sup>ab</sup>	0,038	0,700	0,665
Slatko	3,23±0,31 <sup>b</sup>	1,58±0,17 <sup>a</sup>	1,62±0,44 <sup>a</sup>	3,05±0,24 <sup>b</sup>	0,001	0,576	0,538
Gorko	2,69±0,41	2,80±0,54	2,30±0,49	1,81±0,28	0,399	0,653	0,724
Dimljeno	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	3,98±0,90 <sup>b</sup>	4,70±0,43 <sup>b</sup>	0,000	0,176	0,143
Začinjeno	5,12±0,25 <sup>c</sup>	3,35±0,54 <sup>b</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,000	0,794	0,732
Tvrdoca	5,26±0,64	4,53±0,81	4,73±0,47	5,40±0,34	0,701	0,614	0,394
Topivost	4,85±1,50 <sup>a</sup>	5,99±0,85 <sup>b</sup>	5,49±1,32 <sup>c</sup>	4,56±1,18 <sup>c</sup>	0,009	0,865	0,928

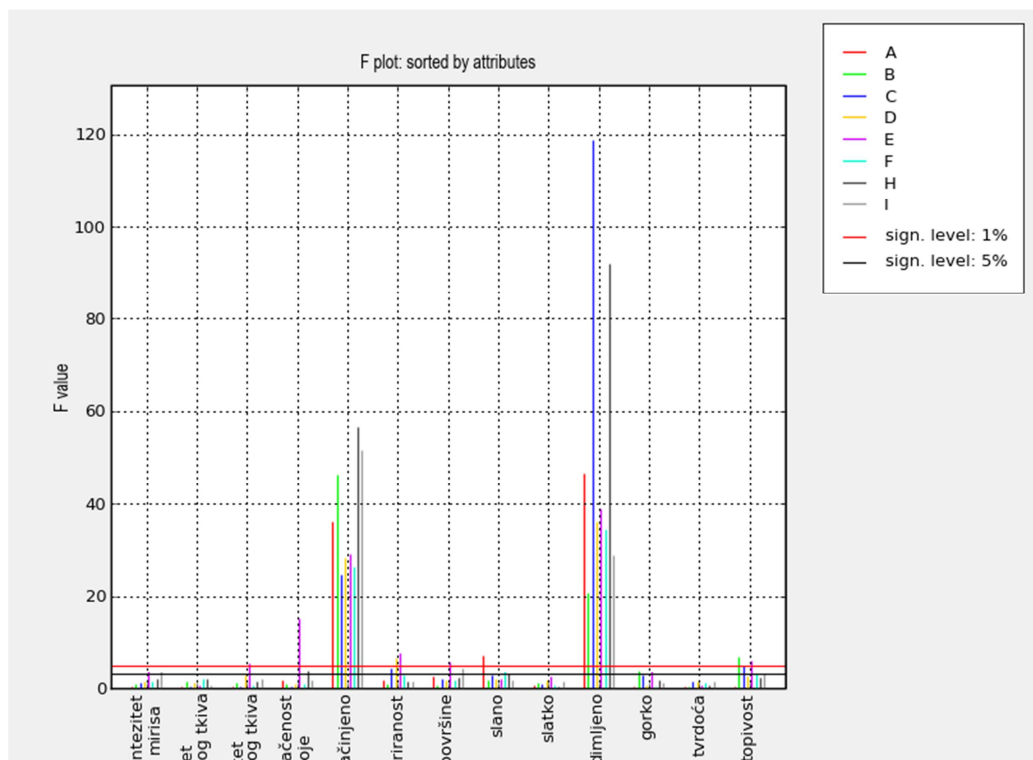
<sup>a,b,c</sup> Različite oznake u istom redu označavaju statistički značajnu razliku (Tukey test,  $P < 0,05$ )



**Slika 59.** Usporedba senzorskog profila nedimljenih vrsta pršuta

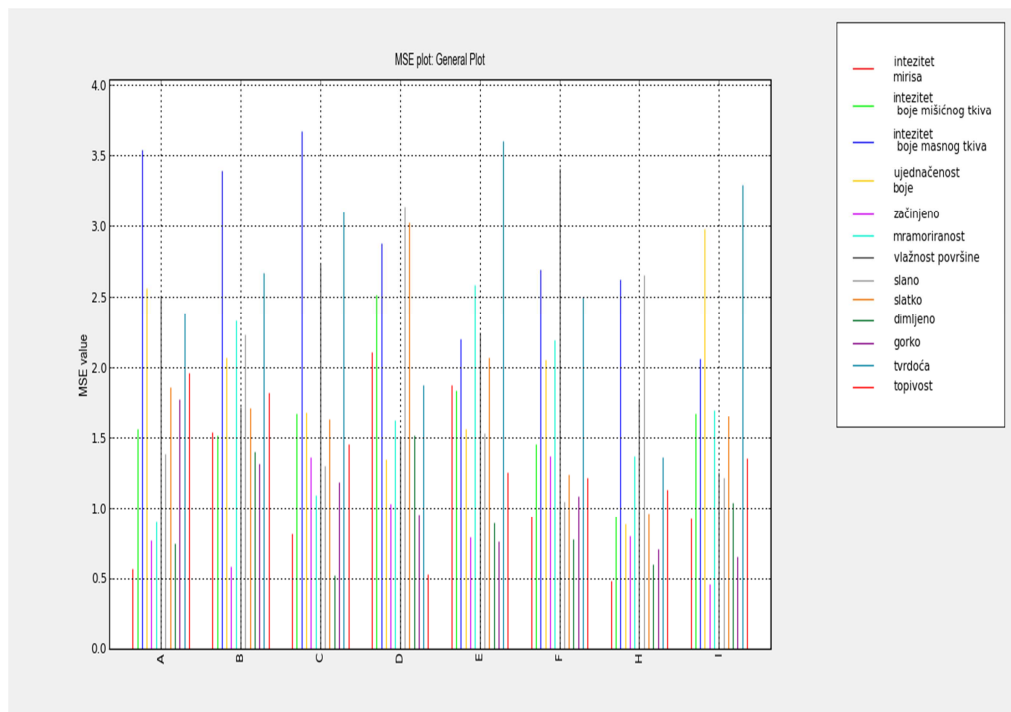


**Slika 60.** Usporedba senzorskog profila dimljenih vrsta pršuta

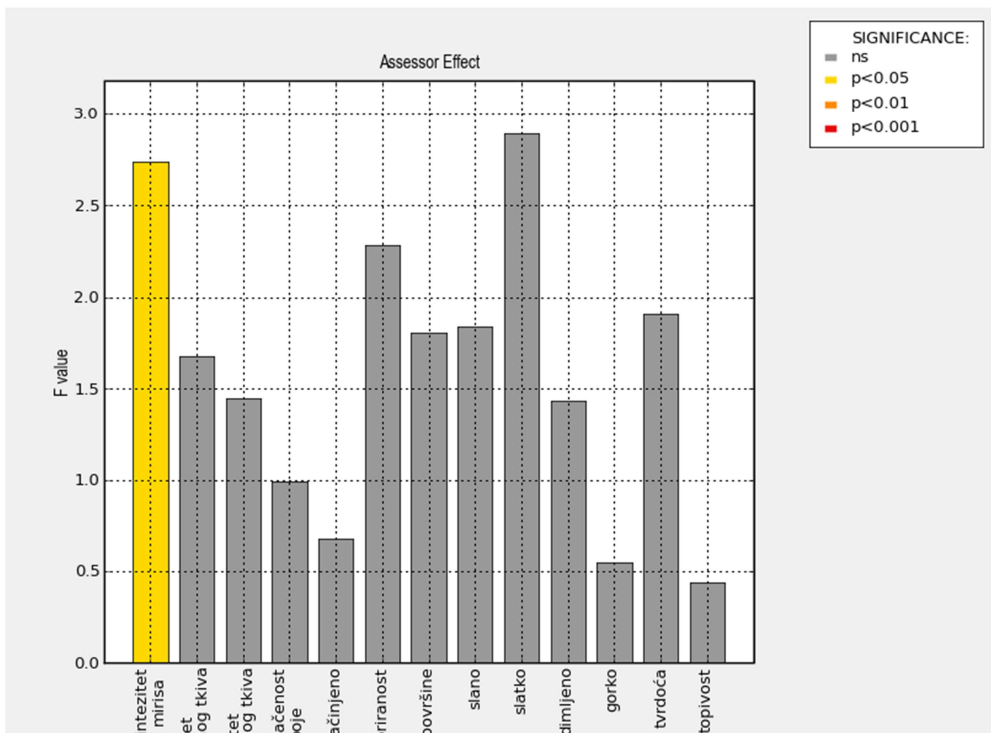


\*A-I članovi senzorskog panela

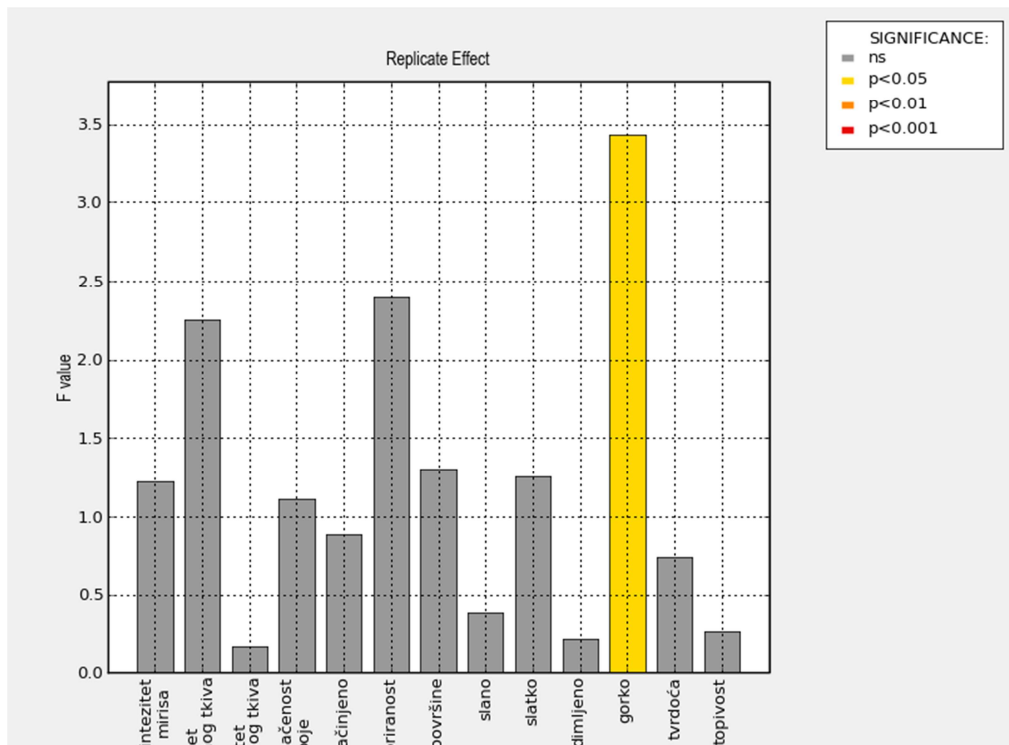
**Slika 61.** F vrijednosti za 14 ocjenjivanih svojstava ispitivanih pršuta



**Slika 62.** Vrijednosti srednje kvadratne pogreške za 14 ocjenjivanih svojstava ispitivanih pršuta



Slika 63. Utjecaj ocjenjivača na ocjenu istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta

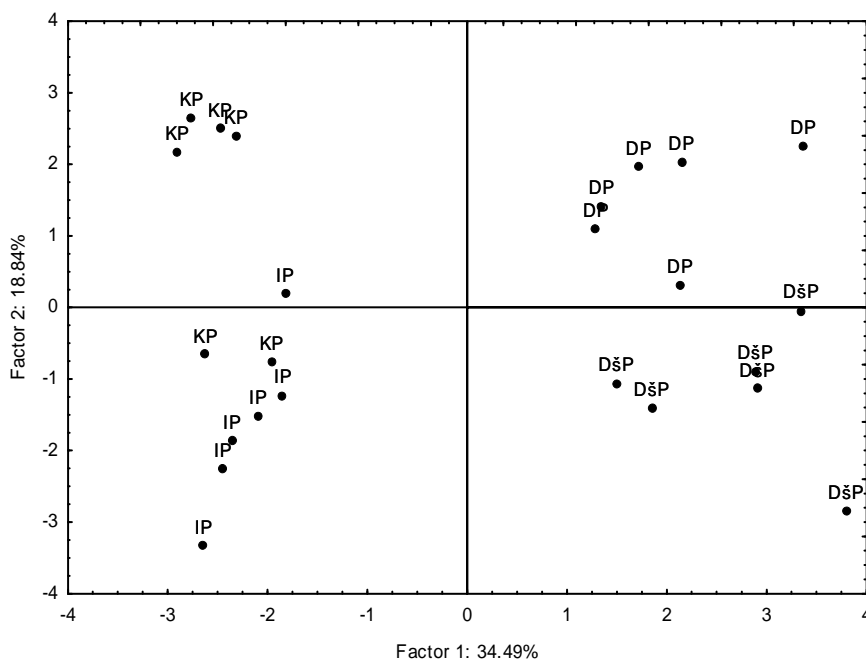


Slika 64. Utjecaj ponavljanja senzorske analize na ocjenu istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta

### 4.3. Analiza glavnih komponenata (PCA)

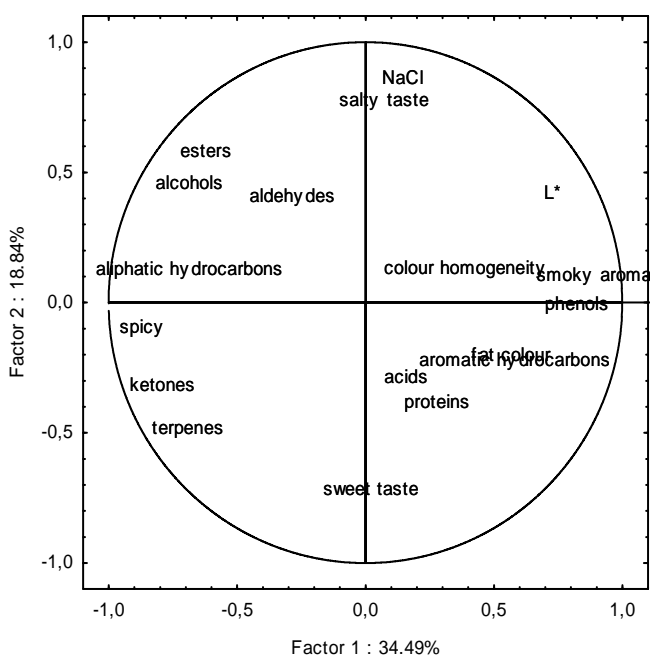
**Tablica 28.** Identifikacijske oznake za PCA analizu

Oznaka	Masne kiseline	Oznaka	Osnovni kemijski parametri	Oznaka	Hlapive komponente	Oznaka	Senzorska svojstva	Oznaka	Amino kiseline
M1	C16:1n7t	F1	PROTEIN	V1	3-metil-butanal	S1	Mramorirano	A1	ASP
M2	C18:0	F2	NPN	V2	heksanal	S2	Boja mišićnog tkiva	A2	GLU
M3	C18:1n9c	F3	IP	V3	benzaldehyd	S3	Boja masnog tkiva	A3	SER
M4	C18:1n7	F4	NaCl	V4	oktanal	S4	Vlažnost površine	A4	ASN
		F5	MASTI	V5	1,2-dimetoksi-benzen	S5	Miris po zreloom	A5	GLY
		F6	L*	V6	2-nonenal	S6	Ujednačenost boje	A6	GLN
		F7	a*	V7	heptanal	S7	Slatko	A7	BALA
				V8	2-heptanon	S8	Slano	A8	TAU
				V9	heptanol	S9	Gorko	A9	HIS
						S10	Dimljeno	A10	THR
						S11	Začinjeno	A11	ALA
						S12	Tvrdoća	A12	CAR
						S13	Topljivost	A13	ARG
								A14	PRO
								A15	ANSERINE
								A16	TYR
								A17	VAL
								A18	MET
								A19	ILE
								A20	LEU
								A21	PHE
								A22	TRP
								A23	ORN
								A24	LYS



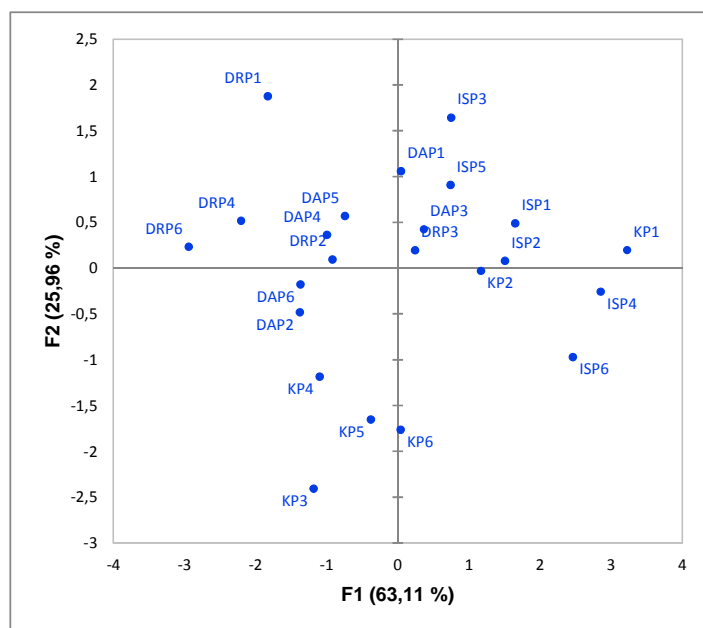
\*KP- Krčki pršut; IP- Istarski pršut; DP- Dalmatinski pršut; DšP- Drniški pršut

**Slika 65.** Projekcija uzoraka istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta u prostoru osnovnih komponenata (PC1 i PCA2) fizikalno-kemijskih parametara, senzorskih svojstava i hlapivih komponenti



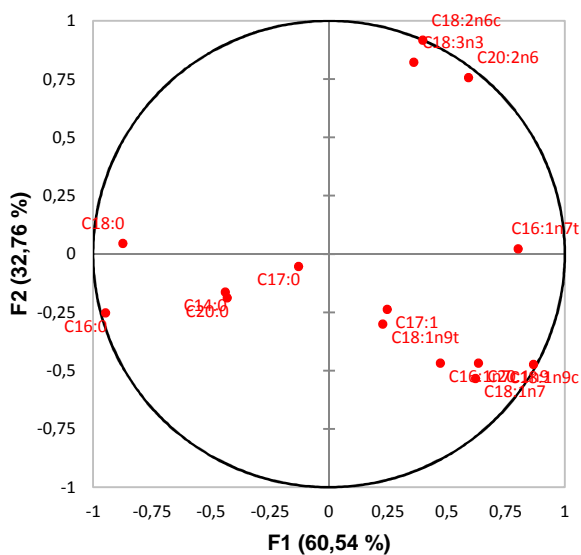
**Slika 66.** Projekcija fizikalno-kemijskih parametara u prostoru osnovnih komponenata, senzorskih svojstava i hlapivih komponenti (PC1 i PC2) istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta



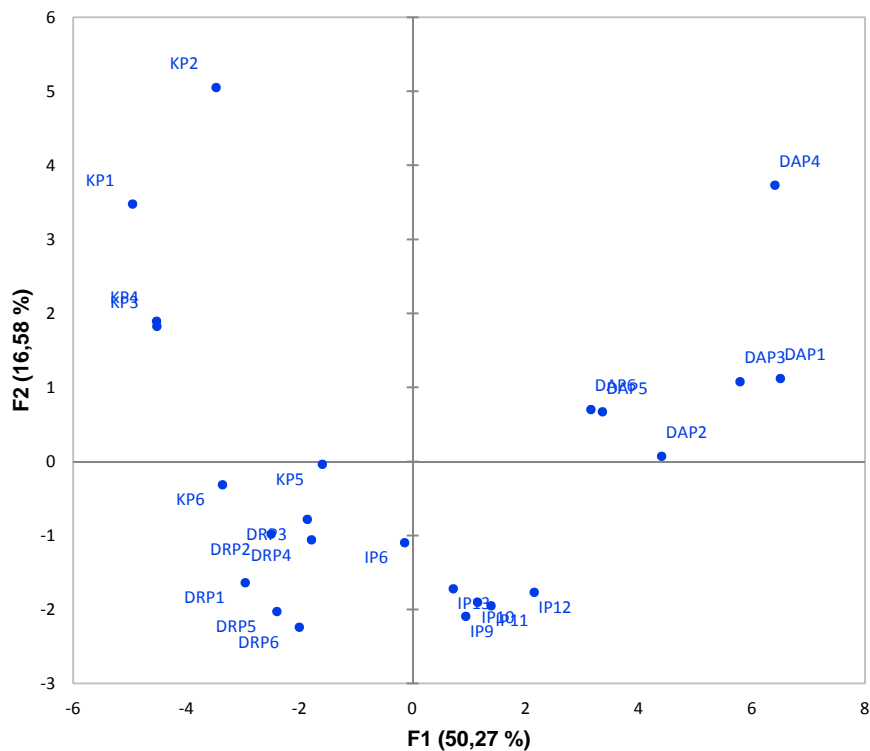


\*KP- Krčki pršut; ISP- Istarski pršut; DAP- Dalmatinski pršut; DRP- Drniški pršut

**Slika 67.** Projekcija uzoraka istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta u prostoru osnovnih komponenata (PC1 i PCA2) sastava masnih kiselina

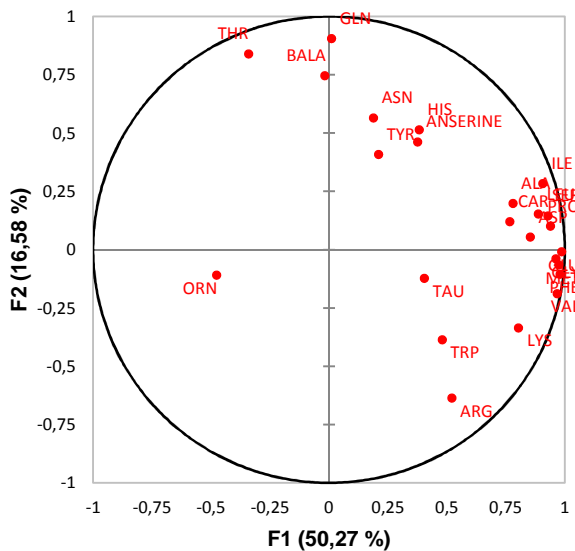


**Slika 68.** Projekcija sastava masnih kiselina u prostoru osnovnih komponenata(PC1 i PCA2) istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta

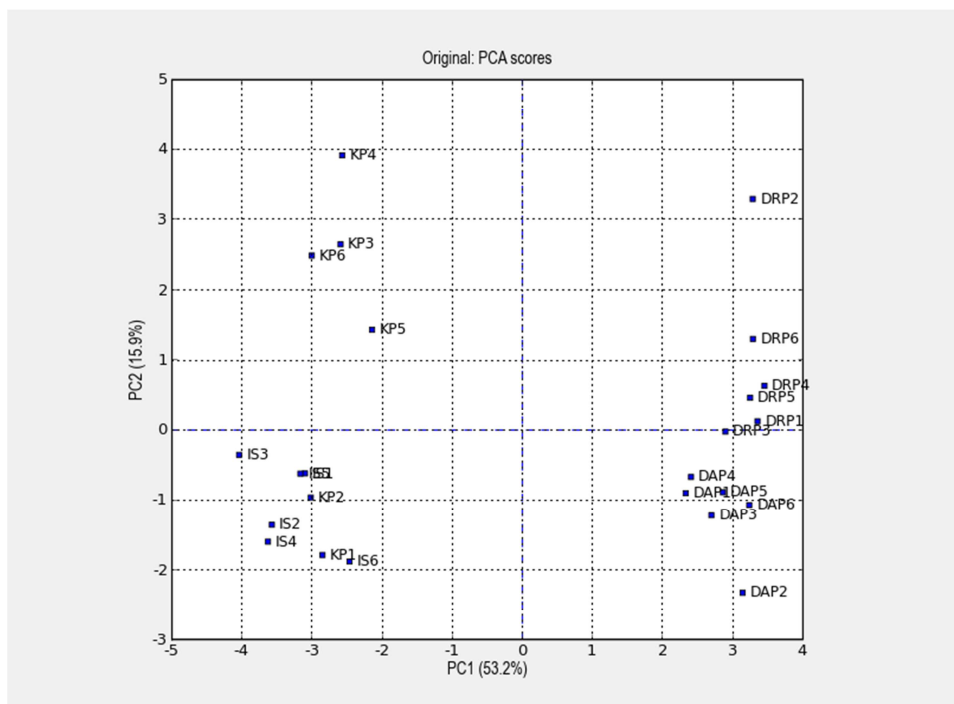


\*KP- Krčki pršut; ISP- Istarski pršut; DAP- Dalmatinski pršut; DRP- Drniški pršut

**Slika 69.** Projekcija uzoraka istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta u prostoru osnovnih komponenta (PC1 i PCA2) sastava amino kiselina i dipeptida

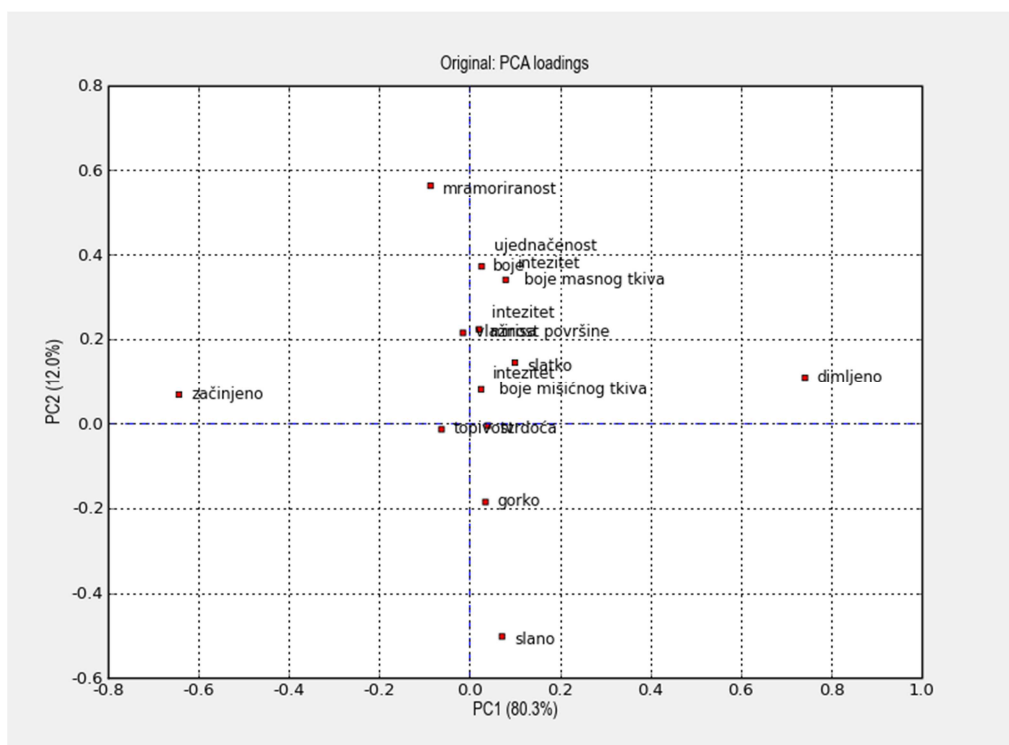


**Slika 70.** Projekcija sastava amino kiselina i dipeptida u prostoru osnovnih komponenta (PC1 i PCA2) istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta

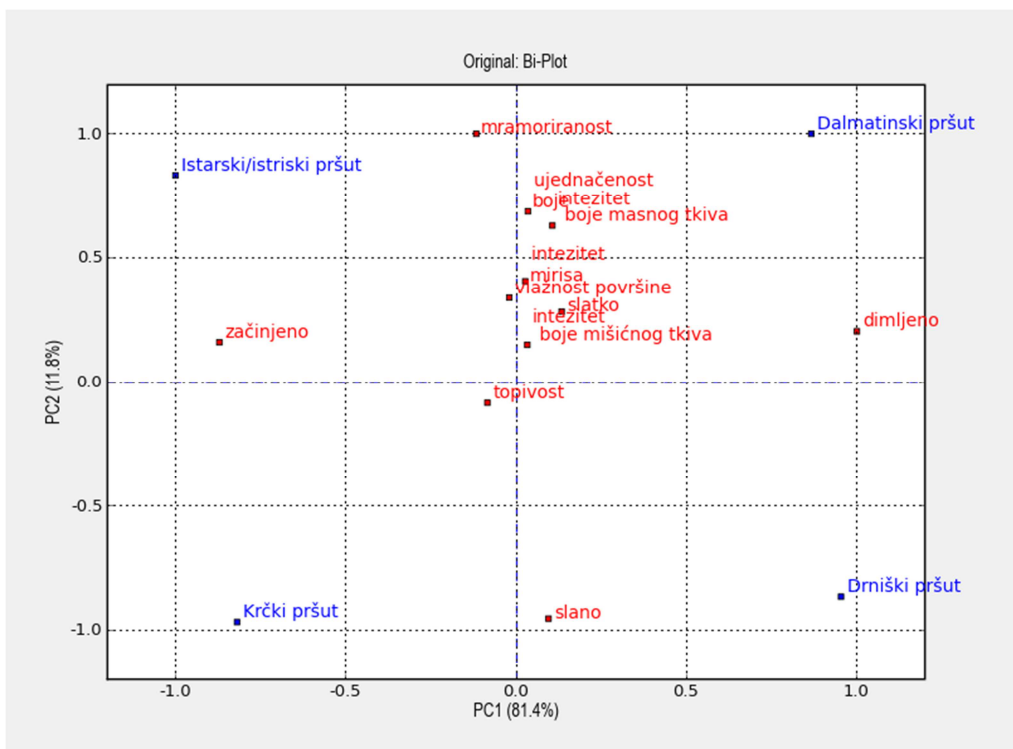


\*KP- Krčki pršut; ISP- Istarski pršut; DAP- Dalmatinski pršut; DRP- Driški pršut

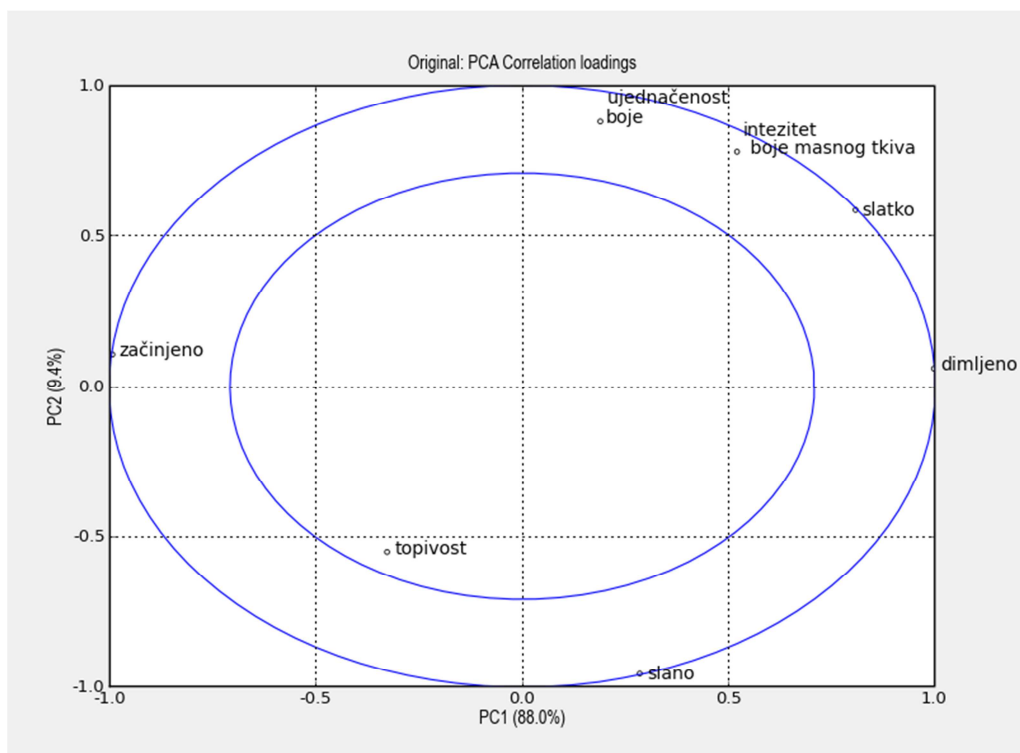
**Slika 71.** Projekcija uzoraka istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i driškoga pršuta u prostoru osnovnih komponenata (PC1 i PCA2) senzorskih svojstava



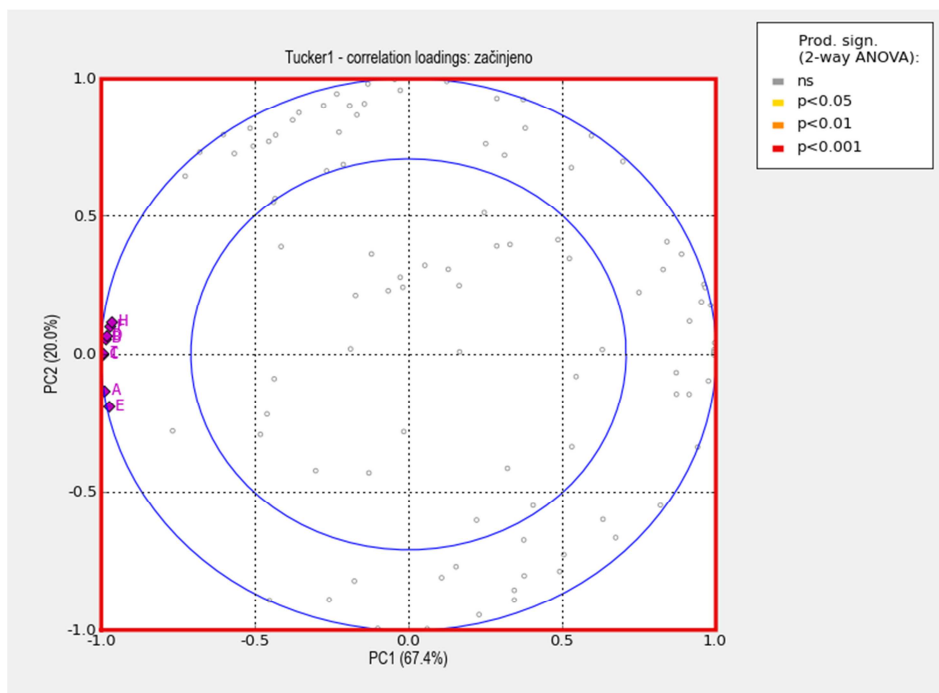
**Slika 72.** Projekcija senzorskih svojstava u prostoru osnovnih komponenata (PC1 i PCA2) istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i driškoga pršuta



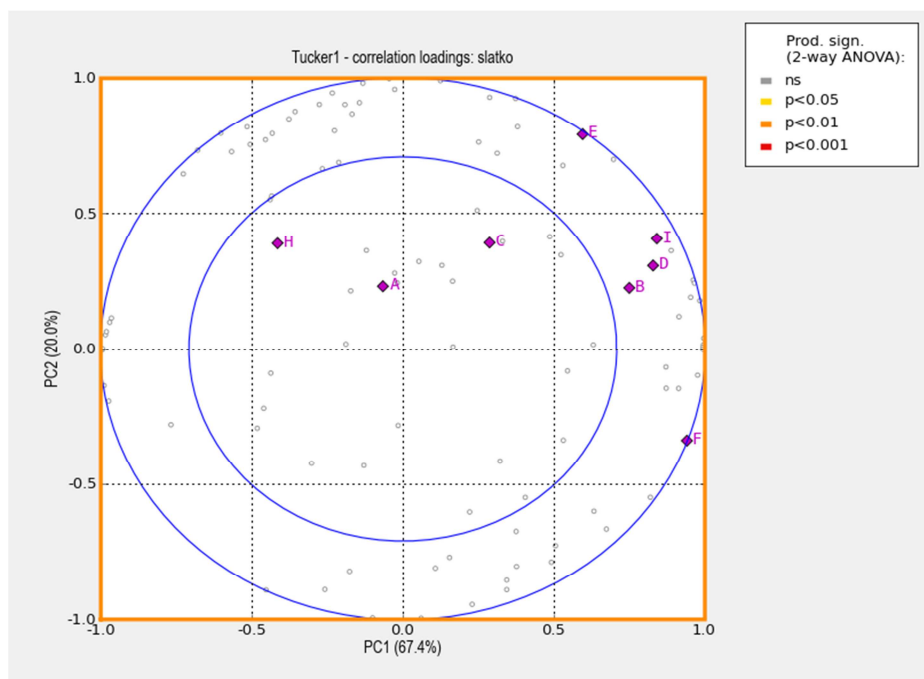
**Slika 73.** Projekcija uzoraka i senzorskih svojstava istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta u prostoru osnovnih komponenta (PC1 i PCA2)



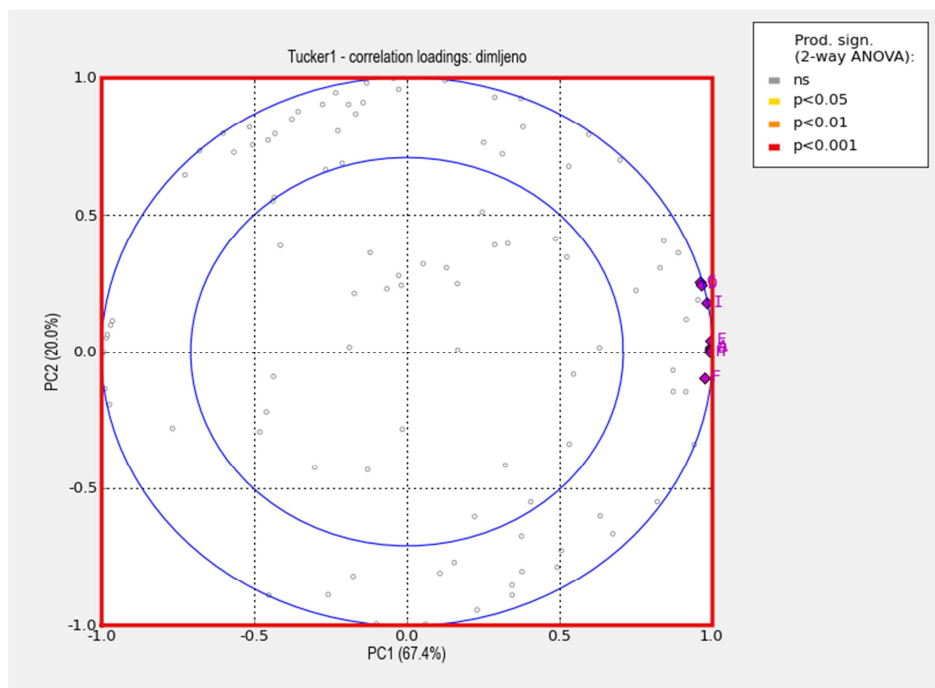
**Slika 74.** Korelacija senzorskih svojstava istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta u prostoru osnovnih komponenta (PC1 i PCA2)



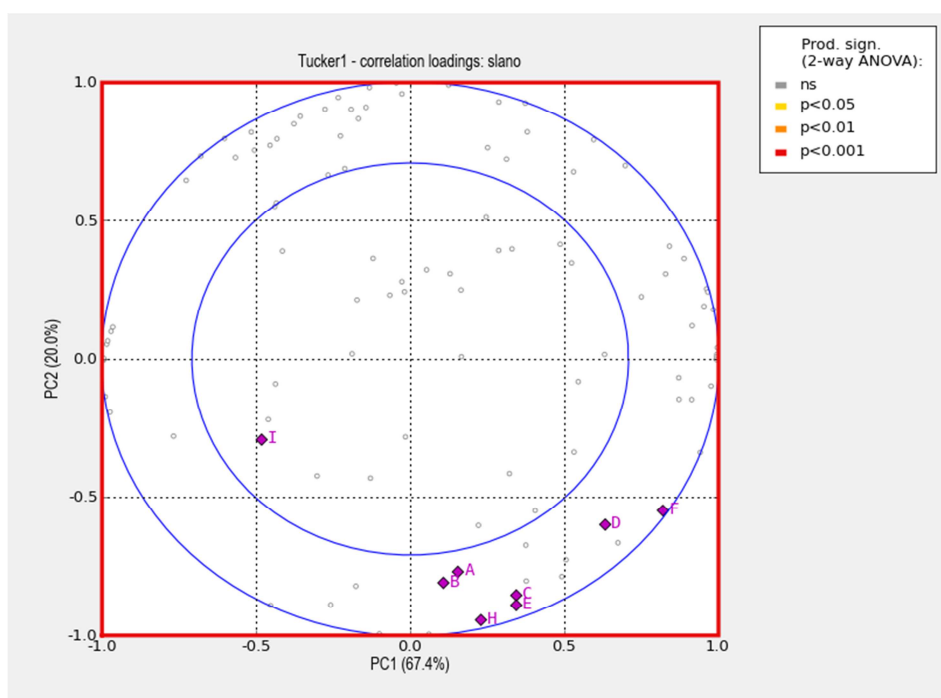
**Slika 75.** Korelacija svojstva začinjeno u prostoru osnovnih komponenta (PC1 i PCA2) panela



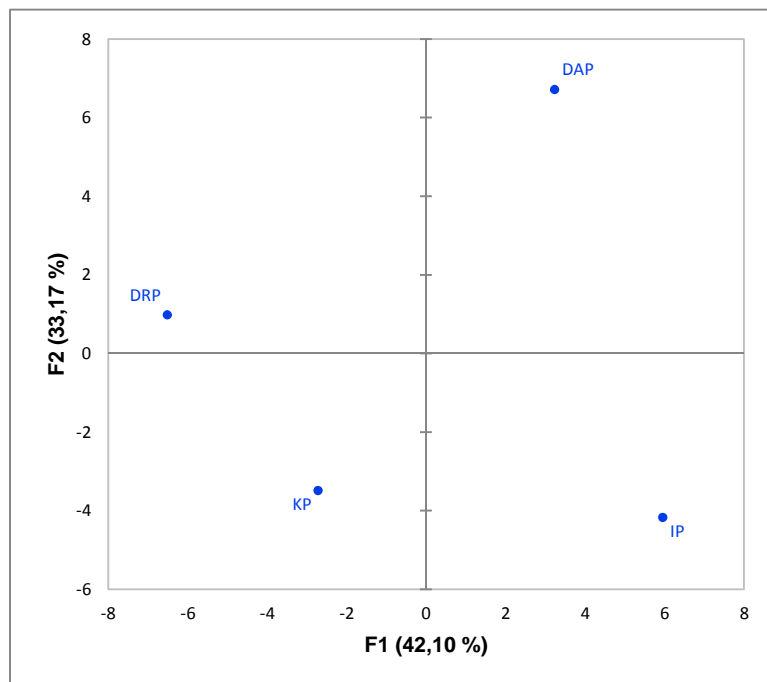
**Slika 76.** Korelacija svojstva slatko u prostoru osnovnih komponenta (PC1 i PCA2) panela



**Slika 77.** Korelacija svojstva dimljeno u prostoru osnovnih komponenta (PC1 i PCA2) panela

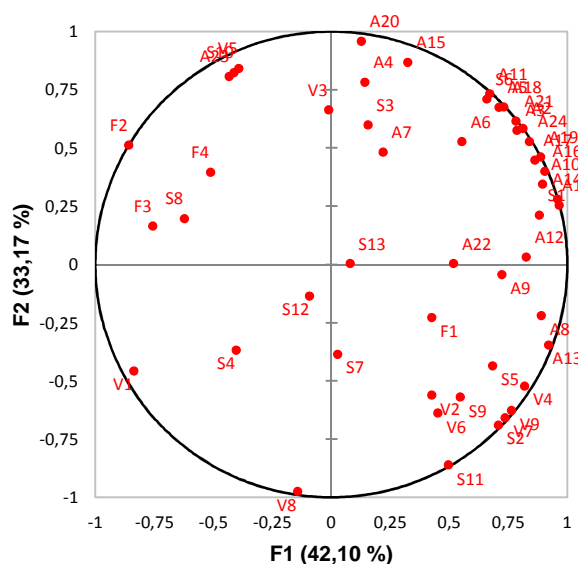


**Slika 78.** Korelacija svojstva slano u prostoru osnovnih komponenta (PC1 i PCA2) panela

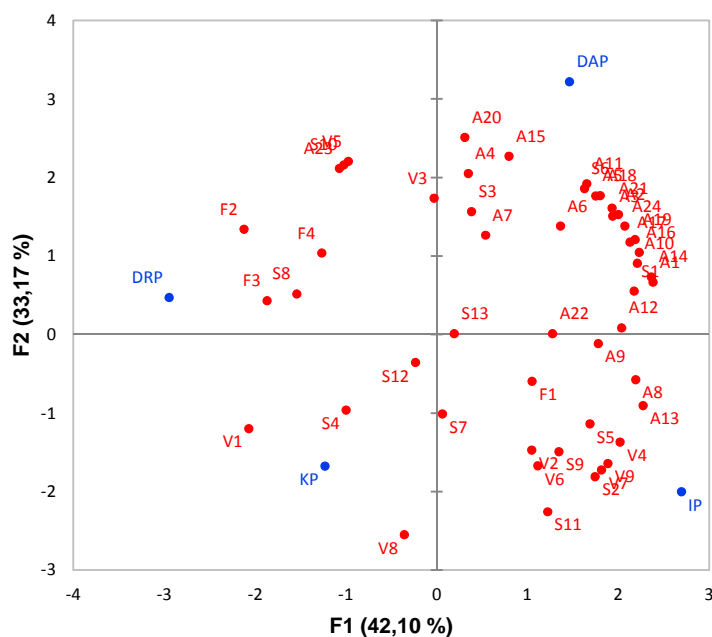


\*KP- Krčki pršut; ISP- Istarski pršut; DAP- Dalmatinski pršut; DRP- Drniški pršut

**Slika 79.** Projekcija uzoraka istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta u prostoru osnovnih komponenta (PC1 i PCA2) fizikalno-kemijskih parametara, hlapivih komponenti, masnih kiselina, amino kiseline i senzorskih svojstava

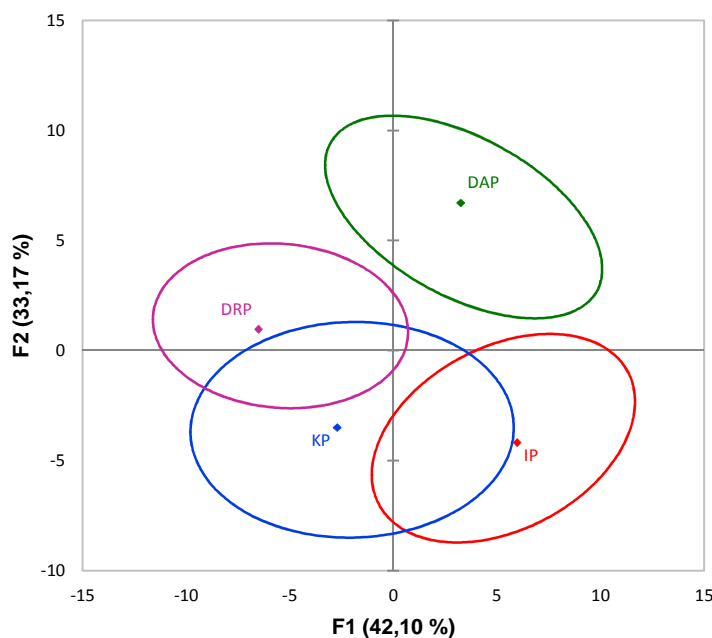


**Slika 80.** Projekcija fizikalno kemijskih parametara, hlapivih komponenti, masnih kiselina, amino kiseline i senzorskih svojstava u prostoru osnovnih komponenta (PC1 i PCA2) istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta



\*KP- Krčki pršut; ISP- Istarski pršut; DAP- Dalmatinski pršut; DRP- Drniški pršut

**Slika 81.** Usporedba fizikalno-kemijskih parametara, hlapivih komponenti, masnih kiselina, amino kiselina i senzorskih svojstava u prostoru osnovnih komponenta (PC1 i PCA2) istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta



\*KP- Krčki pršut; ISP- Istarski pršut; DAP- Dalmatinski pršut; DRP- Drniški pršut

**Slika 82.** Projekcija elipse povjerenja istarskoga, krčkoga, dalmatinskoga i drniškoga pršuta koje odgovaraju razinama grupne varijabilnosti u prostoru osnovnih komponenta (PCA1 i PCA2) fizikalno-kemijskih parametara, hlapivih spojeva, masnih kiselina, amino kiselina i senzorskih svojstva



## **5. RASPRAVA**

## 5.1. Fizikalno kemijske karakteristike istarskog, krčkog, dalmatinskog i drniškog pršuta

### 5.1.1. Osnovni kemijski sastav

Ispitivanjem osnovnog kemijskog sastava (voda, proteini, masti) utvrđeno je da nema statistički značajne razlike ( $P > 0,05$ ) za ispitivane vrste pršuta (Tablica 14). Udio vode u istarskom pršutu iznosio je  $40,92 \pm 1,07$  g/100 g što je u skladu s literaturom (37,91 g– 45,01 g/100 g; Marušić i sur., 2011; Karolyi, 2006; Krvavica i sur., 2008). Niži udio vode u istarskom pršutu posljedica je procesa proizvodnje, uklanjanja kože i potkožnog masnog tkiva što omogućuje bolju penetraciju NaCl i intenzivnije sušenje tako obrađenih butova. Za razliku od istarskog pršuta, pršuti proizvedeni sa kožom i potkožnim masnim tkivom sadrže veći udio vode kao na primjer španjolski Iberijski pršut (49,00 g/100 g) (Carrapiso i García, 2008) i Serrano (48,50 g/100 g) (Toldrá i sur., 1997), te naročito talijanski pršuti, Parma (61,80 g/100 g) i San Daniele (60,40 g/100 g) (Baldini i sur., 1992). Prema rezultatima istraživanja udjeli vode u istarskom (40,92 g/100g), krčkom (41,82 g/100g), dalmatinskom (42,28 g/100g) i drniškom (39,02 g/100g) pršutu niži su od udjela vode u ostalim mediteranskim vrstama pršuta.

U tablici 29. prikazan je osnovni kemijski sastav u mišiću *biceps femoris* u različitim vrstama mediteranskih pršuta te istarskom, krčkom, dalmatinskom i drniškom pršutu.

**Tablica 29.** Osnovni kemijski sastav u mišiću *biceps femoris* u različitim vrstama pršuta

	Udio vode (%)	Pepeo (%)	Masti (%)	Proteini (%)	NaCl (%)	pH	Literatura
Talijanske vrste pršuta	49,9	-	19,4	24,9	4,8	-	1.
Kraški pršut	57,2-59,3	-	3,3-4,5	28,7-29,4	7,0-8,6	5,7-5,7	2
Iberijski	49,0	-	5,5-19,2	17,9-30,6	4,0-5,9	-	3, 4
Serrano	48,5	-	3,5-18,8	27,9-30,6	5,0-6,0	-	3,4
Parma	48,7-61,2	-	3,6-20,0	25,4-27,0	4,7	-	4,5,6,7, 8
San Daniele	54,7-60,4	-	23,0	27,3-30,8	4,5-6,9	-	8
Corsican	45,2	-	5,3-12,3	32,5	-	-	9, 10

	Udio vode (%)	Pepeo (%)	Masti (%)	Proteini (%)	NaCl (%)	pH	Literatura
Bayonne	60,8	-	-	29,3	-	-	9
Istarski	37,9-41,0	6,7-7,2	13,5-17,0	32,4-43,1	6,3-7,4	-	11,12
Krčki	41,82	9,31	18,79	31,11	7,01	6,04	14
Dalmatinski	37,2-48,2	6,8-10,2	9,6-17,5	27,9-42,2	7,5-9,8	-	13
Drniški	39,02	8,09	19,24	34,55	6,48	6,12	14

Literatura: (1) Benedini i sur. (2012); (2) Andronikov i sur. (2013); (3) García-González i sur. (2004).; (4) Jiménez-Colmenero i sur. (2009); (5) Pastorelli i sur. (2003); (6) Lo Fiego i sur. (2005); (7) D'Evoli i sur. (2005); (8) D'Evoli i sur. (2009); (9) Virgili i sur. (1995); (10) Gandemer (2009); (11) Marušić i sur. (2014); (12) Karolyi (2006); (13) Marušić i sur. (2016); (14) rezultati predmetnog istraživanja.

Pršut je bogat izvor visoko vrijednih proteina zbog visokog udjela esencijalnih amino kiselina u odgovarajućem omjeru. Udio proteina u ispitivanim uzorcima pršuta kretao se u rasponu 31,11-36,82 g/100 g, najveći udio proteina je bio u istarskom pršutu, a najniži udio u krčkom pršutu. Udio proteina u istarskom pršutu kretao se u rasponu 35,82-38,24 g/100 što je u skladu s literaturom (40,73±3,55 g/100 g; Karolyi, 2006). Udio proteina u dalmatinskom pršutu kretao se u rasponu 31,9-34 g/100 g što je također u skladu s literaturnim podacima (27,9-42,2 g/100 g; Marušić i sur., 2016).

Različiti udjeli masti u pršutima mediteranske regije posljedica su velike genetske raznolikosti svinja za proizvodnju pršuta, kao i načina hranidbe svinja. Udio masti Istarskog (14,94 g/100g) sličan je udjelu masti Serrano pršuta (12,0 g/100) (Gilles, 2009). Karolyi (2006) objavio je slični udio masti za istarski pršut (16,91±4,59 g/100g). Udio masti krčkog (18,79 g/100g), dalmatinskog (18,30 g/100g) i drniškog (19,24 g/100g) pršuta sličan je udjelu masti u Iberijskom pršutu (19,2 g/100g) (Jiménez-Colmenero i sur., 2010). Visoka mramoriranost buta korištenog u proizvodnji Iberijskog pršuta, odnosno poželjna količina intramuskularne masti postiže se posebnom ishranom autohtone Iberijske pasmine svinja koja se uzgaja u gotovo ekstenzivnim uvjetima, u produženom tovu (18-24 mjeseca, 160 kg žive mase) (Toldrá, 2002). Sličan udio masti (17-19g/100) objavio je Honikel (2005) za njemački (Rohschinken) i francuski pršut, te D'Evoli i sur. (2009) za Parma (18,4g/100g) pršut dok je udio masti u San Danielle pršutu veći (23,0 g/100g) u odnosu na dalmatinski, drniški i krčki pršut.

Rezultati ostalih fizikalno-kemijskih analiza prikazani su u tablici 14. Istraživane vrste pršuta značajno se razlikuju u sadržaju neproteinskog dušika, indeksu proteolize, omjeru vode

i proteina te sadržaju pepela. Sadržaj pepela značajno se razlikuje u istarskom i krčkom pršutu od sadržaja pepela u dalmatinskom i drniškom pršutu, dok se unutar ovih skupina ne razlikuju. Sadržaj neproteinskog dušika značajno je niži u Istarskom pršutu, dok nema statistički značajne razlike ( $P>0,05$ ) u krčkom, dalmatinskom i drniškom pršutu. Indeks proteolize je u rasponu od 14,56 % u Istarskom pršutu do 25,68 % u krčkom pršutu. Indeks proteolize statistički se značajno razlikuje ( $P>0,05$ ) u Istarskom pršutu u odnosu na ostale vrste istraživanih pršuta. Omjer voda/proteini u istraživanim uzorcima hrvatskih pršuta bio je niži u istarskom, a viši u krčkom i dalmatinskom ( $P>0,05$ ) pršutu, dok je u drniškom pršutu bio intermedijalan i sličan ostalim rezultatima, iako se sadržaj vode i proteina u pojedinim vrstama pršuta nije statistički značajno razlikovao. Utvrđeno je da nema statistički značajne razlike ( $P>0,05$ ) u pH vrijednostima pojedinih vrsta pršuta.

### 5.1.2. Aktivitet vode ( $a_w$ vrijednost)

Aktivitet vode trajnih suhomesnatih proizvoda, kao što je pršut te trajnih kobasica kreće se u rasponu 0,80-0,92 (Leistner, 1991) i znatno je niži od aktiviteta vode svježeg mesa ( $> 0,99$ ). Aktivitet vode je fizikalni parametar koji učinkovito kvantificira odnos između udjela vode u hrani i količine vode koja je na raspolaganju mikroorganizmima prisutnim u hrani (Pitt i Hocking, 2009). U pogledu sadržaja vode u proizvodu, uvjeti u kojima ne dolazi do izmjene vlage između proizvoda i njegove okoline nazivaju se statičkim ekvilibrijem. Pod takvim uvjetima, parcijalni tlak vodene pare ( $p$ ) na površini proizvoda jednak je parcijalnom tlaku vodene pare u neposrednoj okolini proizvoda. Izmjena vlage između proizvoda i njegove okoline pod utjecajem je razlike između ova dva parcijalna tlaka. Aktivitet vode izražava aktivni dio sadržaja vlage ili dio koji, pod normalnim okolnostima, može biti izmijenjen između proizvoda i njegovog okruženja (Karolyi, 2004). Za normalnu aktivnost bakterija potrebna je  $a_w$  vrijednost od 0,92 i 0,96. Za većinu kvasaca je neophodna vrijednost oko 0,88, za plijesni 0,75 do 0,80, za kserofilne plijesni oko 0,65. Aktivitet vode, osim različitim postupcima uklanjanja vode iz hrane, može se smanjiti i dodatkom sastojaka te aditiva sa svojstvima vezanja vode kao što su saharoza, kuhinjska sol, glicerol, sorbitol, želatina i sl.

Tokom procesa proizvodnje aktivitet vode se smanjuje, najviše u ovisnosti o količini dodane soli. U ovom istraživanju  $a_w$  vrijednost nema statistički značajne razlike na razini 95% ( $P>0,05$ ) i rezultati su u rasponu 0,822 - 0,850. Rezultati određivanja  $a_w$  u ispitivanim pršutima u ovisnosti o procesu proizvodnje prikazani su u tablici 14. Na slici 37. prikazan je raspon dobivenih rezultata određivanja  $a_w$  vrijednosti ispitivanih pršuta. Iz slike je vidljivo

značajnije rasipanje rezultata kod drniškog pršuta i istarskog pršuta. Španjolske vrste pršuta, Iberijski i Serrano pršut, imaju slične vrijednosti aktiviteta vode (0,850) (Carrapiso i García, 2008), dok talijanske vrste pršuta imaju nešto višu vrijednost (0,930) (Marušić i sur., 2014). Aktivitet vode najvažniji je za kontrolu kvarenja zato jer njegova snižena vrijednost onemogućava rast većine bakterija ( $a_w < 0,91$ ) i plijesni ( $a_w < 0,80$ ). Zbog niskog aktiviteta vode pršuti, ali i druge vrste sušenih mesnih proizvoda mogu se čuvati na sobnoj temperaturi. Dobivene vrijednosti aktiviteta vode su u skladu sa specifikacijama za istarski, krčki, dalmatinski i drniški pršut kojima je definirano da zreli pršuti trebaju imati aktivitet vode manji od 0,93.

### 5.1.3. Udio soli (NaCl)

Soljenje je tradicionalni način produljenja trajnosti mesa. Često se koristi u kombinaciji sa sušenjem i dimljenjem. Sol u visokim koncentracijama inhibira rast većine mikroorganizama, uključujući većinu onih koji uzrokuju kvarenje i smanjuje aktivnost enzima mesa. Meso se u svrhu konzerviranja može soliti: trljanjem površine mesa solju (suhom soljenje), potapanjem mesa u salamuru (mokro usoljavanje) ili injektiranjem salamure u meso (Belitz i sur., 2009). Osim u svrhu konzerviranja, kuhinjska sol se koristi za poboljšanje organoleptičkih svojstava krajnjeg proizvoda. Ioni natrija i klora daju slani okus mesnim proizvodima, ali i naglašavaju njihovu karakterističnu aromu. Rezultati određivanja udjela soli u ispitivanim pršutima u ovisnosti o procesu proizvodnje prikazani su u tablici 14. Rezultati određivanja udjela soli u istraživanju pokazuju statistički značajnu razliku na razini 95% ( $P < 0,05$ ) istarskog u odnosu na krčki i dalmatinski pršut, dok se drniški pršut nije značajnije razlikovao ( $P > 0,05$ ) od ostalih pršuta. Udjeli soli u ispitivanim uzorcima su u rasponu 5,76%-7,50%. Istarski pršut ima najniži udjel soli (5,76%), zatim slijede drniški pršut (6,48%) i dalmatinski pršut (6,79%), dok krčki pršut ima najveći udio soli (7,01%). Na slici 38. prikazan je raspon rasipanja rezultata udjela soli ispitivanih pršuta. Iz slike je vidljiva varijacija rezultata i statističke značajne razlike udjela soli u ovisnosti o procesu proizvodnje. Prema radu Marušić i sur. (2014) u istarskom pršutu udio soli je bio 6,3-7,4, dok se u dalmatinskom udio soli kretao u rasponu 7,5-9,8 % (Marušić Radovčić i sur., 2016). Meso i mesne prerađevine, pogotovo suhomesnati proizvodi, uz pekarske proizvode, trajne sireve i ostale mliječne proizvode, jedan su od glavnih izvora soli u prehrani. Senzorska svojstva finalnog proizvoda koja se odnose na teksturu, kao što su mekoća pri žvakanju, lakoća narezivanja, odgovarajuća tvrdoća i elastičnost vrlo su važna s gledišta kvalitete trajnih suhomesnatih proizvoda, a izravno su povezana s procesom sušenja i dehidracijom (Krvavica

i sur., 2012). Zbog toga soljenje ima važnu ulogu u formiranju krajnjeg proizvoda odgovarajuće kakvoće i senzorskih karakteristika. Iz dobivenih rezultata i literaturnih podataka zaključujemo da su proizvođači smanjili udio soli u pršutima što je u skladu sa trendom smanjenja količine soli u prehrani, a nije utjecalo na senzorsku razlikovnost među ispitivanim pršutima. Dobiveni rezultati koncentracije soli u hrvatskim pršutima u skladu su s podacima navedenim u Specifikacijama pršuta koji nose zaštićene oznake zemljopisnog podrijetla i izvornosti.

#### 5.1.4. Boja

Boja mesnih proizvoda kao što su pršuti uglavnom ovise o koncentraciji (Campo i sur., 1991) i kemijskom statusu (Perez -Alvarez i sur., 1998) pigmenta boje mesa i mišićnoj strukture (Hedrick i sur., 1993). Gubitak vode tokom procesa proizvodnje pršuta doprinosi povećanju koncentracije mišićnih pigmenta (García-Esteban i sur., 2003). Određivanje boje provedeno je mjereći vrijednosti koordinata svjetline ( $L^*$ ), spektra od zelene do crvene boje ( $a^*$ ), te spektra od plave do žute boje ( $b^*$ ). Vrijednosti za  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  izračunate su kao srednja vrijednost 10 mjerenja uz napomenu da su se kod mjerenja izbjegavala područja s većom količinom masnoće zbog što točnijih i ujednačenijih mjerenja.  $L^*$  vrijednost povezana je s tankim slojem na površini mišića (Hunt, 1980).  $L^*$  vrijednost u mišićima ovisi o udjelu vode (odnosno vlažnosti) i dehidraciji prema površini.  $L^*$  vrijednost (mjera svjetline mesa) pokazala je statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ) u ispitivanim uzorcima pršuta i značajno je viša u dimljenim vrstama pršuta, dalmatinskom (44,23) i drniškom (40,94), nego u nedimljenim vrstama pršuta istarskom i krčkom pršutu (34,61 i 35,97). Vrijednosti  $a^*$  (mjera crvenila mesa) i  $b^*$  ne pokazuju statistički značajnu razliku ( $P > 0,05$ ). Formiranje boje u dimljenim proizvodima posljedica je fizikalno-kemijskih procesa tokom procesa dimljenja. Među kojim najvažnijim je prijanjanje komponenata boje u dimu, polimerizacija i oksidacija komponenti dima (npr. fenola, aldehida) kao i njihova reakcija s proteinima, uglavnom između karbonilnih grupa spojeva u dimu i amino grupa na površini mesnog proizvoda. Rezultati određivanja boje su prikazani u tablici 15, gdje su vidljive statističke značajne razlike  $L^*$  vrijednosti u ovisnosti o procesu proizvodnje. Perez-Alvarez i sur. (1998) došli su do zaključka da  $L^*$  ovisi samo o količini i aktivitetu vode, i prema podacima iznosila je 34,80. Parametri boje ( $L^*$ ) u dalmatinskom ( $L^*=44,23$ ) i drniškom ( $L^*=40,94$ ) nemaju statistički značajnu razlikovnost na razini 95 %.  $L^*$  vrijednost dalmatinskog i drniškog pršuta je nešto viša u odnosu na španjolski pršut (Perez-Alvarez i sur., 1998) i talijanske pršute (Laureati i sur., 2014), što je u skladu s literaturom (Marušić-Radovčić i sur., 2016). Dalmatinski pršut

( $a^* = 13,21$ ) je imao nešto višu vrijednost nego u istraživanju Marušić-Radovčić i sur. (2016). Španjolski pršuti su imali intenzivniju crvenu boju (viši  $a^*$ ) od istraživanih pršuta zbog dodatka nitritnih i nitratnih soli u procesu proizvodnje. Carrapiso i García (2008) su također proveli instrumentalno određivanje boje na Iberijskom pršutu i dobili su slijedeće vrijednosti:  $L^* = 38,78$ ;  $a^* = 18,92$ ;  $b^* = 7,59$ . Proizvodnja pršuta bez dodatka nitratnih soli, s niskim udjelom vode može rezultirati tamnijom bojom pršuta (niski  $L^*$  i visoki  $a^*$ ) u Serano pršutu (Costa i sur., 2008). U istarskom ( $L^* = 34,61$ ,  $a^* = 14,73$ ,  $b^* = 10,2$ ) i krčkom ( $L^* = 35,79$ ,  $a^* = 13,14$ ,  $b^* = 12,61$ ) pršutu je u skladu s literaturnim podacima za Serano ( $L^* = 32,22$ ,  $a^* = 12,00$ ,  $b^* = 2,56$ ) i Parma pršute ( $L^* = 34,25$ ,  $a^* = 12,08$ ,  $b^* = 2,38$ ) (Costa i sur., 2008), osim nižih vrijednosti za  $b^*$ . Iz navedenih rezultata vidljivo je da istarski i krčki pršuti imaju tamniju boju od dalmatinskog i drniškog pršuta zbog niže  $L^*$  vrijednosti što se, vjerojatno dijelom može pripisati razlici u udjelima vode po hrvatskim vrstama pršuta kao i tehnološkom procesu proizvodnje.

#### 5.1.5. Sastav masnih kiselina

Svježe svinjsko meso i proizvodi od svinjskog mesa se opisuju relativno visokim udjelom zasićenih masnih kiselina (SFA) (Wood i sur., 2008; Woods i Fearon, 2009). Najzastupljenije su palmitinska kiselina (C16:0), stearinska (C18:0) i miristinska (C14:0) kiselina (Fernández i sur., 2007). Intenzivna lipoliza odvija se tijekom prvih pet mjeseci zrenja (visok udio soli i niža vrijednost aktiviteta vode povoljno utječu na lipaze mišića), dok duljina zrenja nema značajnog utjecaja na profil masnih kiselina u pršutima (Toldra, 1998; Pugliese i sur., 2015). Sastav masnih kiselina može se razlikovati ovisno o poziciji mišića, *semimebranosus* (SM) i *biceps femoris* (BF), zbog različitog sadržaja intramuskularne masnoće, kao i veće lipolitičke aktivnosti SM mišića što rezultira većim sadržajem slobodnih masnih kiselina (Pugliese i sur., 2015). U tablici 30. prikazan je sastav masnih kiselina u mišiću *biceps femoris* u različitim vrstama pršuta (Serrano, Taurel, Iberijskian, Bayonne, Corsician, Parma, San Danielle, Cinta Senese, Jinhua, Istarski, Krčki, Dalmatinski i Drniški).

Općenito, podaci iz literature pokazali su da su glavne masne kiseline u suhim pršutima (MUFA) (41-59%), SFA (30-45%) i PUFA (9-18%) (tablica 30).

**Tablica 30.** Sastav masnih kiselina u mišiću *biceps femoris* u različitim vrstama pršuta

	Masne kiseline (% ukupne masne kiseline)					Literatura
	SFA	MUFA	PUFA	PUFA/SFA	n6/n3	
Serrano	32.6-33.4	52.8-54.1	9.1-10.5	0.2	18.3-18.6	1,2,3.
Teurrel	35.7-37.4	54.6-54.7	7.4-8	0.1-0.2	17.4-17.6	3
Iberijskian	32.5-35.2	51.4-59.4	67.8-13.4	0.2-0.4	9.4-28.2	4, 5
Bayonne	36.5	52.9	10.7-15.3	0.3-0.4	14.1-29.6	6
Corsican	34.9-35.0	53.8-55.4	9.7-11.2	0.3	8.7	6
Parma	30.4-37.9	50.2-54.6	7.3-17.8	0.2-0.6	12.3-39.9	7, 8, 9
San Danielle	38.5	51.9	9.6	0.3	-	9
Cinta Senese	33.3	51.4	15.4	0.5	14.2	10
Jinhua	37.1	46.6	14.2	0.4	-	11
Istarski	38.9-40.5	44.7-53.5	7.5-12.5	0.2-0.3	12.9-16.6	12, 13,14
Krčki	42,56	51,65	8,84	0,21	24,2	14
Dalmatinski	41.4	50.7	7.9	0.20	14.7	13,14
Drniški	44,58	49,68	8,29	0,20	21,1	14

Literatura: (1) Santos i sur., (2008); (2) Jiménez i sur., (2009); (3) Campo i Sierra, (2011); (4) Fernández i sur., (2007); (5) Ventanas i sur., (2005); (6) Gandemer, (2009); (7) Pastorelli i sur., (2003); (8) Lo Fiego, i sur., (2005); (9) D'Evoli i sur., (2009); (10) Pugliese, (2009); (11) Du i Ahn, (2001); (12) Karolyi, (2006).; (13) Marušić i sur., (2013); (14) rezultati iz tablice 17.

U istraživanju sastava masnih kiselina pršuta je identificirana je 21 masna kiselina (tablica 16). Istraživane vrste pršuta značajno se razlikuju u udjelu stearinske kiseline (C 18:0), plamitoleinske kiseline (C 16:1n7c), oleinske kiseline (C 18:1n9c) i 11-oktadekenoiske kiseline (C 18:1n7). Oleinska kiselina (C 18:1n9c) ima najveću vrijednost u istarskom pršutu (45,39%) i statistički značajno ( $P < 0,05$ ) se razlikuje od krčkog,



dalmatinskog (42,35%) i drniškog pršuta (40,43%). Osim oleinske (C18:1n-9c) u većem udjelu su zastupljene palmitinska (C 16:0) i linolna (C18:2n6c) za koje je utvrđeno da nemaju statistički značajne razlike na razini 95% vjerojatnosti za ispitivane skupine proizvoda.

Udio stearinske kiseline (C18:0) u ispitivanim proizvodima je u rasponu 11,54-14,09 %, najniža vrijednost je u istarskom pršutu (11,54%) i statistički značajno ( $P>0,05$ ) se razlikuje od dalmatinskog (14,09%) i drniškog pršuta (14,90%). Udio palmitoleinske kiseline (C 16:1n7c) je u rasponu 2,33-3,05%, najniža vrijednost je u drniškom pršutu (2,33%) i dalmatinskom pršutu (2,40%) i statistički značajno se razlikuje na razini 95 % od istarskog pršuta (3,05%), dok je vrijednost u krčkom pršutu (2,85%) bila između navedenih vrijednosti ( $P>0,05$ ). Druge identificirane masne kiseline su niskog udjela i nema statistički značajne razlike na razini 95% među ispitanim proizvodima.

Prosječni udio zasićenih masnih kiselina (SFA) se kretao u rasponu 37,45-44,58%, dok je udio višestruko nezasićenih masnih kiselina iznosio 8,29-9,75%. Glavne SFA su palmitinska (C16:0) (24,00-26,76%) i stearinska (C18:0) (10 - 15%). S obzirom na skupine masnih kiselina, jednostruko nezasićene masne kiseline (MUFA) imaju najveći udio u rasponu 49,68-54,53%. U skupini MUFA najzastupljenije su oleinska (C18:1n9) (40,43-45,39%) i palmitoleinska (C16:1n7) (2,33-3,05%) masna kiselina. Sastav masnih kiselina pršuta bijelih pasmina svinja u prosjeku sadrži 35-40% SFA, 45-50% MUFA i 10-15% PUFA (Jiménez-Colmenero i sur., 2010). Iberijski pršut sadrži veći postotak MUFA (54-58%) i manji udio SFA (30-35%) i PUFA (8-12%) što se može povezati s većim udjelom oleinske kiseline koja se nalazi u žirovima kojima se hrane svinje (Isabel i sur., 2003).

Prosječni udio PUFA u istarskom, krčkom, dalmatinskom i drniškom pršutu je iznosio 8,29-9,75% . Sličnu vrijednost imaju Iberijski pršuti (6-8%) dok Seranno pršuti sadrže 11-15% PUFA ( Jiménez-Colmenero i sur., 2010).

### 5.1.6. Hlapivi spojevi

Tijekom provedenog istraživanja identificirano je 149 hlapivih spojeva (tablica 17) i 15 spojeva je kvantificirano (tablica 18). Hlapivi spojevi za kvantifikaciju odabrani su s obzirom na njihovu pojavnost u ostalim vrstama pršuta i to su: 1-pantenol, heksanal, 2-furanmetanol, 2-heptanone, benzaldehid, 1-okten-3-ol, oktanal, limonene, benzil alkohol, benzacetaldehid, 1-oktanol, 4-metilfenol, 2-nonanone linalool i dekantol. Identificirani hlapivi spojevi prema svojoj strukturi pripadaju u različite kemijske skupine spojeva: 25 aldehida, 18

fenola, 12 alkohola, 16 terpena, 27 aromatskih ugljikovodika, 18 alifatskih ugljikovodika, 17 ketona, 9 estera i 7 kiselina (tablica 17).

Aldehidi su najzastupljenija grupa spojeva u ispitivanim pršutima što je u skladu s nalazima za mnoge druge mediteranske pršuta (Sabio i sur., 1998). Sačinjava je 25 različitih spojeva, uključujući razgranate aldehide nastale degradacijom aminokiselina i linearne aldehide nastalih oksidacijom lipida. Aldehidi imaju niske granicu detekcije mirisa i prisutni su u većim količinama te igraju važnu ulogu u cjelokupnom okusu pršuta. Udio aldehida kretao se u rasponu 46,68-49,78%, s iznimkom drniškog pršuta koji je imao najniži udio aldehida (34,46%). Ovaj niži iznos je vjerojatno zbog veće količine fenola i aromatskih ugljikovodika u odnosu na druge ispitane pršute. Linearni aldehidi poput pentanala, heksana i heptanala koji dolaze od lipidne oksidacije i mogu doprinijeti ukupnoj arome sa slatkim, cvjetnim, travnatim i voćnim notama (Sánchez-Peña i sur., 2005). Kada je prisutan u velikim količinama, heksanal može uzrokovati užegao okus mesnih proizvoda (Carrapiso i sur., 2002a). Najzastupljeniji aldehidi u predmetnom istraživanju su nonanal, benzenealdehid, heksanal i oktanal u sve četiri vrste pršuta. Heksanal nastaje oksidativnom razgradnjom n-6 masnih kiselina. Heksanal je bio najzastupljeniji od identificiranih hlapljivih spojeva (Pastorelli i sur., 2003; Pugliese i sur., 2015), a općenito se smatra dobar pokazatelj razine oksidacije (Shahidi i Pegg, 1994). U literaturi je opisan kao glavni oksidacijski produkt u ostalim suhomesnatim proizvodima (Marušić i sur., 2014) i odgovoran je za užeglu aromu proizvoda kada je prisutan u visokim koncentracijama dok kod niske koncentracije ima aroma na travu (Lorenzo i sur., 2013). Udio heksanala je bio viši u nedimljenim pršutima (1,13 i 1,27 mg/kg) nego u dimljenim vrstama pršuta (0,36 i 0,13 mg/kg). To može biti posljedica antioksidacijskih i antimikrobnih učinaka dimnih spojeva. Pentanal je identificiran u visokom udjelu u nedimljenim pršutima, dok u drniškom pršutu je ispod granice detekcije. Također, nađen je i veći udio dekanala u nedimljenim pršutima. Dekanal je opisan u literaturi s aromom agruma i voska (García-González i sur., 2013), ali je u provedenom istraživanju u hrvatskim pršutima ispod granice detekcije mirisa (tablica 18).

Oktanal je pronađen u svim ispitanim pršutima. Najviša koncentracija oktanela pronađena je u krčkom pršutu (0,37 mg/kg) i to iznad granice detekcije mirisa. Oktanal u ostalim ispitanim uzorcima je ispod granice detekcije mirisa. Tako se može zaključiti da oktanal s mesnim, zelenim i svježim mirisom doprinosi aromi krčkog pršuta. Moguće je da hranidba / uzgoj svinja djelomično utječe na oksidaciju lipida, jer su koncentracije heksanala (3,76 mg / kg), oktanela (7,38 mg / kg) i nonanala (4,33 mg / kg) veće u Iberijskom nego u

drugim vrstama pršuta (García-González i sur., 2013). Više koncentracije tetradekanala, pentadekanala i heksadekanala pronađene su u dimljenim pršutima. Razgranati aldehidi povezani su s proteolizom/razgradnjom aminokiselina (Pastorelli i sur., 2003). Razgranati aldehidi su povezani s glavnim svojstvima mirisa po zrelom mesu, zahvaljujući njihovim specifičnim aromama i niskoj granici detekcije mirisa (Sánchez-Peña i sur., 2005). Reakcijom između amino kiselina nastaju aromatski aldehidi kao što je benzaldehid, koji je identificiran u ovom istraživanju. Benzaldehid se također može formirati tijekom oksidacije lipida. Uglavnom doprinosi aromi po suhom mesu zbog niske granice detekcije i note po gorkom bademu (García-González i sur., 2013). Benzaldehid u svim ispitivanim uzorcima pronađen je u koncentracijama 0,11-0,28 mg/kg iznad granice kvantifikacije mirisa. Ovaj spoj je također pronađen u višoj koncentraciji (1,78 mg/kg) u Iberijskom pršutu, što se može objasniti činjenicom da se koncentracija benzaldehida povećava za vrijeme dozrijevanja, a Iberijski pršuti imaju duži period zrenja (2-3 godine) (García-González i sur., 2013). Benzenacetaldehid je povezan s okusom po žiru, užeglom i pikantnom (García-González i sur., 2008). U skladu s rezultatima ispitivanja proces proizvodnje nije utjecao na udio benzaldehida i benzenacetaldehida ( $P>0,05$ ), a koncentracija benzenacetaldehida je veća od granice detekcije (tablica 18). Osim navedenih aldehida i 2-metilbutanala i 3-metilbutanala, svi ostali aldehidi imaju statistički značajne razlike na razini 95% i ovisni su o procesu proizvodnje.

Fenolni spojevi su druga najzastupljenija grupa spojeva u dimljenim pršutima. U ovom istraživanju identificirano je ukupno 18 spojeva iz skupine fenola. Fenolni spojevi (fenoli i metoksifenoli) uglavnom su odgovorni za jedinstvenu aromu i okus dimljenih proizvoda (Marušić Radovčić i sur., 2016). Fenolni spojevi zastupljeni su s 23,98% u dalmatinskim pršutima i 31,03 % u drniškim pršutima. U nedimljenim pršutima samo je pronađen 4-metilfenol. Hladni postupak dimljenja (15-25°C) doprinosi aromi pršuta i produžuje vijek trajanja zahvaljujući antioksidativnim i antimikrobnim efektima spojeva dima. Fenoli imaju nisku granicu detekcije mirisa i njihov utjecaj na miris je statistički značajan na razini 95%.

Usporedbom fenolnih spojeva dalmatinskog i drniškog pršuta ustanovili smo da su 2-etilfenol, 4-etilfenol i 2,4,6-trimetilfenol pronađeni u drniškim pršutima, dok su 4 - metoksi - 3 - metilfenol i 2,3 - dimetilfenol pronađeni dalmatinskim pršutima. Fenoli imaju niski prag detekcije pa je njihov utjecaj na okus dimljenog pršuta značajan. Najzastupljeniji fenoli u dimljenim uzorcima su: 2-metoksifenol, 2-metoksi-4-metilfenol, 4-metilfenol, 4-etil-2-metoksifenol i 2-metilfenola. Statistički značajna razlika na razini 95% u sadržaju fenola u

dvije vrste ispitivanih dimljenih pršuta mogu biti posljedica upotrebe različitih vrsta sirovina za proizvodnju dima. Osim tvrdog drva za dimljenje drniškog pršuta koriste se i lokalne biljke poput suhih grančica smreke, smilja i ljuske badema. Samo je 4-metilfenol (Tablica 18) kvantificiran i njegova koncentracija je bila u skladu s očekivanom vrijednosti.

Alkoholi se uglavnom generiraju kao reakcijski produkti oksidacije lipida (Pham i sur., 2008). Alkoholi imaju nizak prag mirisa i imaju ključni doprinos aromi mesnih proizvoda. Alkoholi pridonose i okusu pršuta na začinjeno, mirisu drveta i maslačnim notama (Lorenzo i sur., 2013). Alkoholi predstavljaju značajnu količinu identificiranih spojeva: 13,44%, 14,67%, 11,60% i 5,46% u istarskom, krčkom, dalmatinskom i drniškom pršutu. Identificirano je ukupno 12 spojeva. 1-okten-3-ol, heptanol, 1-oktanol i benzil alkohol su najzastupljeniji alkoholi u četiri vrste pršuta. 2-furanmetanol je alkohol prisutan samo u dimljenim pršutima, dodekanol prisutan samo u nedimljenim pršutima. 2-etil-1-heksanol i 2-okten-1-ol su prisutni u tri vrste ispitanih pršuta, dok nisu pronađeni u drniškom pršutu. Dulja faza dimljena može "maskirati" neke alkohole. 1-oktadekanol je jedini alkohol koji se nalazi u istarskom pršutu (tablica 17).

U ovom istraživanju kvantificirani su 1-pentanol, 2-furanmetanol, 1-okten-3-ol, benzil alkohol i 1-oktanol. Koncentracija 1-pentanol je iznad granice detekcije u nedimljenim pršutima: Istarskom i Krčkom pršutu. 1-pentanol dolazi od oksidacijskih proizvoda razgradnje linoleinske kiseline (García-González i sur., 2013). 2-furanmetanol je otkriven samo kod dimljenih pršuta međutim njegova koncentracija je ispod granice detekcije tako da ne pridonosi značajno na aromi po dimljenom i zreloom pršutu. Nizak prag detekcije mirisa za 1-okten-3-ol ukazuje na to da pridonosi jakoj aromi po gljivama i prisutan je u većim količinama u nedimljenim negoli u dimljenim pršutima (tablica 18). Također je prisutan u drugim vrstama pršuta (García-González i sur., 2013). 1-oktanol daje masnu, oštru aromu i nađen je u koncentracijama iznad granice detekcije mirisa. U većoj koncentraciji prisutan je u istarskom (0,73 mg / kg) i krčkom pršutu (0,77 mg / kg). Benzil alkohol pridonosi sa slatkim aromom i pronađen je u koncentracijama iznad granice detekcije mirisa u krčkom i drniškom pršutu.

U istraživanju je identificirano 16 terpena. Terpeni su općenito povezani s dodavanjem začina. S druge strane, prisutni su neki terpeni koji se nalaze u mesu kao posljedica njihove prisutnosti u hrani za životinje poput prisutnosti limonena koji je povezan s prehranom svinja (Sabio i sur., 1998). Koncentracija limonena bila je ispod granice detekcije mirisa u svim tipovima ispitivanih pršuta (tablica 18). Većina identificiranih terpena bili su prisutni u

istarskom (9,44%) i krčkom (4,88%) pršutu. U istarskom pršutu je prisutna veća količina terpena nego u krčkom zbog različitih procesa proizvodnje. Istarski pršut se proizvodi bez kože, tako da začini mogu prodrijeti dublje u mišić nego u krčkom pršutu koji se proizvodi s kožom.

Terpeni kao eukaliptol, p-cimen-8-ol, piperidin i kopain pronađeni su samo u istarskom pršutu. Najzastupljeniji terpeni u istarskom pršutu bili su limonen, piperidin, p-cimen-8-ol, linalool i o-cimen dok je p-mircen, o-cimen i linalool u krčkom pršutu. Terpenski alkohol kao što je p-cimen-8-ol dobiven je od papra i ružmarina, dok je  $\beta$ -fenhil alkohol izveden iz dodanog ružmarina. Terpeni koji su pronađeni kao  $\beta$ -mircen,  $\beta$ -elemen i piperidin dobiveni su od dodanog papra i lovora. Piperidin potječe od dodanog crnog papra u fazi soljenja, koji je karakterističan samo za istarski pršut, tako da je identificiran samo u uzorcima istarskog pršuta. Određene vrste terpena pronađene su u Bayonne i Corsican pršutu kao posljedica dodatka crnog papra tijekom tehnološkog procesa proizvodnje pršuta (Sabio i sur., 1998). U dimljenom pršutima identificirana su 3 terpena: limonen, linalool i geraniol. Linalool pridonosi cvjetnim i aromama citrusa (Larsen i Poll, 1992) i ima nisku granicu detekcije mirisa. Pronađen je u svim uzorcima hrvatskih pršuta u statistički značajnoj koncentraciji (tablica 18).

Aromatski ugljikovodici imaju drugačiji doprinos aromi pršuta. Najveća količina aromatskih ugljikovodika dobivena je u drniškom pršutu (10,91%). 27 aromatskih ugljikovodika i veća količina identificiranih aromatskih ugljikovodika poput 1,2-dimetoksibenzena; 1,3 dimetoksibenzene; 2,4-dimetoksitoluene; 3,4-dimetoksitoluene; 1,2,3-trimetoksibenzene; 1,2,4-trimetoksibenzene; eugenol; L, 2,3-trimetoksi-5-metil-benzen zastupljena je dalmatinskom i drniškom pršutu posljedica je upotrebe dima koji se koristi u procesu prerade pršuta. Spojevi dušika identificirani su samo u krčkom (2-metoksi-3-metilpirazin) i drniškom (2,6-dimetilpirazin, trimetilpirazin) pršutu. U krčkom pršutu identificiran je samo jedan furan (2-pentilfuran), koji je ne-karboksilni spoj izveden iz linolne kiseline i drugih n-6 masnih kiselina s relativno niskim percepcijskim pragom i aromatičnom notom po povrću (Lorenzo i sur., 2013).

Alifatski ugljikovodici formirani su oksidativnom razgradnjom lipida. U ovom istraživanju identificirano je osamnaest alifatskih ugljikovodika. 2-okten, dekan, 5-metiltridecan i 3-etil-2-metil-1, 3-heksadiena pronađeni su samo u krčkom pršutu, dok su 3-metiltridekane i 3-metilpentadekan prisutni u Istarskom pršutu. Niža količina alifatskih

ugljikovodika utvrđena je u dimljenim pršutima zbog većih količina fenola i aromatskih ugljikovodika. Određeni su ugljikovodici razgranatog lanca za koje se smatra da ne doprinose okusu mesa (Flores i sur., 1998). Alifatski ugljikovodici imaju relativno visoke vrijednosti praga detekcije mirisa tako da nemaju značajan utjecaj na okus pršuta (Lorenzo i sur., 2013).

Ketoni predstavljaju veliki udio utvrđenih spojeva u istarskom i krčkom pršutu (13,55 i 14,80%), dok su u manjim količinama pronađeni u dalmatinskom i drniškom pršutu (3,74 i 5,85%). Ketoni mogu nastati i lipidnom autooksidacijom i mikrobiološkim metabolizmom (Lorenzo i sur., 2013). Identificirano je 17 različitih ketona, od toga 13 u istarskom, 12 u Krčkom i 9 u dalmatinskom i drniškom pršutu. 2-pentanon je pronađen u nedimljenim pršutima (tablica 18), nastanak 2-pentanona povezan je s  $\beta$ -oksidacijskom aktivnošću plijesni koje obrastaju površinu pršuta. 2,5-oktanedienon i 5-etildihidro-2 (3H) -furanon pronađen je u dalmatinskom, acetofenon i 2 (3H) -furanon u istarskom i krčkom pršutu, a 2,5-oktanedienon, 8-nonen-2-on i 2-nonanon u drniškom pršutu. Ketoni 2-pentanon, 8-nonen-2-on, 2-propilciklopentanon, 5-pentil-2 (5H) -furanon i 2,5-cikloheksadien-1,4-dion pronađeni su samo u nedimljenim pršutima. Uspoređujući dalmatinski i drniški pršut postoje razlike u identificiranim ketonima. U dalmatinskom pršutu pronađeni su 2,5-oktadion, 5-etildihidro-2 (3H) -furanon i 5-heptildihidro-2 (3H) -furanon, dok su u drniškom pršutu pronađeni dugolančani ketoni (3-undekanon, 2-undekanon i 2-pentadekanon). Smatra se da ketoni, osobito 2-ketoni imaju veliki utjecaj na aromu mesnih proizvoda i imaju posebnu arome, kao što su eterični maslac, začinsko bilje ili plavi sir, tako da je njihov doprinos ukupnom okusu važan (Lorenzo i sur., 2013). Kvantificirana su dva ketona (2-heptanon i 2-nonanon). Ketoni su sekundarni produkti oksidacije lipida i pronađeno je da je 2-heptanon oksidacijski produkt linolne kiseline (St. Angelo i sur., 1980). 2-Heptanon doprinosi aromi (granica detekcije  $\leq 0,30$ ) s osjetilnim svojstvima začinjenog / plavim sirom / po žiru i nalazi se u većim koncentracijama u Iberijskijem pršutu (García-González i sur., 2013). Nizak prag detekcije tih spojeva upućuje na činjenicu da oni značajno pridonose aromi pršuta. Koncentracije 2-heptanona bile su ispod njegove granice detekcije mirisa u istraživanim pršutima (tablica 18). 2-nonanon pridonosi aromi zrelog mesa s notama cvjetnog / voćnog / aromatičnog sirom i nalazi se iznad granice detekcije u istarskom, krčkom i drniškom pršutu tako da je važna komponenta u ovim vrstama pršuta (tablica 18).

Esteri nastaju esterifikacijom karboksilnih kiselina i alkohola i povećavaju se s dužim procesom zrenja. Doprinos estera na opću aromu pršuta ovisi o duljini njihovog lanca. Esteri formirani od kratkih lanaca imaju miris po voću, a esteri formirani iz dugolančanih kiselina

imaju mastan miris (Pugliese i sur., 2015). Esteri su pronađeni u malim količinama (1,55; 2,03; 1,42 i 0,75%) (Tablica 18.). Esteri, nonanil acetat, izoheksil heksanoat i etil dekanat mogu se naći u istarskom i krčkom pršutu sa statistički značajnom razlikom ( $P < 0,05$ ) u odnosu na dalmatinski i drniški pršut. Etil oktanoat je prisutan u sve četiri vrste ispitivanih pršuta. Butil butanoat i dibutil glutarat pronađeni su samo u dalmatinskom pršutu, dok su etilni miristat i izopropil miristat pronađeni u drniškom pršutu. Koncentracija kratko lančanih estera u sve četiri vrste pršuta je niska, dok su dugolančani esteri bili prisutni u većim količinama.

Kiseline su prisutne u manjim količinama: 2,38% u Istarskom, 3,49% u krčkom, 1,10% u dalmatinskom, dok je drniški pršut najveću količinu (5,02%). 4-hidroksi-3-metoksibenzojeva kiselina je jedina kiselina prisutna u drniškom pršutu. Dodekaninska kiselina je prisutna samo u dimljenim pršutima, dok je 2-metilpropanska kiselina prisutna u nedimljenim pršutima. Dekanoinska kiselina je prisutna u najvišoj količini u svim vrstama pršuta s iznimkom dalmatinskog pršuta. Lorenzo i sur. (2013) su izvijestili da kratkolančane kiseline (<6 ugljikovih atoma) imaju važan učinak u razvoju arome zbog njihovih niskih vrijednosti praga detekcije i karakterističnih mirisa, opisanih kao ocat, sir ili krastavac. 3-metil-butanska kiselina pronađena je u pršutu iz Celta pasmine svinja. Međutim, kratkolančane kiseline nisu detektirane u ovom istraživanju.

### **5.1.7. Amino kiseline i dipeptidi**

Slobodne aminokiseline i peptidi igraju presudnu ulogu u formiranju okusa pršuta i kobasica (Herranz i sur., 2006, Jurado i sur., 2007; Sentandreu i sur., 2003; Sforza i sur., 2001; Sforza i sur., 2006). Okus pršuta nastaje zbog enzimskih reakcija, uključujući proteolizu i lipolizu, te kemijskih pretvorbi, uključujući oksidaciju lipida Streckerovim i Maillardovim reakcijama tijekom zrenja.

#### **5.1.7.1. Validacija metode**

Kvantifikacija je provedena visoko učinkovitom tekućinskom kromatografijom s *diode array* detektorom primjenom internog standarda norleucina. Validacija metode provedena je kroz rutinsku analizu standarda otopine kako bi se osiguralo odsutnost interferencija, linearnost, ponovljivost i procjenu kakvoće rezultata.

Identifikacija slobodnih aminokiselina odredila se usporedbom vremena zadržavanja (eng. retention time, RT) (slika 39) s vremenom zadržavanja standarda pojedinačnog analita i internog standarda Slika 41. uz toleranciju  $\pm 5,0\%$ . Kromatogram s vremenima zadržavanja (RT) standardne otopine amino kiselina i dipeptida prikazan je na slici 46.

Koncentracija slobodnih amino kiselina verificirana je iz standardnih krivulja šest koncentracijskih nivoa standardne otopine amino kiselina primjenom metode internog standarda (norleucina) pod istim uvjetima kao što je opisano za uzorak. Linearnost (slike 40-45) je određena metodom najmanjih kvadrata, izračunat regresijski i korelacijski faktor između površine pika analita i koncentracije standarda. Kalibracijske krivulje su linearne u koncentracijskom području 5-200  $\mu\text{g/ml}$  s koeficijentom linearnosti  $\geq 0,95$  (0,975-0,977) (slike 40-45). Parametri linearnosti određivanja amino kiselina su prikazani u tablici 19, parametri validacije za dipeptide u tablici 20.

#### 5.1.7.2. Rezultati određivanja amino kiselina

Proteoliza je vrlo važan fenomen koji se javlja tijekom procesa proizvodnje pršuta. Aktivnost endogenih mišićnih peptidaza je odgovorna za nastajanje slobodnih amino kiselina i malih peptida (Toldrá i Flores, 1998; Virgili i sur., 1995), koji su povezani s kvalitetom pršuta. Glutaminska kiselina, asparaginska kiselina, histidin, arginin, valin, metionin, izoleucin, triptofan i lizin u korelaciji su s duljinom procesa zrenja (Toldrá, 2002).

Slobodne aminokiseline sudjeluju izravno u okusu (Kato i sur., 1989), a također sudjeluju neizravno u razvoju jer su preteča mnogih mirisa (Hidalgo i Zamora, 2004; Pripis-Nicolau i sur., 2000) važnih za mesne proizvode. Smatra se da hlapljive tvari koje dolaze iz aminokiselina imaju veliku važnost za aromu Iberijskog pršuta (Carrapiso i sur., 2002b) i drugih vrsta pršuta (Flores i sur., 1998). Stvaranje hlapivih spojeva iz aminokiselina u Iberijskom pršutu uglavnom su iz Maillard i Streckerove reakcije (Ventanas i sur. 2001), koje daju heterocikličke spojeve koji sadrže dušik (poput pirazina), sumpor ili kisik (kao što su furanoni) i alifatske spojeve kao što su metil razgranati aldehidi i alkoholi (Mottram, 1998).

U provedenom istraživanju identificirane i kvantificirane su 21 slobodne amino kiseline (FAA). Utjecaj različitog procesa proizvodnje na koncentraciju slobodnih amino kiselina prikazan je u tablici 21. Sadržaj slobodnih aminokiselina u pršutu značajno je viši u odnosu na svježi but zbog proteolitičkih promjena do kojih dolazi tijekom zrenja (Toldrà i sur., 1993; Toldrà i Aristoy 1993). Istraživane vrste pršuta statistički značajno se razlikuju na



razini 95% u sadržaju većine slobodnih amino kiselina osim asparagina, glutamina i taurina. Ukupna koncentracija amino kiselina najveća je u istarskom pršutu (3289,26 mg/100g, slijedi drniški pršut (2881,85mg/100g), krčki (2404,38 mg/100g) i dalmatinski (1935,64mg/100g) pršut te se ukupne koncentracije amino kiselina u različitim pršutima značajno razlikuju ( $P>0,05$ ). Ukupna koncentracija amino kiselina u skladu je s literaturnim podacima za Prosciutto di Sauris (PGI) 3633,03 – 4435,49 mg/100g (Martuscelli i sur., 2009), za Serrano pršut 2991,08-4744 mg/100g (del Olmo i sur., 2015), za portugalske vrste pršuta 7980 mg/100g (Mateus i sur., 2004), dok je kod Iberijskog pršuta nešto viša i iznosi 12074-15757 mg/100g suhe tvari (Jurado i sur., 2007). Aktivnost aminopeptidaze smatra se glavnim uzročnikom oslobađanja amino kiselina iz proteina. Na enzimatsku aktivnost negativno utječu relativno povećanje udjela soli tokom faze sušenja i zrenja uslijed procesa dehidracije i promjene fizikalno-kemijskih parametara kao što je aktivitet vode (García-Garrido i sur., 200, Sárraga i sur., 1993). Smanjenje koncentracije amino kiselina može biti posljedica kemijskih i enzimatskih djelovanja na proteine i stvaranje sekundarnih produkata (Ruiz i sur., 1998, Ventanas i sur., 1992,) i /ili djelovanja amino kiselinske dekarboksilaze stvarajući biogene amine (Virgili i sur., 2007). U dimljenim pršutima, osim veće koncentracije soli, dulji kontakt s karbonilnim komponentama tokom faze dimljena može pospješiti apsorpciju na površini pršuta i tako doprinijeti reakciji sa slobodnim amino kiselinama uzrokujući smanjenje njihove koncentracije (Martuscelli i sur., 2009). Taurin i ornitin, koji nemaju proteinsko podrijetlo, prethodno su utvrđene u pršutima (Flores i sur., 1997, Buscailhon i sur., 1994, Toldrá i sur., 2000). U istraženim pršutima taurin je određen u rasponu 21,84-39,11 mg/100g, u istarskom pršutu je najveća koncentracija, dok je u dalmatinskom pršutu 35,38 mg/100g, krčkom pršutu 34,31 mg/100g, a najmanja vrijednost je u drniškom pršutu i nema statistički značajnu razlikovnost na razini 95%. Ornitin je identificiran samo u dimljenim vrstama pršuta, dalmatinskom (14,55 mg/100g) i drniškom (17,94 mg/100g) pršutu i ima statistički značajnu razliku na razini 95 % u odnosu na nedimljene vrste pršute. Prema literaturi, u Iberijskom pršutu taurin je prisutan u količini od 71,67 do 86 mg/ 100g (García-González i sur., 2013) što je viša koncentracija nego u hrvatskim pršutima. Flores i sur. (2006) utvrdili su slične koncentracije ornitina (12-41,5 mg/100g ) u Serrano pršutu kao što je određen u hrvatskim vrstama pršuta. Arginin je amino kiselina s najvećom koncentracijom, u istarskom pršutu (650,19 mg/100g, tj. 1617,28 mg/100g suhe tvari) i statistički značajno se razlikuje na razini od 95% u odnosu na krčki (478,77 mg/100g, tj. 932,22 mg/100 suhe tvari), dalmatinski (518,67 mg/100g, tj. 1192,79 mg/100g suhe tvari) i drniški pršut (425,8 mg/100g, tj. 706,22 mg/100suhe tvari) što je u skladu s literaturnim podacima od 807-1066

mg/100 suhe tvari za Iberijski pršut (Jurado i sur., 2007). Visoka koncentracija arginina je uočena i u Prosciutto di Sauris (PGI) i značajno se razlikuje u umjereno dimljenim pršutima ( $1504 \pm 53$  mg/100g) nego u nedimljenim i intenzivno dimljenim pršutima (Martuscelli i sur., 2009). Cistein nije identificiran u ovom istraživanju, što je u skladu s prijašnjim studijama (Buscailhon i sur., 1994, Códoba i sur.1994a, Martin i sur., 1999, Ruiz i sur., 1998, Toldrá i sur., 2000). Lizin, asparaginska i glutaminska kiselina nalaze se u značajnim koncentracijama u svim vrstama istraženih pršuta. Lizin je u rasponu 334 -522,75 mg/100g ( $641-1135$  mg/100g suhe tvari) što je u skladu s literaturom za Prosciutto di Sauris (PGI) 302-412 mg/100g (Martuscelli i sur., 2009), 1679-2202 mg/100g suhe tvari za Iberijski pršut (Jurado i sur., 2007) i 300-608 mg/100g za Serrano pršut (Flores i sur., 1997). Glutaminska i asparaginska kiselina su najprisutnije slobodne amino kiseline u fermentiranim mesima. Koncentracija glutaminske kiseline od 0,3 mM prelazi granicu detekcije okusa (Jurado i sur., 2007). U predmetnom istraživanju određena je koncentracija asparaginske kiseline u rasponu od 125,21 mg/100g u drniškom pršutu do 211,94 mg/100g u dalmatinskom pršutu. Istarski i dalmatinski pršut se statistički značajno razlikuju na razini 95 % od krčkog i drniškog pršuta. Isti trend je uočen je i kod glutaminske kiseline u istraženim vrstama pršuta, koja je određena je u rasponu od 225,96-471,7 mg/100g. Koncentracije asparaginske i glutaminske kiseline su u skladu s literaturnim podacima za asparaginsku ( $98,8-284,60$  mg/100g) i glutaminsku ( $300,39-538$  mg/100g) kiselinu (Martuscelli i sur., 2009, Flores i sur., 1997). Koncentracija glicina istraženih pršuta je u rasponu 108,80 mg/100g u drniškim pršutima do 174,65 mg/100 u dalmatinskom pršutu, statistički značajna razlika na razini 95 % je u koncentracijama dalmatinskog i istarskog pršuta prema drniškom i krčkom pršutu. Koncentracije slobodnih amino kiselina su slične koncentracijama dobivenim u prethodnim istraživanjima (Flores i sur., 1997, Martuscelli i sur., 2009, Jurado i sur., 2007, Buscailhon i sur., 1994, Códoba i sur.1994a, Martin i sur., 2001, Ruiz i sur.,1999, Toldrá i sur., 2000).

Slobodne aminokiseline i peptidi igraju presudnu ulogu u formiranju okusa i mirisa pršuta (Jurado i sur., 2007). Okusni spojevi generiraju se kroz primarnu proteolizu sirovine pomoću proteaza iz endogenih enzima ili mikroorganizama, nakon čega slijedi sekundarna proteoliza i enzimatska ili kemijska pretvorba aminokiselina u derivate. Prolin, alanin, leucin, izoleucin i fenilalanin također se povećavaju tokom faze zrenja na koncentracije koje prelaze prag detekcije (Kato i sur., 1989). Na slici 47. prikazan je profil esencijalnih amino kiselina (histidin, valin, triptofan, treonin, fenilalanin, metionin, lizin, leucin, izoleucin, arginin i tirozin). Esencijalne amino kiseline veoma su važne jer ih ljudski organizam ne može sintetizirati. U istraženim pršutima, dalmatinski pršut ima najveću koncentraciju

esencijalnih amino kiselina (3215,27 mg/100g), dok drniški pršut ima najmanju količinu esencijalnih amino kiselina (1771,23 mg/100g).

Iz provedenog istraživanja možemo zaključiti da se krčki i drniški pršut značajno statistički razlikuju na razini 95 % od dalmatinskog i istarskog pršuta u koncentracijama asparginske i glutaminske kiseline, serina, glicina, treonina, alanina, prolina, tirozina i lizina.

### 5.1.7.3. Rezultati određivanja dipeptida

Pršut sadrži razne dipeptide, bazirane na histidinu, s antioksidacijskim djelovanjem, poput karnozina i anserina. Karnozin je dipeptid, sastavljen od L-histidina i  $\beta$ -alanina, koji se zbog svoje fiziološke uloge može smatrati bioaktivnom komponentom hrane. Ovi dipeptidi pomažu kontrolirati oksidaciju kroz prevenciju oksidacije lipida inaktivacijom katalizatora i / ili slobodnih radikala u citosolu (Decker i Crum, 1993). Puferska funkcija u mišićima, posebice glikolitičkim mišićima u kojima se nalaze u većim količinama, glavni je učinak ovih dipeptida. Sadržaj karnozina i anserina veći je u mišićima glikolitičkog tipa kao što je *M. semimembranosus*, vanjski mišić buta, gdje karnozin može dosegnuti 300 mg/100g i anserin 18 mg/100g, a manji su u mišićima oksidativnog tipa, gdje ne dostižu 20 mg/100g (Aristoy i Toldrá, 1998). Funkcija koju obavljaju je smanjivanje užeglog okusa i poboljšanje stabilnosti boje (Chan i Decker, 1994). Ovi dipeptidi su također vrlo otporni na djelovanje mišićnih proteaza (proteoliza), vrlo su stabilni i sadržaj im se ne mijenja tijekom sušenja (Toldrá, 2006b).

U provedenom istraživanju kvantificirana su dva dipeptida: karnozin i anserin (tablica 22). Dipeptidi kao što su karnozin ( $\beta$ -ala- his) i anserin ( $\beta$ -ala-1-metil-his) viši su u proizvodima s produženim zrenjem (Flores i sur., 1997). Istraživane vrste pršuta nisu se statistički značajno razlikovale u sadržaju karnozina i anserina na razini 95%. Sadržaj karnozina je iznosio u istarskom  $500,62 \pm 106,5$  mg/100g, krčkom  $556,11 \pm 27,25$  mg/100g, dalmatinskom  $487,08 \pm 121,34$  mg/100g i drniškom  $427,72 \pm 83,34$  mg/100g, što je u skladu s literaturom ( $664,80 \pm 22,01$  mg/100g, Flores i sur., 1997, Toldrá i sur., 2000). Sadržaj anserina u istarskom ( $42,99 \pm 2,78$  mg/100g), krčkom ( $41,60 \pm 8,53$  g/100g), dalmatinskom ( $48,31 \pm 13,19$  mg/100g) i drniškom ( $38,32 \pm 7,98$ ) pršutu u skladu je s literaturom za druge vrste mediteranskih pršuta ( $39,86 \pm 0,87$  mg/100g, Flores i sur., 1997, Toldrá i sur., 2000).

Peptidi u mesu također pridonose okusu (Reina i sur., 2014). Dipeptidi koji utječu na gorki okus Ile-Val, Leu-Gly, Ile-Asp i Pro-Leu i izolirani iz zrelog buta (Sentandreu i sur., 2003). Gorki peptidi u mesu rezultat su niske aktivnosti aminopeptidaze, koja cijepa peptide u

slobodne aminokiseline s smanjenom gorčinom (Reina i sur., 2014). Aktivnost endopeptidaza dovodi do visokog udjela metionina, anserin i izoleucina, koji pridonose gorčini zrelijih pršuta (Sforza i sur., 2001; Sforza i sur., 2006). Oslobođanje gorkih peptida i aminokiselina iz mišićnog proteina je manje izraženo u usporedbi s kazeinom; stoga, gorčina nije glavno svojstvo u mesnim proizvodima (Henriksen i Stahnke, 1997). Di- i tripeptidi s umami okusom ili kokumi aktivnošću također su identificirani u fermentiranim mesom (Suzuki i sur., 2002).

### **5.1.8. Policiklički aromatski ugljikovodici**

#### **5.1.8.1. Validacija metode**

Kvantifikacija je provedena visoko učinkovitom tekućinskom kromatografijom s fluorescentnim detektorom primjenom internog standarda benzo [b] krizena. Metoda za određivanje PAH u mesnim proizvodima validirana je prema EURACHEM metodi (2014). Validacija metode obuhvaća određivanje linearnosti metode, granica detekcije i kvantifikacije, selektivnosti, ponovljivosti pripreme i točnosti.

Identifikacija pojedinačnih policikličkih aromatskih ugljikovodika odredila se usporedbom vremena zadržavanja (RT) s vremenom zadržavanja standarda pojedinačnog analita i internog standarda (slika 48) uz toleranciju  $\pm 2,5\%$  i usporedbom spektara fluorescencije s pozitivnim kontrolnim uzorkom i/ili snimljenim spektrima (slika 49). Parametri validacije određivanja PAH-ova su prikazani u tablici 23 i rezultati određivanja linearnosti kalibracijske krivulje je prikazani na slici 50. Područje linearnosti je 0,25-20  $\mu\text{g}/\text{kg}$  s  $r^2 = 0,9970-0,999$ .

#### **5.1.8.2. Rezultati određivanja policikličkih aromatskih ugljikovodika**

Dimljenje je jedna od najstarijih tehnologija za konzerviranje mesnih proizvoda s procesom koji uključuje adsorpciju hlapivih komponenti koji proizlaze iz toplinskog izgaranja drva (Stumpe-Viksna i sur., 2008.). Dim se formira zbog djelomičnog gorenja (pirolize) drva tijekom procesa dimljenja. Pirolizom celuloze i hemiceluloze nastaju značajne količine karbonilnih spojeva koji proizvode smeđu boju na površini dimljenog mesa, dok pirolizom lignina nastaju fenolni spojevi koji daju poželjan okus i imaju antimikrobno i antioksidativno djelovanje u dimljenim kobasicama (Kjällstrand i Petersson, 2001).

U toku proizvodnje dalmatinskog pršuta dimljenje se vrši uporabom hladnog dima dobivenog izgaranjem tvrdog drva ili piljevine bukve (*Fagus sp.*), hrasta (*Quercus sp.*) ili graba (*Carpinus sp.*). Ako se dimljenje vrši na klasičan način s otvorenim ložištem, potrebno

je voditi osobitu brigu o temperaturi u prostoriji (komori) za dimljenje koja ne smije preći 22 °C. Više temperature prelaze granicu hladnog dimljenja uslijed čega dolazi do denaturacije (umrežavanja) proteina u površinskom sloju pršuta (Kos i sur., 2015). Neželjena posljedica dimljenja, nepotpuno izgaranje i piroliza drva dovodi do mogućnosti stvaranja kancerogenih policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH-ova) (Hitzel i sur., 2013). Skupina policikličkih aromatskih ugljikovodika se sastoji od velikog broja kancerogenih i mutagenih komponenata (Wenzl i sur., 2006). Oni najčešće nastaju kao posljedica previsoke temperature pirolize u nekontroliranim uvjetima, kad temperatura prelazi vrijednosti od 350-400 °C.

Rezultati ispitivanja pokazuju da su razine kontaminacije policikličkim aromatskim ugljikovodicima niske u kontroliranom postupku dimljena primjenom definiranih vrsta drveta za loženje. U tablici 24. prikazani su rezultati određivanja policikličkih aromatskih ugljikovodika hrvatskih pršuta u uvjetima specifičnog procesa proizvodnje s fazama dimljenja (dalmatinski i drniški pršut) i soljenja primjenom začina (istarski i krčki pršut).

Tijekom provedenog ispitivanja na uzorku koji je spreman za konzumaciju, bez vanjskog odnosno površinskog dijela pršuta, od 15 istraživanih spojeva PAH, identificirano je i kvantificirano 13 spojeva. U istraživanju Ciecierska i Obiedziński (2007) pršuti koji su dimljeni industrijskim metodom 7 komponenti PAH je otkriveno u unutarnjem dijelu. Suma svih PAH-ova iznosila je 2,78 µg/kg, dok je u pršutima koji su dimljeni tradicionalnom metodom utvrđeno 8 komponenti PAH-ova. U istraživanim vrstama pršuta nisu identificirana dva spoja: benzo [a] atracen i indeno [1,2,3 cd] piren. Zbroj 15 istraživanih pršuta kretao se u rasponu 7,0-8,79 µg/kg i nema statistički značajne razlike među ispitanim proizvodima na razini 95%. Dobiveni rezultati su iznad literaturnih podataka (Ciecierska i Obiedziński, 2007). Zbroj 4 PAH-a istraživanih pršuta kretao se u rasponu 0,409-0,672 µg/kg i nema statistički značajne razlike na razini 95% među ispitanim proizvodima. Sadržaj benzo [a] pirena i  $\sum$ PAH 4 je ispod zakonske granice od 2 µg/kg za benzo [a] piren i 12 µg/kg za  $\sum$ PAH4. Benzo [a] piren je vrlo toksičan i raspon u istraživanim proizvodima je 0,053-0,103 µg/kg, među istraživanim proizvodima nema statistički značajne razlike na razini 95%. Naftalen, antracen i piren su spojevi nižih molekulskih masa i niže toksičnosti.

Naftalen nije prisutan u istarskom i dalmatinskom pršutu, dok je u krčkom pršutu i drniškom pršutu prisutan u rasponu 0,141-0,256 µg/kg te je pokazao statistički značajnu razliku. Fluoren (0,138-0,332 µg/kg), acenaftalen (1,407-3,952 µg/kg) i piren (0,304-0,607 µg/kg) značajno se statistički razlikuju na razini 95% u istarskom pršutu od krčkog,

dalmatinskog i drniškog pršuta. Fenantren se kretao u rasponu 1,184-2,805  $\mu\text{g}/\text{kg}$  i statistički se značajno razlikuje na razini 95 % u istarskom (1,367  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) od krčkog (1,851  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), dalmatinskog (2,805  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) i drniškog (1,184  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) pršuta. Antracen je prisutan u istarskom (0,158  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), dalmatinskom (0,423  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) i drniškom (1,245  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) pršutu i ima statistički značajnu razliku na razini 95 % između svih ispitivanih proizvoda. Antracen nije identificiran u krčkom pršutu. Fluoranten, krizen, benzo [b] flouranten i benzo [g,h,i] perilen nemaju statistički značajnu razlikovnost na razini 95 % u ispitivanim proizvodima. Flouranten se kretao u rasponu 0,395-0,803  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , krizen 0,187-0,261  $\mu\text{g}/\text{kg}$  i benzo [b] flouranten 0,159-0,309  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Benzo [k] fluoranten ima statistički značajnu razliku na razini 95 % za ispitivane proizvode. Najveći sadržaj benzo [k] fluorantena je u krčkom pršutu (0,349  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) i drniškom pršutu (0,221  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), koji se statistički razlikuju od istarskog (0,088  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) i dalmatinskog (0,075  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) pršuta. Dibenzo [a] antracen nije identificiran u krčkom pršutu, a statistički značajno se razlikuje istarski (0,537  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) od dalmatinskog (0,089  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) i drniškog (0,135  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) pršuta. U istraživanju Jira (2004) koncentracija benzo [a] pirena je 0,61  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , što je znatno više nego u istarskom, krčkom, dalmatinskom i drniškom pršutu. Benzo [a] atracen nije detektiran u istraženim pršutima što je slično s literaturnim podacima (Jira, 2004).

Iz rezultata istraživanja vidljivo je da koncentracija  $\sum$  PAH 15 u istarskom (8,79  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), krčkom (7,00  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), dalmatinskom (7,07  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) i drniškom (7,53  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) pršutu slična ( $P > 0.05$ ). S obzirom da nedimljeni pršuti (istarski i krčki) u toku procesa prerade ne dime, zanimljiva je činjenica da ne postoji statistički značajna razlika na razini 95% u koncentraciji  $\sum$ PAH 15 i benzo [a] pirena. Kontaminacija PAH-ovima kod nedimljenih pršuta vjerojatno je posljedica primjene začina u fazi soljenja. Rozentele i suradnici (2018) ispitali su ukupno 150 uzoraka origana, bosiljka, timijana, crnog papra, paprike i muškatnog oraščića na pojavu  $\sum$ PAH 4. PAH-ovi su otkriveni u 86% uzoraka. Sadržaj benzo [a] pirena u začinima kretao se od razina ispod praga detekcije do 6,60  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Značajne razine  $\sum$ PAH 4 otkrivene su uglavnom kao rezultat neodgovarajućeg faze sušenja začina (Schaarschmidt, 2016; Tripathy i sur., 2015; Zelinkova i Wenzl, 2015a, 2015b). Prikupljanje podataka o pojavi PAH-a u prehrambenim proizvodima provedenim u okviru Direktive Vijeća 93/5 / EEC (EU, 1993) u 2004. godini i EFSA-e pokazalo je da su začini i bilje često zagađeni PAH-ima, također na vrlo visokim razinama (DG SANCO, 2004.; EFSA, 2008). Nedavno su postavljene i maksimalne razine (EZ, 2015), navodeći da osušeni gastronomski začini i začini koji se prodaju na EU tržištu od 1. travnja 2016. ne smiju prijeći maksimalno dozvoljenu vrijednost

od 10 mg / kg za benzo [a] piren i maksimalno dozvoljenu vrijednost od 50 mg/kg za zbroj benzo [a] pirena (BaP), benz [a] antracena (BaA), benzo [b] fluorantena (BbF) i krizena (Chr). Relativno velika kontaminacija crnog papra može se objasniti dodatnom korakom prerade u proizvodnji crnog papra, pri čemu se još uvijek zeleni plodovi kuhaju u vrućoj vodi (Abdulazeez i sur., 2015). Ovaj dodatni korak uzrokuje pucanje stjenki stanica, ubrzava proces posmeđivanja tijekom sušenja i stoga može biti dodatni izvor kontaminacije PAH-ovima.

## 5.2. Senzorska analiza

Senzorska analiza je definirana kao znanstvena disciplina koja potiče, mjeri, analizira i interpretira one odgovore na proizvode koji se zapažaju putem osjetila vida, njuha, dodira, okusa i sluha (Stone i Sidel, 2004). Metode kojima se služe posebno izobraženi ocjenjivači, u procjeni senzorske kvalitete, mogu se podijeliti na metode (testove) razlika, testove sklonosti, metode deskriptivne analize i u Europi najčešće korištene sustave bodovanja (ISO/TC, 1985, Stone i Sidel, 1985, Meilgaard i sur., 2007.). U senzorskim analizama hrane kao detektori služe ljudska osjetila, a analitički instrument čini posebno odabrana, educirana i uvježbana grupa ljudi, panel. Kao i od svakog prihvaćenog analitičkog postupka, i od senzorskih analiza se očekuje da budu objektivne, točne, ponovljive i reproducibilne. U cilju ispunjenja ovih zahtjeva, prilikom kreiranja analitičkog instrumenta i tijekom njegovog rada primijenjeni su: a) standardizirani uvjeti provođenja analize; b) standardizirani postupci u odabiru kandidata za panel senzorskih analitičara; c) standardizirani postupci u treningu članova panela.

### 5.2.1. Granica detekcije grupe kandidata

Slijedeći smjernice Stonea i Sidela (1985), potencijalni kandidati bili su obaviješteni o odabranim ciljevima i njihovim budućim odgovornostima ovlaštenih ocjenjivača. Kandidati su morali utvrditi okus otopina u predloženim koncentracijama (Jellinek, 1985). Granice detekcije mirisnih i okusnih komponenti od velike su važnosti za prehrambenu industriju jer predstavljaju najmanju koncentraciju koju potrošači mogu pouzdano otkriti. Rezultati određivanja za svojstva slano, gorko, slatko, kiselo, metalno i umami prikazani su u tablici 25, a grafički prikaz određivanja granice detekcije grupe kandidata s koncentracijama na apscisi i postocima točnih odgovora na ordinati na slici 51. Srednji prag osjetljivosti određuje se iz grafičkog prikaza i jednak je onoj koncentraciji koja odgovara 75 % točnih odgovora. Koncentracija praga razlikuje se kod različitih svojstava. Najveća koncentracija praga

detekcije je kod svojstva slatko 1,56 g/l, pa slano (0,53 g/l), umami (0,32 g/l), gorko (0,14 g/l) i najmanji prag detekcije je kod svojstva metalno.

### 5.2.2. Odabir ocjenjivača metodom klasifikacije intenziteta

Od 24 kandidata, 22 je prošlo test klasifikacije intenziteta s bodovima manjim od 34. 91% kandidata prošlo je test metodom klasifikacije intenziteta četiri osnovna svojstva: slano, gorko, slatko i kiselo (tablica 26). Histogrami frekvencije ukupnih bodova kandidata po svojstvu prikazani su na slici 52. Odabrano je 15 kandidata za daljnje obučavanje prema za njihovom interesu, općem zdravlju i prihvatljivost hrane, s bodovima ispod 15. Na slici 53. Prikazan je histogram frekvencije ukupnih bodova po kandidatu.

### 5.2.3. Trening ocjenjivača

Trening ocjenjivača proveden je tokom 20 sjednica panela odabranih ocjenjivača metodom klasifikacije intenziteta. Trening ocjenjivača sastojao se od niza sjednica gdje je nakon edukacije provedeni testovi uspoređivanja rezultata i triangl test prema fotografskim slike referentne ljestvice za svojstvo izgleda pršuta dobivene metodologijom prema Guerrero i sur. (2005). Ljestvice koje odgovaraju sljedećim vizualnim svojstvima: svjetlo-tamna boja mišićnog tkiva, intramuskularna masnoća, žuta boja masnoća, ružičasta boja masnoća, siva boja masnoća, navedene su na slikama 28, 29 i 31. Rezultati testova prikazani su na slikama 54-55, gdje se vidi da preko 75 % ocjenjivača je uvježbano za prepoznavanje boje mišićnog tkiva. Trening ocjenjivača za svojstvo slano, gorko i slatko sastojao se od niza sjednica uspoređivanja koncentracija otopina 4 svojstava (slike 32-34) i prenošenje signala senzornih percepcija na linijsku nestrukturiranu skalu od 10 cm. Nakon edukacije provedeni triangl test prema svojstvima slano, slatko i gorko. Rezultati su grafički prikazani na slici 56.

U cilju provjere osposobljenosti ocjenjivača za ponovljivost ocjenjivanja i korištenje nestrukturirane linijske skale na ocjenjivačkom listiću (slika 36) primijenjene su jednostavne grafičke tehnike (Tomić i sur., 2007). Ovim postupkom jednostavno se ekstrahiraju relevantni podaci koji mogu poslužiti u daljnjim selektivnim treninzima u cilju poboljšavanja rad kako pojedinačnih ocjenjivača tako i cjelokupnog panela. Riječ je o primjeni modela analize varijance (one-way ANOVA):  $X_{jm}^{ik} = \mu^{ik} + \alpha_j^{ik} + e_{jm}^{ij}$ , gdje  $\mu^{ik}$  predstavlja srednju vrijednost ocjenjivača i za svojstvo k,  $\alpha_j^{ik}$  opisuje utjecaj uzorka ili proizvoda dok  $e_{jm}^{ij}$  opisuje ponovljivost pogreške. Model uključuje tri statističke vrijednosti koje predstavljaju osnovu za



različite vrste grafova. Dva grafa čine  $F$  i  $P$  vrijednost u svrhu testiranja jednakosti  $\alpha_j^{ik}$  dajući podatke o sposobnosti ocjenjivača da uoči razlike između uzoraka. Treći član modela tzv. Srednja kvadratna pogreška MSE (eng. *Mean Square Error*, MSE) omogućuje procjenu varijance  $e_{jm}^{ij}$ .

U ispitivanju ponovljivosti ocjenjivanja i varijance ocjenjivača korišten je uzorak dalmatinskog pršuta, iste šarže proizvodnje, izrezan iz istog dijela. Ocjenjivanje uzorka provelo se u dvije odvojene sjednice kroz dva dana. Primijenjen je program *PanelCheck* u kojem su odabrani  $F$  i MSE grafovi s ciljem procjene rada panela. Analizom  $F$  grafikona (slika 57) utvrđen je vrlo dobar učinak panela tijekom ocjenjivanja. Sve vrijednosti za  $F$  za svako od 14 određivanih svojstava su ispod granice koja označava razinu značajnosti od 1%. Panel je prepoznao slične uzorke dalmatinskog pršuta. Niske vrijednosti  $F$  potvrđuju da ne postoji značajna razlika u svojstvima ispitivanog proizvoda. Za mjeru ponovljivosti primijenjen je graf MSE prikazan na slici 58. Najbolju ponovljivost panel je pokazao za svojstvo boje masnog tkiva i mramoriranost. Idealno bi bilo da vrijednost MSE za pojedino svojstvo i po ocjenjivaču što bliže nuli za dobru ponovljivost. MSE podaci se moraju komponirati s  $F$  vrijednostima.

Korelacije su prikladne za prikaz korištenja nestrukturirane skale intenziteta za svako svojstvo u odnosu srednju vrijednost panela. Dosljednost ocjenjivača i korištenje skale intenziteta je povezana s standardnom devijacijom pogreške računatom za svaki uzorak.

#### 5.2.4. Senzorski profil pršuta

Tijekom dozrijevanja pršuta, pojavljuju se intenzivne biokemijske reakcije, što dovodi do značajne promjene u sastavu i, prema tome, u senzorskim svojstvima proizvoda. Srednja vrijednost intenziteta za četrnaest senzorskih svojstava prikazana je u tablici 27. Kao što se može vidjeti u tablici, četiri pršuta mogu se razlikovati po izgledu (boja masnog tkiva, ujednačenost boje), okusa (slano, slatko, začinjeno, kao i dimljeno) i teksturi (topljivost). Boja masnog tkiva imala je najveći intenzitet u dalmatinskom i drniškom pršutu, a slijedi istarski pršut dok krčki pršut ima najmanji intenzitet.

Aroma po dimu bila je prisutna samo u dalmatinskom i drniškom pršutu dok je miris po začinu bio prisutan samo u istarskom i krčkom pršutu. Istarski pršut (3,73) imao je najmanji intenzitet u odnosu na slani okus dok je krčki pršut (6,08) imao najviši intenzitet. Ovi rezultati su u skladu s utvrđivanjem sadržaja soli (tablica 14). Slatki okus bio je izraženiji

u istarskom i drniškom pršutu dok je manje izražen u krčkom i dalmatinskom pršutu. Senzorna svojstva poput biokemijskih (užeglo, melasa, izgoreno, zemlje, pljesnivo, octena kiselina, trulo jaje i ostalo) i prisustva bijelih kristala nisu otkrivene u sve četiri vrste ispitivanih pršuta. Nisu pronađene značajne razlike između pršuta u smislu intenziteta mirisa, boje mišićnog tkiva, mramoriranosti, vlažnosti površine, gorkog okusa i tvrdoće. Rezultati dobiveni kvantitativnom deskriptivnom analizom uz primjenu linijske skale prikladni su za vizualno prikazivanje okusnih i mirisnih svojstava, pri čemu se jednostavno može dobiti uvid u svojstva jednog uzorka i usporediti ih sa svojstvima drugih uzoraka.

Senzorski profili prikazani su grafičkim prikazom „paukove mreže“ (eng. *Spider web*) na slikama 59-60.

Boja mišićnog tkiva istarskih pršuta je intenzivna  $6,18 \pm 0,24$ , dok je u ostalim vrstama pršuta nešto malo niža i u rasponu 4,85-5,32. U procjeni boje mišićnog tkiva možemo vidjeti i povezanost sa instrumentalnim određivanjem boje gdje su upravo uzorci dalmatinskog ( $L^* = 44,23$ ) i Drniškog ( $L^* = 40,94$ ) pršuta imali nešto više  $L^*$  vrijednosti. Što se parametra ujednačenosti boje tiče primijećena je veća ujednačenost boje u istarskim (5,13) i dalmatinskim (5,84) pršutima i značajno se statistički razlikuje na razini 95 % od krčkog (4,10) i drniškog (4,64) pršuta.

Udio masnoće u trupu, posebno intramuskularna masnoća (mramoriranost), igra važnu ulogu u senzorskim svojstvima mesa i proizvoda. Mramoriranost nema statistički značajnu razliku na razini 95% među uzorcima što je i u skladu sa rezultatima udjela masti u uzorcima pršuta. Mramoriranost Iberijskih pršuta je jako izražena u odnosu na ostale vrste pršuta. Mramoriranost svih vrsta ispitivanih pršuta je srednje intenzivna (4,93-5,08,  $P > 0,05$ ) s statistički značajnom razlikovnošću u bijeloj boji masnog tkiva na razini 95 %. krčki pršut (3,10) se statistički značajno razlikuju od dalmatinskog (5,19) i drniškog (5,27) pršuta, dok se istarski pršut (4,78) nije značajnije razlikovao od ostalih. Mramoriranost i visoki udio oleinske kiseline utječu na nastanak hlapivih spojeva sa pozitivnim utjecajem na aromu pršuta te pozitivno utječe na neka senzorska svojstva pršuta (npr. sočnost, tvrdoću, topivost) te pruža nutritivnu kvalitetu pršuta (Ventanas, 2001).

Aroma po začinskom bilju srednje intenzivna je u istarskom pršutu ( $5,12 \pm 0,25$ ) i statistički značajno se razlikuje na razini 95% od arome po začinskom bilju krčkog pršuta koja blago do srednje intenzivna ( $3,35 \pm 0,54$ ). Aroma po začinskom bilju nije primijećena u dalmatinskom i drniškom pršutu što je u skladu s procesom proizvodnje tih vrsta pršuta.

U cilju provjere sposobnosti ocjenjivača da detektiraju razlike uzoraka za 14 ocjenjivanih svojstava i ispitivanja njihove ponovljivosti primijenjen je program *PanelCheck*.

Odabrane su  $F$  i vrijednosti srednje kvadratne pogreške s ciljem procjene rada panela. Analizom  $F$  vrijednosti (slika 62) utvrđen je vrlo dobar učinak panela tijekom ocjenjivanja. Vrijednosti  $F$  za začinjeno, dimljeno su uočljivo iznad granice koja označava razinu značajnosti od 1%, dok su topivost, slano, ujednačenost boje iznad granice koja označava razinu značajnosti od 5%. Za mjeru reproducibilnosti primijenjen je grafički prikaz srednje kvadratne pogreške prikazan na slici 66. Najbolju ponovljivost panel je pokazao za svojstva boja mišićnog tkiva, boja masnog tkiva, ujednačenost boje, mramoriranost, slanost, začinjeno, dimljeno i topivost.

Na slikama 63-64 prikazana su međudjelovanja ocjenjivača, uzoraka i ponavljanja ocjenjivanja u radu panela. Prema ocjeni statističke razlikovnosti za pojedina svojstva (slika 63) značajan je utjecaj ocjenjivača za svojstvo miris po zreloom ( $P < 0,05$ ) što se vidi u tablici 29. Utjecaj ponavljanja (slika 64) senzorske analize na ocjenu istarskog, krčkog, dalmatinskog i drniškog pršuta nije značajan.

### 5.3. Analiza glavnih komponenata

Analiza glavnih komponenata (engleski Principal component analysis, PCA) je tehnika koja pokušava objasniti odnose između nekoliko varijabli istovremeno u smislu pronalaženja jednostavnijih odnosa koji osiguravaju uvid u prikrivenu strukturu varijabli. PCA je metoda ekstrakcije faktora koja se bazira na odvajanju linearne kombinacije varijabli tako da je maksimalna varijanca ekstrahirana iz njih. Eliminacijom ove varijance, odvaja se slijedeća linearna kombinacija koja objašnjava maksimalnu preostalu varijancu. Rezultati su ortogonalni faktori. PCA je matematička analiza koja služi za reprezentaciju cijelog skupa moguće koreliranih varijabli pomoću manjeg broja nekoreliranih varijabli- osnovnih komponenata (eng. *factors*). PCA je način identifikacije i prikaza podataka na način da se objasne njihove sličnosti i razlike. Faktorska opterećenja (*factor loadings*) predstavljaju koeficijente korelacije između varijabli i faktora. Kvadrirani *factor loading* predstavlja postotak varijance u određenoj varijabli obuhvaćenom faktorom.

Komunalitet (eng. *communality*) predstavlja postotak varijance određene varijable obuhvaćene u svim faktorima zajedno te se može interpretirati kao pouzdanost indikatora.

Svojstvena vrijednost (eng. *eigenvalues*) određenog faktora mjeri varijancu u svim varijablama koje su obuhvaćene tim faktorom. Omjer svojstvenih vrijednosti je omjer značaja faktora prema varijablama. Ako je ova vrijednost za određeni faktor niska, onda je značenje

tog faktora za objašnjenje varijance varijabli minorno, te se taj faktor eliminira kao beznačajan.

Faktor bodovi (eng. *factor scores*) su vrijednosti svakog uzorka za svaki faktor. Za izračunavanje faktor bodova, uzimaju se standardizirane vrijednosti svakog uzorka za svaku varijablu, množe se s odgovarajućim faktorskim opterećenjem varijable za određeni faktor, te se dobiveni rezultati zbrajaju. Faktor bodovi mogu predstavljati varijable za daljnja modeliranja.

Za određivanje potrebnog broja faktora koji se uzimaju u obzir, postoje različiti kriteriji, no najčešće se upotrebljava „Kaiser kriterij“ prema kojem se odbacuju svi faktori kojima je svojstvena vrijednost manja od 1. U PCA metodi se također upotrebljavaju rotacije čime se postiže jednostavnija interpretacija faktora. Rotacija ne utječe na zbroj svojstvenih vrijednosti, ali utječe na svojstvene vrijednosti pojedinog faktora, postotak obuhvaćene varijance i faktorsko opterećenje (Smith, 2002).

PCA analize su prikazane grafički jer prikaz koordinata faktora čini interpretaciju jednostavnijom. Prikazi se rade uglavnom za prva dva faktora (PC1 vs. PC2). Grafički prikaz naziva se još i korelacijski krug, a faktorske koordinate ne mogu biti veće od 1 i pri tome sve ulaze u jedinični krug što omogućava vizualizaciju činjenice koliko dobro je svaka varijabla prikazana trenutnom kombinacijom faktora: lokacija pojedinog parametra bliže krugu predstavlja veći stupanj korelacije, a položaj lijevo ili desno od glavne komponente govori da li je riječ o pozitivnoj ili negativnoj korelaciji.

PCA je tijekom ovog istraživanja provedena na rezultatima fizikalno-kemijskih parametara, hlapivih spojeva, amino kiselina i senzorske analize pršuta koji su uzeti kao varijable, a kao slučaj korišteni su uzorci istarskog, krčkog, dalmatinskog i drniškog pršuta. Cilj je bio utvrditi da li se prema dobivenim vrijednostima navedenih analiza uzorci mogu razlikovati, odnosno koji su parametri karakteristični za pojedinu vrstu pršuta. Rezultati su prikazani na slici 65. Dvije glavne komponente predstavljaju 34,49% i 18,84% varijance, odnosno 53,33% ukupne varijabilnosti. U grafikonu (slika 65) vidljivo je jasno razdvajanje uzoraka - prelazeći s lijeva na PC1 dalmatinski i drniški pršut razlikuju se od istarskog i krčkog pršuta, dok su dalmatinski i krčki pršut odvojeni od istarskog i drniškog pršuta na PC2. Iz slike 66, koja pokazuje odnos između varijabli, može se primijetiti da su dalmatinski i drniški pršut karakterizirani aromom dima, bojom masnog tkiva, ujednačenosti boje i većom  $L^*$  vrijednošću. Što se tiče hlapivih komponenti odnosno sadržaja fenola, aromatski ugljikovodici i kiseline bili su izraženije u ovim vrstama pršuta. Istarski i krčki pršut

obilježeni su aromom po začinskom bilju i većom količinom terpena, ketona, alkohola, estera i alifatskih ugljikovodika. Istarski pršut imao je izraženiju aromu po začinskom bilju i veću količinu ketona i terpena, dok krčki pršut ima nešto veću količinu alkohola, estera i alifatskih hidrokarbonata. Drniški pršut imao je veću količinu fenola, aromatskih ugljikovodika i kiselina nego dalmatinski pršut. Terpeni su pozitivno korelirani s okusom dodanih začina. Začinima poput papra, lisnatog lišća i ružmarina dodaju se u slanoj fazi proizvodnje istarskog i krčkog pršuta. Fenoli i aromatski ugljikovodici koreliraju s dimnom aromom suhog pršuta. Fenolni spojevi uglavnom su odgovorni za jedinstvenu aromu i okus pušenih proizvoda. Fenolne komponente dima značajno su pridonijele aromi dalmatinskih i drniških pršuta.

Način i tip hranidbe svinja, odnosno sastav obroka, presudno utječe na sastav masnih kiselina intramuskularne masti. Masne kiseline iz hrane ugrađuju se u masno tkivo svinja (Toldrá i sur., 1996), a stupanj ugradnje ovisi od specifičnosti masnih kiselina i tipa obroka. Stupanj ugradnje oleinske i linolne masne kiseline je znatno viši od stupnja ugradnje palmitinske i stearinske. Dvije glavne komponente (slika 67) predstavljaju 63,11% i 25,90% varijance, odnosno 89,07% ukupne varijabilnosti masnih kiselina. U grafikonu (slika 67) vidljivo je razdvajanje uzoraka - prelazeći s lijeva na PC1 istarski pršut razlikuje se od krčkog, dalmatinskog i drniškog pršuta, dok su drniški i krčki pršut odvojeni od istarskog i dalmatinskog pršuta na PC2. Iz slike 68, pokazujući odnos između varijabli masnih kiselina, može se primijetiti da je Istarski pršut karakteriziran linolenskom, palmitoleiskom, heptadekanonskom i oleinskom kiselinom. PC1 korelira s palmitoleinskom, linolenskom, heptadekadenskom i oleinskom kiselinom. Zahvaljujući utjecaju kakvoće masti na kakvoću konačnog proizvoda, analiza masnih kiselina potkožnog i intramuskularnog masnog tkiva može korisno poslužiti kod uvođenja promjena u hranidbi svinja koja će poboljšati i ustaliti kakvoću finalnog proizvoda (Ruiz i sur., 1998). Povećana količina nezasićenih masnih kiselina u masnom tkivu povećava učestalost pojave oksidativnih procesa i mogućnost razvoja užeglosti, odnosno kvarenja masti. Oksidativnu stabilnost u pršutima tijekom zrenja povećava dodatak vitamina E (antioksidans) u obrok svinja (Krvavica, 2006). Na osnovu masnih kiselina možemo razlikovati istarske i krčke pršute od dalmatinskog i drniškog pršuta, ali nije moguće razlikovati dalmatinski od drniškog pršuta, na slici 67 možemo vidjeti grupiranje zasićenih (C12:0; C14:0; C16:0), polinezasićenih (C18:2cis; C18:3cis; C20:2) i mononezasićenih (C16:1; C18:1cis) masnih kiselina.

Analiza glavnih komponenata (PCA) amino kiselina pokazuju da PC1 i PC2 imaju ukupnu varijabilnost 75,85%, PC1 50,27% i PC2 16,58%. Na slici 69 vidljivo je razdvajanje s lijeva na desno po PC1 dalmatinskog i istarskog pršuta od krčkog i drniškog pršuta, dok su krčki i dalmatinski pršut odvojeni vidljivo od drniškog i istarskog pršuta. Iz odnosa varijabli amino kiselina (slika 70) može se primijetiti da su dalmatinski i istarski pršut karakterizirani koncentracijom anserina, histidina, tirozina, izoleucina, taurina, karnozina, valina i triptofana. Istarski pršut ima veću koncentraciju taurina, triptofana, lizina i arginina od dalmatinskog pršuta. Slobodne aminokiseline opisane su kao okusno aktivne komponente i izravno utječu na konačnu aromu pršuta (Hidalgo i Zamora, 2004; Jurado i sur., 2007; Kato i sur., 1989). Viši udio aminokiselina ima veći utjecaj na senzorski profil pršuta. Careri i sur. (1993) utvrdili su pozitivnu korelaciju sadržaja glutaminske i asparginske kiseline sa slanošću. Visoko kvalitetni Iberijski pršut zahvaljujući blago slatkom okusu, koji korelira s nižim udjelom soli i visokim udjelom slobodnih amino kiselina (Jurado i sur., 2007; Ruiz i sur., 1999). Jurado i sur. (2007) utvrdili su pozitivnu korelaciju između glicina i glutamina (Gly-Gln) i prolina (Pro) sa svojstvom slatko. Svojstvo slatko je svojstvo koje je zahtjevno za prepoznavanje jer slano ima jači efekt i pokriva ga (Ruiz i sur., 1999).

Glavne komponente PC1 s 53,2% varijance i PC2 s 15,9% varijance s ukupnom varijabilnosti 69,1% (slika 71) ispitivanih uzoraka za senzorska svojstva. Na grafikonu (slika 71) vidljivo je jasno razdvajanje uzoraka – s lijeva na desno PC1 drniški i dalmatinski pršut razlikuje se od krčkog i istarskog pršuta, dok se na PC2 razlikuju krčki i drniški pršut od istarskog i dalmatinskog. Iz slika 72-73, pokazujući odnos između varijabli, može se primijetiti da drniški i dalmatinski pršut karakterizira aroma dima, boja masnog tkiva, ujednačenost boje i slatko, dok istarski i krčki karakterizira aroma po začinu i topivost. Na slici 75.-78. prikazane su varijacije svojstava začinjeno, slatko, dimljeno i slano, PC1 i PC2 predstavljaju 67,4% i 20,0% varijance s ukupnom varijabilnosti 87,4% .

Analiza glavnih komponenata (PCA) na slici 79. provedena je na srednjim vrijednostima 57 varijabli prikazanih u tablici 30. Dvije glavne komponente predstavljaju 42,10 % (PC1) i 33,12% (PC2) varijance, odnosno 75,22% ukupne varijabilnosti. U grafikonu (slika 79) vidljivo je jasno razdvajanje uzoraka - prelazeći s lijeva na PC1 dalmatinski i istarski pršut razlikuju se od drniškog i krčkog pršuta, dok su dalmatinski i drniški pršut odvojeni od istarskog i krčkog pršuta na PC2.

Iz slika 80 i 81, pokazujući odnos između varijabli, može se primijetiti da su dalmatinski i drniški pršut karakterizirani aromom dima, bojom masnog tkiva, ujednačenosti

boje, mramoriranosti, slanosti, udjelom benzaldehida, aspargina, treonina, karnozina, prolina, anserina, leucina, triptofana, i lizina, indeksom proteolize, većom L\* vrijednošću, udjelom masti. Istarski i krčki pršut karakterizirani su bojom mišićnog tkiva, vlažnosti površine, mirisom po zreloom, slatkoći, začinjenom, tvrdoći, udjelu proteina, hlapivim komponentama; 3-metil-butanalom, oktanalom, 2-nonenal, heptanalom, 2-heptanolom, amino kiselinama: taurinom, histidinom, argininom. Sadržaj NaCl bio je pozitivno koreliran s slanim okusom. U negativnom dijelu PC1, slatkoća se obrnuto odnosi na slanost i koncentraciju NaCl koja je u skladu s drugim autorima (Laureati i sur., 2014, Guardia i sur., 2010). Asparginska i glutaminska kiselina, glicin i glutamin bili su pozitivno korelirani s prolinom. Zanimljivo je istaknuti da su udio masti, mekoća i topivost bili u pozitivnoj korelaciji što znači da veći udio masti utječe na topivost i mekoću pršuta.

Jedan cilj određivanja razlike je procijeniti blizinu između zapažanja o faktorskom planu i znati koja se opažanja značajno razlikuju jedna od druge pomoću djelomične metode samoizvlačenja (Lebart, 2007). Djelomična metoda samoizvlačenja sastoji se u crtanju uzoraka uz zamjenu (svaka od iste veličine kao matrica podataka koji se koriste za PCA). Zatim, svaki uzorak je usredotočen i normaliziran u slučaju normalizirane PCA, a svako opažanje svakog uzorka prikazano je na faktorskim planovima kao dopunsko promatranje. Kao posljedica toga, oblak promatranja generira se oko svakog izvornog promatranja predstavlja za svaki istraživani pršut s 95% pouzdanosti elipsu povjerenja. Na slici 82. prikazana je elipsa povjerenja za istraživane pršute, i iz grafičkog prikaza je vidljivo da dalmatinski, drniški i istarski pršut prema fizikalno-kemijskim parametrima, masnim kiselinama, amino kiselina, hlapivih spojeva, PAH-ova i senzorskih svojstava nisu imali dodirnih točaka unutar elipsa povjerenja s 95 % pouzdanošću, tj. statistički se značajno razlikuju. Krčki pršut u elipsi povjerenja s 95% ima preklapanje s drniškim i istarskim pršutom i nije imao statistički značajnu razlikovnost od navedenih pršuta.

## **6. ZAKLJUČCI**



Na temelju provedenih istraživanja i postignutih rezultata te provedene rasprave mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Udio soli značajno je različit u istraživanim vrstama pršuta. Najniži udio soli je u istarskom pršutu 5,76 %, dok je udio soli u dalmatinskom, krčkom i drniškom pršutu 6,48-7,1 %. Najviši udio soli je u krčkom pršutu (7,01 %) koji pozitivno korelira sa slanošću.
- Indeks proteolize najveći je u krčkom pršutu (25,68 %) što je povezano s većim udjelom soli, a u pozitivnoj je korelaciji s najvećom topljivosti i slanosti. Istarski pršut se statistički razlikuje od dalmatinskog, drniškog i krčkog pršuta, ima najniži indeks proteolize u korelaciji s nižim udjelom soli, slanošću i topljivosti, a veće tvrdoće u odnosu na dalmatinski i krčki pršut.
- Sastav masnih kiselina dalmatinskog, drniškog, istarskog i krčkog pršuta se razlikovao prema udjelu stearinske, palmitoleinske i oleinske; istarski, krčki, dalmatinski i drniški pršuti sadrže 37-45% SFA, 49-54% MUFA i 8-10 % PUFA. Omjer PUFA/SFA ispitivanim pršutima je 0,20- 0,24 (preporuka PUFA/SFA > 0,4), dok je omjer  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 iznosio 17-28.
- Plinsko-kromatografsko-maseno-spektometrijskom (GC-MS) analizom uzoraka istraživanih pršuta određeno je 149 hlapivih spojeva arome. Identificirani spojevi pripadaju sljedećim kemijskim grupama spojeva: aldehidi (34-50%), alkoholi (5-15%), terpeni (1-9%), ketoni (3-15%), alkani (2-6%), esteri (1-2%), aromatski ugljikovodici (4-11%) i kiseline (1-5%). Aldehidi, alkoholi i terpeni su najzastupljenija grupa spojeva u istarskom pršutu.
- Aldehidi su najzastupljenija grupa hlapivih spojeva u rasponu 46,68-49,78%, u svim hrvatskim vrstama pršuta. Metoda prerade je značajno utjecala na različiti udio aldehida u pojedinim vrstama pršuta, s izuzetkom 2- i 3-metilbutanala, benzenaldehida i benzenacetaldehida.
- Dimljeni pršuti, dalmatinski i drniški pršut, imali su veći sadržaj fenola, aromatskih ugljikovodika i kiselina te su karakterizirani aromom dima i višom L \* vrijednošću, dok su nedimljeni pršuti (uz dodatak začina u soljenju) pokazali veći sadržaj terpena, ketona, alkohola, estera i alifatskih ugljikovodica i karakterizirani su aromom po začinu.

- Navedeni hlapivi spojevi potječu od lipolize- oksidacije masti i proteolize- razgradnje aminokiselina i imaju važnu ulogu u formaciji arome pršuta.
- Osim hlapivih spojeva nastalih lipolizom i proteolizom u aromi istarskog i krčkog pršuta značajni su terpeni koji potječu od začina koji se dodaju tijekom procesa proizvodnje (crni papar, lovor, ružmarin), dok su fenolni spojevi karakteristični za dalmatinski i drniški pršut jer jedna od faza proizvodnje uključuje dimljenje.
- Visoko učinkovitom tekućinskom kromatografijom s fluorescentnom detekcijom u istraživanim pršutima identificirana je 21 amino kiselina. Istraživane vrste pršuta razlikuju se u sadržaju slobodnih amino kiselina osim aspargina, glutamina i taurina.
- Krčki i drniški pršut se razlikuju od dalmatinskog i istarskog pršuta u koncentraciji asparginske i glutaminske kiseline, serina, glicina, treonina, alanina, prolina, tirozina i lizina. Istarski i dalmatinski pršut imali su veći udio arginina i lizina od krčkog i drniškog pršuta.
- Kvantificirana su dva dipeptida, karnizin i anserin. Sadržaj karnozina i anserina je sličan Serrano i Iberijskom pršutu.
- Razine kontaminacije policikličkim aromatskim ugljikovodicima u kontroliranom postupku dimljenja primjenom definirane vrste drveta za loženja u dalmatinskom i drniškom pršutu su niske. Identificirano je 13 spojeva policikličkih aromatskih ugljikovodika. Zbroj PAH 15 za sve istraživane pršute kretao se u rasponu 7-8,79  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , najveća koncentracija je u istarskom pršutu (8,79  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), dok krčki, dalmatinski i drniški pršut imaju nižu koncentraciju (7-7,53  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ).
- Istarski pršut ima značajno veći udio fluorena, acenaftalena i diebnzo [a] atracena od drniškog, dalmatinskog i krčkog pršuta, što je posljedica metode prerade istarskog pršuta bez kože i potkožnog masnog tkiva. Začini sadrže veće udjele lako hlapivih policikličkih ugljikovodika i fenolnih tvari koje su topljivije u masti. Koncentracija težih policikličkih aromatskih ugljikovodika je ista za sve vrste prerade pršuta.
- Dalmatinski, drniški, istarski i krčki pršut razlikuju se po izgledu (boja masnog tkiva, ujednačenost boje), okusa (slano, slatko, začinjeno i dimljeno) i teksturi (topljivost). Boja mišićnog tkiva nešto je veća u istarskom pršutu, mramoriranost je srednje intenzivna i nije pokazala razlikovnost u istraživanim pršutima.
- Razvijena je i validirana metoda za ocjenjivanje pršuta deskriptivnom metodom na nestrukturiranoj linijskoj skali (10cm). Primjenom metode klasifikacije intenziteta odabrano je 15 ocjenjivača s fiziološkom osposobljenošću. Svi ocjenjivači su prošli i

dodatnu edukaciju. Utvrđen je vrlo dobar učinak panela tijekom ocijenjivanja. Utjecaj ponavljanja senzorske analize na ocjenu istarskog, krčkog, dalmatinskog i drniškog pršuta nije značajan.

- Analizom glavnih komponenti pokazano je da su dalmatinski i drniški pršut karakterizirani aromom dima, bojom masnog tkiva, ujednačenosti boje i većom L\* vrijednosti, fenolima, aromatskim ugljikovodicima i kiselinama, dok su istarski i krčki pršut obilježeni aromom po začinskom bilju i većom količinom terpena, ketona, alkohola, estera i alifatskih ugljikovodika.
- Analizom glavnih komponenti pokazano je da krčki i istarski pršut imaju izražajniju aromu po aromatičnom bilju i veću količinu ketona i terpena, dok krčki pršut ima nešto veću količinu alkohola, estera i alifatskih ugljikovodika. Drniški pršut ima veću količinu fenola, aromatskih ugljikovodika i kiselina nego dalmatinski pršut
- Analizom komponenti sastava masnih kiselina pokazano je da se istarski pršut karakteriziran linolenskom, palmitoleinskom i oleinskom kiselinom. istarski i krčki pršut na osnovi masnih kiselina se razlikuje od dalmatinskog i drniškog pršuta, dok nije moguće razlikovati dalmatinski od drniškog pršuta.
- Analizom glavnih komponenata amino kiselina i dipeptida dalmatinski i istarski pršut karakterizirani su većom koncentracijom anserina, histidina, tirozina, izoleucina, taurina, karnozina, valina i triptofana, dok se razlikuju od krčkog i drniškog pršuta po koncentraciji leucina, fenilalanina i  $\beta$ -alaninana.
- Analiza glavnih komponenata provedena na 57 fizikalno-kemijskih i senzorskih svojstava i dokazala je da su dalmatinski i drniški pršut karakterizirani aromom po dimu, bojom masnog tkiva, ujednačenosti boje, mramoriranosti, slanosti, udjelom benzaldehida, treoninina, karnozina, prolina, anserina, leucina, triptofana, lizina, većim indeksom proteolize, većom L\* vrijednosti, dok su istarski i krčki pršut karakterizirani bojom mišićnog tkiva, vlažnosti površine, mirisom po zreloom, slatkoći, aromi po začinu, tvrdoći, udjelu proteina, hlapivim komponentama; 3-metilbutanalom, oktanalom, 2-nonenalom, heptanalom, 2-heptanolom, amino kiselinama, taurinom, histidinom, argininom.
- Analizom glavnih komponenti dokazano je da su udio masti, mekoća i topivost bili u pozitivnoj korelaciji što znači da veći udio masti utječe na topivost i mekoću pršuta. Terpeni su bili u pozitivnoj korelaciji sa aromom po aromatičnom bilju (terpeni predstavljaju značajni udio frakcije biljnih ulja). Sadržaj soli je bio pozitivno koreliran

slanim okusom, dok je asparginska i glutaminska kiselina, glicin i glutamin pozitivno korelirani s prolinom. Okusi slano i slatko bili su u negativnoj korelaciji.

- Djelomičnom metodom samoizvlačenja dokazano je da dalmatinski, drniški i istarski pršut, prema osnovnim fizikalno-kemijskim parametrima, masnim kiselinama, amino kiselinama, hlapivim spojevima, PAH-ovima i senzorskim svojstvima, nisu imali zajedničkih dodirnih točaka i značajno se razlikuju. Krčki pršut ima preklapanje s drniškim i istarskim pršutom i ne razlikuje se značajno od istih, dok je značajno različit od dalmatinskog pršuta.

## **7. LITERATURA**

1. Abdulazeez, M. A., Sani, I., James, B. D., Abdullahi, A. (2015) Black pepper (*Piper nigrum* L.) oils. In V. R. Preedy (Ed.), *Essential oils in food preservation, flavor and safety*. London: Academic Press 277-286.
2. Adams, R. P. (2001) *Identification of essential oil components by GCMS*, 3. Izdanje, Carol Stream, IL, Allured Publishing Corporation
3. Adhikari, K., Chambers I.V., E., Miller, R., Vazquez-Araujo, L., Bhumiratana, N., Philip, C. (2011) Development of a lexicon for beef flavor in intact muscle. *J.Sens. Stud.* **26(6)**, 413-420.
4. Adronikov, D., Gasperin, L., Polak, T., Zlender B. (2013) Texture and quality parameters of sloveian dry-cured ham *Kraški pršut* according to mass and salt levels. *Food Technol. Biotech.* **51**, 112-122.
5. Alfaia, C.M., Castro, M.F., Reis, V.A., Prates, J.M., de Almeida, I.T., Correia, A.D., Dias, M.A. (2004) Changes in the profile of free amino acids and biogenic amines during the extended short ripening of Portuguese dry-cured ham. *Food Sci. Techn. Int.* **10(5)**, 297-304.
6. Ames, J. M., Guy, R. C. E., Kipping, G. J. (2001) Effect of pH and temperature on the formation of volatile compounds in cysteine/reducing sugar/starch mixtures during extrusion cooking. *J. Agr. Food Chem.* **49**, 1885–1894.
7. Amerine, M. A., Pangborn, R. M., Roessler, E. B. (1965) *Principles of sensory evaluation of food*. Academic Press, New York and London, 377 - 386.
8. Andrés, A. I., Cava, R., Ventanas, J., Muriel, E., Ruiz, J., (2004) Lipid oxidative changes throughout the ripening of dry-cured Iberian hams with different salt contents and processing conditions. *Food Chem.* **84**: 375-381.
9. Andrés, A. I., Cava, R., Ventanas, J., Thovar, V., Ruiz, J. (2004) Sensory characteristics of Iberian ham: Influence of salt content and processing conditions, *Meat Sci.* **68**, 45–51.
10. Andrés, A. I., Ventanas, S., Ventanas, J., Cava, R. (2005) Physicochemical changes throughout the ripening of dry - cured hams with different salt content and processing conditions. *Eur. Food Res. Techno.* **221**, 30 – 35.
11. Anonymous 1, HINA EU <<https://eu.hina.hr/content/8636581>> Pristupljeno: 10.05.2018.
12. Anonymous 2, European Commission, Agriculture and Rural Development <[http://ec.europa.eu/agriculture/quality/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/quality/index_en.htm)> . Pristupljeno 14.siječnja.2013.

13. Aristoy, M.C, Toldrá, F. (1991) Deproteinization techniques for HPLC amino acid analysis in fresh pork muscle and dry-cured ham. *J. Agric. Food Chem.* **39**, 1792-1795.
14. Aristoy, M.C., Toldrá, F. (1998) Concentration of free amino acids and dipetides in porcine skeletal muscles with different oxidative patterns. *Meat Sci.* **50(3)**, 327-332.
15. Armero, E., Navarro, J.L., Nadal, M.L., Baselga, M., Toldrá, F. (2002) Lipid Composition of Pork muscle as affected by sire genetic type. *J. Food Biochem.* **26 (2)**, 91–102.
16. Arnau, J., Guerrero, L., Casademont, G., Gou, P. (1995) Physical and chemical changes in different zones of normal and PSE dry cured ham during processing. *Food Chem.* **52**, 63 – 69.
17. Arnau, J., Guerrero, L., Gou, P. (1997a) Effects of temperature during the last month of ageing and of salting time on dry cured ham aged for six months, *J Sci Food Agr*, **74(2)**, 193-198
18. Arnau, J., Guerrero, L., Sárraga, C. (1998) The effect of green ham pH and NaCl concentration on cathepsin activities and the sensory characteristics of dry-cured hams. *J. Sci. Food Agr.* **77(3)**, 387-392.
19. Belfrage, P., Fredrikson, G., Strafors, P., Tornqvist, H. (1984) Adipose tissue lipases. In *Lipases*, eds. B.Borgstöm & H.L. Brockman., 365-416.
20. Belitz, H.D., Crosch, W., Schieberle, P. (2009) *Food Chemistry*, 4. izd., Springer, Berlin.
21. Benedini, R., Raja, V., Parolari, G. (2008) Zinc-protoporphyrin IX promoting activity in pork muscle. *Food Sci. Technol-Leb.* **41**, 1160–1166.
22. Benedini, R., Parolari, G., Toscani, T., Virgili, R. (2012) Sensory and texture properties of Italian typical dry-cured hams as related to maturation time and salt content. *Meat Sci.* **90**, 431-437.
23. Bidlingmeyer, B.A.; Cohen, S.A.; Tavin, L.T. y Frost, B., 1987, „A new rapid, high sensitivity analysis of amino acids in food type samples. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **70**, 241-247.
24. Bodwell, C. E., McClain, P. E. (1970): *Proteins in: Science of meat and meat products*, Price, J.F., Schweigert, B.S., W.H. FREEMAN AND COMPANY, San Francisco, USA.
25. Božac, R., Uremović, M., Šišović, D., Toić, U. (2008) Istarski pršut- oznaka izvornosti, Specifikacija, Udruga proizvođača istarskog pršuta, Pazin.

26. Bratzleretal, L.T., Spooner, M.E., Weathersspoon, J.B., Maxey, J.A. (1969) Smoke flavor as related to phenols carbonyl and acid content of Bologna. *J. Food Sci.* **2**, 33-40.
27. Buscailhon, S., Gandemer, G., & Monin, G. (1994) Time-related changes in intramuscular lipids of French Dry cured ham. *Meat Sci.* **37**, 245–255.
28. Buscailhon, S., Gandemer, G., Monin, G. (1994a) Time - related changes in intramuscular lipids of French dry - cured ham. *Meat Sc.*, **37**, 245 – 255
29. Campo,A., Pérez-alvarez, J.A., Sayas, M.E., Aranda, V. (1991) Caracterización física y fisicoquímica del jamon curado: influencia sobre el color en la etapa de maduración, In. Fito, P., Serra, J., Hernández,E., Vidal, D. (Ed). Anales de investigación del master en ciència e ingenieria de alimentos, Valencia: Univerzidad Politécnica de Valencia, 921-937.
30. Campo, M.M., I. Sierra (2011): Fatty acid composition of selected varieties of Spanish drycured ham. Surveys from 1995 and 2007. *Spanish J. Agri.l Res.* **9**, 66-73.
31. Careri, M., Mangia, A., Barbieri, G., Bolzoni, L., Virgili, R., Parolai, G. (1993) Sensory property relationship to chemical data of Italian type dry-cured ham. *J. Food Sci.* **58**, 968–972.
32. Carrapiso, A.I., Jurado, Á., Timón, M.L., Garcia, C. (2002a) Odor-active compounds of Iberian hams with different aroma characteristics. *J. Agr. Food Chem.* **50**, 6453–6458.
33. Carrapiso, A.I., Ventanas, J., Garcia, C. (2002b) Characterization of the most odor-active compounds of Iberian ham headspace. *J. Agr. Food Chem.* **50**, 1996–2000.
34. Carrapiso, A.I., Bonilla, F., García, C. (2003) Effect of crossbreeding and rearing system on sensory characteristics of Iberian ham. *Meat Sci*, **65**, 623 – 629.
35. Carrapiso, A.I., Garcia, C. (2004) Iberian ham headspace: Odorants of intermuscular fat and differences with lean. *J. Sci. Food Agr.* **84**, 2047–2051.
36. Carrapiso, A. I., García, C. (2008) Effect of the Iberian pig line on dry-cured ham characteristics. *Meat Sci.* **80**, 529–534.
37. Cava, R., Ferrer, J. M., Estévez, M., Morcuende, D., Toldrá, F. (2004) Composition and proteolytic and lipolytic enzyme activity in muscle *Longissimus dorsi* from Iberian pigs and industrial genotype pigs. *Food Chem.* **88**, 25 – 33.
38. Cava, R., Ruiz, J., López-Bote, C., Martín, L., García, C., Ventanas, J., Antequera, T. (1997) Influence of finishing diet on fatty acid profiles of intramuscular lipids, triglycerides and phospholipids in muscles of the Iberian pig. *Meat Sci.* **45**, 263-270.



39. Chan, K.M., Decket, E.A. (1994) Endogenous Skeletal Muscle Antioxidants. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **34(4)**, 403-426.
40. Chen, G., Song, H., Ma, C. (2009). Aroma-active compounds of Beijing roast duck. *Flavour Frag. J.* **24**, 186–191
41. Chaudhari, N., Roper, S. D. (2010) The cell biology of taste. *J. Cell. Biol.* **190(3)**, 285–296.
42. Ciecierska M, Obiedziński M. (2007) Influence of smoking process on polycyclic aromatic hydrocarbons' content in meat products. *Acta. Sci. Pol. Technol. Aliment.* **6(4)**, 17-28.
43. Cordoba, J. J., Antequera, T., Ventanas, J., Lopez-Bote, C., Garcia, C. and Asensio, M. A. (1994a) Evolution of free amino acids and amines during ripening of Iberian cured ham. *J. Agric. Food Chem.* **42**, 2296-2301.
44. Commission Internationale de l'Éclairage [CIE] (1976). Colorimetry. Publication n°15, Vienna, Austria: 430 Bureau Central de la CIE.
45. Coutron-Gambotti, C., Casabianca, F., de Sainte Marie, C., Gandemer, G. (1999). Quelles références produire pour définir un produit typique? Le jambon sec dans les enjeux de développement de la filière extensive en Corse. *Cah. Agric.* **8(5)**, 363–371.
46. Costa, M.R., Filho, W.B., Silveira, E.T.F., Felício, E. (2008) Colour and texture profiles of boneless restructured dry-cured hams compared to traditional hams. *Sci. Agric.* **65**, 169-173.
47. Czerny, M., Christlbauer, M., Christlbauer, M., Fischer, A., Granvogl, M., Hammer, M., Schieberle, P. (2008) Re-investigation on odour thresholds of key food aroma compounds and development of an aroma language based on odour qualities of defined aqueous odorant solutions. *Eur. Food Res. Technol.* **228**, 265–273.
48. Čandek-Potokar M., Škrlep M. (2011) Factors in pig production that impact the quality of dry-cured ham. *Animal.* **6(2)**, 327-338.
49. DG SANCO. (2004) SCOOP task 3.2.12. Collection of occurrence data on polycyclic aromatic hydrocarbons in food. Directorate-General Health and Consumer Protection
50. Decker, E. A., Crum, A. D. (1993) Antioxidant activity of carnosine in cooked ground pork. *Meat Sci.* **34**, 245–253.

51. del Olmo, A., Calzada, J., Gaya, P., Nuñez, M. (2013) Proteolysis, texture, and sensory characteristics of Serrano hams from Duroc and Large White pigs during dry-curing. *J. Food Sci.* **78(3)**, C416-424.
52. D'Evoli, L., Lucarini, M., Nicoli, S., Aguzzi, A., Gabrielli, P., Lombardi-Boccia, G. (2009) Nutritional profile of traditional Italian hams. *Proceeding of 5th world congress of dry-cured ham*, May 6–8, Aracena, Spain.
53. Dong, L., Hou, Y., Li, F., Piao, Y., Zhang, X., Zhang, X., Zhao, C. (2015) Characterization of volatile aroma compounds in different brewing barley cultivars. *J. Sci. Food Agri.* **95**, 915–921.
54. Du, M., Ahn, D. U. (2001) Volatile substances of Chinese traditional Jinhua ham and Cantonese sausage. *J. Food Sci.* **66**, 827 – 831.
55. Elias, M. G., (1993). Caracterização de presuntos artesanais e industriais de suíno alentejano. Modificações introduzidas pela embalagem sob vácuo. Dissertação para a Obtenção de Grau de Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Técnica, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
56. EU. (1993) Council Directive 93/5/EEC of 25 February 1993 on assistance to the Commission and cooperation by the Member States in the scientific examination of questions relating to food. *Official Journal L* **52**, 18.
57. EU. (1993) Council Directive 93/5/EEC of 25 February 1993 on assistance to the Commission and cooperation by the Member States in the scientific examination of questions relating to food. *Official Journal L* **52**, 18.
58. EU. (2006) Uredba Vijeća (EZ-a) br. 510/2006 od 20. ožujka 2006. o zaštiti zemljopisnih oznaka i oznaka podrijetla poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda. . *Official Journal L* **93**, 1.
59. EU. (2007) Uredba Vijeća (EZ-a) br. 1216/2007 od 18. listopada 2007. o utvrđivanju detaljnih pravila za provedbu Uredbe Vijeća (EZ) br. 509/2006 o poljoprivrednim i prehrambenim proizvodima kao garantirano tradicionalnim specijalitetima. *Official Journal L* **275**, 3.
60. EU. (2012) Uredba Vijeća (EZ-a) br. 1151/2012 od 21. studenoga 2012. o sustavima kvalitete za poljoprivredne i prehrambene proizvode. *Official Journal L* **343**, 1.
61. EU. (2014) Uredba Vijeća (EZ-a) br. 668/2014 od 13. srpnja 2014. o utvrđivanju pravila za primjenu Uredbe (EU) br. 1151/2012 Europskog parlamenta i Vijeća o

- sustavima kvalitete za poljoprivredne i prehrambene proizvode. *Official Journal L* **176**, 36.
62. EU. (2015) Uredba komisije (EZ-a) No. 2015/1933 27. listopada 2015 o izmjeni Uredbe (EZ) br. 1881/2006 u pogledu najvećih dopuštenih količina policikličkih aromatskih ugljikovodika u vlaknima kaka, čipsu od banane, dodacima prehrani, sušenom začinskom bilju i sušenim začinamaamending *Official Journal L* **212**, 11.
63. Fernández, M., H.A. Ordonez, I. Cambero, C. Santos, C. Pin, L. De la Hoz (2007): Fatty acid compositions of selected varieties of Spanish dry ham related to their nutritional implications. *Food Chem.* **101**, 107–112.
64. Flores, J., Bermell, S., Nieto, P., Costell Ibéñez, E. (1984). Cambios químicos en las proteínas del jamón durante los procesos de curado, lento y rápido, y su relación con la calidad. *Rev. Agroquím. Tecnol.* **24**, 503-509.
65. Flores, J., P. Nieto, S. Bermell, M.C. Miralles (1985): Changes in lipids during the slow and rapid maturation processes of dry-cured ham and its relation with two qualita. *Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment. Meat Sci.* **23**, 253-262.
66. Flores, M., Sanz, Y., Spanier, A.M., Aristoy, M-C., Toldrá, F. (1998) Contribution of muscle and microbial aminopeptidases to flavor development in dry-cured meat products. *Dev. Food Sci.* **40**, 547-557.
67. Flores, M., Barat, J. M, Aristoy, M., Peris, M. M., Grau, R., Toldrá, F. (2006) Accelerated processing of dry-cured ham. Part 2. Influence of brine thawing/salting operation on proteolysis and sensory acceptability. *Meat Sci.* **72**, 766-772.
68. Gandemer, G., Viau, M., Navarro, J. L., Sabio, E., Monin, G. (2000) Lipides et qualite´ des jambons secs méditerranéens. In CIHEAM (Ed.), *Tradition and innovation in Mediterranean pig production* **41**, 181–189.
69. Gandemer, G. (2009) Dry cured ham quality as related to lipid quality of raw material and lipid changes during processing: A review. *Grasas Aceites* **60**, 297–307.
70. Gandemer, G. (2002) Lipids in muscles and adipose tissues, changes during processing and sensory properties of meat products, *Meat Sci*, **62**, 309-321.
71. Gandemer, G. (1999) Lipids and meat quality: Lipolysis, oxidation, flavour. *Sci. Aliment.* **19**, 439-458.

72. García-Domínguez, J.A., Lebrón-Aguilar, R., Quintanilla-López J.E. (2006) An accurate and easy procedure to obtain isothermal Kováts retention indices in gas chromatography. *J. Sep. Sci.* **29**(18), 2785-2792.
73. García-Esteban, M., Ansorena, D., Gimeno, O. , Astiasarán, I. (1995) Optimization of instrumental colour analysis in dry-cured ham. *Meat Sci.* **40**, 21-31.
74. Garcia-Garrido, J., Quiles-Zafra, R., Tapiador, J., De Castro, M. L. ( 2000) Activity of cathepsin B, D, H and L in Spanish dry-cured ham of normal and defective texture. *Meat Sci.* **56**, 1–6.
75. García-González, D.L., Tena, N., Aparicio-Ruiz, R., Morales, M.T. (2008) Relationship between sensory attributes and volatile compounds qualifying dry-cured hams. *Meat Sci.* **80**, 315–325.
76. 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.
77. Gilles, G., (2009) Dry cured ham quality as related to lipid quality of raw material and lipid changes during processing: A review. *Grasas Aceites* **60** (3), 297-307.
78. Gou, P., Guerrero, L., Arnau, J. (1995) Sex and crossbreed effects on the characteristics of dry-cured ham. *Meat Sci.* **40** (1), 21-31.
79. Guàrdia, M., Aguiar, A. P.S., Claret, A., Arnau, J., Guerrer, L.( 2010) Sensory characterization of dry-cured ham using free-choice profiling. *Food Qual. Prefer.* **21** 148–155.
80. Guerrero, L., Gou, P., Alonso, P., Arnau, J. (1996) Study of the physicochemical and sensorial characteristics of dry-cured hams in three pig genetic types. *J. Sci. Food Agri.* **70**(4), 526-530.
81. Guerrero, L., Gou, P., Arnau, J. (1999) The influence of meat pH on mechanical and sensory textural properties of dry cured ham. *Meat Sci.* **52**(3), 267-273.
82. Guerrero L., Guàrdia M.D., Arnau, J. (2005) Propuesta metodológica de análisis sensorial en jamón curado: criterios a considerar y sistemas de validación. Libro de actas del III Congreso Mundial del Jamón sobre Ciencia, *Tecnología y Comercialización*.
83. Hedrick, H.B., Aberle, E-D., Forrest, J.C., Judge, M.D., Merkel, R.A. (1993) Principles of meat science, 3. *izd.*, Dubuque: Kendall-Hunt, 354.

84. Hernández, P., Zomenó, L., Arinó, B., Blasco, A. (2004) Antioxidant, lipolytic and proteolytic enzyme activities in pork meat from different genotypes. *Meat Sci.* **66**, 525–529.
85. Henriksen, A., Stahnke, L. (1997). Sensory and chromatographic evaluations of water soluble fractions from dried sausages. *J. Agri. Food Chem.* **45**, 2679-2684.
86. Hidalgo, F. J., Zamora, R. (2004) Strecker-type degradation by the lipid oxidation products 4,5-epoxy-2-alkenals. *J. Agri. Food Chem.* **52**, 7126–7131.
87. Hitzel, A., Pöhlmann, M., Schwägele, F., Speer, K., Jira, W. (2013) Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and phenolic substances in meat products smoked with different types of 478 wood and smoking spices. *Food Chem.* **139(1–4)**, 955-962.
88. Honikel, K.O. (1998) Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* **49**, 447–457.
89. Hortós, M. (1994). Influencia de la maduración y condiciones del proceso tecnológico en los cambios de las fracciones nitrogenadas del jamón curado. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
90. HRN ISO 1841-1:1996, Meso i mesni proizvodi - Određivanje natrijevog klorida.
91. HRN ISO 937:1999, Meso i mesni proizvodi - Određivanje količine dušika.
92. HRN ISO 1443:1999, Meso i mesni proizvodi- Određivanje ukupne količine masti (ISO 1443:1973).
93. HRN EN ISO 5508:1999, Životinjske i biljne masti i ulja- Analiza metilnih estera masnih kiselina plinskom kromatografijom.
94. HRN ISO 5984:2004, Meso i mesni proizvodi-Određivanje pepela.
95. HRN ISO 21807:2005, Mikrobiologija hrane i stočne hrane – Određivanje aktiviteta vode.
96. HRS CEN/TS 16621:2014, Analiza hrane- određivanje benzo(a)pirena, benz(a)antracena, krizena i benzo(b)fluorantena u hrani tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti s fluorescentnom detekcijom.
97. Hunt, M.C. (1980) Meat Color Measurements, *Proceedings of Reciprocal Meat Conference*, **33**, 41-46.
98. International Olive Oil Council (2013) Guide for the selection, training and monitoring of skilled virgin olive oil tasters. IOOC/T.20/Doc.14/rev.3
99. ISO 3972:1991, Sensory analysis-Methodology-Method of investigating sensitivity of taste.

100. ISO 8586:2012, Sensory analysis-General guidance for the selection, training and monitoring of assessors, Part 1: Selected assessors.
101. ISO 11132:2012, Sensory analysis-Methodology-Guidelines for monitoring the performance of a quantitative sensory panel
102. Jellinek, G. (1985) Sensory Evaluation of Food: Theory and Practice. Ellis Horwood, Chichester, 34.
103. Jerković, I., Mastelić, J., Tartaglia, S. (2007) A study of volatile flavour substances in Dalmatian traditional smoked ham: Impact of dry-curing and frying. *Food Chem.* **104** (3), 1030-1039.
104. Jiménez-Colmenero, F., Ventanas, J., Toldrá, F. (2010) Nutritional composition of drycured ham and its role in a healthy diet. *Meat Sci.* **84**, 585–593.
105. Jira, W. (2004) A GC/MS method for the determination of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in smoked meat products and liquid smokes. *Euro. Food Res. Technol.* **218** (2), 208-212.
106. José Antonio García-Domínguez, Rosa Lebrón-Aguilar, Jesús Eduardo Quintanilla-López (2006) An accurate and easy procedure to obtain isothermal Kováts retention indices in gas chromatography. *J. Sep. Sci.* **29** (18), 2785-2792.
107. Jurado, A., Garcia, C., Timon, M. L., Carrapiso, A. I. (2007). Effect of ripening time and rearing system on amino acid-related flavour compounds of Iberian ham. *Meat Sci.* **75**, 585-594.
108. Karolyi, D. (2004) Aktivitet vode ( $a_w$ ) kao čimbenik održivosti mesa. *Meso* **6**, 224–228.
109. Karolyi, D. (2006) Chemical properties and quality of Istrian dry-cured ham. *Meso* **7**, 224-228.
110. Karolyi, D. (2009) Najčešći problemi u proizvodnji pršuta. *Meso* **11**, 134-141.
111. Karolyi, D., Guarina, D. (2015) Drniški pršut- Oznaka zemljopisnog podrijetla, Specifikacija proizvoda, Udruga proizvođača drniškog pršuta, Drniš.
112. Karolyi D., Luković Z. (2016). Uzgoj svinja za preradu u domaće proizvode. *Gospodarski list* 22: 41-55.
113. Kato, H., Rhue, M.R., Nishimura, T. (1989) Role of free amino acids and peptides in food taste. In: Flavor Chemistry. Teranishi R., Buttery R.G., Shahidi F. (eds.). Washington DC, American Chemical Society, str. 158–174
114. Kendall, M.G., Stuart, A. 1967. The advanced theory of statistics. Vol. 1. Hafner Publishing Co.

115. Kjällstrand, J., Petersson, G. (2001). Phenolic antioxidants in alder smoke during industrial meat curing. *Food Chem.* **74**(1), 85-89.
116. Kos, I., Mandir, A., Toić, U. (2015) Dalmatinski pršut-Oznaka zemljopisnog podrijetla, Specifikacija, Udruga dalmatinski pršut, Trilj.
117. Krvavica, M., Lukić A., Vrdoljak M. (2007) Aktivnost proteolitičkih i lipolitičkih enzima tijekom proizvodnje pršuta. *Meso* **3**, 158 - 162.
118. Krvavica, M., Vidaček, S., Konjačić, M., Botka-Petrak, K., Petrak, T., Đugum, J., Kolarić, S., Medić, H. (2008) A study of chemical profiles and appearance of white crystals in Istrian drycured ham: effect of desalting. *Ital. J. Anim. Sci.* **7**, 373–382.
119. 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.
120. Lebart, L. (2007) Which bootstrap for principal axes methods.. In: P. Vrito, P. Bertrand, G. Cucumel, and F. de Carvalho (eds.) Selected contributions in data analysis and classification, Part VII. Springer, Berlin, Heidelberg, str. 581-588.
121. Larsen, M., Poll, L. (1990) Odour thresholds of some important aroma compounds in raspberries. *Z. Leben.Unter. For.* **191**, 129–131.
122. Larsen, M., Poll, L. (1992). Odour thresholds of some important aroma compounds in strawberries. *Z. Leben.Unter. For.* **195**, 120–123.
123. Larsson, B.K. (1982) Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish. *Z Lebensm Unters. Forsch.* **202**, 458- 464.
124. Laureati, M., Buratti, S., Giovanelli, G., Corazzin, M., P.Lo Fiego, D., Pagliarini, E. (2014) Characterization and differentiation of Italian Parma, San Daniele and Toscano dry-cured hams: A multi-disciplinary approach. *Meat Sci.* **96** (1), 288-294
125. Lawrie, R. A. (1998) Lawrie's meat science. Woodhead Publishing Limited, Abington, Cambridge, England.
126. Lo Fiego, D.P., P. Macchioni, P. Santoro, G. Pastorelli, C. Corino (2005) Effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) supplementation on CLA isomers content and fatty acid composition of dry-cured Parma ham. *Meat Sci.* **70**, 285–291.
127. López, M. O., De la Hoz, L., Cambero, M. I., Gallardo, E., Reglero, G., Ordosimnez, J. A. (1992) Volatile compounds of dry hams from Iberian pigs. *Meat Sci.* **31**, 267–277.

128. Lorenzo, J. M., Carballo, J., Franco, D. (2013) Effect of the inclusion of chestnut in the finishing diet on volatile compounds of dry-cured ham from Celta pig breed. *J. Integr. Agri.* **12**, 2002–2012.
129. Luković Z., Škorput D. (2012) Landras pasmine svinja u Hrvatskoj. VIII. Savjetovanje uzgajivača svinja publici Hrvatskoj. Agronomski fakultet Zagreb, str.21-23.
130. Luković Z. (2014) Držanje svinja na otvorenom. *Gospodarski list* **22**, 62-63.
131. Macleod, G. (1994). The flavour of beef. *Flavor of Meat and Meat Products*. New York City, New York: Springer, str.4-37.
132. Malarut, J., Vangnai, K. (2018) Influence of wood types on quality and carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) of smoked sausages. *Food Control* **85**, 98-106.
133. Maga, J.A. (1988) *Smoke in Food Processing*, izd.2. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.
134. Magnusson, B., Örnemark U. (eds.) (2014) *Eurachem Guide: The Fitness for Purpose of Analytical Methods – A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics*, (2nd ed.). ISBN 978-91-87461-59-0. < [www.eurachem.org](http://www.eurachem.org) > . Pristupljeno 27. travnja 2015.
135. Martin, L., Córroba, J.J., Ventanas, J., Antequera, T. (1999) Changes in intramuscular lipids during ripening of Iberian dry-cured ham. *Meat Sci.* **21**, 129-134.
136. Martena, M. J., Grutters, M. M. P., De Groot, H. N., Konings, E. J. M., Rietjens, I. M. C. M. (2011) Monitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in food supplements containing botanicals and other ingredients on the Dutch market. *Food Addit. Cont. A.* **28**, 925-942.
137. Martuscell, M., Pittia, P., Casamassima, L.M., Manetta, A.C., Lupieri, L., Neri, L. (2009) Effect of intensity of smoking treatment on the free amino acids and biogenic amines occurrence in dry cured ham. *Food Chem.* **116**, 955–962.
138. 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.
139. 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.



140. 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**, 4093-4105.
141. Meilgaard, M., Civille, G. V. , B. T. Carr. (2007). *Sensory Evaluation Techniques*, izd. 4, Boca Raton: Taylor & Francis, London.
142. Miller, C.H., Parce, J.W., Sisson, P., Waite, M (1981) Specificity of lipoprotein lipase and hepatic lipase toward mon oacylglycerols varying in the acyl composition. *Biochim. Biophys. Acta.* **665**, 385-392.
143. Monin G., Marinova P., Talmant A., Martin J.F., Cornetm., Lanore D., Grassof (1997) Chemical and structural changes in dry-cured hams (Bayonne hams) during processing and effects of the dehairing technique. *Meat Sci.* **47**, 29–47.
144. Mora, L., Escudero, E., Toldrá, F. (2016) Characterization of the peptide profile in Spanish Teruel, Italian Parma and Belgian dry-cured hams and its potential bioactivity. *Food Res. Int.* **89**, 638-646.
145. Motilva, M. J., Toldrá, F., Flores, J. (1992) Assay of lipase and esterase activities in fresh pork meat and dry-cured ham. *Z. Lebensm. Unters. For.* **195**, 446 – 450.
146. Motilva, M. J., Toldrá, F., Aristoy, M. C., Flores, J. (1993a) Subcutaneous adipose tissue lipolysis in the processing of dry-cured ham. *J Food Biochem.* **16**, 323 – 335.
147. Motilva, M. J., Toldrá, F., Nieto, P., Flores, J. (1993b) Muscle lipolysis phenomena in the processing of dr -cured ham. *Food Chem.* **48**, 121 – 125.
148. Motilva, M. J., Toldrá, F., Nadal, M. I., Flores, J. (1994) Pre-freezing hams affects hydrolysis during dry curing. *J. Food Sci.* **59**, 303 – 305.
149. Mottram, D. S. (1998) Flavour formation in meat and meat products: a review. *Food Chem.* **62(4)**, 415–424.
150. Muñoz, I., Rubio-Celorio, M., Garcia-Gil, N., Guàrdia, M.D., Fulladosa, E. (2015) Computer image analysis as a tool for classifying marbling: A case study in dry-cured ham. *J. Food Eng.* **166**, 148–155.
151. Nanni Costa, L., Lo Fiego, D.P., Dall'Olio, S., Davoli, R., Russo, V. (1999) Influence of loading method and stocking density during transport on meat and dry-cured ham quality in pigs with different halothane genotypes. *Meat Sci.* **51**, 391-399.
152. Nunes, C., Coimbra, M.A., Saraiva, J., Rocha, M.S. (2008) Study of the volatile components of a candied plum and estimation of their contribution to the aroma. *Food Chem.* **111** (4), 897-905.

153. Ouali, A. (1990) Meat tenderization: possible causes and mechanisms. A review. *J. Muscle Foods* **1**(2), 129-165.
154. Pastorelli, G., Magni, S., Rossi, R., Pagliarini, E., Baldini, P., Dirinck, P. (2003). Influence of dietary fat, on fatty acid composition and sensory properties of dry cured Parma ham. *Meat Sci.* **65**, 571–580.
155. Parolari, G., Virgili, R., Schivazappa, C. (1994) Relationship between cathepsin B activity and compositional parameters in dry-cured hams of normal and defective texture. *Meat Sci.* **38**(1), 117-122.
156. Pažin, V., Šimunić Mežnarić, V., Tompić, T., Hajduk, G., Legen, S., Zdolec, N. (2016) Policiklički aromatski ugljikovodici u dimljenim trajnim kobasicama iz domaćinstva. Zbornik radova 6. Hrvatski Veterinarski Kongres, Zagreb, 579-588.
157. Pearson, A. M., Young, R. B., Eds. (1989) Muscle and meat biochemistry. Academic Press: San Diego, CA, USA.
158. Pérez-Alvarez, J.A., Sayas-Barbera, M.E., Fernandez-Lopez, J., Gago-Gago, M.A., Pagan-Moreno, M.J., Aranda-Catala, V. (1998) Spanish dry-cured ham aging process: colour characteristics. In: International congress of meat science and technology, 44, Barcelona, 1998. Proceedings. Barcelona, str. 984-985.
159. Pezzani, O., Barbuti, S., Ghiisi, M. (1998) Modificazione del tessuto adiposo durante la stagionatura del prosciutto. *Ind. Conserve.* **63**, 338-342.
160. Pham, A. J., Schilling, M. W., Mikel, W. B., Williams, J. B., Martin, J. M., Coggins, P. C. (2008) Relationships between sensory descriptors, consumer acceptability and volatile flavor compounds of American dry-cured ham. *Meat Sci.* **80**, 728–737.
161. Pitt J.I., Hocking, A.D. (2009) Fungi and Food Spoilage, Springer, London, New York.
162. Pleadin, J., Demšar, L., Polak, T., Vulić, A., Lešić, T., Kovačević, D. (2016) Sastav masnih kiselina tradicionalnih hrvatskih i slovenskih suhomesnatih proizvoda. *Meso* **16**, 44-52.
163. Potthast, K. (1979) Einfluss der Räuchertechnologie auf die vollständige Zusammensetzung der polycyclischen Kohlenwasserstoffe in geräucherten Fleischwaren, in Rauchkondensaten und in den Abgasen von Räucheranlagen. *Fleischwirtschaft*, **59**(10), 1515–1523.
164. Pravilnik o mesnim proizvodima (2012) Narodne novine **131**, Zagreb.

165. Pugliese, C. (2009) Effect of genetic type rearing conditions on characteristics of Italian quality hams: The instance of Tuscan ham. In: Proceeding of 5th world congress of dry-cured ham. Aracena, Spain.
166. Pugliese, C., F. Sirtori, M. Škrlep, E. Piasentier, L. Calamai, O. Franci, M. Čandek-Potokar (2015) The effect of ripening time on the chemical, textural, volatile and sensorial traits of Biceps femoris and Semimembranosus muscles of the Slovenian dry-cured ham Kraški pršut. *Meat Sci* **100**, 58–68.
167. Puljić, A. (1986) Istraživanje higijensko-tehnoloških i ekonomskih pokazatelja kooperacijske proizvodnje dalmatinskog (miljevačkog) pršuta. Magistarski rad. Vetreinarski fakultet u Zagrebu, Zagreb.
168. Ramirez, R., Cava, R. (2007) Volatile profiles of dry-cured meat products from three different Iberian×Duroc genotypes. *J. Agri. Food Chem.* **55**, 1923–1931.
169. Reina, R., López-Buesa, P., Sánchez del Pulgar, J., Ventanas, J., García, C. (2012) Effect of IGF-II (insulin-like growth factor-II) genotype on the quality of dry-cured hams and shoulders. *Meat Sci.* **92**, 562–568.
170. Reina, R., Sanchez del Pulgar, J., Lopez-Buesa, P., Garcia, C. (2014) Amino acid and nucleotide contents and sensory traits of dry-cured products from pigs with different genotypes. *Meat Sci.* **96**, 230-236.
171. Reinholds, I., Pugajeva, I., Bavrins, K., Kuckovska, G., Bartkevics, V. (2017) Mycotoxins, pesticides and toxic metals in commercial spices and herbs. *Food Addit. Contam. B.* **10(1)**, 5-14.
172. Rosell, C. M., Toldrá, F. (1998) Comparison of muscle proteolytic and lipolytic enzyme levels in hams from Iberian and White pigs. *J. Sci. Food Agri.* **76**, 117–122.
173. Rozentale, I., Yan Lun, A., Zacs, D., Bartkevics, V. (2018) The occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons in dried herbs and spices. *Food Control* **83**, 45-53.
174. Ruiz-Ramírez, J., Arnau, J., Serra, X., & Gou, P. (2005), Relationship between water content, NaCl content, pH and texture parameters in dry-cured muscles. *Meat Sci.* **70(4)**, 579-587.
175. Ruiz-Ramírez, J., Arnau, J., Serra, X., & Gou, P. (2006). Effect of pH, NaCl content and 24 proteolysis index on the relationship between water content and texture parameters in biceps femoris and semimembranosus muscles in dry-cured ham. *Meat Sci.* **72(2)**, 185-194.

176. Ruiz, J., Ventanas, J., Cava, R., Timón, M. L., Garcia, C. (1998) Sensory characteristics of Iberian ham: influence of processing time and slice location. *Food Res. Int.* **31**, (1), 53-58.
177. Ruiz, J., Garcíá, C., Muriela, E., Andre´ sb, A.I., Ventanas, J.(2002) Influence of sensory characteristics on the acceptability of dry-cured ham. *Meat Sci.* **61**, 347–354.
178. Sabio, E., Vidal-Aragón, M.C., Bernalte, M.J., Gata, j.l. (1998) Volatile compounds present in six type dry cured ham from sout European countries. *Food Chem.* **61**, 493-503.
179. Santos, C., Hoz, I., Cambero, M.I., Cabeza, M.C., Ordoñz, J.A. (2008) Enrichment of dry-cured ham with  $\alpha$ -linoleic acid and tocopherol by the use of linsed oil and  $\alpha$ -tocopheryl acetate in pig diets. *Meat Sci.* **80** (3), 668-674.
180. Sánchez-Molinero, F., Arnau, J. (2010) Processing of dry-cured ham in a reduced-oxygen atmosphere: Effects on sensory trait. *Meat Sci.* **85**(3), 420-427.
181. Sánchez-Peña CM, Luna G, Aparicio R. (2005) Characterization of French and Spanish dry-cured hams: influence of the volatiles from the muscles and the subcutaneous fat quantified by SPME-GC. *Meat Sci.* **69**, 635–645
182. Sárraga, C., Gil, M., García-Regueiro, J. A. (1993) Comparison of calpain and cathepsin (B, L and D) activities during dry-cured ham processing from heavy and light large white pigs. *J. Sci. Food Agric.* **62**,71–75.
183. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. (2008) *EFSA Journal* **724**, 1-114.
184. Schaarschmidt, S. (2016) Public and private standards for dried culinary herbs and species - Part I: Standards defining the physical and chemical product quality and safety. *Food Control.* **70**, 339-349.
185. Serpe, F.P., Esposito, M., Gallo, P., Serpe, L., (2010) Optimisation and validation of an HPLC method for determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in mussels. *Food Chem.* **122** (3), 920–925
186. Serra, X., Gou, P., Guerrero, L., Guàrdia, M. D., Picouet, P. A., Grèbol, N., & Arnau, J. (2006). Effect of high pressure on sensory properties of pasty hams, Workshop on Applications of Novel Technologies in Food and Biotechnology Cork, Ireland, str. 125.

187. Sforza, S., Pigazzani, A., Motti, M., Porta, C., Virgili, R., Galaverna, G., Marchelli, R. (2001) Oligopeptides and free amino acids in Parma hams of known cathepsin B activity. *Food Chem.* **75**, 267-273.
188. Sforza, S., Galaverna, G., Schivazappa, C., Marchelli, R., Dossena, A., Virgili, R. (2006). Effect of extended aging of Parma dry-cured ham on the content of oligopeptides and free amino acids. *J. Agri. Food Chem.* **54**, 9422-9429.
189. Shahidi, F., Pegg, R. B. (1994). Hexanal as an indicator of meat flavor deterioration. *J. Food Lipids* **1**, 177-186
190. Smith, B.T., Boyle, J.M., Dongarra, J.J., Garbow, B.S., Ikebe, Y., Klema, V.C., Moler, C.B. (1976) Matrix Eigensystem Routines—EISPACK guide, 2. izd., Berlin: Springer-Verlag.
191. Singh, L., Varshney, J.G., Agarwal, T., (2016) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons' Formation and Occurrence in Processed Food, *Food Chem.* **199**, 768-781.
192. Sentandreu, M.A., Stoeva, S., Aristoy, M.C., Laib, K., Voelter, W., Toldrá, F. (2003) Identification of small peptide generation in Spanish dry-cured ham. *J. Food Sci.* **68(1)**, 64-69.
193. Stone, H., Sidel, J. L., (1985) Sensory evaluation practices. Tragon Corporation, Redwood City, str. 194-225.
194. Stumpe-Vīksna, I., Bartkevičs, V., Kukāre, A., Morozovs, A. (2008) Polycyclic aromatic hydrocarbons in meat smoked with different types of wood. *Food Chem.* **110** (3), 794-797.
195. Suzuki, H., Kajimoto, Y., Kumagai, H. (2002) Improvement of the bitter taste of amino acids through the transpeptidation reaction of bacterial  $\gamma$ -glutamyl transpeptidase. *J. Agri. Food Chem.* **50**, 313-318.
196. Szczesniak, A. S., Brandt, M. A., Friedman, H. H. (1963) Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation. *J. Food Sci.* **28**, 397 - 403.
197. Škaljac, S., Petrović, L., Tasić, T., Ikonić, P., Jokanović, M., Tomović, V., Džinić, N., Šojić, B., Tjapkin, A., Škrbić, B. (2014) Influence of smoking in traditional and industrial conditions on polycyclic aromatic hydrocarbons content in dry fermented sausages (Petrovská klobása) from Serbia. *Food Control* **40**, 12-18.
198. Toldrá, F. (1998) Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Sci.* **49**, 101-110.

199. Toldrá, F. (2002) Dry-cured meat products. Food and Nutrition press, inc. Trumbull, Connecticut, USA
200. Toldrá, F. (2006a) Biochemistry of processing meat and poultry. U: Food Biochemistry and Food Processing (Hui, Y. H., Nip, W. K., Nollet, L. M. L., Paliyath, G., Simpson, B. K. ured.), Blackwell Publishing, Ames, Iowa.
201. Toldrá, F. (2006b) Biochemical proteolysis basis for improved processing of dry-cured meats. U: Advanced Technologies for Meat Processing (Nollet, L. M. L., Toldrá, F. ured.), CRC Press, Boca Raton, Fla . CRC Press.
202. Toldrá, F., Aristoy, M.C. (1993) Availability of essential amino acids in dry-cured ham. *Int. J. Food Sci. Nutrit.* **44**, 215-219.
203. Toldrá, F., Flores, M. (1998) The role of muscle proteases and lipases in flavour development during the processing of dry-cured ham. *Cri. Rev. Food Sci.* **38** (4), 331-352.
204. Toldrá, F., Rico, E., Flores, J. (1993) Cathepsin B, D, H and L activity in the processing of dry - cured ham. *J. Sci. Food Agr.* **62**, 157 – 161.
205. Toldrá, F. (2006b) Biochemical proteolysis basis for improved processing of dry-cured meats. In L. M. L. Nollet & F. Toldrá (Eds.), *Advanced technologies for meat processing*, Boca Ratón, Florida, CRC Press, str. 329–351.
206. Tomic, O., Nilsen, A., Martens, M., Næs, T. (2007) Visualization of sensory profiling data for performance monitoring, *LWT- Sci. food. Technl.* **40**, 262-269.
207. Tripathy, V., Basak, B. B., Varghese, T. S., Saha, A. (2015). Residues and contaminants in medicinal herbs e a review. *Phytochem. Lett.* **14**, 67-78.
208. Wang, F. (2001) Lipolytic and proteolytic properties of dry-cured boneless hams ripened in modified atmospheres. *Meat Sci.* **59**, 15-22.
209. Wegrzyn, E., Grzeskiewicz, S., Poplawska, W., Glod, B.K. (2006) Modified analytical method for polycyclic aromatic hydrocarbons, using sec for simple preparation and RP-HPLC with fluorescence detection, Application to different food samples. *Acta Chromatogr.* **17**, 233-249.
210. Ventanas, J. (2001) Tecnología del Jamón Ibérico, Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
211. Ventanas, J. (2006) El jamón Ibérico, De la dehesa al paladar, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
212. Ventanas, S., Ruiz, J., Garcia, C., Ventanas, J. (2007) Preference and juiciness of Iberian dry-cured loin as affected by intramuscular fat content, crossbreeding and rearing system. *Meat Sci.* **77**, 324–330.

213. Vestergaard, C.S., C. Schivazzapa, R. Virgili (2000) Lipolysis in dry-cured ham maturation. *Meat Sci.* **55**, 1-5.
214. Virgili, R., Parolari, G. (1991) Quality control in the meat industry by multivariate statistics. The case of raw ham. *Meat Sci.* **29**, 83-96.
215. Virgili, R., Parolari, G., Schivazappa, C., Soresi Bordini, C., & Borri, M. (1995) Sensory and texture quality of dry-cured ham as affected by endogenous cathepsin B activity and muscle composition. *J. Food Sci.* **60** (6), 1183-1186.
216. Wang, F. (2001) Lipolytic and proteolytic properties of dry-cured boneless hams ripened in modified atmospheres. *Meat Sci.* **59**, 15-22.
217. Wenzl, T., Simon, R., Anklam, E., & Kleiner, J. (2006). Analytical methods for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in food and the environment needed for new food legislation in the European Union. *Trac. Trend. Anal. Chem.* **25** (7), 716-725.
218. Zakon o zaštićenim oznakama izvornosti, zaštićenim oznakama zemljopisnog podrijetla i zajamčeno tradicionalnim specijalitetima poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda (2013) Narodne novine **80**, Zagreb.
219. Zelinkova, Z., Wenzl, T. (2015a). The occurrence of 16 EPA PAHs in food - a review. Polycyclic Aromatic Compounds. *Food Addit. Contam. A.* **35**, 248-284.
220. Zelinkova, Z., Wenzl, T. (2015b) EU marker polycyclic aromatic hydrocarbons in food supplements: Analytical approach and occurrence. *Food Addit. Contam. A.* **32**, 1914-1926.
221. Žužić, V., Toić, U. (2014) Krčki pršut – Oznaka zemljopisnog podrijetla, Specifikacija, Udruga proizvođača krčki pršut, Krk.
222. Yebra-Pimentel, I., Fernández-González, R, Martínez-Carballo, E., Simal-Gándara, J. (2015) A Critical review about the health risk assessment of PAHs and their metabolites in foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **55**(10),1383-1405.
223. Yiu, H., Wai-Kit, N., Rogers, R. (2001) *Meat Science and Applications*, 1.izd. CRC Press. Taylor & Francis, London.
224. Yuan, W., D.M. Quin, P.B. Sigler, M.H. Gelb (1990) Kinetic tirozina and inhibition studies of phospholiase A2 with short chain sub- strates and inhibitors. *Biochemistry – us* **29**, 6082-6094.

## ŽIVOTOPIS

Sandra Petričević (rođ. Vrdoljak) rođena je 7. ožujka 1967. u Splitu, gdje je završila osnovnu školu i srednju školu, smjer kemijsko-tehnološki tehničar. Kemijsko tehnološki fakultet Sveučilišta u Splitu upisuje 1985. godine, smjer kemijsko-tehnološki procesi. Diplomirala je u svibnju 1993. godine s temom diplomskog rada "Toplinska razgradanja mješavine polietilentereftalata i polivinilklorida", koji je izradila na Zavodu za organsku kemiju, Kemijsko tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Splitu. U rujnu 2004. godine upisuje magistarski studij, a u svibnju 2009. upisuje poslijediplomski studij prehrambene tehnologije na Prehrambeno biotehnološkom fakultetu, Sveučilišta u Zagrebu.

Od siječnja 1996. do prosinca 1997. zaposlena je u Zavodu za javno zdravstvo Splitsko-Dalmatinske županije u Odjelu za ispitivanje namirnica i predmeta opće upotrebe na radnom mjestu inženjera u laboratoriju. Od listopada 1998. do veljače 2002. zaposlena je u SMS-VOĆE d.o.o. na radnom mjestu voditelja laboratorija za ispitivanje namirnica, zatim od veljače 2002. do veljače 2003. u SMS d.o.o. na mjestu voditelja laboratorija i voditelja kvalitete ISO 9001 i HACCP. Od ožujka 2003. do ožujka 2010. zaposlena je u SMS-Prehrambeno razvojnom centru na radnom mjestu voditeljice Laboratorija za fizikalno-kemijska ispitivanja hrane, a od rujna 2004. na poslovima upravljanja kao direktorica. U toku svog zaposlenja u SMS -Prehrambeno razvojnom centru radi i na poslovima voditelja panela maslinovih ulja.

Od prosinca 2010. zaposlena je u Laboratoriju za analitičku kemiju i rezidue Hrvatskog veterinarskog instituta – Veterinarskog zavoda Split na radnom mjestu stručnog suradnika. U okviru djelatnosti laboratorija zadužena je uvođenje novih instrumentalnih ispitnih metoda hrane i sustavima kvalitete laboratorija u skladu s HRN EN ISO 17025. Voditeljica je panela za senzorsku ocjenu suhomesnatih proizvoda u skladu s sustavom kvalitete HRN EN ISO 17025.

U svom znanstveno-istraživačkom radu bavi se temama iz područja kemije i tehnologije hrane, rezidua veterinarskih lijekova, kontaminanata i aditiva. Aktivno je sudjelovala u jednom međunarodnom projektu, i aktivno sudjeluje u nacionalnom znanstvenom projektu "Primjena inovativnih metoda u praćenju proteolitičkih, lipolitičkih i oksidativnih procesa tijekom proizvodnje pršuta (IM-HQHAM)". Autor i koautor je 9 znanstvenih radova od čega 8 indeksiranih u CC i/ili SCI bazama. Autor je 2 knjige i koautor jednog poglavlja u knjizi. Kao članica organizacijskog odbora, sudjelovala je u organizaciji 1 znanstvenog kongresa. Članica je odbora za oznake izvornosti i zemljopisnog podrijetla pri Ministarstvu poljoprivrede RH. Voditeljica je ovlaštenog profesionalnog panela za maslinovo ulje Zadružnog saveza Dalmacije. Upisana je u nacionalnu listu Ministarstva poljoprivrede ovlaštenih ocjenjivača maslinovog ulja kao voditelj panela za maslinova ulja.

Tokom svog rada usavršavala se u području sustava upravljanja kvalitetom prehrambene industrije, lead auditor je ISO norme 9001:2008, ocjeniteljica Hrvatske agencije za akreditaciju za ispitne laboratorije od 2013.

2014. usavršavala se tri mjeseca u Istituto Zooprofilattico Sperimentale Abruzzo & Molise u sklopu međunarodnog projekta CAPS 2-Strengthening of Centres for Aquaculture Production and Safety surveillance in the Adriatic cross-border Countries, Adriatic IPA CBC 2007-2013 Programme of the European Union.

Udata i majka troje djece.



## POPIS RADOVA

### Autorske knjige

1. Raguž, F., Štambuk, S., **Petričević, S.**, Šilović, M., Dragun, G., Žmire, R., Malnar, B., Klepo, T., Pejović, Z. (2012). Masline i vina s Jadrana Autohtone masline, sortna ulja i vina. Split : Slobodna Dalmacija d.d., (brošura).
2. Miljković, I.,; Gašparec Skočić, Lj., Milat, V., Strikić, F., Oplanić, M., Bjeliš, M., Čelar, I., **Petričević, S.**, Jurišić, Z., Vrbanac, D., Poljuha, D., Tratnik, M., Katalinić, I., Ševar, M., Bičak, L., Šimunović, V., Niskota, J., Orenda, J., Skakelja, S., Deur, M., Bolić, J., Bulumbašić, S., Milat, I., Brkan, B. (2011) Maslina i maslinovo ulje Božji dar u Hrvata. Zagreb : Mavi d.o.o.. (monografija).

### Poglavlja u knjizi

1. Bogdanović, T., Pleadin, J., Vahčić, N., **Petričević, S.** (2016) Chemical and sensorial properties of fermented meat products // Fermented Meat Products: Health Aspects / Zdolec, Nevijo (ur.). Boca Raton : CRC Press Taylor and Francis Group, LLC. 359-388.

### Izvorni znanstveni i pregledni radovi u CC časopisima

1. **Petričević, S.**, Marušić Radovčić, N., Lukić, K., Listeš, E., Medić, H. (2018) Differentiation of dry-cured hams from different processing methods by means of volatile compounds, physico-chemical and sensory analysis. *Meat Science*. **137**, 217-227 (članak, znanstveni).
2. Bilandžić, N., Sedak, M., Čalopek, B., Zrnčić, S., Oraić, D., Benić, M., Džafić, N., Mišetić Ostojić, D., Bogdanović, T., **Petričević, S.**, Ujević, I. (2016) Element differences and evaluation of the dietary intake from farmed oysters and mussels collected at different sites along the Croatian coast of the Adriatic Sea. *Journal of food composition and analysis*. **45**, 39-49 (članak, znanstveni).
3. Šimat, V., Bogdanović, T., Poljak, V., **Petričević, S.** (2015) Changes in fatty acid composition, atherogenic and thrombogenic health lipid indices and lipid stability of bogue (Boops boops Linnaeus, 1758) during storage on ice: Effect of fish farming activities. *Journal of food composition and analysis*. **40**, 120-125 (članak, znanstveni).
4. Bogdanović, T., Ujević, I., Sedak, M., Listeš, E., Šimat, V., **Petričević, S.**, Poljak, V. (2014) As, Cd, Hg and Pb in four edible shellfish species from breeding and harvesting areas along the eastern Adriatic Coast, Croatia. *Food chemistry*. **146**, 1, 197-203 (članak, znanstveni).

5. Prkić, A., Giljanović, J., **Petričević, S.**, Brkljača, M., Bralić, M. (2013) **Determination of cadmium, chromium, copper, iron, lead, magnesium, manganese, potassium and zinc in mint tea leaves by electrothermal atomizer atomic absorption spectrometry in samples purchased at local supermarkets and marketplaces.** *Analytical letters.* **46** , 2; 367-378 (članak, znanstveni).
6. Koprivnjak, O., Škevin, D., **Petričević, S.**, Brkić Bubola, K., Mokrovčak, Ž. (2009) **Bitterness, odor properties and volatile compounds of virgin olive oil with phospholipids addition.** *LWT - Food Science and Technology.* **42** (2009) , 1; 50-55 (članak, znanstveni).
7. Koprivnjak, O., Škevin, D., Valić, S., Majetić, V., **Petričević, S.**, Ljubenkov, I. (2008) **The antioxidant capacity and oxidative stability of virgin olive oil enriched with phospholipids.** *Food chemistry.* **111** , 1, 121-126 (članak, znanstveni).
8. Štambuk, S., Sutlović, D., Bakarić, P., **Petričević, S.**, Anđelinović, Š. (2007) **Forensic botany : Potential usefulness of microsatellite-based genotyping of croatian olive (Olea europaea L.) in forensic casework.** *Croatian Medical Journal.* **48** , 4, 556-562 (članak, znanstveni).

#### **Znanstveni radovi u drugim časopisima**

1. Škevin, D., Kraljić, K., Miletić, L., Obranović, M., Nederal, S., **Petričević, S.** (2011) **Adulteration of Oblica virgin olive oil with edible sunflower and refined olive pomace oil.** *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition.* **6**, 3-4, 117-122 (članak, znanstveni).

#### **Znanstveni radovi u zbornicima skupova s međunarodnim recenzijama**

1. Škevin, D., Nederal, S., Kraljić, K., **Petričević, S.**, Rade, D. (2008) **The influence of rosemary leaves addition procedure on the properties of virgin olive oil during storage** *Proceedings of the Joint 4th Central European Congress on Food and 6th Croatian Congress of Food Technologists, Biotechnologists and Nutritionists.* Cavtat, (poster, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni).

#### **Drugi radovi u zbornicima skupova s recenzijom**

1. **Petričević, S.**, Kačunko, T. (2005) **Procjena mjerne nesigurnosti plinsko kromatografske metode određivanja sastava metilnih estera masnih kiselina i udjela trans izomera masnih kiselina** . *Prvo međunarodno savjetovanje Kompetentnost laboratorija 2005.: knjiga sažetaka / Margeta, Karmen (ur.).* Zagreb : Hrvatski laboratoriji CROLAB, 487-498 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, stručni).

#### **Sažeci u zbornicima skupova**

1. Marušić Radovčić, N., **Petričević, S.**, Listeš, E., Karolyi, D., Medić, H. (2017) **Volatile compounds in smoked dry-cured ham** *EuroFoodChem XIX Conference.* Budapest, Hungary, 109-109 (predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni).

2. Bilandžić, N., Sedak, M., Čalopek, Č., Zrnčić, S., Oraić, D., Džafić, N., Mišetić Ostojić, D., Bogdanović, T., **Petričević, S.**, Ujević, I. (2015) **Cadmium levels and evaluation of the dietary intake of mediterranean ussel (*Mytilus galloprovincialis*) and oysters (*Ostrea edulis*) from southern and northern farming areas along the Croatian coast of the Adriatic Sea** . *ICS 2015 Congress Proceedings of International Cadmium Symposium 2015*. Sassari : University of SASSARI Department of Biomedical Sciences, Italy. 70-70 (poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni).
3. Bogdanović, T., Šimat, V., Pleadin, J., Vulić, A., **Petričević, S.**, Blažić, M. (2014) **Proximate composition, fatty acids profile and nutritional value of different canned sardines produced in Croatia** . *Book of abstracts: 8th International Congress of Food Technologists, Biotechnologists and Nutritionists*. Frece, Jadranka (ur.). 146 (poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni).
4. Škevin, D., Kraljić, K., Obranović, M., Miletić, L., **Petričević, S.**, Neđeral, S. (2011) **Adulteration of Oblica virgin olive oil with edible sunflower and refined olive pomace oil** *7th International Congress of Food Technologist, Biotechnologist and Nutritions*, Medić, Helga (ur.). Opatija, 20-20 (poster, domaća recenzija, sažetak).
5. Ljubenkoy, I., Skroza, D., Generalić, I., Konta, I., Čagalj, Ž., Veličković, V., **Petričević, S.**, Katalinić, V. (2011) **Physical, chemical and sensory properties of Dalmatian olive oils** *Book of Abstracts of the 7th International Congress of Food Technologists, Biotechnologists and nutritionists*, Medić, Helga (ur.). Opatija. 236-236 (poster, domaća recenzija, sažetak, znanstveni).
6. **Petričević, S.**, Bogdanović, T. (2008) **Analytical criteria for purity evaluation of virgin olive oil- Application of validation and measurment unertainty for determination of stigmastadienes in vegetable oils** *4th Central European Congress on Food and 6th Croatian Congress of Food Technologists, Biotechnologists and Nutritionists* / Galić, Kata (ur.). Cavtat, 194-194 (poster, domaća recenzija, sažetak, znanstveni).