

# Utjecaj tehnološkog procesa proizvodnje na profil arome suhe šunke

---

Sivrić, Ivona

Master's thesis / Diplomski rad

2017

*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:159:970554>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-12**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2017

Ivona Sivrić

770/PI

**UTJECAJ TEHNOLOŠKOG  
PROCESA PROIZVODNJE NA  
PROFIL AROME SUHE ŠUNKE**

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

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo  
Laboratorij za tehnologiju mesa i ribe

**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti

**Znanstveno polje:** Prehrambena tehnologija

### UTJECAJ TEHNOLOŠKOG PROCESA PROIZVODNJE NA PROFIL AROME SUHE ŠUNKE

*Ivona Sivrić, 770/PI*

**Sažetak:** Cilj ovoga rada bio je odrediti kako tehnološki proces proizvodnje (hranidba, udio soli, trajanje dimljenja) utječe na hlapljive spojeve suhe šunke. Hlapljivi spojevi arome određeni su koristeći mikroekstrakciju na čvrstoj fazi (SPME) i plinsko kromatografsko-masenu spektrometriju (GC-MS). Analizom su utvrđene razlike u sastavu i udjelu hlapljivih tvari navedenih uzoraka suhe šunke. U radu je opisan tehnološki proces proizvodnje suhe šunke koji direktno utječe na okus i aromu konačnog proizvoda. Najzastupljenije grupe spojeva u suhoj šunki su: aldehidi, fenoli, alkoholi i ketoni. Osim hlapljivih spojeva nastalih lipolizom i proteolizom u aromi suhe šunke značajni su terpeni koji potječu od začina koji se dodaju tijekom tehnološkog procesa proizvodnje, dok su fenolni spojevi karakteristični za dimljene suhe šunke jer jedna od faza proizvodnje uključuje dimljenje. Pored konzervirajućeg učinka, sol poboljšava organoleptička svojstva, odnosno općenito kvalitetu mesnih proizvoda. Slanost ovisi o količini dodane soli te o trajanju procesa sušenja i zrenja, odnosno ukupnom gubitku na masi (kalu proizvodnje).

**Ključne riječi:** suha šunka, sol, dimljenje, aroma

**Rad sadrži:** 45 stranice, 8 slika, 5 tablica, 52 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

**Mentor:** *prof.dr.sc. Helga Medić*

**Pomoć pri izradi:** *dr.sc. Nives Marušić Radovčić, viša asistentica*

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. Prof.dr.sc. *Nada Vahčić*
2. Prof.dr.sc. *Helga Medić*
3. Izv.prof.dr.sc. *Sandra Albino*
4. Doc.dr.sc. *Klara Kraljić(zamjena)*

**Datum obrane:** 28. rujan 2017.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**Department of Food Engineering**  
**Laboratory for Meat and Fish Technology**

**Scientific area:** Biotechnical Sciences

**Scientific field:** Food Technology

### **INFLUENCE OF DIFFERENT PROCESSING METHODS ON DRY-CURED HAM AROMA PROFILE**

*Ivona Sivrić, 770/PI*

**Abstract:** The aim of this work was to determine how different processing methods (feeding, salt content and phase of smoking) affects on volatile compounds of dry-cured ham. The aroma-active compounds were investigated by using headspace-solid phase microextraction (SPME) and gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS). The paper describes the differences between the manufacturing process of the analysed hams that directly affects the taste and flavour of the final product. The results showed differences in the composition and quantity of volatiles in different hams. About 103 volatile compounds of dry-cured ham were identified and quantified which belonged to several classes of chemicals. Except volatile compounds derived from lipolysis and proteolysis significant constituents in dry-cured ham were terpenes, that originate from spices added during the manufacturing process. Phenols were the second most abundant group of compounds in dry-cured ham due to smoking phase of the production process. Besides preservative effect, salt improves organoleptic properties, respectively quality of meat products. Salinity depends on quantity of added salt and on duration of drying and ripening process and total weight loss.

**Keywords:** dry-cured ham, salt, smoking, aroma

**Thesis contains:** 45 pages, 8 figures, 5 tables, 52 references

**Original in:** Croatian

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

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

**Technical support and assistance:** *PhD. Nives Marušić Radovčić, Senior Assistant*

**Reviewers:**

1. PhD. *Nada Vahčić*, Full professor
2. PhD. *Helga Medić*, Full professor
3. PhD. *Sandra Balbino*, Associate professor
4. PhD. *Klara Kraljić*, Assistant professor (substitute)

**Thesis defended:** 28 September 2017

## **SADRŽAJ:**

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. SUHA ŠUNKA.....</b>	<b>3</b>
2.1.1. Pasmine za proizvodnju šunki .....	5
2.1.2. Nutritivna svojstva svinjskog mesa.....	6
<b>2.2. AROMA MESA.....</b>	<b>9</b>
2.2.1. Proteoliza .....	9
2.2.2. Lipoliza .....	11
2.2.3. Hlapljivi spojevi arome.....	12
<b>3. MATERIJALI I METODE.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Materijali.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2. Metode rada .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.1. Analiza hlapljivih spojeva .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.2. HS-SPME ekstrakcija.....</b>	<b>16</b>
3.2.2.1 Priprema uzoraka.....	16
3.2.2.2 Parametri ekstrakcije .....	16
3.2.2.3 Plinska kromatografija – masena spektrometrija (GC-MS).....	18
3.2.2.4 Identifikacija hlapljivih spojeva .....	20
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA .....</b>	<b>20</b>
<b>5. ZAKLJUČCI.....</b>	<b>40</b>
<b>6. LITERATURA.....</b>	<b>41</b>

# 1. UVOD

Suhomesnati proizvodi su proizvodi od različitih vrsta mesa u komadima s pripadajućim kostima, potkožnim masnim tkivom i kožom ili bez njih uz dodatak dodatnih sastojaka, koji se konzerviraju postupcima soljenja, salamurenja, sušenja i zrenja, sa ili bez toplinske obrade ili dimljenja. Većinom se proizvode od svinjskog mesa, imaju velik utjecaj na gospodarstvo mediteranskih zemalja, gdje se industrijski ili tradicionalno proizvode različiti dimljeni mesni proizvodi. Fenolne komponente dima doprinose ukusu i aromi proizvoda. Dim također osigurava zaštitni film na površini dimljenog proizvoda i stoga sprječava užeglost masti proizvoda. Kombinirani kemijski sastojci dima zajedno sa procesima grijanja i sušenja odgovorni su za baktericidne i bakteriostatske učinke. U suhomesnatim proizvodima, dimljenje uz soljenje i djelomičnu dehidraciju povećava vijek trajanja zbog sušenja površine i taloženja na površinu antioksidanata i antimikrobnih sastojaka (Martuscelli i sur., 2009). Suhe šunke proizvode se u mnogim zemljama, ali je proizvodnja uglavnom bazirana u mediteranskom području. Postoje različite vrste suhi šunki u tom području, neke od najvažnijih su španjolska Iberija i Serrano, talijanska Parma i San Daniele i francuska Bayonne šunke.

Prihvatljivost suhih šunki od strane potrošača je većinom određeno njihovom kvalitetom ukusa. Aroma je možda najvažniji parametar kvalitete i određena je prvenstveno sirovinom i proizvodnim procesom. U slučaju suhih šunki aroma je rezultat mnogih hlapljivih sastojaka, od kojih je većina proizvedena kemijskim i enzimskim mehanizmima nakon post-mortem (Flores i sur., 1997). Najvažnije biokemijske reakcije uključene u stvaranje ovih sastojaka su lipoliza i proteoliza kojima se stvara širok raspon hlapljivih tvari i prekursora (Toldra i sur., 1998). Stoga za bolje razumijevanje arome suhe šunke treba uključivati utvrđivanje i kvantifikaciju hlapljivih komponenti prisutnih u uzorcima.

U tehnologiji proizvodnje šunki (pršuta) dimljenje se kao metoda konzerviranja uglavnom koristi u proizvodnji šunki u sjevernim krajevima Europe gdje ne postoje optimalni uvjeti za sušenje, međutim zbog tradicije koja je rezultat različitih kulturnih utjecaja, dimljenje se primjenjuje i u proizvodnji Dalmatinskog i Drniškog pršuta koji pripadaju mediteranskom tipu šunki (pršuta). Konzervirajuće djelovanje dimljenja zasniva se na antioksidativnom djelovanju



dima koje je posljedica aktivnosti fenola i njihova vezanja za slobodne radikale, pri čemu poništavaju njihovu oksidativnu aktivnost te manjim dijelom kiselina. Također, zasniva se na baktericidnom i fungicidnom djelovanju dima, za što su odgovorni sljedeći spojevi u sastavu dima: formaldehidi, smole, masne kiseline, ugljikovodici, amonijak, octena i mravlja kiselina, alkoholi.

Osim konzervirajućeg učinka, sol poboljšava organoleptička svojstva, odnosno općenito kvalitetu mesnih proizvoda. Slanost ovisi o količini dodane soli te o trajanju procesa sušenja i zrenja, odnosno ukupnom gubitku na masi (kalu proizvodnje). Također, slanost se osjetno bolje osjeti u proizvodima s većim udjelom masti dok proizvodi s većim udjelom proteina smanjuju osjećaj slanosti. Kuhinjska sol (NaCl) je sastojak neophodan dodatak ljudskoj prehrani, jer omogućava normalno funkcioniranje organizma, primarno kroz regulaciju krvnog tlaka, prijenos živčanih i mišićnih podražaja te apsorpciju hranjivih tvari u probavnom traktu. S druge strane uslijed unosa prekomjerne količine soli, dolazi do povećanja krvnog tlaka. Povišeni krvni tlak uzrokuje veći rizik za nastanak srčanih, moždanih i bubrežnih bolesti.

Cilj ovoga rada bio je odrediti kako tehnološki proces proizvodnje (hranidba, udio soli, faza dimljenja) utječe na hlapljive spojeve suhe šunke.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. SUHA ŠUNKA

Šunka je trajni suhomesnati proizvod koji se proizvodi od obrađenog svinjskog buta (ponekad i lopatice; npr. španjolska šunka *Jamón de Huelva*) soljenjem ili salamurenjem, sušenjem (sa ili bez dimljenja) te dugotrajnim zrenjem (Slika 1.).

U znanstvenoj i stručnoj literaturi na engleskom jeziku za šunke se koristi naziv "*dry-cured ham*". "*Cured*" i "*dry*" u nazivu upućuju na činjenicu da dehidracija, odnosno uklanjanje vode iz buta nije provedeno samo soljenjem (salamurenjem) ili samo sušenjem, već sinergijom obje tehnološke operacije, odnosno metode konzerviranja. Treba napomenuti da je dimljenje specifično za sjeverne krajeve europskog kontinenta gdje ne postoje optimalni uvjeti za sušenje (visoka vlažnost i niske temperature). Iako se Dalmatinski i Drniški pršut proizvode u mediteranskom podneblju, oba pršuta se, kao i slavonska šunka, konzerviraju i dimljenjem što je rezultat tradicije i različitih kulturnih utjecaja.



Slika 1. Španjolska šunka *Jamón de Huelva* (Anonymous 1)

Šunke se razlikuju prema načinu obrade buta, tehnologiji prerade, odnosno vrsti i trajanju pojedinih tehnoloških operacija te vrijednosti tehnoloških parametara (temperature, relativne vlažnosti, brzine strujanja zraka i dima), sirovini (kvaliteti mesa - buta), pasmini, načinu uzgoja, hranidbi, dobi, spolu i tjelesnoj masi svinja, dodatcima (soli, salamure, začini i dr.), klimatskim uvjetima proizvodnog područja i dr. Dimljenje šunki je tradicionalni proces koji stvara prehrambeni proizvod jedinstvenog ukusa. Sirove šunke prolaze četiri faze (soljenje suhom soli, pranje, sazrijevanje-sušenje i zrenje) tijekom dugog procesa, u nekim slučajevima tijekom 24 mjeseca gdje su temperatura i vlažnost kontrolirani kako bi se smanjio rizik od kvarenja uzrokovanog bakterijama (Flores i Toldra, 1993). Međutim, finalni proizvodi dobiveni ovim procesom nisu homogeni i postoji mnogo vrsta šunki čija kvaliteta, i na osnovu toga njihova ukupna prihvatljivost, ovisi o faktorima kao što su pasmina, starost i ishrana svinja. Naime, istraživanja su pokazala kako način uzgoja i prehrane svinja kao tehnološki proces proizvodnje svinjskih mesnih proizvoda uvelike utječe na kvalitetu konačnog proizvoda (Senčić, 2014).

Spol, a osobito kastracija znatno utječu na kakvoću mesa svinja. Prema (Gou i sur., 1995), suhe šunke muških kastriranih nerasta su masniji u odnosu na suhe šunke nazimica, odnosno imaju bolju mramoriranost i deblji potkožni masni sloj. Zato je usporena difuzija soli u meso, pa je ukupni kalo prerade znatno niži kod suhe šunke kastriranih nerasta u odnosu na suhe šunke nazimica. Ta se pravilnost očituje čak i kada je početni sadržaj vode u mišićima sličan. Unatoč manjoj debljini leđne slanine i nešto većem udjelu butova, plečki i karea u trupu nazimica, u konformaciji buta kastriranih nerasta i nazimica nema većih razlika (Blasco i sur., 1994). Glede mišićnih enzima utvrđene su neznatne razlike, dok za boju mesa i organoleptičke osobine suhe šunke, nisu nađene značajne razlike među spolovima (Gallo i sur., 1994).

Način i tip hranidbe, odnosno sastav obroka, presudno utječe na sastav masnih kiselina intramuskularne masti, a osobito u depoima 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. Obroci svinja bogati zasićenim mastima (životinjska mast) uzrokuju porast nivoa palmitinske, palmitoleinske, stearinske i oleinske masne kiseline u intramuskularnoj masti, a obroci bogati kukuruzom mogu povećati sadržaj linolne masne kiseline (Morgan i sur., 1992). Ispitivanje sadržaja masnih kiselina intramuskularnog i potkožnog masnog tkiva iberijskih svinja hranjenih obrocima s različitim omjerom žira i žitarica (samo žir, žir + žitarice, samo žitarice)

pokazuje značajno snižen sadržaj palmitinske i stearinske masne kiseline i povećan sadržaj oleinske, linolne i linolenske masne kiseline kod svinja hranjenih samo žirom (Flores i sur., 1988; Cava i sur., 1997). 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).

Proizvodnja šunki tradicionalno je vezana za mediteranske zemlje, osobito Španjolsku, Italiju, Francusku, Portugal i Hrvatsku (područje Istre i Dalmacije), odakle potječe najveći broj različitih vrsta šunki (pršuta) (Krvavica i Đugum, 2006).

#### 2.1.1. Pasmine za proizvodnju šunki

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

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

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

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

Najkvalitetnije šunke (pršuti) u svijetu, kao što su španjolske šunke ili talijanski pršuti dobivaju se od svinja koje zbog svoje autohtone genetike, načina uzgoja (sustava držanja) ili hranidbe predstavljaju vrhunsku sirovinu za proizvodnju šunki (pršuta) specifičnih i jedinstvenih senzorskih svojstava. Pasmine svinja mogu se podijeliti prema porijeklu i postanku, proizvodnom tipu te stupnju oplemenjivanja.

Stoga, nekoliko studija je pokazalo je hlapljiv sastav Iberian pršuta ( López i sur., 1992; Timón i sur., 2001), Parma (Bolzoni i sur., 1996; Pastorelli i sur., 2003), francuskog Bayonne (Berdagué i sur., 1993; Berdagué i sur., 1991) i španjolskih Serrano šunki (Flores i sur., 1997). Neki od objavljenih radova naglasili raznolikost kvatificiranih hlapljivih tvari koje mogu postojati zbog činjenice da šunke nisu homogeni proizvodi i mišići i potkožne masnoće uzorka se mogu razlikovati. Nadalje, utvrđeno je kako kemijske promjene nastale u različitim mišićima tijekom sazrijevanja utječu na ukus šunke (Ruiz i sur., 1998).

### 2.1.2. Nutritivna svojstva svinjskog mesa

Specifičnosti kemijskog sastava svinjskog mesa u odnosu na druge vrste mesa:

- a) Bogato je proteinima i esencijalnim aminokiselinama. Svinjsko meso sadrži sve esencijalne i uvjetno esencijalne aminokiseline.
- b) Ima mali maseni udio vode, ali značajan udio masti, zbog čega uz pačje i gušče, svinjsko meso ima najveću energetska vrijednost.
- c) Svinjska mast sadrži znatne količine nezasićenih esencijalnih masnih kiselina (linolnu, linolensku i arahidonsku) i ima dobar omjer zasićenih, nezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina u odnosu na druge vrste mesa. Sastav masnih kiselina triacilglicerola ovisi o pasmini svinja, načinu uzgoja i držanja, hranidbi, spolu, dobi, fiziološkom stanju i dr.
- d) Bogato je vitaminima B kompleksa koji su termorezistentni i topljivi u vodi, a posebice tiaminom (B1) kojeg može sadržavati 5 - 10 puta više nego ostale vrste mesa. Nešto manje su, u odnosu na druge vrste životinja za klanje, zastupljeni vitamini topljivi u mastima (A, E, D i K).
- e) Unatoč stereotipu, svinjsko meso sadrži manje kolesterola od govedjeg mesa i crvenog mesa peradi. Veći udio kolesterola sadrže iznutrice (npr. jetra) te mesni proizvodi koji se pripremaju od jetre.
- f) Bogato je cinkom koji je odgovoran za rast i razvoj, imunološki odgovor, neurološku funkciju i reprodukciju (hormoni rasta i spolni hormoni) te je uključen u imunološki sustav. Bogat je željezom koji gradi različite enzime.

Sirove šunke prolaze kroz četiri faze proizvodnje:

#### 1. Suho soljenje

Neposredno prije soljenja se provodi intenzivno masiranje butova, kako bi se istisnula zaostala krv iz bedrene arterije (*a. femoralis*) i svih ostalih vidno prokrvarenih područja. Temperatura u prostoriji mora biti između 0 i 6°C, a relativna vlažnost zraka 80-90%. Butovi se ručno sole smjesom čiste morske soli (65–70g/kg buta) i mješavine začina. Od začina se može koristiti crni papar (*Piper nigrum*), češnjak (*Allium sativum*), lovor (*Laurus nobilis*) i ponekad ružmarin (*Rosmarinus officinalis*). Smjesa soli se ručno utrlja u cijelu površinu buta, u šupljine i zarezotine te u otvoreno područje kostiju skočnog zgloba. Smanjeni udjel masnoće i nedostatak kože uvjetuje nešto veće isušivanje (kalo), nego što je to slučaj kod drugih pršuta. Postupak soljenja traje maksimalno 21 dan.

#### 2. Prešanje

Neposredno nakon soljenja, provodi se i prešanje, kako bi se pospješilo cijedenje vode i mesnog soka, te oblikovanje proizvoda. Može se provodi u istoj prostoriji kao i soljenje, pod istim mikroklimatskim uvjetima. Provodi se tako da se na butove, koji su jabučicom okrenuti prema dolje, pritišće sve većim vanjskim pritiskom, do maksimalno 150kg. Postepenim povećavanjem pritiska izbjegava se pucanje mišića, odvajanje mišićne mase od kosti te preveliko izlučivanje soka iz mesa.

Dimljenje daje poželjna svojstva hrani i široko se primjenjuje u procesiranju mesa. Fenolske komponente dima doprinose ukusu i aromi proizvoda. Dim također osigurava zaštitni film na površini dimljenog proizvoda i stoga sprječava užeglost masti proizvoda. Kombinirani kemijski sastojci dima zajedno sa procesima grijanja i sušenja odgovorni su za baktericidne i bakteriostatske učinke. U suhomesnatim proizvodima, dimljenje uz soljenje i djelomičnu dehidraciju povećava vijek trajanja zbog sušenja površine i taloženja na površinu antioksidanata i antimikrobnih sastojaka (Martuscellu i sur., 2009).

### 3. Sušenje

Sušenje se provodi u prirodnim uvjetima u posebnim prostorijama s kontroliranom temperaturom i vlagom te traje najmanje tri mjeseca, ovisno o veličini buta. Prostorije su izložene stalnom strujanju dominantnih vjetrova. Butovi se premazuju zaštitnom smjesom, čiju osnovu čini svinjsko salo. Za vrijeme sušenja uklanja se najveći dio vode iz proizvoda. Sušenje je gotovo kada butovi izgube 25% svoje početne mase. Smanjenjem aktiviteta vode ( $a_w$ ) smanjuje se mogućnost kontaminacije, tj. stvaraju se nepovoljni uvjeti za rast mikroorganizama. Zato je ova faza neizbježna i od velike je važnosti da se dobro sprovede.

### 4. Zrenje

Zrenje, odnosno fermentacija, odvija se neposredno nakon sušenja. Butovi se iz komora za sušenje prenose u podrumске prostorije ili komore s kontroliranim mikroklimatskim parametrima (zrione). Kontrolirani mikroklimatski parametri podrazumijevaju temperaturu 12-18°C, relativnu vlažnost 60 - 80% i posve blagu izmjenu zraka. Navedeni mikroklimatski uvjeti omogućuju pravilan postupak zrenja uz postupno smanjenje sadržaja vode.

Regulacija relativne vlažnosti zraka u različitim fazama zrenja vrlo je bitna za proizvodnju kvalitetnih pršuta.

Tijekom faze zrenja u suhoj šunki dolazi do niza biokemijskih reakcija proteolize i lipolize, te daljnje razgradnje i interakcija produkata nastalih u biokemijskim reakcijama. Ovi procesi najintenzivniji su tijekom prve godine zrenja te se zatim usporavaju. U njima nastaju različiti spojevi koji rezultiraju stvaranjem hlapljivih spojeva koji daju specifičnu aromu suhe šunke.

Završetkom faze zrenja tehnološki postupak proizvodnje je završen, a rezultat je suha šunka karakterističnog oblika, blago slanog okusa, jednolične crveno - ružičaste boje na cijelom presjeku, poželjne konzistencije i izražene arome.

## 2.2. AROMA MESA

Jedan od bitnih parametara kvalitete mesa, koji ovisi o sirovini i procesu proizvodnje je aroma mesa. Aroma mesa je senzorni utisak hrane, prepoznat senzibilnošću receptora na okus i miris. Miris je povezan s nastankom hlapljivih spojeva s važnim aromatičnim svojstvima, dok je okus uglavnom povezan s nehlapljivim spojevima, kao što su slobodne aminokiseline i mali peptidi koji nastaju na kraju procesa proizvodnje.

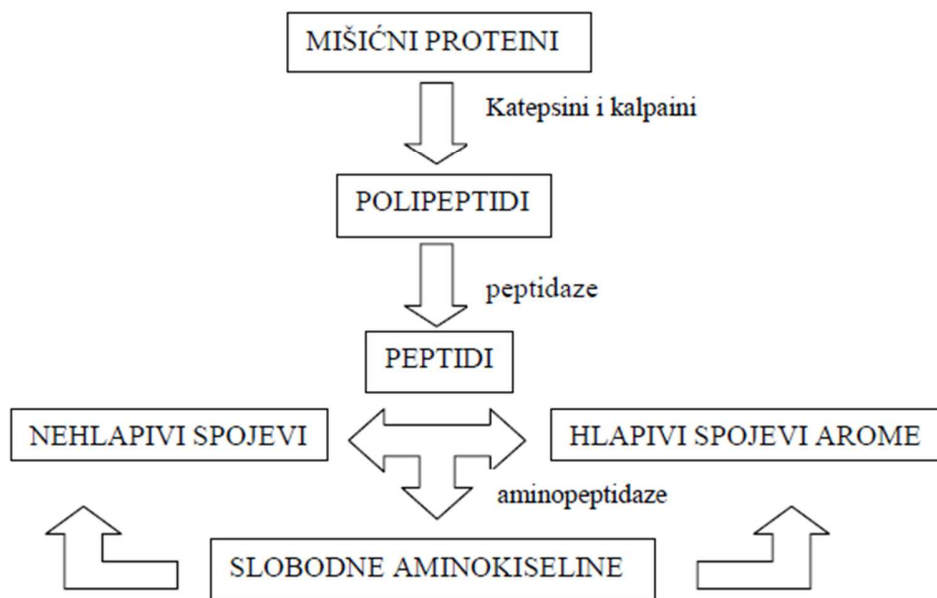
Biokemijske promjene u tkivima buta tijekom prerade suhe šunke rezultat su brojnih i složenih biokemijskih reakcija čiji tijek i opseg ovise uglavnom o aktivnosti endogenog enzimskog sustava. Brojne kemijske reakcije u koje su uključeni enzimi, uglavnom endogeni, lipidna oksidacija, Maillardove reakcije, Streckerova degradacija i brojne druge u kojima nastaje veliki broj različitih kemijskih spojeva (nehlapljivih i hlapljivih), odgovorne su za stvaranje poželjnih organoleptičkih svojstava, prije svega okusa i arome (Toldrá, 2002).

Reakcije proteolize i lipolize su su ključni procesi za nastajanje hlapljivih spojeva arome. To su složeni kemijski procesi, prije svega razgradnje proteina i masti u tkivima buta, a koji nastaju u dugotrajnom postupku zrenja suhe šunke.

### 2.2.1. Proteoliza

Tijekom procesa prerade u tkivima suhe šunke se događaju složeni biokemijski procesi (proteoliza) koji sudjeluju u stvaranju karakteristične arome, okusa i mirisa. Proteoliza izravno sudjeluje u formiranju konzistencije pršuta temeljem razgradnje miofibrilarnih proteina koji grade mišićnu strukturu. Stvaranje peptida i slobodnih aminokiselina utječe na okus suhe šunke, a slobodne aminokiseline sudjeluju kao supstrat u budućim reakcijama, koje doprinose formiranju konačne arome i okusa suhe šunke, odnosno djeluju kao prekursori arome i okusa (slika 2) (Krvavica i sur., 2007).





Slika 2. Proteoliza u mišićima post-mortem (Toldrá, 2002)

Mišićni proteini se počinju razgrađivati djelovanjem endogenih enzima kalpaina i katepsina na najvažnije miofibrilarne proteine i tako stvarajući proteinske ostatke i polipeptide srednje veličine. Dalje se polipeptidi razgrađuju do malih peptida, a rezultat je djelovanja di- i tripeptidilpeptidaza. U konačnici nastaju slobodne aminokiseline aktivnošću dipeptidaza, aminopeptidaza i karboksipeptidaza. Intenzivna proteoliza u mišićnom tkivu uzrokuje prekomjerno stvaranje slobodnih aminokiselina tijekom procesa prerade suhe šunke, a konačna koncentracija ovisi o duljini procesa prerade i tipu suhe šunke.

Najvažnije proteolitičke promjene, koje sudjeluju u stvaranju posebnog okusa i arome suhe šunke visoke kakvoće, događaju se jedino u produženom procesu zrenja i kod suhe šunke sa niskim udjelom soli (Toldrá i Flores, 1998). Na tijek proteolize u suhoj šunki utječe tip suhe šunke, količina endogenih proteolitičkih enzima i specifični preradbeni uvjeti (Krvavica i sur., 2007). Kako bi se objasnile promjene u suhoj šunki nastale tijekom prerade i uspostavila što

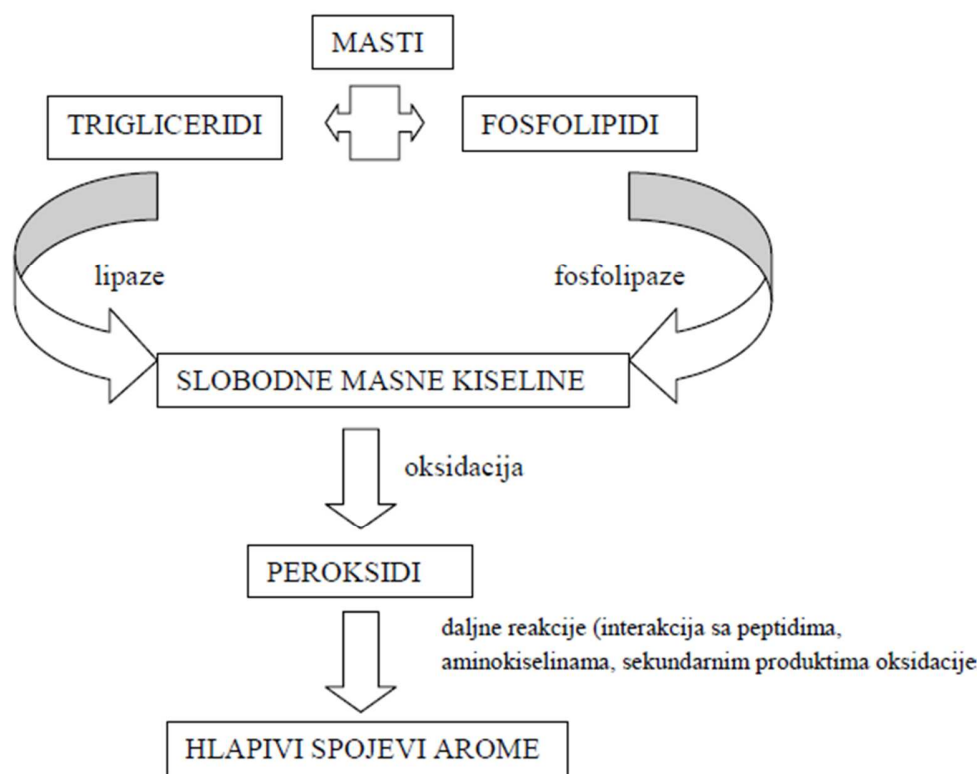
bolja kontrola preradbenog procesa i optimizirala kakvoća suhe šunke, uglavnom se istraživanja fokusiraju na mišićne enzimske sustave.

### 2.2.2. Lipoliza

Lipoliza je uz proteolizu jedna od najvažnijih složenih biokemijskih promjena u tkivima buta tijekom prerade suhe šunke. Razlike u okusu i aromi različitih tipova suhih šunki vezane su za količinu, sastav i način razgradnje lipida tijekom postupka prerade (Krvavica i sur., 2012). Najintenzivnije lipolitičke promjene događaju se za vrijeme prvih pet mjeseci preradbenog procesa (Toldrá i Flores, 1998), a nastaju uglavnom zahvaljujući djelovanju endogenih enzimskih sustava mišićnog i masnog tkiva suhe šunke.

Djelovanje lipaza i fosfolipaza mišićnog i masnog tkiva na trigliceride i fosfolipide, dovodi do nagomilavanja slobodnih masnih kiselina čijom autoksidacijom ili enzimskom oksidacijom nastaju hlapljive komponente specifičnih aroma i okusa koje se povezuju s aromom i okusom određenih tipova suhomesnatih proizvoda (slika 3) (Timón i sur., 2001).

Produkti lipolize igraju vrlo značajnu ulogu u stvaranju komponenata arome i okusa pršuta, te njihovih prekursora. Tijekom procesa lipolize nastaju slobodne masne kiseline, osobito polinezasićene koje stvaranjem prekursora okusa i arome služe kao supstrat za buduće oksidacijske procese i izravno utječu na aromu i okus, odnosno kvalitetu suhe šunke. U tim se procesima oslobađaju hlapljive tvari specifične arome, postiže se konzistencija masti razgradnjom triglicerida iz adipoznog tkiva suhe šunke, a moguć je razvoj užegle masti ili razvoj žute boje masnog tkiva u slučaju prekomjerne lipolize i oksidacije (Krvavica i Đugum, 2007). Slobodne masne kiseline konačnog proizvoda također ovise o tipu suhe šunke, pri čemu je važna sirovina (vrsta i kategorija mesa, sustav uzgoja, hranidba itd.) i tehnologija prerade (soljenje, način i duljina sušenja i zrenja i dr.).



Slika 3. Razgradnja masti mišićnog tkiva suhe šunke (Toldrá, 1998)

Kako bi se postigla bolja kvaliteta konačnog proizvoda kao i bolja kontrola preradbenog procesa, neophodno je poznavati složene kemijske reakcije koje se odvijaju u tkivima suhe šunke.

Lipoliza i proteoliza su najznačajnije složene biokemijske reakcije čiji tijek i učinak izravno doprinose kvaliteti suhe šunke, a temelj kvalitete suhe šunke sadržan je u sirovini i tehnologiji koja se primjenjuje tijekom prerade.

### 2.2.3. Hlapljivi spojevi arome

Duljina zrenja, sastav salamure, dodatak začina, dimljenje itd., važni su čimbenici koji utječu na sastav i količinu hlapljivih spojeva. Stoga suhe šunke proizvedene kroz dulji proces sazrijevanja imaju intenzivniju aromu zbog veće koncentracije svih vrsta hlapljivih sastojaka nastalih degradacijom lipida i aminokiselina (Ruiz i sur., 1999). Većina hlapljivih spojeva koje nastaju u suhoj šunki tijekom preradbenog postupka, rezultat su kemijske ili enzimske oksidacije

nezasićenih masnih kiselina i daljnjih interakcija s proteinima, peptidima i slobodnim aminokiselinama (Krvavica i sur., 2010). U suhoj šunki je pronađeno oko 200 hlapljivih spojeva. Najvažniji su aldehidi, karboksilne kiseline, alkoholi, ketoni, esteri, terpeni, alkani i alkeni, sumporni i dušični spojevi, aromatski i ciklički ugljikovodici. Svaka od navedenih komponenata ima svoju specifičnu aromu. Zato je konačna tipična aroma suhe šunke rezultat interakcija specifičnih aroma mnogih hlapljivih spojeva, koji nastaju određenim biokemijskim reakcijama.

Glavni utjecaj na aromu suhe šunke ima razgradnja aminokiselina te njihova reakcija s drugim spojevima. Razgradnjom slobodnih aminokiselina nastaju hlapljivi spojevi kao što su aldehidi, alkoholi i ketoni, koji snažno utječu na aromu suhe šunke. Kroz Steckerove reakcije razgradnjom aminokiselina koje sadrže sumpor (metionin, cistein, cistin) nastaju neki drugi spojevi, kao npr. dimetil – disulfid. Također razgradnjom ostalih aminokiselina nastaju neke druge komponente arome.

Nadalje na aromu utječu aminokiseline koje reagiraju s drugim spojevima. Tako u Maillardovim reakcijama aminokiselina i šećera nastaju pirazini. U reakcijama aminokiselina i aldehida mogu nastati neki piridini, a furani nastaju u reakcijama ugljikohidrata i aminokiselina koje sadrže sumpor (Krvavica i sur., 2010).

Konačna aroma suhe šunke se formira od hlapljivih spojeva koji nastaju razgradnjom nezasićenih slobodnih masnih kiselina. Slobodne masne kiseline podložne su oksidaciji, koja je u manjoj mjeri neophodna za formiranje arome suhe šunke. Ako dođe do prekomjerne oksidacije, aroma postaje odbojna (užegla), što se može spriječiti dodavanjem određenih antioksidansa. Alifatski ugljikovodici, alkoholi, aldehidi i ketoni su najzastupljenije hlapljive tvari, nastale oksidacijom nezasićenih slobodnih masnih kiselina. Svi ovi spojevi i u malim količinama značajno utječu na aromu gotovog proizvoda.

Esteri su derivati nastali interakcijom slobodnih masnih kiselina i različitih alkohola stvorenih intermuskularnom lipidnom oksidacijom i također su bitni za stvaranje arome suhe šunke.

U proizvodnji trajnih suhomesnatih proizvoda uobičajeno je korištenje raznih začina od kojih potječu određeni hlapljivi spojevi. Uloga začina je poboljšanje organoleptičkih osobina proizvoda. Papar sadrži piperin i izomere piperina (piperidin, piperonilaldehid itd.) i njihove

ugljikovodične terpene, od kojih potječe papreni okus. Češnjak karakterizira 27 hlapivih komponenti od kojih je najzastupljeniji alicin, a značajna je i koncentracija sumpornih spojeva. Spomenuti začini imaju i antiautooksidativnu ulogu jer sadrže i neke antioksidativne tvari (Toldrá, 2002). Sa dodatkom začina, posebice papra, povezuje se i prisutnost terpena u suhoj šunki (Hinrichsen i Pedersen, 1995).

Posebno treba istaknuti da osebujna aroma suhe šunke ovisi i o mineralima i elementima u tragovima same soli koja je glavni sastojak za proizvodnju suhe šunke. Za okus soli, odnosno miris i okus soljenih mesnih proizvoda, odgovorni su ioni klor. Također, klor djeluje kao oksidans, inhibira lipolitičke enzime, tj. lipolizu masnog tkiva te tijekom dugotrajnog zrenja tradicionalnih mesnih proizvoda doprinosi očuvanju kvalitete (Kovačević, 2014). Općenito, udio soli u mesnom proizvodu u ovisnosti je o primijenjenoj recepturi i proizvodnom kalu, a sa gubitkom vode i mase proizvoda proporcionalno se povećava udio soli. S obzirom da tradicionalni trajni mesni proizvodi sadrže značajne količine soli (prosječno od 4 – 8%), njihova upotreba u svakodnevnoj prehrani ljudi treba biti umjerena prema zdravstvenim preporukama (World Health Organization, 2012). Literaturni podaci pokazuju da se sol kao konzervans dodaje u većim količinama pri procesu sušenja ili konzerviranja ovih proizvoda (Toldrá, 2010; Krvavica i sur., 2012), pa je tako jedan od trendova i smanjenje soli u takvim proizvodima.

Nadalje, postupak dimljenja, osim što ima učinak sušenja te suzbija oksidativne procese i kvarenje, povoljno djeluje na organoleptička svojstva (miris, okus, aromu, boju) mesnih proizvoda (Hui i sur., 2001). Poznato je da je aroma i okus dimljenih suhi šunki znatno drukčija od onih koji su proizvedeni bez uporabe dima. Vrsta drveta, temperatura izgaranja i vlažnost (mesa, drveta, zraka u komori) imaju presudan učinak na formiranje arome i okusa proizvoda. Kemijski spojevi kao što su formaldehidi, laktoni i više od 20 različitih fenola, među kojima su gvajakol, 4-metil gvajakol i siringol, primarno su odgovorni za stvaranje arome svojstvene dimljenom mesu (Ai-Nong i Bao-Guo, 2005). Uz ove navedene, tu je još i niz drugih fenola koji dolaze u manjoj koncentraciji, ali također imaju značajan učinak na okus i aromu mesa.

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Materijali

Za istraživanje su korišteni uzorci standardno proizvedenih (n=4), manje soljenih (n=4) i manje dimljenih (n=4) turopoljskih šunki proizvedenih od svinja oba spola (nazimice i kastrati) autohtone turopoljske pasmine iz otvorenog uzgoja, hranjenih s ili bez dodatka žira. Svinje su bile uzgojene u gateru pokušališta Agronomskog fakulteta iz Zagreba u Šiljakovačkoj Dubravi, na način da je jedna grupa tovljenika u završnoj hranidbi (1,5 mjesec prije klanja), uz standardnu krmnu smjesu za svinje u tovu (ST-2) bila prihranjivana i žirom hrasta lužnjaka (*Quercus robur L.*), koji se nekada tradicionalno koristio u hranidbi turopoljskih svinja, dok je druga grupa tovljenika tijekom istog perioda bila hranjena samo ST-2 krmnom smjesom. Prosječna dob i završna masa tovljenika prije klanja iznosila je  $18,15 \pm 1,4$  mjeseci i  $94,8 \pm 11,5$  kg. Klanje i klaoničke obrada tovljenika obje skupine obavljani su prema standardnoj proceduri u odobrenom objektu (Klaonica 32 d.o.o., Velika Mlaka), a rasijecanje polovica i prerada mesa u jednom mesno-prerađivačkom objektu u okolici Zagreba (IGO-MAT d.o.o., Otruševac). Za standardnu proizvodnju turopoljskih šunki obrađeni butovi ručno su natrljani smjesom soli za salamurenje (do 2,5 % na ukupnu masu mesa,  $\text{NaNO}_2$  0,54-0,66%) i začina (crni papar, češnjak, začinska paprika), naslagani u velike PVC kace te ostavljeni na hladnom ( $T=4$  °C) da se sole kroz 5 tjedana. Nakon soljenja, butovi su hladno dimljeni u dimnoj komori ( $T=18^\circ$  C, RVZ=80 %) dimom bukovog drveta ukupno 8 puta, nakon čega su premješteni u komoru na sušenje i zrenje u kontroliranim uvjetima ( $T=12^\circ$  C, RVZ=75%). Kod proizvodnje manje soljenih šunki primijenjena je jednaka tehnologija prerade, osim što je vrijeme soljenja šunki bilo skraćeno s 5 tjedana na 3 tjedna, dok se kod manje dimljenih šunki razlika u odnosu na gore opisanu standardnu preradu sastojala u 50%-tnoj redukciji aplikacije dima u dimnoj komori (5 umjesto 10 dimljenja). Uzorkovanje za kemijske analize obavljeno je kada su šunke bile stare oko 15 mjeseci. Distribucija uzoraka šunki prema spolu i hranidbenoj skupini svinja bila je jednaka.

## **3.2. Metode rada**

### **3.2.1. Analiza hlapljivih spojeva**

Izdvajanje hlapljivih sastojaka arome provedeno je HS-SPME (headspace solid-phase micro extraction) metodom mikroekstrakcije iz čvrste faze na 12 paralelnih uzorka suhe šunke. Nakon provedene mikroekstrakcije identifikacija i kvantifikacija izdvojenih hlapljivih spojeva provedena je primjenom plinskog kromatografa 6890N (GC) i masenog spektrometra 5975i (MS) (Marušić i sur., 2011).

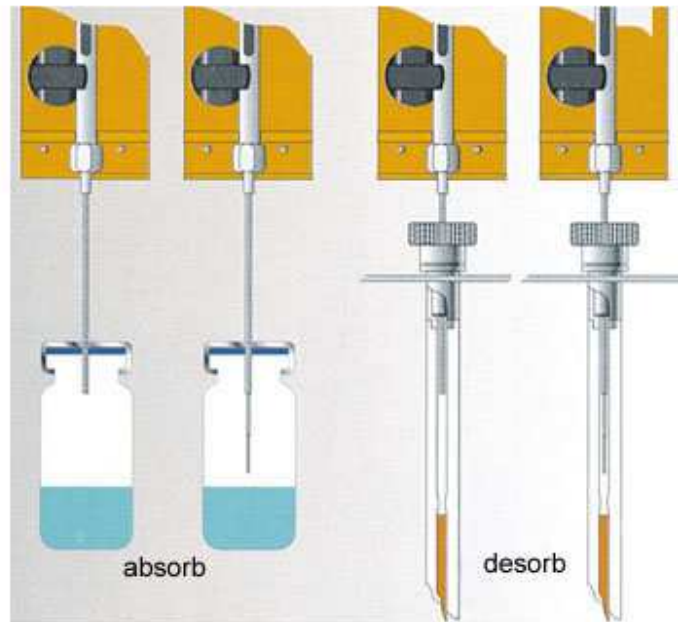
### **3.2.2. HS-SPME ekstrakcija**

#### 3.2.2.1 Priprema uzoraka

Uzorci *M. biceps femoris* homogenizirani su u komercijalnom procesoru hrane. Izvagano je 5 g uzorka koji je homogeniziran uz dodatak 25 mL zasićene otopine NaCl-a. 10 mL uzorka kvantitativno je preneseno u stakleni vial od 20 mL u koji je prethodno postavljen magnet za miješanje i zatvoreno sa PTEF septumom.

#### 3.2.2.2 Parametri ekstrakcije

Prilikom pripreme uzoraka korištena je tehnika mikroekstrakcije na čvrstoj fazi (SPME - solid phase microextraction). SPME tj. mikroekstrakcija na čvrstoj fazi se sastoji od dva procesa: reakcije između analita iz uzorka i vlakna SPME-a te desorpcije analita s vlakna na analitički instrument (slika 4).



Slika 4. Postupak absorpcije na vlakno i desorbicije na analitički instrument (Anonymous 2)

Prilikom ekstrakcije, uzorak koji sadrži organske spojeve ili uzorak koji sadrži hlapljive organske spojeve se stavlja u vial i zatvara sa septumom. Zatim se septum probija i vlakno se izloži ili direktno u uzorak ili se vlakno izloži headspaceu (HS). Hlapljivi spojevi iz uzorka prelaze na vlakno SPME-a. Nakon absorpcije vlakno se uvlači u zaštitni dio i izvlači iz viala. Nakon toga slijedi direktno injektiranje u GC injektor. U lineru injektora vlakno je izloženo visokoj temperaturi gdje se koncentrirani spojevi desorbiraju sa vlakna.

Vlakno za SPME korišteno u ispitivanjima, obloženo sa DVB/Carboxen/PDMS punilom (divinilbenzen/karboksen/poli-dimetilsiloksan) debljine 50/30 $\mu$ m, 2 cm duljine. Prije same ekstrakcije prekondicionirano je 1 sat na 270 $^{\circ}$ C, prema specifikaciji proizvođača.

Pripremljeni uzorak postavljen je u vodenu kupelj temperature 40  $^{\circ}$ C. Zatim je iglom za SPME probušen PTEF čep na vialu sa uzorkom, te je iz igle istisnuto vlakno sa punilom. Na ovaj način punilo vlakna dolazi u kontakt sa prostorom iznad uzorka (headspace) gdje se vrši adsorpcija hlapljivih sastojaka iz uzorka na stacionarnu polimernu fazu vlakna. Ekstrakcija je provedena na 40  $^{\circ}$ C , 180 minuta i uz konstantno miješanje (Gianelli i sur., 2002) pomoću



magneta i miješalice Magnetic stirrer MSH 300. Nakon ekstrakcije SPME vlakno je direktno prebačeno u injektor plinskog kromatografa sa masenim spektrofotometrom.

### 3.2.2.3 Plinska kromatografija – masena spektrometrija (GC-MS)

Odmah po završetku ekstrakcije SPME vlakno izvađeno iz uzorka, injektirano je u 6890N plinski kromatograf (GC) povezan sa 5975i masenim spektrometrom (MS). Prethodno adsorbirani analiti, pod utjecajem visoke temperature, desorbirani su sa vlakana.

GC-MS parametri:

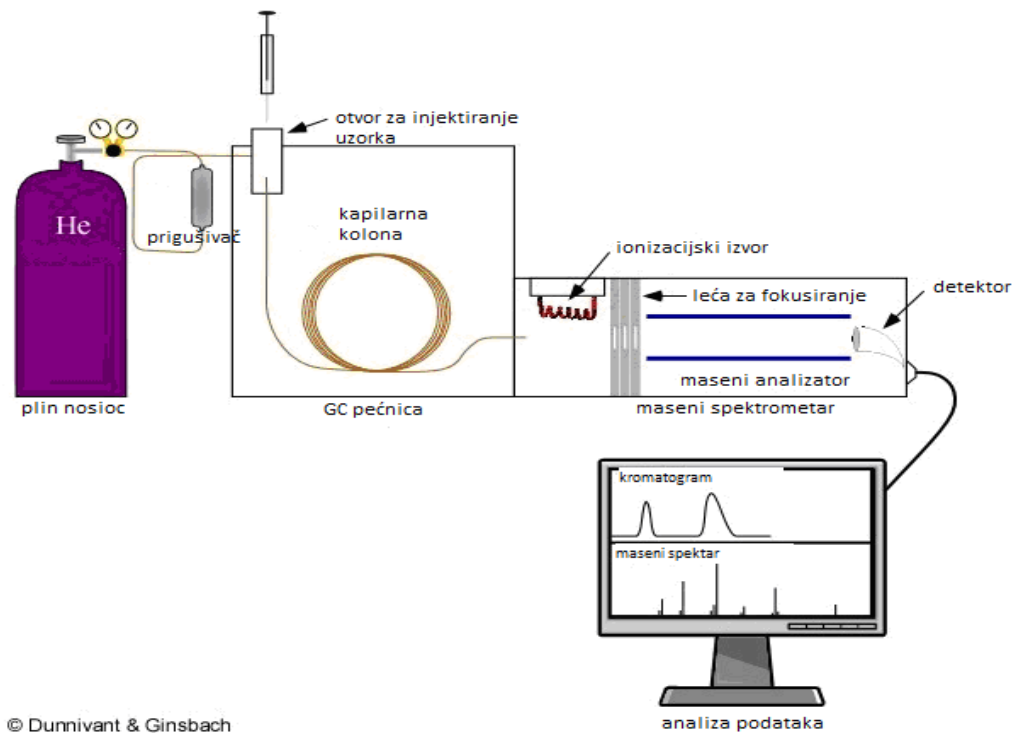
- kolona: ZB-5MS, 30m x 0,25 mm ID x 0,25 $\mu$ m (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)
- plin nosioc: He
- protok: 1,0 mL/min
- temperatura injektora: 250 °C
- radno područje (mode): splitless
- vrijeme desorpcije: 2 min
- temperatura detektora: 250 °C
- temperatura prijelazne linije (transfer line): 280 °C
- temperaturni program: 40°C, 10 min,  
200°C, 5°C/min,  
250°C, 20°C/min, 5 min

GC-MS uređaj radi na način da se hlapivi sastojci u plinu nosiocu uvode se u kromatografsku kolonu ispunjenu nepokretnom fazom. Prolazom kroz kolonu smjesa tvari se razdjeljuje između nepokretne i pokretne faze na osnovi različite topljivosti u nepokretnoj fazi. Prva komponenta koja izlazi iz kolone najslabije je topljiva u nepokretnoj fazi. Odijeljene komponente na izlazu iz kolone ulaze u plameno-ionizacijski detektor masenog spektrometra. Maseni spektrometar detektira strukturne informacije odijeljenih komponenti uzorka. Rezultati analize hlapljivih sastojaka uzoraka vidljivi su na računalu spojenom na GC-MS uređaj kao

kromatogram. X-os kromatograma označava retencijsko vrijeme (RT), dok y-os označava visinu pika izdvojenih hlapljivih spojeva. Shematski prikaz GC-MS uređaja prikazan je na slici 5.

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 izračunala retencijska vremena izdvojenih hlapljivih spojeva prethodno je pripremljena smjesa  $C_8$ - $C_{20}$  n-alkana i analizirana pod istim kromatografskim uvjetima kao i uzorci pršuta.



Slika 5. Shematski prikaz rada GC-MS uređaja (Anonymous 3)

#### 3.2.2.4 Identifikacija hlapljivih spojeva

Identifikacija hlapljivih 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 sa vrijednostima u literaturi (Adams, 2001).

## **4. REZULTATI I RASPRAVA**

U tablicama su prikazane vrste i udjeli hlapljivih spojeva izraženih u postotcima od ukupne površine identificiranih pikova za sve uzorke suhe šunke. Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost  $\pm$  st.devijacija. U tablici 1 prikazani su aldehidi, u tablici 2 prikazani su alkoholi i aromatski ugljikovodici, u tablici 3 prikazani su ketoni i spojevi s dušikom, u tablici 4 prikazani su terpeni i fenoli i u tablici 5 prikazani su alkani i alkeni, esteri i kiseline.

Na slikama 7 (kontrola), 8 (manje soli), 9 (manje dima) prikazani su ukupni udjeli hlapljivih spojeva po kemijskim grupama.

Tablica 1. Udio hlapljivih spojeva iz skupine aldehida u uzorcima suhe šunke ( %)

<i>Ime spoja</i>	<i>RI</i>	<i>Standardna smjesa - kastrat</i>	<i>Standardna smjesa - nazimica</i>	<i>Uz dodatak žira - kastrat</i>	<i>Uz dodatak žira - nazimica</i>	<i>Standardna smjesa - kastrat</i>	<i>Standardna smjesa - nazimica</i>	<i>Uz dodatak žira - kastrat</i>	<i>Uz dodatak žira - nazimica</i>	<i>Standardna smjesa - kastrat</i>	<i>Standardna smjesa - nazimica</i>	<i>Uz dodatak žira - kastrat</i>	<i>Uz dodatak žira - nazimica</i>
<b><i>Aldehidi</i></b>													
3-Metilbutanal	689	0,11±0,04	0,38±0,06	0,76±0,13	0,34±0,28	0,80±0,96	0,28±0,03	0,60±0,27	0,49±0,34	0,10±0,06	0,26±0,09	0,31±0,11	0,33±0,07
2-Metilbutanal	695	0,25±0,09	0,32±0,05	0,60±0,31	0,37±0,21	1,27±1,47	0,40±0,28	0,80±0,30	0,29±0,27	0,17±0,03	0,37±0,17	0,58±0,42	0,44±0,04
Pentanal	714	0,71±0,06	0,67±0,11	0,22±0,04	0,56±0,18	0,22±0,26	0,21±0,03	0,37±0,08	0,00±0,00	0,28±0,09	0,71±0,26	0,97±0,72	0,57±0,04
Heksanal	800	9,17±3,75	7,28±0,10	4,82±3,82	4,07±2,00	3,15±0,86	1,67±2,21	2,18±2,81	0,00±0,00	3,24±3,69	13,50±6,63	7,74±9,91	12,52±3,58
Heptanal	903	3,28±1,71	1,77±1,83	2,88±2,11	2,38±1,47	1,79±0,30	2,22±1,36	2,09±2,54	0,00±0,00	1,85±2,08	4,06±0,57	3,33±1,14	0,46±0,12
Benzaldehid	967	2,00±0,23	2,26±0,26	2,57±0,16	1,73±0,05	1,36±0,80	2,82±0,80	0,67±0,28	3,69±1,79	1,96±2,69	1,82±0,30	3,76±4,08	0,11±0,07
Octanal	1004	4,14±1,00	3,04±2,81	5,35±3,04	5,14±2,56	3,53±0,34	4,32±0,15	3,14±4,28	4,38±3,09	3,57±3,81	4,68±3,03	2,87±3,88	7,59±0,71
Benzenacetaldehyd	1045	0,66±0,22	1,13±0,62	3,19±0,21	0,95±0,27	3,08±2,33	0,76±0,25	0,62±0,64	0,00±0,00	0,00±0,00	0,70±0,75	0,00±0,00	2,74±0,90
Nonanal	1106	10,84±2,29	6,64±3,46	17,92±0,62	17,11±0,56	7,39±2,19	9,04±1,15	7,40±8,58	6,39±7,27	7,27±8,49	0,42±0,30	5,72±5,01	14,07±0,83
Nonenal	1172	0,19±0,06	0,00±0,00	0,21±0,02	1,06±0,36	0,46±0,07	0,27±0,04	0,36±0,09	0,33±0,03	0,00±0,00	0,12±0,01	0,22±0,16	0,45±0,20
4-Etil-benzaldehid	1180	0,08±0,03	0,12±0,09	0,10±0,06	0,15±0,07	0,24±0,09	0,00±0,00	0,56±0,06	0,37±0,23	0,00±0,00	0,08±0,03	0,15±0,14	0,00±0,00
Dekanal	1207	0,53±0,04	0,49±0,16	0,98±0,01	1,23±0,13	0,29±0,08	0,35±0,08	0,40±0,16	0,22±0,01	0,67±0,42	0,20±0,10	0,39±0,39	0,80±0,31
2,4-Nonadienal	1216	0,62±0,18	0,15±0,04	0,18±0,00	0,29±0,08	0,60±0,35	0,49±0,20	0,53±0,44	1,17±0,67	0,09±0,01	0,72±0,82	0,46±0,49	0,00±0,00
2-Dekanal	1264	2,92±2,25	0,58±0,22	0,78±0,47	0,91±0,58	0,12±0,06	0,11±0,01	0,12±0,01	0,17±0,04	0,20±0,11	0,18±0,04	0,26±0,13	0,45±0,35
Tetradekanal	1512	0,26±0,15	0,32±0,21	0,15±0,02	0,16±0,04	0,08±0,03	0,08±0,00	0,10±0,02	0,10±0,09	0,09±0,04	0,00±0,00	0,05±0,01	0,06±0,01
Heksadekanal	1613	0,52±0,40	0,52±0,02	0,49±0,02	0,39±0,07	0,02±0,01	0,04±0,02	0,08±0,07	0,00±0,00	0,19±0,21	0,24±0,04	0,16±0,01	0,19±0,06

Bijelom bojom označeni su kontrolni uzorci, plavom bojom uzorci s manje soli, a narančastom uzorci s manje dima.

U tablici 1 prikazani su aldehidi koji su glavni sekundarni produkti oksidacije lipida i najzastupljenija kemijska skupina spojeva u analiziranim uzorcima kontrole (40-44%) i uzorcima s manje dima (25-48%), dok u uzorcima s manje soli najzastupljenija kemijska skupina su fenoli (27-40%). Nadalje, (Marušić i sur., 2011) u svom istraživanju rađenom na istarskom pršutu navode nešto niže udjele aldehida, što možda proizlazi iz većeg udjela soli, dok je danas trend smanjenja soli u tradicionalnim trajnim mesnim proizvodima. U našim uzorcima s manje soli (slika 7) također zamjećujemo veći postotak aldehida (20-29%). S obzirom na činjenicu da sol djelomično inhibira proteolitičke i lipolitičke enzime hlapivi spojevi koji nastaju proteolizom i lipolizom (aldehidi, alkoholi, ketoni, alkani i dr.) tada nisu bili nađeni u većim udjelima. Sol je neophodan sastojak mesnih proizvoda, budući da omogućuje sposobnost vezivanja vode i masti, dovodi do formiranja boje, okusa i teksture te osigurava mikrobiološku ispravnost proizvoda (Kovačević i sur., 2011).

No, valja spomenuti kako su aldehidi 2-metil-butanal, 3-metil-butanal, pentanal, heksanal, heptanal, oktanal, nonanal, 2-heksenal, 2-heptenal, 2,4-dekadienal, 2-oktenal i 2-dekenal prethodno identificirali u iberijskoj suhoj šunki različiti autori (López i sur., 1992; Sabio i sur., 1998; Timón i sur., 1998; Ruíz i sur., 1998; Ruiz i sur., 1999; Carrapiso i sur., 2002; Andrés i sur., 2007; Ramírez i sur., 2007; García-González i sur., 2008; Andrade i sur., 2009). S druge strane 5-etilciklopent-1-enekarboksaldehid, 2,4-heptadienal i 6-nonenal nisu nikada opisani u ovoj vrsti uzorka. Iako prisustvo 6-nonenala nije prethodno zabilježeno, 2-nonenal je otkrio (Sabio i sur., 1998; Ruíz i sur., 1998; Andrés i sur., 2002). Ova zadnja komponenta može biti onečišćivač iz plastičnog pakiranja korištenog nakon izlaganja visokim temperaturama (Reineccius, 2006).

Nerazgranati aldehidi, kao heksanal, heptanal, oktanal i nonanal, većinom nastaju oksidativnom degradacijom nezasićenih masnih kiselina poput oleinske, linolne, linolenske i arahidonske (Pastorelli i sur., 2003). Heksanal je tipičan nerazgranati aldehyd nastao oksidacijom linolne masne kiseline, a prema (Luna i sur., 2006), mogu davati miris na svježe meso, travu ili ranketljivost. Heksanal je glavni produkt oksidacije u trajnim suhomesnatim proizvodima, a aroma mu se može opisati kao zelena i masna aroma (García-González i sur., 2008). Visoke koncentracije heksanala pronađene u istarskim šunkama su u korelaciji sa istraživanjima na

iberijskim šunkama. Nonanal doprinosi ukupnom osjetu arome sa slatkasto - voćnom aromom (Nunes i sur., 2008).

Najzastupljeniji aldehidi u suhoj šunki su heksanal (13,50%), nonanal (17,92%), oktanal (7,59%), heptanal (4,06%) i benzaldehid (3,76%). Dok (Narváez-Rivas i sur., 2010) na svom istraživanju koje je provedeno na iberijskoj šunki prikazuju znatno manji udio heksanala (4,10 %).

Glavni put nastajanja razgranatih aldehida je oksidativna dezaminacija preko Streckerove razgradnje (Sabio i sur., 1998). Neki od razgranatih aldehida prisutnih u suhoj šunki su 3-metilbutanal (0,80%) i 2-metilbutanal (1,27%).

Tablica 2. Udio hlapljivih spojeva iz skupine alkohola i aromatskih ugljikovodika u uzorcima suhe šunke ( %)

<i>Ime spoja</i>	<i>RI</i>	<i>Standardna smjesa - kastrat</i>	<i>Standardna smjesa - nazimica</i>	<i>Uz dodatak žira - kastrat</i>	<i>Uz dodatak žira - nazimica</i>	<i>Standardna smjesa - kastrat</i>	<i>Standardna smjesa - nazimica</i>	<i>Uz dodatak žira - kastrat</i>	<i>Uz dodatak žira - nazimica</i>	<i>Standardna smjesa - kastrat</i>	<i>Standardna smjesa - nazimica</i>	<i>Uz dodatak žira - kastrat</i>	<i>Uz dodatak žira - nazimica</i>
<b>Alkoholi</b>													
1-Pentanol	772	2,56±1,30	0,07±0,01	0,76±0,66	0,86±0,51	1,61±0,89	0,00±0,00	0,00±0,00	2,30±1,43	2,76±3,22	0,35±0,43	0,89±0,69	0,35±0,44
3-Metil-1-Butanol	748	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	1,18±0,52	0,00±0,00	0,00±0,00	0,88±0,90	0,00±0,00	0,35±0,26	0,00±0,00	0,00±0,00
2-Metil-1-Butanol	713	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,69±0,35	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
4-Metil-2-Pentanol	771	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,48±0,26	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
2-Furanmetanol	861	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	1,94±0,95	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
1-Heksanol	873	0,81±0,66	0,42±0,49	0,27±0,30	0,62±0,38	0,80±0,41	0,37±0,24	0,26±0,36	0,00±0,00	0,00±0,00	0,44±0,04	0,06±0,03	0,78±0,30
2-Metil-4-Octanol	956	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,30±0,22	0,00±0,00	0,11±0,07	0,00±0,00	1,81±2,36	0,00±0,00	0,13±0,13	0,00±0,00
Heptanol	980	1,66±1,06	0,59±0,64	0,50±0,49	0,67±0,45	0,57±0,06	0,00±0,00	0,35±0,35	0,52±0,39	0,57±0,34	0,72±0,72	0,65±0,75	1,18±0,12
1-Okten-3 ol	987	4,49±2,54	2,06±2,18	1,53±1,54	2,08±1,77	0,00±0,00	1,19±0,19	2,05±0,65	0,00±0,00	1,77±2,28	2,61±0,11	3,94±1,82	2,99±0,02
2-Etil-1-Heksanol	1035	0,92±0,81	2,39±2,69	2,28±2,36	1,96±1,72	2,38±0,38	2,83±0,95	1,40±1,69	14,01±12,98	1,75±1,65	1,76±0,94	10,81±10,46	2,89±0,27
Benzil alkohol	1041	0,55±0,06	0,24±0,19	0,00±0,00	0,24±0,19	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	2,01±0,39	0,80±0,79	4,96±6,84	0,24±0,18
2-(1-Metiletil)-cikloheksanol	1095	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,69±0,22	0,63±0,10	0,00±0,00	0,00±0,00	0,39±0,04	3,59±3,84	0,59±0,33	0,51±0,05
Feniletilalkohol	1114	1,05±0,27	1,19±0,52	3,17±0,22	1,75±0,25	5,27±0,26	0,00±0,00	0,81±0,21	1,63±1,35	6,81±8,10	0,34±0,11	1,17±1,18	1,62±0,28
2,6-Dimetil-4-Heptanol	1162	1,68±0,58	0,39±0,00	0,62±0,11	0,00±0,00	0,37±0,01	0,00±0,00	0,00±0,00	0,47±0,04	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
4-Metil-1-(1-Metiletil)-3-Cikloheksanol	1176	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,90±0,07	1,33±0,27	1,14±0,23	4,99±5,12	0,43±0,16	0,87±0,98	0,24±0,07	0,50±0,08
2-Fenoksietanol	1220	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,09±0,01	0,75±0,68	1,14±0,57	0,00±0,00
2-Etilheksanol	1269	0,13±0,00	0,00±0,00	0,15±0,02	0,00±0,00	0,27±0,16	0,08±0,02	0,65±0,69	0,19±0,06	0,40±0,39	0,73±0,42	0,43±0,42	0,15±0,03



Nastavak tablice 2

**Aromatski  
ugljikovodici**

Benzen	1138	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,27±0,15	0,25±0,03	0,94±1,01	1,10±1,02	0,00±0,00	0,43±0,56	0,62±0,68	0,19±0,01
1,2-Dimetoksibenzen	1147	1,22±0,44	0,64±0,27	0,95±0,18	2,12±0,78	2,10±0,41	2,14±0,06	1,37±0,29	1,26±1,14	0,69±0,69	0,15±0,06	0,52±0,49	1,37±0,19
Fenil-benzen	1167	0,18±0,01	0,51±0,26	0,31±0,23	0,25±0,05	0,40±0,20	0,31±0,00	0,50±0,19	2,36±0,06	0,83±0,88	0,51±0,02	0,37±0,36	0,15±0,08
3-Fenil-furan	1221	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,16±0,03	0,00±0,00	0,17±0,09	0,30±0,13	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
3,4-Dimetoksi-toluen	1238	1,37±0,21	0,00±0,00	1,19±0,44	2,57±0,43	0,17±0,10	0,00±0,00	0,70±0,75	0,00±0,00	1,05±0,21	0,10±0,04	0,53±0,52	0,98±0,07
3,5-Dimetoksi-toluen	1266	0,34±0,16	0,00±0,00	0,00±0,00	0,12±0,01	0,26±0,20	0,24±0,10	0,23±0,17	2,66±3,60	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
1,2,3-Trimetoksibenzen	1307	0,85±0,00	0,56±0,03	0,69±0,17	1,39±0,08	0,96±0,07	0,98±0,31	0,68±0,62	0,60±0,43	0,53±0,61	0,23±0,11	0,36±0,11	0,00±0,00
4-etil-1,2-Dimetoksibenzen	1319	2,62±2,70	0,30±0,05	0,31±0,26	0,48±0,06	0,10±0,02	0,21±0,12	0,15±0,07	0,31±0,17	0,15±0,04	0,15±0,05	0,00±0,00	0,21±0,09
1,2,4-Trimetoksibenzen	1339	0,69±0,41	0,18±0,01	0,21±0,01	0,16±0,03	0,30±0,13	0,11±0,00	0,79±1,00	0,48±0,21	0,14±0,02	0,13±0,06	0,12±0,01	0,20±0,05
1.2.3-Trimetoksi-5-Metilbenzen	1366	4,20±3,10	0,12±0,00	0,22±0,18	0,28±0,20	0,27±0,08	0,29±0,11	0,34±0,29	0,00±0,00	0,11±0,08	0,18±0,06	0,15±0,01	0,15±0,07

Bijelom bojom označeni su kontrolni uzorci, plavom bojom uzorci s manje soli, a narančastom uzorci s manje dima.

Druga najzastupljenija skupina spojeva su analiziranim uzorcima suhe šunke su alkoholi.

Prikazani su u tablici u tablici 2.

Alkoholi obično ne doprinose aromi, ali ako imaju visoku koncentraciju (ppm) ili su nezasićeni alkoholi, obično se mogu osjetiti (Narváez-Rivas i sur., 2010). Alkoholi mogu nastati proteolizom i lipolizom tijekom faze zrenja, ali i mikrobiološkom aktivnošću. Njihov prag osjetljivosti viši je od praga osjetljivosti za aldehide pa imaju manji utjecaj na aromu. Međutim, nezasićeni alkoholi (1-okten-3-ol, 3,7-dimetil-1,6-oktadien-3-ol, 1-heksanol) imaju niži prag osjetljivosti pa mogu bitnije utjecati na aromu pršuta. 2-etil-1-heksanol je najzastupljeniji alkohol (14,01%), zatim tu su još feniletanol (6,81%), cikloheksanol (4,99%) i 1-okten-3-ol (4,49%).

Dok u istraživanju koje je provedeno na iberijskoj suhoj šunki najveći postotak imao je 4-metil-5-dekanol (Narváez-Rivas i sur., 2010).

Za francuske i španjolske pršute je karakterističan razgranati alkohol 3-metil-1-butanol koji može nastati aktivnošću mikroorganizama prisutnih u samom pršutu. U našim uzorcima pronađen je također 3-metil-1-butanol.

Od aromatski ugljikovodika identificirano je 10 spojeva. Najzastupljeniji su metilbenzen (4,20%), 3,5-dimetoksi-toluen (2,66%), 4-etil-1,2-dimetoksibenzen (2,62%) i 3,4-dimetoksi-toluen (2,57%).

Aromatski ugljikovodici (prikazani u tablici 2) kao što je metil ciklopentan, dimetil benzen i etil toluen najviše su zastupljeni u francuskim, španjolskim i talijanskim vrstama pršuta, dok su 2,6-dimetil-pirazin i trimetil-pirazin u visokom udjelu utvrđeni samo kod francuskih Corsican pršuta. Proces dehidracije tijekom faze sušenja odnosno zrenja može pogodovati procesu nastajanja pirazina, ali samo u malim količinama (Sabio i sur., 1998).

Tablica 3. Udio hlapljivih spojeva iz skupine ketona i spojeva s dušikom u uzorcima suhe šunke ( %)

<i>Ime spoja</i>	<i>RI</i>	<i>Standardna smjesa - kastrat</i>	<i>Standardna smjesa - nazimica</i>	<i>Uz dodatak žira - kastrat</i>	<i>Uz dodatak žira - nazimica</i>	<i>Standardna smjesa - kastrat</i>	<i>Standardna smjesa - nazimica</i>	<i>Uz dodatak žira - kastrat</i>	<i>Uz dodatak žira - nazimica</i>	<i>Standardna smjesa - kastrat</i>	<i>Standardna smjesa - nazimica</i>	<i>Uz dodatak žira - kastrat</i>	<i>Uz dodatak žira - nazimica</i>
<b><i>Ketoni</i></b>													
2-Pentanon	707	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,28±0,01
2,5-Dimetil-3-Heksanon	837	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,22±0,13	0,00±0,00	0,00±0,00	1,01±0,79	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
2-Heptanon	765	1,10±0,82	0,33±0,36	0,32±0,31	0,76±0,50	0,38±0,19	2,12±2,51	2,13±1,45	1,74±2,32	0,19±0,12	0,38±0,06	0,21±0,17	1,82±1,85
3-Metil-2-Ciklopenten-1-on	969	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,65±0,41	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
1-Okten-3-on	983	0,31±0,25	0,00±0,00	0,20±0,03	0,00±0,00	1,92±0,38	0,10±0,04	0,65±0,83	0,00±0,00	0,63±0,72	1,51±1,87	1,14±1,29	0,30±0,01
3-Okten-2-on	1043	0,30±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
2-Hidroksi-3,4-Dimetil-2-Ciklopenten-1-on	1059	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,15±0,02	0,22±0,05	0,00±0,00	0,00±0,00	0,16±0,13	0,00±0,00	0,56±0,72	0,00±0,00
4,4-Dimetil-2-Cikloheksen-1-on	1093	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,37±0,03	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
2-Nonanon	982	0,81±0,55	0,74±0,23	0,50±0,12	0,56±0,15	0,00±0,00	0,00±0,00	0,64±0,36	0,67±0,73	3,65±4,75	0,00±0,00	0,27±0,06	0,38±0,02
1-Fenil-2-Propanon	1126	0,00±0,00	0,00±0,00	0,32±0,05	0,52±0,21	0,00±0,00	0,00±0,00	0,42±0,30	0,00±0,00	0,71±0,64	0,10±0,01	0,16±0,08	0,38±0,06
2-Dekanon	1193	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,14±0,03	0,18±0,01	0,24±0,06	0,00±0,00	1,65±1,90	1,14±0,87	0,24±0,01	0,33±0,08
2,3-Dihidro-1h-inden-1-on	1278	0,63±0,22	0,00±0,00	0,49±0,13	0,62±0,07	0,57±0,19	0,70±0,18	0,46±0,46	0,60±0,58	0,84±0,78	0,74±0,91	0,18±0,08	0,00±0,00
3-Undekanon	1284	0,18±0,10	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Octadekanon	1288	0,36±0,06	0,00±0,00	0,00±0,00	0,09±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,26±0,32	0,18±0,09	0,15±0,11	0,00±0,00
Dihidro-5-Pentil-2-Furanon	1360	1,09±0,40	0,12±0,04	0,21±0,08	0,55±0,24	0,21±0,09	0,09±0,00	0,13±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,18±0,04	0,15±0,06	0,19±0,03
6,10-Dimetil-5,9-Undekadien-2-on	1448	0,20±0,06	0,19±0,05	0,43±0,24	0,42±0,16	0,23±0,09	0,18±0,16	0,23±0,13	0,00±0,00	0,15±0,08	0,20±0,03	0,13±0,06	0,17±0,00

Nastavak tablice 3

*Spojevi s dušikom*

2,6-Dimetilpirazin	911	0,24±0,15	0,00±0,00	0,24±0,32	0,25±0,11	0,00±0,00	0,40±0,22	1,51±1,27	0,10±0,09	1,93±2,14	1,70±2,38	0,00±0,00	1,96±2,18
Metoksi-fenil-oksini	936	0,00±0,00	18,91±19,90	10,88±15,03	11,03±15,39	0,00±0,00	2,38±,34	0,00±0,00	0,00±0,00	2,46±3,07	1,02±1,20	2,95±3,83	0,22±0,11
2,3,5-Trimetilpirazin	1000	0,77±0,34	0,00±0,00	0,67±0,63	0,65±0,56	0,50±0,58	0,52±0,10	0,00±0,00	0,00±0,00	2,29±2,21	0,00±0,00	3,04±3,25	0,86±0,21

Bijelom bojom označeni su kontrolni uzorci, plavom bojom uzorci s manje soli, a narančastom uzorci s manje dima.

U tablici 3 prikazani su ketoni koji nastaju dekarboksilacijom  $\beta$ -keto kiseline ili  $\beta$ -oksidacijom masnih kiselina (Berdagué i sur., 1991). Oni zauzimaju nešto manje udjele u uzorcima suhe šunke. Identificirano je ukupno 19 spojeva. Najzastupljeniji su 2-nonanon (3,65%), 2-heptanon (2,13%), 1-okten-3-on (1,92%). Značajna je prisutnost 2-nonanona koji daje „blue cheese“ (pljesnivi sir) aromu (Sanchez-Peña i sur., 2005). Visoki intenzitet ketona je posljedica loše kvalitete pršuta (Pastorelli i sur., 2003). Općenito ketoni imaju intenzivan miris. Iako je u pršutima niska mikrobna populacija, smatra se da ovi spojevi mogu nastati drugom kemijskom reakcijom. Samo ako je koncentracija ketona jako visoka, možemo zaključiti da su mikroorganizmi uključeni u nastanak ovih spojeva (Sabio i sur., 1998).

U testiranim uzorcima iberijske suhe šunke najveći postotak imao je 2-heptanon (Narváez-Rivas i sur., 2010).

Identificirana su 3 spoja sa dušikom, od kojih je najzastupljeniji metoksi-fenil-oksim (18,91%). Ostala dva spoja zastupljena su u manjim količinama.

Heksanenitril su prethodno opisali u frakciji hlapljivih komponenti iberijske šunke (Sabio i sur., 1998) i (Ruiz i sur., 1999). Sabio (1998) identificirao je 1H-pirol u ovoj vrsti uzorka. Ipak, druge komponente dušika, kao piperidin, N,N-dimetil-2-butoksi-izopropilamin i 2-etenil-piridin su opisani u istraživanju na iberijskoj suhoj šunki.

Tablica 4. Udio hlapljivih spojeva iz skupine terpena i fenola u uzorcima suhe šunke ( % )

<i>Ime spoja</i>	<i>RI</i>	<i>Standardna smjesa - kastrat</i>	<i>Standardna smjesa - nazimica</i>	<i>Uz dodatak žira - kastrat</i>	<i>Uz dodatak žira - nazimica</i>	<i>Standardna smjesa - kastrat</i>	<i>Standardna smjesa - nazimica</i>	<i>Uz dodatak žira - kastrat</i>	<i>Uz dodatak žira - nazimica</i>	<i>Standardna smjesa - kastrat</i>	<i>Standardna smjesa - nazimica</i>	<i>Uz dodatak žira - kastrat</i>	<i>Uz dodatak žira - nazimica</i>
<b>Terpeni</b>													
$\alpha$ -Felandren	977	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,55±0,06	1,39±1,14	0,23±0,03	0,40±0,20	0,00±0,00	1,51±1,66	0,76±0,63	0,00±0,00	0,35±0,11
$\alpha$ -Pinen	979	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,19±0,06	0,42±0,06	0,00±0,00	0,28±0,31	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
$\alpha$ -Terpinen	1012	0,69±0,06	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,12±0,05	0,00±0,00	0,16±0,09	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
4-Carene	1016	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	3,04±4,09	0,00±0,00	0,19±0,11	0,00±0,00
Limonen	1031	0,63±0,24	0,32±0,25	0,17±0,10	0,56±0,08	0,89±0,21	1,12±0,24	1,69±1,62	0,70±0,16	0,35±0,07	1,39±1,10	0,00±0,00	0,45±0,01
Cis- $\beta$ Terpineol	1073	0,93±0,37	0,00±0,00	0,41±0,25	0,61±0,32	0,49±0,09	0,37±0,02	1,40±1,35	0,67±0,40	0,59±0,42	1,90±2,39	1,49±1,44	0,72±0,06
Linalol	1101	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,57±0,39	0,40±0,05	0,00±0,00	6,58±8,24	0,30±0,27	0,68±0,28	5,61±7,31	6,69±8,53	0,61±0,02
Sabinene	1256	0,87±0,09	0,08±0,00	0,10±0,04	0,43±0,07	0,18±0,12	0,09±0,01	0,15±0,04	0,35±0,04	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Kariofilen	1420	0,41±0,06	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,23±0,17	0,00±0,00	0,21±0,17	0,00±0,00	0,00±0,00	0,24±0,10	0,09±0,01	0,00±0,00
<b>Fenoli</b>													
2-Metilfenol	1062	1,95±0,15	0,62±0,03	1,17±0,07	1,36±0,05	2,42±0,46	3,35±0,13	3,16±0,30	0,00±0,00	0,59±0,71	0,87±0,46	0,45±0,34	1,11±0,35
3-Metilfenol	1066	0,40±0,04	0,44±0,12	0,36±0,02	0,42±0,07	0,38±0,13	0,79±0,12	0,49±0,02	0,00±0,00	0,93±1,02	0,87±0,46	0,38±0,38	0,24±0,06
4-Metilfenol	1079	0,00±0,00	0,48±0,43	0,87±0,03	0,70±0,02	0,00±0,00	3,21±0,44	8,11±8,08	0,00±0,00	2,16±2,14	0,00±0,00	4,21±0,98	0,00±0,00
2-Metoksifenol	1085	3,73±0,48	7,51±2,35	7,41±2,97	7,09±0,73	12,11±3,57	12,17±2,45	6,43±8,20	15,38±7,23	3,93±4,43	2,46±2,83	1,88±1,99	7,15±0,37
2,4-Dimetilfenol	1159	0,22±0,03	0,15±0,08	0,18±0,04	1,02±0,02	0,28±0,03	1,31±0,46	0,95±0,47	0,46±0,13	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
2-Metoksi-3-Metilfenol	1175	0,42±0,20	0,27±0,12	0,56±0,01	0,00±0,00	0,18±0,07	0,34±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,40±0,47	0,13±0,01	0,27±0,02
3-Etilfenol	1182	0,31±0,27	0,30±0,23	0,64±0,03	0,41±0,36	0,46±0,08	0,68±0,11	0,94±0,52	0,87±0,35	0,18±0,06	0,24±0,27	0,29±0,22	0,20±0,04
2,3-Dimetilfenol	1180	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,40±0,13	0,50±0,46	0,83±0,69	0,61±0,29	0,75±0,28
2-Metoksi-4-Metilfenol	1188	2,32±0,90	2,58±1,09	3,58±0,18	4,63±0,36	0,75±0,24	0,93±0,08	3,19±3,30	0,59±0,36	1,57±1,68	0,00±0,00	0,76±0,73	2,10±1,16
3,4-Dimetilfenol	1192	0,26±0,10	0,00±0,00	0,21±0,02	0,00±0,00	4,51±1,45	6,28±1,25	2,84±3,68	3,00±3,02	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,17±0,02
2,4,6-Trimetilfenol	1204	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,64±0,52	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
2,6-Dimetoksifenol	1242	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,21±0,07	0,76±0,09	1,69±0,30	0,77±0,61	0,67±0,84	0,58±0,65	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00

#### Nastavak tablice 4

3,4- Dimetoksifenol	1242	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,28±0,19	0,28±0,05	0,15±0,04	0,17±0,04	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
4-Etil-2- Metoksifenol	1274	1,01±0,37	1,29±0,28	1,31±0,38	1,35±0,23	1,74±0,27	3,02±1,30	2,26±2,06	1,16±1,07	0,00±0,00	0,19±0,04	0,00±0,00	0,00±0,00
2,6 - Dimetoksifenol	1347	0,84±0,18	0,71±0,01	0,94±0,25	1,00±0,30	1,72±0,91	2,27±0,86	0,91±0,81	0,00±0,00	0,30±0,25	0,31±0,02	0,19±0,09	0,31±0,11
Eugenol	1351	0,35±0,09	2,38±0,86	0,40±0,34	0,34±0,02	0,22±0,06	0,35±0,14	0,27±0,20	0,35±0,14	0,40±0,04	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00

Bijelom bojom označeni su kontrolni uzorci, plavom bojom uzorci s manje soli, a narančastom uzorci s manje dima.

Terpeni su brojna skupina spojeva otkrivena u uzorcima šunke i prikazani su u tablici 4. Identificirano je 9 spojeva terpena. Terpeni su uglavnom povezani sa začinskim dodacima, posebice sa paprom (Hinrichsen & Pedersen., 1995). Također neki od njih su pronađeni u mesu kao posljedica ishrane životinja (Ansorena i sur., 2001). U uzorcima suhe šunke najzastupljeniji spojevi su linalol (6,69%), 4-carene (3,04%), cis- $\beta$ -terpineol (1,90%) i Limonen (1,69%). Monoterpeni  $\alpha$ -pinen,  $\beta$ -mircen i  $\alpha$ -felandren potječu od lovora (Sangun i sur., 2007). Seskviterpeni, kao što su linalol, terpinen-4-ol,  $\beta$ -kariofilen i kariofilen oksid pronađeni su u istarskim šunkama pojavljuju se uslijed dodatka papra ili lovora u procesu proizvodnje (Marušić i sur., 2010). Prisutnost limonena u pršutima je rezultat hranidbe svinja (Sabio i sur., 1998).

Po broju spojeva također velika grupa spojeva su fenoli prikazani u tablici 4. U suhoj šunki identificirano je 16 fenola. Najzastupljeniji su 2-metoksi-fenol (15,38%), 4-metilfenol (8,11%), 3,4-dimetilfenol (6,28%) i 2-metoksi-4-metilfenol (4,63%). Suhe šunke u čiju je proizvodnju uključen i proces dimljenja, identifikacija fenolnih spojeva je uobičajena jer su to tipični sastojci dima. Veći udio fenola može biti posljedica jačeg dimljenja.

U postupku pirolize drveta na temperaturi između 300 i 550 °C, nastaju fenoli i fenolni spojevi koji su integralni dio okusa i arome po dimu (Dawn, 1979). Povećanjem temperature izgaranja drveta i produkcije dima, raste udio drugih fenola kao što su metilfenoli, dimetilfenoli i etilfenoli (Alén i sur., 1996). Koncentracija fenola u površinskom sloju proizvoda je najveća, dok je najmanja u središtu proizvoda, a isti je slučaj i s intenzitetom arome po dimu, što povezuje aromu dima s prisutnom koncentracijom fenola (Hui i sur., 2001). Metoksifenoli su najzastupljeniji sastojci dima, od kojih 20-30% otpada na 2-metoksifenole, a 70-80% na 2,6-dimetoksifenole što je osobito svojstveno dimu tvrdog drveta, dok dim proizveden od biomase mekih vrsta drveta sadrži veći udio 2-metoksifenola (Kjällstrand i sur., 2000).



Tablica 5. Udio hlapljivih spojeva iz skupine alkana i alkena, estera i kiselina u uzorcima suhe šunke ( %)

<i>Ime spoja</i>	<i>RI</i>	<i>Standardna smjesa - kastrat</i>	<i>Standardna smjesa - nazimica</i>	<i>Uz dodatak žira - kastrat</i>	<i>Uz dodatak žira - nazimica</i>	<i>Standardna smjesa - kastrat</i>	<i>Standardna smjesa - nazimica</i>	<i>Uz dodatak žira - kastrat</i>	<i>Uz dodatak žira - nazimica</i>	<i>Standardna smjesa - kastrat</i>	<i>Standardna smjesa - nazimica</i>	<i>Uz dodatak žira - kastrat</i>	<i>Uz dodatak žira - nazimica</i>
<b>Alkani i Alkeni</b>													
1,2-Dimetil-Ciklopentan	873	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,23±0,13	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
3,4,5-Trimetilheptan	866	2,87±2,58	1,51±1,59	1,29±1,25	0,42±0,31	2,91±1,58	4,19±0,88	5,54±2,59	1,64±2,11	3,16±1,05	1,95±0,82	1,95±1,69	2,09±0,19
3-Metilheneikosan	1028	0,10±0,05	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,23±0,09	0,00±0,00	0,00±0,00	0,16±0,06	0,21±0,09	0,39±0,26	0,13±0,03
Ciklooktan	1077	2,21±1,00	2,26±1,67	3,34±1,93	1,04±1,19	2,88±0,18	3,01±0,11	0,00±0,00	0,00±0,00	1,89±2,44	2,57±2,67	0,00±0,00	5,26±1,20
2 -Heksen	1091	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,64±0,16	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
4-Metil-1-3-Cikloheksen	1184	0,37±0,02	0,40±0,02	0,00±0,00	0,00±0,00	0,62±0,24	0,43±0,11	0,82±0,16	0,37±0,11	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Cikloheksan	1093	0,23±0,03	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Tridekan	1300	0,00±0,00	0,12±0,01	0,16±0,04	0,22±0,05	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,15±0,06	0,25±0,16	0,38±0,40	0,09±0,04
Tetradekan	1400	0,40±0,12	0,00±0,00	0,13±0,03	0,12±0,03	0,26±0,13	0,00±0,00	0,00±0,00	0,59±0,30	0,24±0,11	0,14±0,03	0,15±0,03	0,00±0,00
Ciklododekan	1476	0,39±0,17	0,60±0,20	0,47±0,12	0,51±0,14	0,14±0,06	0,00±0,00	0,14±0,02	0,00±0,00	0,26±0,04	0,38±0,28	0,00±0,00	0,18±0,03
1-Pentadekan	1384	0,13±0,12	0,12±0,08	0,41±0,42	0,11±0,03	0,37±0,45	0,00±0,00	0,00±0,00	0,12±0,12	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Pentadekan	1500	0,20±0,11	0,25±0,08	0,20±0,03	0,22±0,03	0,39±0,07	0,00±0,00	0,00±0,00	0,07±0,02	0,09±0,04	0,17±0,07	0,11±0,11	0,19±0,03
Heksadekan	1500	0,09±0,07	0,08±0,01	0,06±0,02	0,07±0,02	0,03±0,01	0,03±0,00	0,08±0,07	0,03±0,00	0,08±0,04	0,00±0,00	0,12±0,09	0,04±0,01
<b>Esteri</b>													
Etil-oktanoat	1197	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,39±0,08	0,17±0,06	0,27±0,24	0,42±0,16	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
<b>Kiseline</b>													
Nonanonska kiselina	1281	0,27±0,19	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,22±0,01	0,09±0,00	0,13±0,05	0,52±0,16	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Heksadekanska kiselina	1967	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,22±0,06	0,28±0,26	0,58±0,23	0,53±0,08

Bijelom bojom označeni su kontrolni uzorci, plavom bojom uzorci s manje soli, a narančastom uzorci s manje dima.

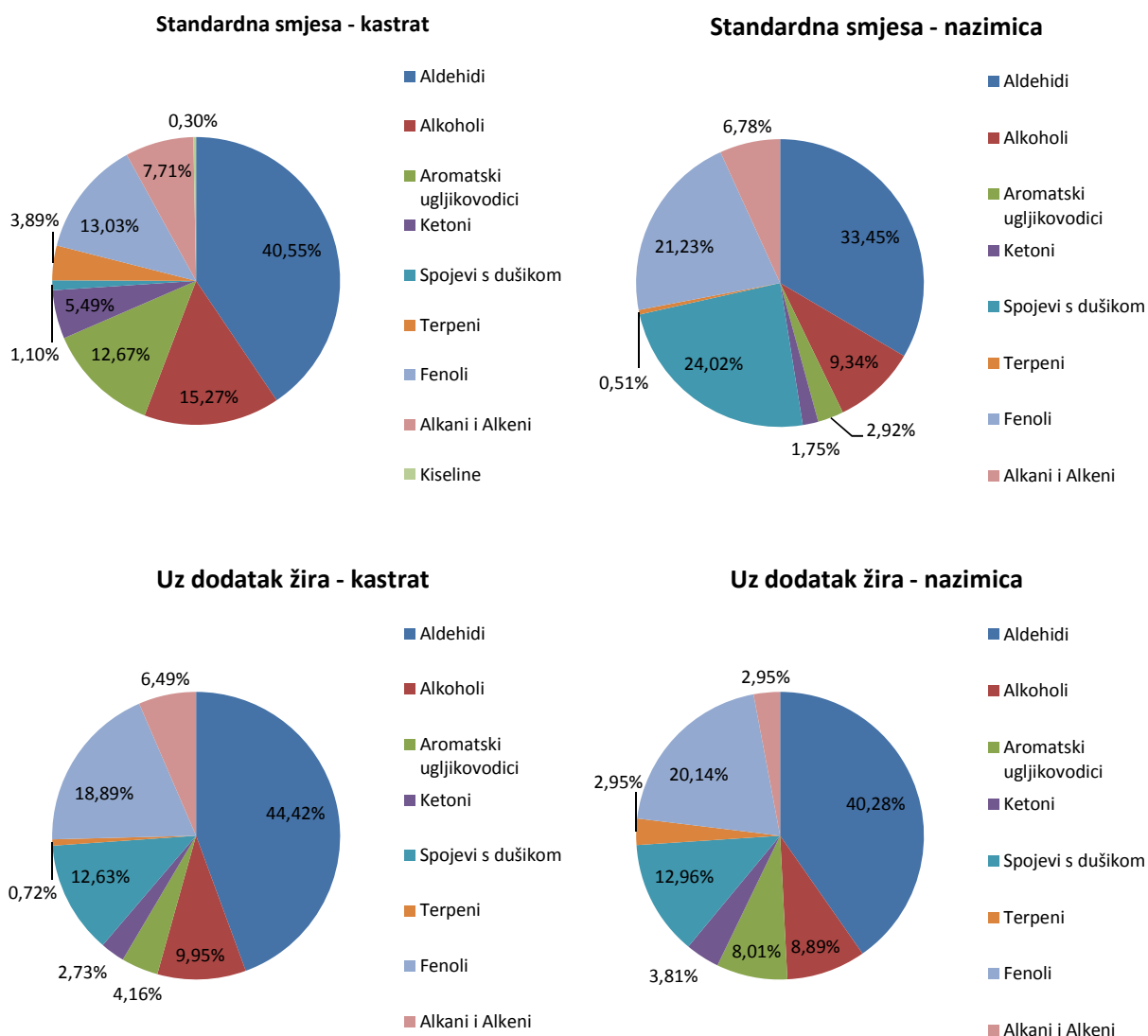
Alkani su prikazani u tablici 5 i oni nastaju oksidacijom razgranatih masnih kiselina koji su prirodno prisutne u malim količinama u animalnim tkivima, odnosno iz ne sapunjivih frakcija proizvoda vegetativnog podrijetla koji se koristi u hranidbi životinja (Huan i sur., 2005). Najzastupljeniji u testiranim uzorcima šunke su 3,4,5-trimetilheptan (5,54%) i ciklooktan (3,34%), ostali spojevi zastupljeni su u manjim količinama.

Kod istraživanja na istarskim šunkama broj metil razgranatih alkana je manji nego oni koji su pronađeni u drugim istraživanjima hlapljivih spojeva na šunkama (Marušić i sur., 2010). Najzastupljeniji spojevi u istarskoj šunki su heptan (3,01 - 4,95%) i pentadekan (0,38 - 0,93%), a u manjim količinama prisutni su i dodekan, tridekan, cikloheksan, tetradekasn i heksadekan (Marušić i sur., 2010).

Esteri su još jedna grupa spojeva nađeni u uzorcima testirane šunke i prikazani su u tablici 5. Također su pronađeni i u manjim količinama u istarskoj šunki (0,77 i 0,79 %).

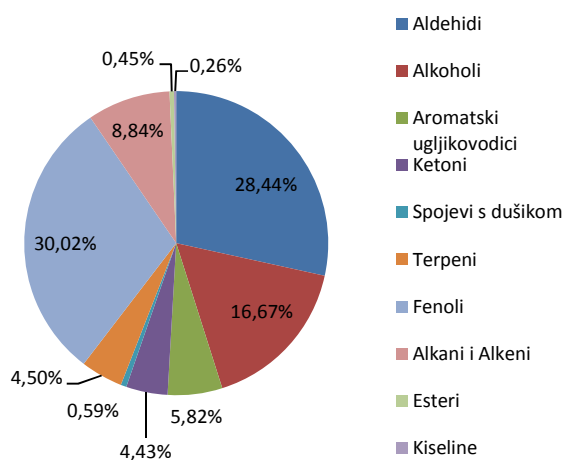
Mali udio estera vjerojatno je povezan sa antimikrobnom aktivnosti natrijeva klorida tijekom dugog procesa zrenja (Gaspardo i sur., 2008). Ove komponente imaju voćne note, pretežito formirane od kratkolančanih kiselina. Esteri sa dugolančanim kiselinama imaju miris na mast (Marušić, 2013). U testiranim uzorcima identificiran je 1 ester. Prisutni ester je etil-oktanoat (0,42%). On je također otkriven i u Istarskoj šunki, ali u malo većem postotku (Marušić i sur., 2010).

Od kiselina u uzorcima suhe šunke nalazimo nonansku kiselinu i heksadekansku kiselinu (tablica 5). Zastupljene su u vrlo malim postotcima.

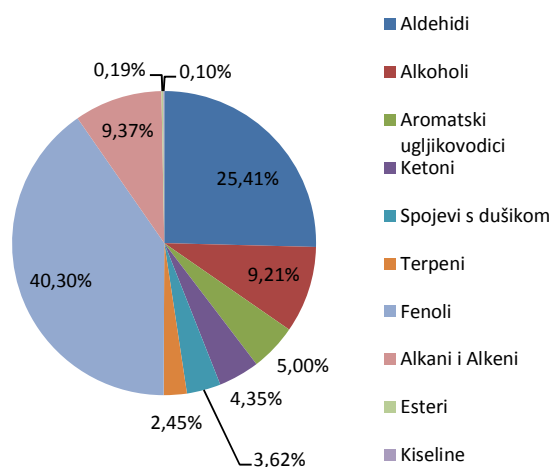


Slika 6 Udio hlapljivih spojeva (%) po kemijskim grupama u kontrolnim uzorcima

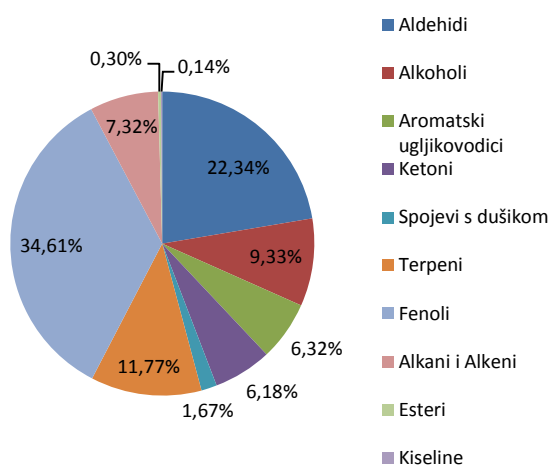
**Standardna smjesa - kastrat**



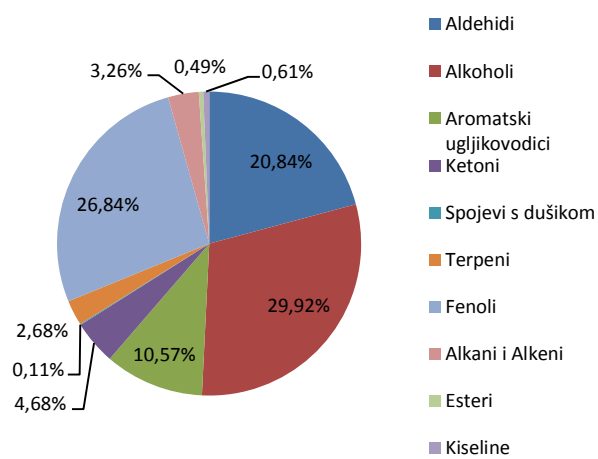
**Standardna smjesa - nazimica**



**Uz dodatak žira - kastrat**

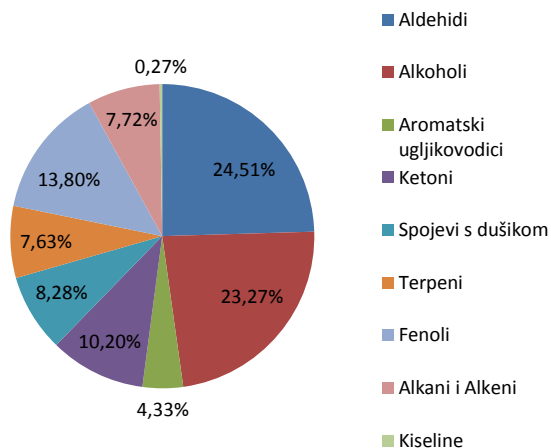


**Uz dodatak žira - nazimica**

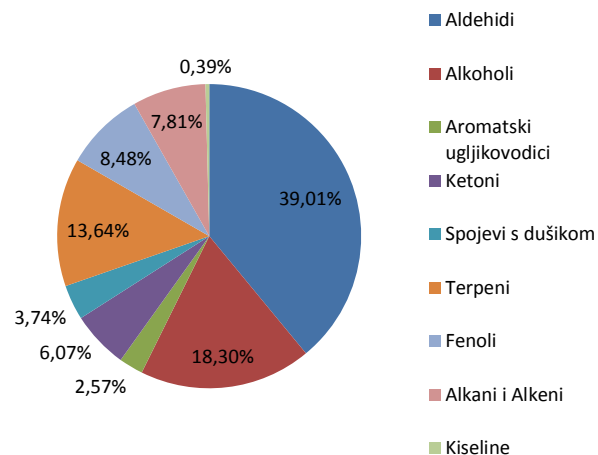


Slika 7. Udio hlapljivih spojeva (%) po kemijskim grupama u uzorcima s manje soli

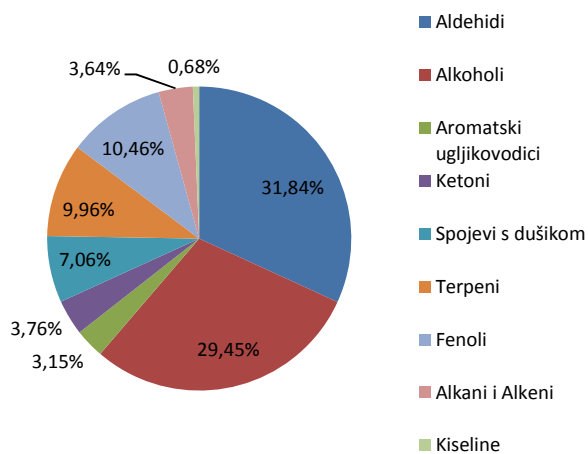
Standardna smjesa - kastrat



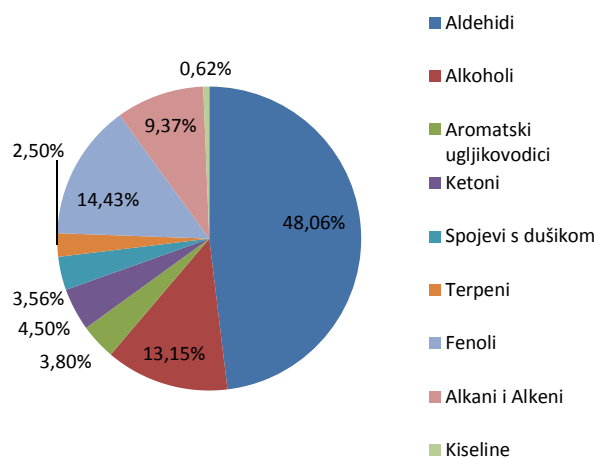
Standardna smjesa - nazimica



Uz dodatak žira - kastrat



Uz dodatak žira - nazimica



Slika 8. Udio hlapljivih spojeva (%) po kemijskim grupama u uzorcima s manje dima

Plinsko kromatografsko-masenom spektrometrijskom (GC-MS) analizom uzoraka suhe šunke utvrđeno je 103 hlapljivih sastojaka arome. Podjela indentificiranih spojeva arome i rezultati analize prikazani su u tablici 1, tablici 2, tablici 3, tablici 4 i tablici 5. U uzorcima suhe šunke nađeno je 17 alkohola, 16 aldehida, 16 ketona, 16 fenola, 13 alkana i alkena, 10 aromatskih ugljikovodika, 9 terpena, 3 spoja s dušikom, 2 kiseline i 1 ester.

Najzastupljenije grupe spojeva u suhoj šunki su: aldehidi, fenoli, alkoholi i ketoni.

Usporedbom kontrolnih uzorka, uzorka s manje soli i uzorka s manje dima možemo primijetiti razlike u postotcima zastupljenosti određenih hlapljivih spojeva po kemijskim grupama, što je posljedica različitog udjela soli, faze trajanja dimljenja, te o načinu hranidbe.

Veliku ulogu u formiranju hlapljivih spojeva imaju proteolitički i lipolitički enzimi. Hlapive tvari arome nastaju reakcijama kemijske ili enzimске oksidacije nezasićenih masnih kiselina te daljnjim interakcijama s proteinima, peptidima i slobodnim aminokiselinama (Krvavica i sur., 2010). Također hlapljivi spojevi nastaju i Streckerovom razgradnjom slobodnih aminokiselina.

Od mnogih hlapljivih spojeva koji nastaju, najvažniji su ugljikovodici, aldehidi, alkoholi, ketoni, esteri i drugi spojevi kao što su derivati benzena, amini i amidi (Ruiz i sur., 1999; Bolzoni i sur., 1996; Sabio i sur., 1998; Luna i sur., 2006; Garcia-González i sur., 2008; Narváez-Rivas i sur., 2010). Oksidacija masti je glavni faktor koji utječe na nepoželjne promjene kvalitete i prihvatljivost mesnih proizvoda (Morrissey i sur., 1998).

## 5. ZAKLJUČCI

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

1. Plinsko-kromatografsko-masenom spektrometrijskom (GC-MS) analizom uzoraka nađeno je 103 hlapljiva spoja arome. Identificirani spojevi pripadaju sljedećim kemijskim grupama spojeva: alkoholi, aldehidi, ketoni, fenoli, alkani i alkeni, aromatski ugljikovodici, terpeni, spojevi s dušikom, kiseline i esteri.
2. Najzastupljenije grupe spojeva u suhoj šunki su: aldehidi, fenoli, alkoholi i ketoni.
3. Aldehidi su glavni sekundarni produkti oksidacije lipida i najzastupljenija kemijska skupina spojeva u analiziranim uzorcima kontrole (oko 40-44%) i uzorcima s manje dima (oko 25-48%).
4. U uzorcima s manje soli također zamijećen je veći postotak aldehida (20-29%) što može proizlaziti iz manjeg udjela soli.
5. Najzastupljeniji fenoli su 2-metoksi-fenol (15,38%), 4-metilfenol (8,11%), 3,4-dimetilfenol (6,28%) i 2-metoksi-4-metilfenol (4,63%). Suhe šunke u čiju je proizvodnju uključen i proces dimljenja, identifikacija fenolnih spojeva je uobičajena jer su to tipični sastojci dima. Veći udio fenola može biti posljedica jačeg dimljenja.
6. Također u uzorcima suhe šunke nađena je znatna količina terpena. Identificirani terpeni potječu od začina koji se dodaju u tehnološkom postupku proizvodnje u fazi soljenja butova. Prisutnost limonena u suhim šunkama je rezultat hranidbe svinja.
7. Usporedbom kontrolnih uzorka, uzorka s manje soli i uzorka s manje dima možemo primijetiti razlike u postotcima zastupljenosti određenih hlapljivih spojeva po kemijskim grupama, što je posljedica različitog udjela soli, faze trajanja dimljenja, te o načinu hranidbe i spolu.

## 6. LITERATURA

Adams, R. P. (2001) Identification of essential oil components by GCMS, 3. Izdanje, Allured Publishing Corporation, Carol Stream, IL.

Ai-Nong, Y., Bao-Guo, S. (2005) Flavour substances of Chinese traditional smoke-cured bacon. *Food Chem.* **89**, 227-233.

Alén, R., Kuoppala, E., Oesch, P. (1996) Formation of the main degradation compounds groups from wood and its components during pyrolysis. *J. Anal. Appl. Pyrol.* **36**, 137-148.

Anonymous1, <<https://www.bigbuy.eu/hr/iberijski-prsut-de-bellota.html>>. Pristupljeno 9. kolovoza 2017.

Anonymous2, <<https://www.google.hr/search/spmefiber>>. Pristupljeno 9. kolovoza 2017.

Anonymous 3, <<http://people.whitman.edu>>. Pristupljeno 10. kolovoza 2017.

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

Berdagué, J.L., Denoyer, C., Le Quere, J.L., Semon, E. (1991) Volatile components of dry-cured ham. *J. Agric. Food Chem.* **39**, 1257-1261.

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

Blasco, A., P. Gou, M. Gispert, J. Estany, Q. Soler, A. Diestre, J. Tibau (1994) Comparison of five types of pig crosses. I. Growth and carcass traits. *Livestock Production Sci.* **40**, 171-178.

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.

Cava, R., J. Ruiz, C. López-Bote, L. Martín, C. García, J. Ventanas, T. Antequera (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.

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.



- Creuly, C., Laroche, C., Gros, J.B. (1992) Bioconversion of fatty acids into methyl ketones by spores of *Penicillium roquefortii* in a water organic solvent, two phase system. *Enzyme Microb. Technol.* **14**(8), 669–678.
- Dawn, H. (1979) Interaction of wood smoke components and foods. *Food Technol.* **33**, 66-70.
- Flores, M., Barat, J.M., Aristoy, M.C., 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.
- Flores, M., Grimm, C.C., Toldrá, F., Spanier, A.M. (1997) Correlations of sensory and volatile compounds of Spanish “Serrano” dry-cured hams as a function of two processing times. *J. Agric. Food Chem.* **45**, 2178–2186.
- García, C., Berdagué, J.J., Antequera, T., López-Bote, C., Córdoba, J.J., Ventanas, J. (1991) Volatile components of dry cured Iberian ham. *Food Chem.* **41**(1), 23-32.
- Garcia-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.
- Gallo, L., P. Montobbio, P. Carnier, G. Bittange (1994) Breed and crossbreeding affects on weight, yield and quality of heavy Italian dry-cured hams. *Livestock Production Sci.* **40**, 197-205.
- Gasparado, B., Procida, G., Toso, B., Stefanon, B. (2008) Determination of volatile compounds in San Daniele ham using headspace GC–MS. *Meat Sci.* **80**, 204–209.
- Gou, P., L. Guerrero, J. Arnau (1995) Sex and crossbreed effects on the characteristics of dry-cured ham. *Meat Sci.* **40**, 21-31.
- Hierro, E., Hoz, L., Ordonez, J. H. (2004) Headspace volatile compounds from salted and occasionally smoked dried meats (cecinas) as affected by animal species. *Food Chem.* **84** (4), 649–657.
- Hinrichsen, L.L., Pedersen, S.B. (1995) Relationship among flavor, volatile compounds, chemical changes, and microflora in Italian-type dry-cured ham during processing. *J. Agric. Food Chem.* **43**, 2932–2940.

- Hui, Y.H., Nip, W.K., Rogers, R.W., Young, O.A. (2001) *Meat Science and Applications*. Marcel Dekker, Inc. New York - Basel.
- Jerković, I., Mastelić, J., Tartaglia, S. (2007) A study of volatile "avour substances in Dalmatian traditional smoked ham: Impact of dry-curing and frying. *Food Chem.* **104** (3), 1030-1039.
- Kjällstrand, J., Ramnas, O., Petersson, G. (2000) Methoxyphenols from burning of Scandinavian forest plant materials. *Chemosphere* **41**, 735-741.
- Kovačević, D. (2014) Tehnologija kulena i drugih fermentiranih kobasica. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek.
- Kovačević, D., Suman, K., Lenart, L., Frece, J., Mastanjević, K., Šubarić, D. (2011) Smanjenje udjela soli u domaćoj slavonskoj kobasici: utjecaj na sastav, fizikalno-kemijska svojstva, boju, teksturu, senzorska svojstva i zdravstvenu ispravnost. *Meso* **13**, 244-249.
- Krvavica, M., Đugum, J. (2006) Proizvodnja pršuta u svijetu i kod nas. *Meso* **7**, 355-365.
- Krvavica, M., Đugum, J. (2007) Razgradnja lipida mišićnog i masnog tkiva tijekom zrenja pršuta. *Meso* **9**, 267-273.
- Krvavica, M., Lukić, A., Vrdoljak, M., Đugum, J., Čurić, D. (2007) Proteoliza mišićnog tkiva tijekom zrenja pršuta. *Meso* **9**, 221-229.
- Krvavica, M., Mioč, B., Friganović, E., Kegalj, A., Ljubičić, I. (2012) Sušenje i zrenje - temeljni tehnološki procesi u proizvodnji trajnih suhomesnatih proizvoda. *Meso* **15**, 138-144.
- 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.
- Luna, G., Aparicio, R., Garcia-González, D.L. (2006) A tentative characterization of white dry-cured hams from Teruel (Spain) by SPME. *Food Chem.* **97**, 621-630.
- Maarse, H., Visscher, C.A. (1989) *Volatile Compounds in Foods. Qualitative and Quantitative Data*, 6. Izdanje, TNO-CIVO Food Analysis Institute, The Netherlands.

- Martuscelli M, Pittia P, Casamassima LM, Manetta AC, Lupieri L, Neri L (2009) Effect of intensity of smoking treatment on the free amino acids and biogenic amines occurrence in dry cured ham. *Food Chem.* **116**, 955–962
- Marušić, N., Petrović, M., S. Vidaček, Petrak, T., Medić, H. (2011) Characterization of traditional Istrian dry-cured ham by means of physical and chemical analyses and volatile compounds. *Meat Sci.* **88**, 786-790.
- Marušić, N., Petrović, M., Vidaček, S., Janči, T., Petrak, T., Medić, H. (2013) Udio masti i sastav masnih kiselina u istarskom i dalmatinskom pršutu. *Meso* **15**, 279-284.
- Morrissey, P. A., Sheehy, P. J. A., Galvin, K., Kerry, J. P., Buckley, D. J. (1998) Lipid stability in meat and meat products. *Meat Sci.* **49**, 73–86.
- Morgan, C.A., R.C. Noble, M. Cocchi, R. McCartney (1992) Manipulation of the fatty acid composition of pig meat lipid by dietary means. *J. Agr. Food Chem.* **58**, 357-368.
- 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 Forsch.* **195**, 446-450.
- Narváez-Rivas, M., Vicario, I.M., Alcalde, M.J., León-Camacho, M. (2010) Volatile hydrocarbon profile of Iberian dry-cured hams. A possible tool for authentication of hams according to the fattening diet. *Talanta* **81**, 1224- 1228.
- 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.
- Pastorelli, G., Magni, S., Rossi, R., Pagliarini, E., Baldini, P., Dirinck, P., Van Opstaele, F., Corino, C. (2003) Influence of dietary fat, on fatty acid composition and sensory properties of dry-cured Parma ham. *Meat Sci.* **65**, 571–580.
- Ruiz, J., R. Cava, T. Antequera, L. Martín, J. Ventanas, C.L. López-Bote (1998) Prediction of the feeding background of Iberian pigs using the fatty acid profile of subcutaneous, muscle and hepatic fat. *Meat Sci.* **49**, 155-163.

- Ruiz, J., Ventanas, J., Cava, R., Andres, A., Garcia, C. (1999) Volatile compounds of dry-cured Iberian ham as affected by the length of the curing process. *Meat Sci.* **52**, 19–27.
- Sabio, E., Vidal-Aragon, M. C., Bernalte, M. J., Gata, J. L. (1998) Volatile compounds present in six types of dry-cured ham from south European countries. *Food Chem.* **61**, 493–503.
- Sánchez-Peña, C.M., Luna, G., García-González, D.L., 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.
- Sangun, M.K., Aydin, E., Timur, M., Karadeniz, H., Caliskan, M., Ozkan, A. (2007) Comparison of chemical composition of the essential oil of *Laurus nobilis* L. Leaves and fruits from different regions of Hatay, Turkey. *J. Environ. Biol.* **28**, 731–733.
- Timón, M. L., Ventanas, J., Carrapiso, A.I., Jurado, A., Garcia, C. (2001) Subcutaneous and intermuscular fat characterisation of dry-cured Iberian hams. *Meat Sci.* **58**, 85-91.
- Toldrá, F., M. Reig, P. Hernández, J.L. Navarro (1996b):Lipids from pork meat as related to healthy diet. *Recent Res. Development In Nutri.* **1**, 79-86.
- Toldrá, F. (1998) Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Sci.* **49**, 101-110.
- Toldrá, F. (2002) Dry-cured meat products, Wiley - Blackwell, Ames, Iowa.
- Toldrá, F., Flores, M. (1998) The role of muscle proteases and lipases in flavor development during the processing of dry-cured ham. *Crit. Rev. Food Sci.* **38**, 331–352.
- World Health Organization (2012) Guideline: Sodium intake for adults and children. Geneva, World Helath Organization.