Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno - biotehnološki fakultet

Anđela Krišto

**Hlapljivi spojevi arome Istarskog pršuta**

Mentor: prof. dr. sc. Helga Medić

Zagreb, svibanj, 2013.

*Ovaj rad izrađen je u Laboratoriju za tehnologiju mesa i ribe na Prehrambeno -biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom prof.dr.sc. Helge Medić i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2012/2013.*

**SADRŽAJ:**

1. **UVOD 1**
2. **TEORIJSKI DIO 2**

**2.1. Pršuti 2**

**2.2. Istarski pršut 3**

**2.2.1. Definicija i specifikacije Istarskog pršuta 3**

**2.2.2. Opis sirovine 5**

**2.2.3. Opis gotovog proizvoda 5**

**2.2.4. Zemljopisno područje proizvodnje Istarskog pršuta 5**

**2.2.5. Proizvodnja Istarskog pršuta 6**

**2.3. Aroma mesa 7**

**2.3.1. Hlapljivi spojevi arome 9**

**3. HIPOTEZA 11**

**4. MATERIJALI I METODE 12**

**4.1. Materijali 12**

**4.1.1. Pršut 12**

**4.2. Metode rada 12**

**4.2.1. Analiza fizikalnih i kemijskih karakteristika 12**

**4.2.1.1. Određivanje udjela vode 12**

**4.2.1.2. Određivanje udjela soli metodom po Mohru 13**

**4.2.1.3. Određivanje udjela proteina 14**

**4.2.1.4. Određivanje udjela pepela 15**

**4.2.1.5. Određivanje udjela masti 16**

**4.2.1.6. Određivanje udjela vode aw 17**

**4.2.1.7. Određivanje stupnja oksidacije lipida 18**

**4.2.1.8. Određivanje boje 19**

**4.2.2. Određivanje hlapljivih spojeva HS- SPME/ GC- MS metodom 20**

**4.3. Statistička analiza 23**

**5. REZULTATI 24**

**5.1. Rezultati fizikalno - kemijskih analiza Istarskog pršuta 24**

**5.2. Rezultati analize hlapljivih spojeva arome Istarskog pršuta 26**

**6. RASPRAVA 30**

**6.1. Određivanje fizikalno – kemijskih karakteristika Istarskog pršuta 30**

**6.2. Određivanje hlapljivih spojeva arome Istarskog pršuta 32**

**7. ZAKLJUČCI 36**

**8. LITERATURA 37**

**9. SAŽETAK 40**

**10. SUMMARY 41**

**ŽIVOTOPIS 42**

1. ***UVOD***

Pršut je trajni suhomesnati proizvod vrhunske kakvoće. Tehnološki proces proizvodnje pršuta je veoma kompleksan i dugotrajan čime se opravdava njegova visoka cijena na tržištu. Proizvodnja pršuta vezana je uglavnom za mediteransko područje, osobito Italiju, Španjolsku, Francusku, Portugal i Hrvatsku, odakle potječe najveći broj različitih vrsta pršuta. Postoje različite vrste pršuta, a razlika je u genetici, hranidbi, uvjetima uzgoja svinja, različitim uvjetima proizvodnje te regiji ili zemlji podrijetla. Kao rezultat toga, u svijetu se proizvode različite vrste pršuta. S obzirom na visoku cijenu koštanja i visoku tržišnu vrijednost pršuta visoke kakvoće i poznatog podrijetla, udruženja proizvođača su radi zaštite svojih proizvoda odredila kriterije za proizvodnju koji su kasnije i zakonom definirani. Tako je Istarski pršut je 2011. dobio oznaku izvornostiprema standardima Europske unije. To je ujedno prvi autohtoni poljoprivredno-prehrambeni proizvod koji je u Hrvatskoj zaštićen oznakom izvornosti prema standardima Europske unije.

Istarski pršut je dakle, hrvatski autohtoni trajni suhomesnati proizvod visoke kvalitete i izrazitih organoleptičkih svojstava, ružičasto do svijetlo- crvene boje i specifične, jedinstvene arome.

Aroma mesa je jedan od važnijih parametara kvalitete i ovisi o samoj sirovini i proizvodnom procesu. Za aromu su zaslužni hlapljivi spojevi koji nastaju u fazi zrenja, reakcijama kemijske ili enzimske oksidacije nezasićenih masnih kiselina te daljnjim interakcijama s proteinima, peptidima i slobodnim aminokiselinama. Utvrđeno je više od 200 hlapljivih tvari u aromi pršuta u svijetu.

Upravo zato, cilj ovog istraživanja je odrediti spojeve tradicionalnog Istarskog pršuta plinsko-kromatografsko-masenom spektometrijskom (GC-MS) analizom te utvrditi fizikalno-kemijska svojstva te njihovu povezanost s tvorbom hlapivih spojeva.

1. ***TEORIJSKI DIO*** 
   1. **Pršuti**

Sušenje svinjskog mesa radi produženja njegove trajnosti prvi puta se spominjalo u ranom rimskom dobu. Rimska riječ za usoljeni, osušeni svinjski but bila je ˝perxuctus˝, a etimološki potječe od latinskog izraza “*prae exsuctus”*, vulg. lat. “*perexsuctus”* koji u prijevodu znači temeljito osušen (per - po, na + exsuctus - isušititi). Kasnije je taj izraz zamijenila modernizirana taliijanska riječ ˝prosciutto˝, što znači osušeni, osoljeni, začinjeni zreli svinjski but koji se konzumira izrezan na tanke listiće. Talijani su tu svoju vještinu produženja trajnosti mesa soljenjem prenijeli na cijeli europski kontinent, a Columbo čak do Amerike 1493. god. I hrvatski naziv PRŠUT izvedenica je talijanskih izraza “prosciiugare” (sušiti, isušiti) i “prosciutto”.

Pršuti se po tehnološkoj sistematizaciji ubrajaju u trajne suhomesnate proizvode.

Suhomesnati proizvodi dobivaju se soljenjem ili salamurenjem i sušenjem ili toplinskom obradom, uz dimljenje ili bez dimljenja, svinjskog, goveđeg ili ovčjeg mesa i mesa kopitara (Živković, 1986). Dugo vrijeme sušenja dovodi do sniženja aktiviteta vode i pH-a, čime se postiže konzervirajući učinak. Kod tehnološkog postupka proizvodnje trajnih suhomesnatih proizvoda ne primjenjuje se toplinska obrada, nego se, uz soljenje ili salamurenje, provodi sušenje i eventualno hladno dimljenje. Proizvodnja ove vrste proizvoda dugotrajnija je, ali rezultira proizvodom visoke kvalitete i organoleptičkih svojstava.

Pršut se dobiva suhim soljenjem specifično obrađenih svinjskih butova, koji se zatim podvrgavaju zrenju u kontroliranim mikroklimatskim uvjetima. Posljedica ovakvog načina proizvodnje je pršut odličnih organoleptičkih i nutritivnih svojstava, s dobrim omjerom zasićenih i nezasićenih masnih kiselina, smanjenim udjelom lipida i kolesterola, te većim udjelom slobodnih aminokiselina nego kod svježeg mesa.

S obzirom na visoku cijenu koštanja i visoku tržišnu vrijednost pršuta visoke kakvoće i poznatog podrijetla, udruženja proizvođača su, radi zaštite svojih proizvoda, odredila kriterije za proizvodnju koji su kasnije i zakonom definirani. Europska Komisija osnovala je registar za upis određenih prehrambenih proizvoda s ciljem njihove zaštite, i to:

* Registar proizvoda izvornog podrijetla (Protected Designation of Origin – PDO)
* Registar proizvoda zaštićene zemljopisne oznake (Protected Geographical Indication - PGI)
* Registar proizvoda s garancijom tradicionalne kakvoće (Traditional Speciality Guaranted - TSG)

U svim slučajevima propisana su ograničenja glede proizvodnje svinja, odabira linija i križanaca, hranidbe, minimalne dobi i tjelesne mase, uvjeta klanja, tehnologije prerade itd.

Obzirom da je Hrvatska relativno kasno usvojila taj zakon, na tržištu se i danas mogu naći mnogi pršuti neujednačene kvalitete. Proizvodnjom pršuta loše kvalitete, ugrozila se stoljetna tradicija proizvodnje jedinstvenih vrhunskih pršuta, kao što je Istarski pršut.

No, integriranjem u mnoge europske i svjetske integracije, te prilagodbom istima, i Hrvatska je odlučila zaštititi svoje autohtone proizvode. Tako su do sada, sukladno Zakonu o oznakama zemljopisnog podrijetla proizvoda i usluga (NN 78/99 i 127/99), zaštićeni zemljopisni nazivi i izvorni nazivi pršuta: Istarski pršut i Drniški pršut. Budući da je u međuvremenu Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodnoga gospodarstva donijelo nove propise - Pravilnik o oznakama izvornosti i oznakama zemljopisnog podrijetla (NN 80/05) te Pravilnik o priznavanju posebnih svojstava hrane i dodjeli oznake „tradicionalni ugled“ (NN 127/05), koji su usklađeni s propisima EU (Uredba Vijeća 2081/92 i 2082/892), stvoren je i pravni okvir za zaštitu naših autohtonih proizvoda na nivou Europske unije.

Istarski pršut je 2011. dobio oznaku izvornosti prema standardima Europske unije.

**2.2. Istarski pršut**

2.2.1. Definicija i specifikacije Istarskog pršuta

Istarski pršut je trajni suhomesnati proizvod dobiven iz svježeg buta, obrađenog na istarski način zajedno sa zdjeličnim kostima, bez kože i potkožnog masnog tkiva, suho soljen morskom soli i prirodnim mirodijama, sušen na zraku i bez dimljenja.



**Slika 2**. Zreli istarski pršut (Božac i sur., 2008)

2.2.2. Opis sirovine

Za proizvodnju Istarskog pršuta koriste se pasmine bijelih mesnatih svinja, i to veliki jorkšir, švedski landras, njemački landras, durok te njihovi križanci. Područje proizvodnje sirovine namijenjene proizvodnji istarskog pršuta ograničeno je na županije u Republici Hrvatskoj: Istarska, Primorsko - goranska (ograničeno samo na kopneni dio, bez otoka), Karlovačka, Sisačko - moslavačka, Zagrebačka, Bjelovarsko - bilogorska, Koprivničko - križevačka, Međimurska, Virovitičko - podravska, Požeško - slavonska, Brodsko - posavska, Osječko - baranjska i Vukovarsko - srijemska.

Svinje se tove u poluintenzivnom tovu do najmanje 150, a najviše 200kg, a dob svinja je najmanje 9 mjeseci. Nakon primarne klaoničke obrade i rasijecanja slijedi tehnološki proces hlađenja butova na temperaturi u rasponu od -1 do +4°C. Zamrzavanje nije dozvoljeno. Butovi se sole u periodu od 24 do 96 sati post mortem. Također je određen i način prehrane spomenutih svinja. Prehrana svakako mora sadržavati kukuruz, bundeve, krumpir, repu i drugo bilje.

2.2.3. Opis gotovog proizvoda

Na kraju proizvodnog procesa istarski pršut posjeduje određena organoleptička i fizikalno - kemijska svojstva.

Neki od organoleptičkih svojstava koje mora zadovoljavati istarski pršut prije stavljanja u promet: izduženi, pravilan oblik, bez kože, osim u dijelu ispod skočnog zgloba, mišićno tkivo na presjeku mora biti jednolične ružičasto - crvene boje, a masno tkivo bijele boje, karakterističnog mirisa, izraženog, punog okusa umjerene slanosti te pune i intenzivne arome. Fizikalno - kemijska svojstva istarskog pršuta moraju biti u okviru sljedećih vrijednosti: udjel vode - manji od 55%, natrijev klorid - manje od 8%, aktivnost vode (aw) - ispod 0,93.

Masa gotovog proizvoda prije stavljanja na tržište mora iznositi manje od 7kg.

2.2.4. Zemljopisno područje proizvodnje Istarskog pršuta

Zemljopisno područje pogodno za proizvodnju Istarskog pršuta ograničeno je na centralni dio istarskog poluotoka, otprilike dvanaest kilometara od obale prema unutrašnjosti, zbog pogodnih mikroklimatskih uvjeta. Prirodni uvjeti su idealni za proizvodnju pršuta. Tomu uvelike doprinose česti vjetrovi koji hlade i suše zrak, bez ekstremno visokih temperatura zbog mediteranske klime. Izvan tog uskog zaštićenog područja postoje mnoga kućanstva i pršutane koji proizvode pršut prema tradicionalnoj recepturi, međutim takvi proizvodi se ne mogu deklarirati i prodavati pod nazivom „Istarski pršut“. Pod tim imenom mogu se deklarirati samo proizvodi kod kojih se zna podrijetlo sirovine i koji su proizvedeni prema pravilima projekta „Istarski pršut sa zaštićenim zemljopisnim podrijetlom“ (Cindrić, 2004b).

* + 1. Proizvodnja istarskog pršuta

Pršut nastaje djelomičnom dehidracijom i kemijsko - enzimatskim transformacijama suho soljenog mesa svinjskog buta pod određenim uvjetima temperature, vlažnosti i strujanja zraka (Karolyi, 2006).

Glavne faze kod proizvodnje pršuta su:

1. **TRADICIONALNA OBRADA BUTA**

Nakon rasijecanja trupa, but se obrađuje na vrlo specifičan način, tako da se ne može vidjeti kraj femoralne bedrene kosti, tzv. jabučica butne kosti (*caput femoris*), koja ostaje zatvorena u zdjeličnoj kosti (*acetabulum*). Kod ostalih pršuta, ona je vidljiva s unutrašnje, medijalne strane i predstavlja jedno od njihovih glavnih obilježja.

Još jedan postupak koji ovaj pršut čini specifičnim jest skidanje kože i potkožnog masnog tkiva sa cijele površine buta, sve do mesa. Koža se ne uklanja jedino na skočnom zglobu, u visini od 10 - 15cm, gdje se but veže i vješa kod daljnje obrade. Najkvalitetniji pršuti se dobivaju iz butova koji u svježem stanju iznose 15 - 20kg.

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. Kod proizvodnje ove vrste pršuta dozvoljeno je isključivo suho soljenje. 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 je dopušteno 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. Također uzrokuje i obrastanje vanjske površine buta plijesnima, što predstavlja još jednu karakteristiku specifičnu za istarski pršut. Postupak soljenja traje maksimalno 21 dan.

1. **PREŠANJE**

Neposredno nakon soljenja, provodi se i prešanje, kako bi se pospješilo cijeđenje 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 muskulature od kosti te preveliko izlučivanje soka iz mesa.

1. **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 (aw) 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.

1. **ZRENJE**

Zrenje, odnosno fermentacija, odvija se neposredno nakon sušenja. Butovi se iz komora za sušenje prenose u podrumske 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. Ovakvi uvjeti pogodni su za razvitak mikroorganizama i gljivica koje Istarskom pršutu daju karakterističan izgled. Navedeni mikroklimatski uvjeti omogućuju pravilan postupak zrenja uz postupno smanjenje sadržaja vode. Aktivitet vode u potpuno zrelim Istarskim pršutima ima vrijednosti ispod 0,92.

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

Sive plijesni iz roda *Penicillium* (*P. frequentans, P. puberulum*) poželjne su kod zrenja pršuta jer utječu na formiranje arome. Nakon 30-40 dana zrenja dolazi do vidljivog rasta okruglih kolonija koje s vremenom obrastu cijeli površinu buta potpomažući njegovo ujednačeno sušenje i zrenje. Tijekom daljnjeg sušenja dolazi do prestanka rasta i osipanja sivih plijesni koje na pršutu ostavljaju paučinaste ostatke.

Tijekom faze zrenja u pršutu 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 Istarskog pršuta.

Također je karakteristično da se Istarski pršut proizvodi bez dimljenja. Zahvaljujući proizvodnji bez nitrata, nitrita, dimljenja, sprečava se nastanak mnogih toksičnih tvari koji su prisutni u drugim vrstama pršuta. To ga svrstava u red proizvoda vrhunske kakvoće i vrijednosti. Također ima vrlo prepoznatljiv vanjski izgled. Izduženog je oblika jer sadrži zdjelične kosti, nema kože ni potkožnog masnog tkiva te je nerijetko prekriven plijesnima.

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

* 1. **Aroma mesa**

Aroma je važan senzorski aspekt za potpunu prihvatljivost mesnih proizvoda. Za stvaranje tipičnih aroma i okusa pršuta zaslužne su reakcije slobodnih aminokiselina i slobodnih masnih kiselina s drugim spojevima te oksidacija slobodnih masnih kiselina, iako neke od njih u osnovi nisu poželjne (Toldrá, 2002).

Aroma je definirana kao impresija o proizvodu u ustima kroz kemijska osjetila. Ona uključuje aromatične (olfaktorne percepcije), okusne (percepcija okusa) i kemijske osjetilne faktore. Aroma je ustvari kombinirani doživljaj okusa koji se zapaža okusnim pupoljcima na jeziku i mirisa koji se zapaža olfaktornim epitelom u nosu.

Tijekom faze zrenja u pršutu dolazi do niza biokemijskih reakcija koje su ključne pri formiranju arome. Kao najvažnije, možemo izdvojiti reakcije proteolize i lipolize. To su dva ključna procesa kojima nastaju hlapljivi spojevi arome.

1. Proteoliza

Mišićni proteini prolaze kroz intenzivnu proteolizu (Slika 2), što rezultira opuštanjem ukočenih mišića djelovanjem proteolitičkih enzim koji dovode do dezintegracije intercelularnih membrana i sarkoleme. Ove reakcije rezultiraju nastajanjem velikog broja malih peptida i aminokiselina.

Enzimi odgovorni za reakcije proteolize su proteinaze (B, D, H i L katepsini i manje kalpaini) i egzopeptidaze (peptidaze i aminopeptidaze) (Toldrá i sur., 1997a). Dijelimo ih u tri grupe: neutralne i lizozomske proteinaze i mišićne aminopeptidaze.



Slika 2. Proteoliza u pršutu (Toldrá, 2002)

1. Lipoliza

Mast je najvarijabilnija kemijska komponenta mesa. Utječe na okus, teksturu, trajnost i cijenu proizvoda. Udjel masti u mesu obrnuto je proporcionalan udjelu proteina. Zajedno sa proteolizom, lipoliza je zaslužna za najvažnije biokemijske promjene koje se događaju u proizvodnji pršuta. Lipoliza se odvija djelovanjem lipaza i fosfolipaza (Slika 3) koje ostaju aktivne tijekom cijelog vremena proizvodnje. Lipoliza mišićnih lipida se u najvećoj mjeri odvija tijekom prvih pet mjeseci procesa, a lipidi adipoznog tkiva prolaze kroz intenzivnu lipolizu tijekom početnih faza postupka soljenja i post-soljenja pri čemu dolazi do velikog povećanja koncentracije slobodnih masnih kiselina. Slobodne masne kiseline nastale u procesu lipolize, a posebno one polinezasićene, stvaranjem prekursora okusa i arome koji služe kao supstrat za buduće oksidacijske reakcije izravno utječu na aromu i okus, odnosno kvalitetu pršuta.

Postoje lipaze adipoznog tkiva i mišićne lipaze. No, osim reakcijama lipolize, mast može biti supstrat i reakcija oksidacije. Oksidacija se događa kroz proces autooksidacije i β-oksidacije. Glavni proces, autooksidacija, je proces nastajanja slobodnih radikala, a najviše pogađa nezasićene masne kiseline.

Biokemijskim procesima proteolize i lipolize nastaju mali peptidi, aminokiseline i masne kiseline koji su najzaslužnije za aromu pršuta.



Slika 3. Lipoliza u pršutu (Toldrá, 1998)

* + 1. **Hlapljivi spojevi arome**

Utvrđeno je više od 200 hlapljivih spojeva arome pršuta u svijetu. Hlapljive tvari arome nastaju reakcijama kemijske ili enzimske oksidacije nezasićenih masnih kiselina te daljnjim interakcijama s proteinima, peptidima i slobodnim aminokiselinama (Krvavica i sur., 2010). Neki autori čak navode mogućnost karakterizacije određenih vrsta pršuta na osnovu izoliranih hlapljivih spojeva arome (Luna i sur., 2006; Narváez- Rivas i sur., 2010). Od mnogih hlapljivih spojeva koji nastaju, najvažniji su aldehidi, alkoholi, ketoni, slobodne masne kiseline nastale hidrolizom triglicerida i fosfolipida, β-laktoni, esteri i drugi spojevi kao što su derivati benzena, amini i amidi.

Svaki od prisutnih spojeva ima svoju specifičnu aromu. Konačna, tipična aroma Istarskog pršuta je rezultat interakcija specifičnih aroma mnogih hlapljivih spojeva, koji nastaju određenim biokemijskim reakcijama.

Jedna od najvažnijih biokemijskih reakcija za stvaranje arome pršuta je razgradnja aminokiselina te reakcije istih s drugim spojevima. Hlapljivi spojevi, kao aldehidi, alkoholi, ketoni, koji snažno utječu na aromu pršuta, nastaju razgradnjom slobodnih aminokiselina. Razgradnjom aminokiselina koje sadrže sumpor (metionin, cistein, cistin) kroz Steckerove reakcije nastaje specifični spoj arome dimetil - disulfid. Razgradnjom nekih drugih aminokiselina nastaju drugi hlapljivi spojevi arome. Svi ovi spojevi utječu na različite karakteristike arome gotovog proizvoda.

Aminokiseline koje reagiraju s drugim spojevima također utječu na aromu. Nadalje, u reakcijama aminokiselina i aldehida mogu nastati piridini (Krvavica i sur., 2010).

Nezasićene slobodne masne kiseline, tj. hlapljivi spojevi koji nastaju njihovom razgradnjom, su ključni kod formiranja konačne arome pršuta. One su podložne oksidaciji, koja je u manjoj mjeri neophodna za formiranje arome. No, oksidacija u većoj mjeri može dovesti do negativnih senzorskih osobina mesa (žuta boja masnog tkiva), te stvaranje odbojnih mirisa po užeglosti (ranketljivost). Prekomjerna oksidacija se može spriječiti dodavanjem određenih antioksidansa.

Alifatski ugljikovodici, alkoholi, aldehidi i ketoni su najzastupljeniji spojevi koji nastaju razgradnjom nezasićenih masnih kiselina. Heksanal je aldehid koji nastaje oksidacijom linolne masne kiseline, a može davati miris na svježe meso, travu ili ranketljivost (Luna i sur., 2006).

Esteri su također jako važni spojevi kod stvaranja arome pršuta. To su derivati nastali u interakciji slobodnih masnih kiselina i različitih alkohola stvorenih intermuskularnom lipidnom oksidacijom.

Začini koji se koriste u proizvodnji Istarskog pršuta u značajnoj mjeri doprinose organoleptičkim svojstvima proizvoda, pa tako i aromi. Papar sadrži piperin i izomere piperina (piperidin i piperonilaldehid) i njegove ugljikovodične terpene, od koji potječe papreni okus. Kod češnjaka je identificirano 27 hlapljivih komponenti, od koji je najzastupljeniji alicin, a također je značajna i koncentracija sumpornih spojeva. Ova dva začina također sadrže i neke antioksidativne tvari, te na taj način imaju i antiautooksidativnu ulogu (Toldrá, 2002).

Prisutnost terpena u pršutima općenito se povezuje s dodatkom začina, a posebno papra (Hinrichsen i Pedersen,1995).

1. ***HIPOTEZA***

Osnovni cilj ovoga rada je identificirati i kvantificirati hlapljive tvari istarskog pršuta te utvrditi fizikalno kemijska svojstva te njihovu povezanost s tvorbom hlapljivih spojeva. Istarski pršut je prvi autohtoni poljoprivredno-prehrambeni proizvod koji je u Hrvatskoj zaštićen oznakom izvornosti prema standardima Europske unije. Postoje detaljne specifikacije za sirovinu, zemljopisno područje proizvodnje, samu proizvodnju i izgled gotovog proizvoda kojih se proizvođač mora pridržavati.

Ono što ga čini posebnim i jedinstvenim u svijetu je korištenje morske soli te izostavljanje postupka dimljenja, čime se reduciraju brojni toksični sastojci koje se nalaze u mnogim drugim vrstama pršuta. Također, istarski pršut ima jedinstvenu aromu za koju su zaslužni hlapljivi spojevi koji nastaju u fazi zrenja, kao i hlapljivi spojevi iz dodanih začina.

***4. MATERIJALI I METODE***

**4.1. Materijali**

**4.1.1. Pršut**

Kao eksperimentalni materijal za istraživanja u ovom radu korišten je zaštićeni Istarski pršut. Pršut je dobiven tradicionalnom tehnologijom prerade svinjskog buta durok pasmine. Tehnologija i vrijeme prerade butova od sirovine do gotovog proizvoda opisana je u teorijskom dijelu ovog rada. U ovom radu ispitivani su uzorci istarskog pršuta od 5 različitih proizvođača proizvedeni tradicionalnim postupkom proizvodnje.

Analiza kemijskog sastava, hlapljivih spojeva arome i fizikalnih karakteristika (boja, stupanj oksidacije lipida, aktivitet vode) provedena je na *M.* *biceps femoris*.

**4.2. Metode rada**

**4.2.1. Analiza fizikalnih i kemijskih karakteristika**

***4.2.1.1. Određivanje udjela vode***

Određivanje udjela vode provedeno je gravimetrijski (ISO 1442:1997). Mišićje je homogenizirano, te je za analizu uzeto oko 3g uzorka koji se u posudici pomiješaju s kvarcnim pijeskom. Za određivanje udjela vode uzorci su sušeni na 103 ± 2ºC do postizanja konstantne mase.

**Postupak:**

U niske aluminijske posudice napuni se kvarcni pijesak (oko 5 grama) i postavi stakleni štapić, te se sve zajedno postavlja u sušionik na zadanu temperaturu. Posudice se suše oko 30 minuta (nakon što se postigne temperatura), bez poklopca (poklopac se nasloni za zdjelicu). Zatim se posudice poklope dok su još u sušioniku, hlade u eksikatoru do sobne temperature (30 min), nakon čega se važu na vazi (m0) te se ta masa upiše u tablicu, a moguće je osušiti ih dan prije i čuvati u eksikatoru do upotrebe.

U izvagane i osušene aluminijske posudice doda se oko 3g homogeniziranog uzorka, lagano pomiješa s kvarcnim pijeskom pomoću staklenog štapića, te se posudice poklope i izvažu (m1).

Posudice s uzorkom se otklope i postave u sušionik na 2,5 h na zadanu temperaturu (vrijeme se mjeri nakon što se postigne željena temperatura), nakon čega se opet poklapaju, hlade u eksikatoru do sobne

temperature (30min), te važu (m2). Postupak se ponavlja sve dok se dva uzastopna mjerenja (nakon 1 sat sušenja) ne razlikuju više od 0,1%. Obično su dovoljna 2 ciklusa.

Udjel vode (%) računa se prema formuli:

w(H2O) = (m1-m2) / (m1-m0) x 100 **(1)**

gdje je

m0 - masa aluminijske posude sa kvarcnim pijeskom i poklopcem (g)

m1 – masa aluminijske posude sa pijeskom i neosušenim uzorkom i poklopcem (g)

m2 – masa aluminijske posude sa osušenim uzorkom i poklopcem (g)

***4.2.1.2. Određivanje udjela soli metodom po Mohru***

Dokazivanje i određivanje natrijevog klorida vrši se pri ispitivanju kemijskog sastava mesa i kontroli proizvoda od mesa. Najčešće se koriste modificirane titracijske metode određivanja klorida po Vohlardu i Mohru.

U ovom radu korištena je metoda po Mohru. Rađene su tri paralelne titracije. U izračunu je korištena srednja vrijednost utrošenih volumena otopine srebrovog nitrata (AgNO3).

Iz analitičkih podataka i volumena otopine AgNO3 utrošenog za titraciju izračuna se maseni udjel natrijevog klorida (%) u ispitivanom uzorku.

**Postupak:**

U čašu od 100cm3 izvaže se 2g (+/- 0,01g) dobro usitnjenog i homogeniziranog uzorka, doda se 2-3cm3 tople vode i miješa staklenim štapićem da se ne dobije homogena smjesa.

Smjesa se kvantitativno prenese u odmjernu tikvicu od 100cm3 (uz ispiranje čaše vodom).

Tikvica se dopuni destiliranom vodom do oznake, dobro promiješa i drži u ključaloj vodenoj kupelji 15 minuta od trenutka kada zakipi sadržaj tikvice.

Otopina u tikvici se ohladi, ali ne do kraja (ako je potrebno vodom dopuniti do oznake), promiješa se i i filtrira preko filter papira.

pH-vrijednost filtrata ispita se univerzalnim indikatorskim papirom (pH 7-10; bolje je da je bliže 10). Ako filtrat reagira kiselo potrebno ga je neutralizirati pomoću otopine natrijevog hidroksida. Od dobivenog filtrata otpipetira se 25cm3 u Erlenmeyer-ovu tikvicu, doda se 2-3 kapi indikatora (zasićene otopine K2CrO4) i titrira se otopinom AgNO3 množinske koncentracije 0,1 mol/dm3, do prve promjene boje.

Udjel NaCl-a (%)računa se prema sljedećem izračunu:

**AgNO3 + NaCI → AgCl + NaNO3**

m100 (NaCl) (g) = 4xc (AgNO3)x Vs x M (NaCl) **(2)**

w (NaCl) *=* (m100 */* m)x100 **(3)**

gdje je:

Vs  - srednji volumen AgNO3 (L)

m100 - masa NaCl-a (g)

m - masa uzorka (g)

***4.2.1.3. Određivanje udjela proteina***

Određivanje je provedeno prema ISO metodi (HRN ISO 1871:1999) koja se zasniva na Kjeldahl-ovom principu određivanja količine dušika prisutnog u uzorku. Metoda se još naziva i „blok“ metodom, a sastoji se od zagrijavanja uzorka sa koncentriranom sumpornom kiselinom, destilacije i titracije, a provedena je upotrebom Kjeltec 2100 uređaja. Zagrijavanjem uzorka dolazi do potpune oksidacije organske tvari na CO2 i H2O, dok se dušik oslobađa u obliku NH3 i sa sumpornom kiselinom daje amonijev sulfat ((NH4)2SO4).

U drugoj fazi određivanja (destilacija) djelovanjem lužine na amonijev sulfat oslobađa se amonijak koji se predestilira vodenom parom u tikvicu s kiselinom poznate koncentracije. Višak kiseline odredi se titracijom. Iz dobivenog postotka dušika izračuna se količina proteina u uzorku.

Mjerenje je provedeno na dva paralelna uzorka. Srednja vrijednost dvaju mjerenja upotrebljena je kod analize podataka.

**Postupak:**

Uzorak pršuta homogenizira se sa komercijalnim procesorom hrane. Na listiću aluminijske folije odvaže se 2 grama uzorka s točnošću ± 0,1mg, uzorak se umota u foliju, te se prebaci u Kjeldahl-ovu epruvetu za spaljivanje od 250mL. U epruvetu se dodaju redom: 2-3 kuglice za vrenje, 2 tablete Kjeldahl katalizatora (ili 7g K2SO4 + 0,8g CuSO4·5H2O), 14mL koncentrirane H2SO4, (ako uzorak ima visok postotak masti (>10%) dodaje se 15mL H2SO4) i 5 mL 30-35%-tnog vodikovog peroksida (H2O2). Sadržaj epruvete lagano se promiješa kako bi se uzorak u potpunosti navlažio. Po završetku reakcije, stalak sa epruvetama postavi se u digestijsku jedinicu za mineralizaciju, postavi se poklopac i uključi se sistem za odvod para. Prvih 10 minuta spaljivanje ide uz maksimalan protok vode (10 minuta) nakon čega se protok vode mora smanjiti na 50%. Mineralizacija uzorka provodi se 60 minuta. Na kraju postupka tekućina u epruvetama treba biti bistra i svijetlo zelene boje. Epruvete se zajedno sa stalkom izvade iz digestijske jedinice i ostave hladiti zajedno s poklopcem do sobne temperature. Ohlađeni uzorak razrijedi se s 80mL H20.

Na postolje u destilacijskoj jedinici postavi se Erlanmayerova tikvica u kojoj se nalazi 25mL borne kiseline, i podigne u gornji položaj tako da je destilacijska cjevčica uronjena u otopinu. U Kjeldahl-ovu epruvetu doda se 50 mL 40% NaOH, te se ona postavi na slobodno mjesto u uređaju. Destilacija se odvija 4 minute. Destilat je zelene boje što ukazuje na prisutnost amonijaka. Destilat mora biti hladan jer će u protivnom (što je destilat topliji) doći do gubitka amonijaka.

Dobiveni destilati i slijepe probe titriraju se sa standardom HCl-a (0,2 N) do promjene boje u blijedo ljubičastu, te se zabilježi potrošeni volumen kiseline potreban za neutralizaciju.

Udjel dušika računa se prema formuli:

** (4)**

gdje je:

T – utrošeni mL 0,2 M otopine HCl za titraciju uzorka

B -utrošeni mL 0,2 M otopine HCl slijepe probe

c(HCl) = 0,2 mol/L

Iz dobivenog %-tka dušika množenjem sa faktorom za meso dobije se ukupni postotak proteina u uzorku

% proteina = %N x 6,25 **(5)**

***4.2.1.4. Određivanje udjela pepela***

Ukupni sadržaj mineralnih tvari neke namirnice može se procijeniti na osnovu količine pepela, koji predstavlja anorganski ostatak koji zaostaje nakon spaljivanja organskog dijela namirnice. Određivanje je provedeno prema ISO metodi (ISO 936:1998) koja se temelji na spaljivanju uzorka do konstantne mase.

Mjerenje je provedeno na dva paralelna uzorka.

**Postupak:**

Porculanski lončići spale se na plameniku kako bi se uklonile eventualne nečistoće te se ohlade u eksikatoru. Nakon hlađenja lončići se važu, napune sa 5±0,01g dobro homogeniziranog uzorka i ponovno važu.

Lončići, sa ravnomjerno raspoređenim uzorkom, polako se zagrijavaju preko Bunsen-ovog plamenika ili električnog grijača dok uzorci ne karboniziraju. Zatim se postave se u mufolnu peć na temperaturu od 5500C, te se spaljuju do pojave sivog pepela i do konstantne mase. Nakon završetka spaljivanja uzorci se ohlade u eksikatoru, te se nakon hlađenja jos jednom važu.

Iz dobivenih podataka izračuna se udjel pepela u uzorcima pršuta.

m3-m1

% pepela = ----------- \* 100 **(6)**

m2-m1

gdje je:

m1-masa prazne posudice (g)

m2-masa posudice s uzorkom prije spaljivanja(g)

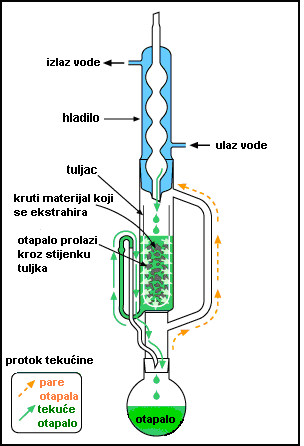
m3-masa posudice s pepelom (g)

***4.2.1.5. Određivanje udjela masti***

Udjel masti u uzorcima određen je metodom po Soxhletu (HRN ISO 1443:1999). Metoda se zasniva na ekstrakciji lipida iz krutog uzorka pomoću organskog otapala. Ekstrakcijom masti po Soxhlet-u određuju se slobodna mast. Aparatura se sastoji od tikvice, ekstraktora, i hladila i prikazana je na slikama 4 i 5.

Mjerenje je provedeno na dva paralelna uzorka te je srednja vrijednost dvaju mjerenja korištena u analizi podataka.





Slika 4. Korištena aparautura po Sohxlet-u Slika 5. Shematski prikaz aparature

(Anonymous 1) (Anonymous 2)

**Postupak:**

U odmašćeni tuljac za ekstrakciju izvaže se oko 10g usitnjenog uzorka pršuta. Izvagani uzorak u tuljcu zatvori se vatom. Tuljac se postavi u ekstraktor aparata po Soxhlet-u, spoji se tikvica u koju su stavljene 1-2 staklene kuglice za vrenje i doda potrebni volumen otapala etera ili petrol-etera. Otapalo se predestilira, a ekstrakt se skuplja u izvaganu tikvicu. Ekstrakcija se provodi 8 sati. Nakon završene ekstrakcije, otpari se otapalo, a ostatak u tikvici suši 60 minuta pri 103±2°C, ohladi i važe. Sušenje se ponavlja po 30 minuta do konstantne mase.

Udjel masti računa se prema formuli:

% masti **=  (7)**

gdje je:

m0 -masa uzorka pršuta (g)

m1 - ukupna masa ekstrahirane masti (g)

***4.2.1.6. Određivanje aktiviteta vode aw***

Aktivitet vode (aw) određuje se u uvjetima ravnoteže, a predstavlja omjer parcijalnog tlaka vodene pare namirnice i tlaka čiste vodene pare kod određene temperature. Pomoću njegove vrijednosti može se procijeniti koliki dio slobodne vode stoji na raspolaganju u odvijanju metabolizma prisutnih mikroorganizama.

Aktivitet vode izmjeren je na dva uzorka *M. biceps femoris*. Određivanje je provedeno pomoću aparataTesto 650 prikazanom na slici 6. Srednja vrijednost dobivena mjerenjima korištena je u daljnjoj analizi podataka.



Slika 6. Testo 650 (Anonymous 3)

***3.2.1.7. Određivanje stupnja oksidacije lipida***

Metoda s tiobarbiturnom kiselinom (TBA) koristi se za određivanje stupnja oksidacijskog djelovanja na temelju sekundarnih kondenzacijskih produkata lipidne oksidacije. Metoda se još naziva i metodom tiobarbiturne kiseline, a temelji se na spektrofotometrijskom određivanju ružičastog pigmenta nastalog reakcijom tiobarbiturne kiseline (TBA) i malondialdehida (MDA) (Slika 7). Po svom kemijskom sastavu MDA je ketoaldehid i predstavlja sekundarni produkt lipidne oksidacije nezasićenih masnih kiselina (Matijašević-Oštrić i Turkulov, 1980).

**

Slika 7.Reakcija tiobarbiturne kiseline i malondialdehida (Matijašević-Oštrić i Turkulov, 1980).

**Postupak:**

Postupak određivanja proveden je metodom prema Lemonu (1975). Postupak određivanja intenziteta obojenja započinje pripremom potrebnih reagensa.

1. ***otopina za ekstrakciju***

7,5%-tna otopina 3-kloroctene kiseline (TCA) pripremi se na sljedeći način: u odmjernu tikvicu odvaže se 75g TCA, 1g propil galata i 1g etilendiamintetraoctene kiseline (EDTA) te se nadopuni do 1000mL sa vodom.

**b)TBA *reagens***

0,02mol/L TBA pripremi se na sljedeći način: u odmjernu tikvicu odvaže se 1,44g tiobarbiturne kiseline (TBA), te se nadopuni s vodom do 500mL.

Nakon pripreme potrebnih reagensa provodi se ekstrakcija, nakon čega slijedi spektrofotometrijsko mjerenje intenziteta nastalog obojenja. Postupak je sljedeći:

20g uzorka pomiješa se sa 40mL 7,5%-tnog TCA te se homogenizira. Nakon 30 minuta stajanja uzorak se filtrira.

5mL filtrata prenese se u velike tube (epruvete) te mu se doda 5mL prethodno pripremljenog TBA reagensa. Za slijepu probu umjesto filtrata dodaje se 5mL destilirane vode. Tube se zatvore te se postave u vodenu kupelj temperature 100°C na vrijeme od 40 minuta. Nakon toga tube s uzorcima urone se u hladnu kupelj, te se zatim može provesti spektrofotometrijsko mjerenje apsorbancije kod 538nm.

Mjerenja u ovom radu provedena su na tri paralelna uzorka koristeći spektrofotometar Helios β. Koncetracija nastaog pigmenta određena je očitavanjem sa baždarnog dijagrama.

Vrijednosti za TBA izračunate iz baždarnog dijagrama izražene su kao mg malonaldehida/kg uzorka pršuta (mg MA/kg uzorka).

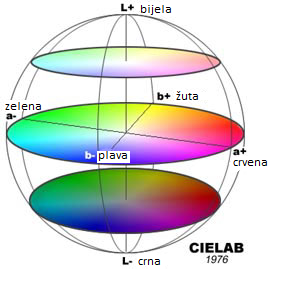
***4.2.1.8. Određivanje boje***

Određivanje boje provedeno je na površini uzoraka *M.**biceps femoris*odmah nakon otvaranja uzorka kako bi se spriječila degradacija boje uzrokovana utjecajem svjetla i kisika iz zraka. Za mjerenje je korišten Minolta CM-3500d spektrofotometar prikazan na slici 8. Mjereni parametri boje bili su *L*\* (svjetloća), *a*\* (crveno-zeleni spektar, stupanj crvenila mesa) i *b*\* (žuto-plavi spektar, stupanj žute boje mesa) prema CIELAB modelu (CIE, 1976) prikazanom na slici 9.

Vrijednosti za *L*\*, *a*\* i *b*\* izračunate su kao srednja vrijednost 10 mjerenja uz napomenu da su se kod mjerenja izbjegavala područja sa većom količinom masnoće zbog što točnijih i ujednačenijih mjerenja.



Slika 8. Minolta CM-3500d spektrofotometar (Anonymous 4)

****

Slika 9*.* CIELAB model boja, 1976 (Anonymous 5)

**4.2.2. Određivanje hlapljivih spojeva HS-SPME/GC-MS metodom**

Izdvajanje hlapljivih sastojaka arome provedeno je HS-SPME (headspace solid - phase micro extraction) metodom mikro ekstrakcije iz čvrste faze na tri paralelna uzorka Istarskog pršuta. Vrijeme i temperatura za postupak izdvajanja hlapljivih sastojaka arome određeni su na temelju prethodnih ispitivanja različitih temperatura i vremena ekstrakcije. Nakon provedene mikroekstrakcije identifikacija i kvantifikacija izdvojenih hlapljivih spojeva provedena je primjenom plinskog kromatografa 6890N (GC) i masenog spektrometara 5975i (MS).

**Postupak:**

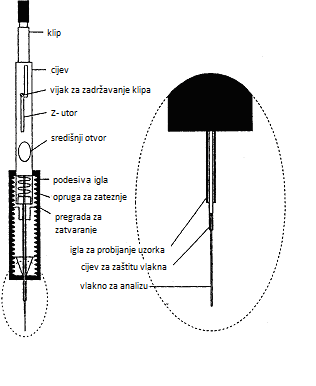
**a) *Priprema uzoraka***

Uzorci *M.* *biceps femoris* homogenizirani su u komercijalnom procesoru hrane. Izvagano je 5g uzorka koji je homogeniziran do kraja uz dodatak 25mL zasićene otopine NaCl-a (35,9g NaCl-a otopljeno je u 100mL redestilirane vode). 10mL uzorka kvantitativno jepreneseno u stakleni vial od 20mL u koji je prethodno postavljen magnet za miješanje i zatvoreno sa PTEF čepom. Ovako pripremljen uzorak spreman je za izdvajanje hlapljivih sastojaka arome.

**b) *Primjena HS-SPME metode***

Vlakno za SPME korišteno u ispitivanjima, obloženo sa DVB/Carboxen/PDMS punilom (divinilbenzen/karboksen/poli-dimetilsiloksan) debljine 50/30μm, prije ekstracije prekondicionirano je 2 minute na 240oC.

Pripremljeni uzorak postavljen je u vodenu kupelj temperature 40oC. Zatim je iglom za SPME (slika 10) 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 40oC, 180 minuta i uz konstantno miješanje (Gianelli i sur. 2002) pomoću magneta i miješalice Magnetic stirrer MSH 300. Nakon završene ekstrakcije vlakna su uvučena u iglu, te je igla izvučena iz uzorka.



Slika 10. Grafički prikaz igle za SPME analizu (Marsili, 2002)

**c) *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.

Razdvajanje hlapljivih sastojaka provedeno je pomoću DB-5ms, 30m×0,25mm kapilarne kolone debljine filma 0,25μm (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA).

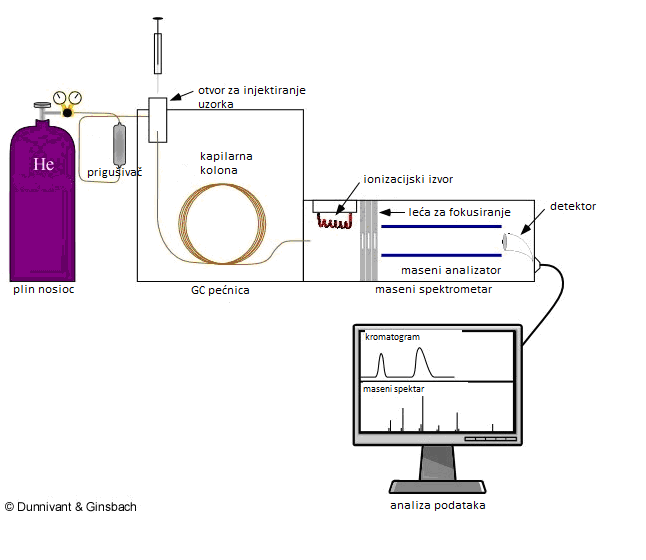
Kao plin nosač (pokretna faza) korišten je helij sa brzinom protoka od 1,0mL/min. Temperatura injektora plinskog kromatografa je postavljena na 250°C, sa radnim područjem (eng. mode) splitless, a vrijeme desorpcije bilo je 2min. Temperatura detektora postavljena je na 250°C, a temperatura prijelazne linije (eng. transfer line) na 280°C.

Temperaturni program rada GC-MS uređaja podešen je tako da se temperatura 10 minuta održavala konstantnom na 40°C, zatim je povišena na 200°C na način da se svaku minutu temperatura povisila za 5°C, te je na kraju temperatura povišena na 250°C brzinom od 20°C/min. Ova temperatura održavana je 5min.

GC-MS uređaj radi na način da se hlapljivi sastojci u plinu nosiocu uvode 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 11.

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

Kako bi se izračunala retencijska vremena izdvojenih hlapljivih spojeva prethodno je pripremljena smjesa C8-C20 n-alkana i analizirana pod istim kromatografskim uvjetima kao i uzorci pršuta.



Slika11. Shematski prikaz rada GC-MS uređaja (Anonymous 6)

**d) *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 vremena sa vrijednostima u literaturi (Adams, 2001 i in-house library).

**4.3. Statistička analiza**

Statistički izračun postignutih podataka određen je jednosmjernom analizom varijance (one-way ANOVA test) uz razinu značajnosti 5% (P<0,05) statističkim programom SPSS 12,0.

***5. REZULTATI***

**5.1. Rezultati fizikalno - kemijskih analiza Istarskog pršuta**

\* različita slova a,b, c, d i e označavaju statistički značajnu razliku, p<0,05

Slika 12. Osnovni kemijski sastav (voda, proteini, mast, pepeo) u uzorcima Istarskog pršuta od 5 različitih proizvođača

\* različita slova a,b, c i d označavaju statistički značajnu razliku, p<0,05

Slika 13. Udjel NaCl (%) u istarskom pršutu

\* različita slova a,b i c označavaju statistički značajnu razliku, p<0,05

Slika 14. L\*, a\* i b\* vrijednosti istarskog pršuta od 8 različitih proizvođača iz 2012. godine

Tablica 1. Aktivitet vode (aw vrijednost) i mg MDA/kg uzorka određenom metodom TBA u uzorcima istarskog pršuta iz 2012. godine

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Uzorak** | **aw** | **mg MDA/ kg uzorka** |
| 1 | 0,85±0,00 | 0,55±0,04d |
| 2 | 0,85±0,00 | 0,16±0,01a |
| 3 | 0,89±0,00 | 0,37±0,00c |
| 4 | 0,88±0,00 | 0,83±0,00e |
| 5 | 0,86±0,00 | 0,25±0,00b |

**\***različita slova a,b,c,d i e označavaju statistički značajnu razliku, p<0,05

**5.2. Rezultati analize hlapljivih spojeva arome Istarskog pršuta**

Slika 15. Udjel pojedinih kemijskih skupina u ukupnoj količini identificiranih hlapljivih spojeva

Tablica 2. Vrste i udjel hlapljivih spojeva identificiranih u uzorcima Istarskog pršuta izraženih kao postotak površine pikova (različita slova-a,b,c,d,e,f označavaju statistički značajnu razliku, p<0,05)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | RI | I1 | I2 | I3 | I4 | I5 |
| Aldehidi |  |  |  |  |  |  |
| heksanal | 804 | 12,11±0,26b | 6,12±2,77ab | 3,00±1,32a | 7,19±3,99ab | 7,94±2,53ab |
| benzaldehid | 15,21 | 6,11±1,24ab | 8,48±0,83b | 9,57±0,77b | 4,13±1,03ab | 6,36±0,96ab |
| oktanal | 966 | 4,63±0,54ab | 1,15±0,32ab | 3,56±0,84a | 2,65±0,86ab | 4,84±1,19ab |
| 2,4-heptadienal | 1012 | 0,55±0,08bc | 4,75±0,48bc | 0,00±0,00a | 0,99±0,22abc | 6,71±0,14c |
| benzenacetaldehid | 1045 | 3,69±1,19ab | 3,98±0,07ab | 31,41±5,09c | 0,79±0,06ab | 4,34±2,15ab |
| fenil- acetaldehid | 1050 | 1,59±0,09bcd | 0,56±0,06ab | 0,14±0,02a | 1,72±0,21ab | 1,00±0,43abc |
| 2-oktenal | 1062 | 2,83±0,38a | 0,00±0,00a | 1,00±0,04ab | 1,88±0,55bc | 0,00±0,00a |
| nepoznati aldehid | 1072 | 0,67±0,03ab | 0,96±0,03c | 0,49±0,02a | 0,86±0,20bc | 0,83±0,12bc |
| nonanal | 1106 | 9,73±1,65bc | 6,98±1,32b | 5,95±2,22ab | 1,24±0,35b | 5,12±1,70ab |
| 2-nonenal | 1162 | 2,26±0,01ab | 0,68±0,38a | 0,48±0,10a | 0,52±0,15ab | 1,78±0,89ab |
| heptanal | 904 | 2,52±0,04 | 1,72±0,60 | 0,97±0,38 | 7,47±1,26 | 2,71±1,19 |

Tablica 2. nastavak

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2,4-nonadienal | 1215 | 0,28±0.06 | 0,43±0,21 | 0,37±0,11 | 0,14±0,01 | 0,21±0,10 |
| 2-dekenal | 1263 | 4,17±0,72 | 1,08±0,09 | 1,09±0,01 | 1,02±0,74 | 3,93±2,04 |
| 2,4-dekadienal | 1293 | 1,37±0,08c | 0,15±0,02a | 0,13±0,01a | 0,19±0,06a | 0,64±0,30ab |
| 2-undekanal | 1365 | 2,76±0,58 | 1,19±0,06 | 0,79±0,05 | 0,09±0,06 | 2,34±1,09 |
| tetradekanal | 1612 | 0,18±0,00 | 0,27±0,00 | 0,28±0,02 | 0,00±0,00 | 0,27±0,12 |
| pentadekanal | 1713 | 0,20±0,01ab | 0,26±0,03ab | 0,27±0,05ab | 0,00±0,00ab | 0,29±0,11ab |
| heksadekanal | 1816 | 3,16±0,36a | 4,32±0,51b | 5,15±0,50b | 0,00±0,00b | 4,95±0,11b |
| nepoznati aldehid | 1823 | 0,02±0,01 | 0,04±0,04 | 0,05±0,00 | 0,00±0,00 | 0,06±0,02 |
| heptadekanal | 1916 | 0,09±0,03ab | 0,09±0,02ab | 0,13±0,02ab | 0,00±0,00ab | 0,15±0,02b |
| oktadkanal | 2014 | 0,35±0,08b | 0,40±0,11b | 0,41±0,11b | 0,00±0,00b | 0,45±0,04b |
| dekanal | 1205 | 0,29±0,02a | 0,35±0,04a | 0,41±0,06a | 0,13±0,01a | 0,29±0,08a |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Alkoholi |  |  |  |  |  |  |
| 1-pentanol | 774 | 0,75±0,22ab | 0,64±0,03ab | 0,14±0,04a | 0,73±0,23ab | 0,43±0,13a |
| 2-pentanol | 859 | 0,01±0,00a | 0,43±0,14b | 0,01±0,00a | 0,17±0,16a | 0,03±0,01a |
| 1-heksanol | 875 | 0,16±0,01 | 0,15±0,08 | 0,16±0,01 | 3,86±2,90 | 0,28±0,08 |
| 1-okten-3-ol | 987 | 6,06±0,08bcd | 4,04±0,17ab | 2,71±0,26a | 7,78±2,06ab | 4,92±1,52abc |
| 2-etil-1-heksanol | 1034 | 0,78±0,18a | 3,50±0,73c | 1,98±0,11abc | 0,51±0,10bc | 1,27±0,25ab |
| benzilalkohol | 1036 | 0,53±0,31 | 0,79±0,15 | 1,02±0,25 | 1,98±0,99 | 0,71±0,31 |
| 4-etilcikloheksanol | 1040 | 1,65±0,32abc | 0,49±0,12ab | 0,00±0,00a | 0,45±0,04ab | 0,91±0,54abc |
| oktanol | 1075 | 1,41±0,01a | 1,07±0,19a | 1,11±0,19a | 1,25±0,72ab | 1,71±0,28ab |
| 3,7-dimetil-1,6-oktadien-3-ol | 1099 | 1,45±0,11ab | 3,34±0,12c | 3,33±0,30c | 0,85±0,19b | 1,20±0,32ab |
| feniletilalkohol | 1111 | 0,44±0,07a | 0,65±0,24a | 3,06±0,55b | 1,76±0,68a | 0,53±0,16a |
| undekan-1-ol | 1167 | 0,29±0,01a | 0,30±0,02a | 0,35±0,05a | 0,45±0,08b | 0,32±0,18a |
| dodekanol | 1254 | 0,31±0,00 | 0,21±0,02 | 0,18±0,02 | 1,09±0,10 | 0,26±0,02 |
| oktadekanol | 1995 | 0,25±0,09ab | 0,30±0,04b | 0,34±0,06b | 0,00±0,00b | 0,22±0,00ab |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Ketoni |  |  |  |  |  |  |
| 2-heptanon | 885 | 0,31±0,05a | 1,33±0,34ab | 0,64±0,02ab | 1,33±0,06ab | 0,53±0,48ab |
| 1-butoksi-2-propanon | 950 | 0,04±0,01 | 0,15±0,07 | 0,04±0,02 | 0,67±0,20 | 0,04±0,04 |
| 1-okten-3-on | 983 | 0,50±0,14ab | 0,46±0,17ab | 0,32±0,10a | 4,47±1,10ab | 0,91±0,04b |
| 2,5-octanedione | 991 | 1,33±0,14abc | 0,85±0,32abc | 0,46±0,16a | 0,45±0,14abc | 1,36±0,17bc |
| 2-nonenon | 1057 | 0,12±0,01a | 1,81±0,04b | 0,13±0,00a | 1,37±0,39a | 2,90±0,47c |
| acetofenon | 1066 | 0,39±0,02a | 0,38±0,14a | 0,32±0,06a | 7,32±0,04a | 0,48±0,14a |
| 2-nonanon | 1091 | 0,18±0,01a | 3,92±0,20d | 1,65±0,28c | 2,19±0,88bc | 0,89±0,42abc |
| g-nonalakton | 1362 | 0,61±0,09ab | 0,80±0,02bc | 0,56±0,01ab | 0,24±0,04ab | 0,26±0,11ab |

Tablica 2. nastavak

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5,9-undekadien-2-on | 1447 | 0,11±0,01 | 0,15±0,03 | 0,17±0,01 | 0,21±0,01 | 0,15±0,05 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Esteri |  |  |  |  |  |  |
| etil-oktoat | 1196 | 1,23±0,08ab | 1,10±0,07ab | 0,53±0,08a | 0,04±0,00b | 0,41±0,03a |
| nonanil acetat | 1315 | 0,58±0,14 | 0,11±0,02 | 0,11±0,03 | 1,91±0,83 | 0,21±0,16 |
| izoheksil-heksanoat | 1347 | 0,08±0,00 | 0,15±0,03 | 0,12±0,00 | 0,14±0,02 | 0,10±0,02 |
| dibutil-pentadekanoat | 1575 | 0,21±0,05 | 0,63±0,35 | 0,49±0,38 | 0,00±0,00 | 0,37±0,02 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Terpeni |  |  |  |  |  |  |
| β-pinen | 979 | 0,81±0,06 | 0,89±0,49 | 0,39±0,11 | 1,20±0,06 | 1,02±0,54 |
| β- mircen | 993 | 3,96±0,14 | 5,42±0,60 | 3,82±0,32 | 0,40±0,14 | 5,05±1,67 |
| α- terpinen | 1016 | 0,34±0,05abc | 0,60±0,06cde | 0,12±0,01a | 0,46±0,02abc | 0,34±0,14abc |
| p-cimen | 1025 | 0,20±0,02abc | 0,35±0,04bc | 0,15±0,00ab | 6,82±2,69c | 0,17±0,05ab |
| limonen | 1031 | 1,48±0,11ab | 1,48±0,38ab | 0,82±0,19a | 0,37±0,38ab | 1,11±0,20a |
| terpinolen | 1084 | 0,41±0,10a | 1,83±0,07c | 0,82±0,09ab | 1,00±0,23a | 2,40±0,55c |
| linalol | 1087 | 0,00±0,00a | 0,31±0,07b | 0,28±0,04b | 0,79±0,12a | 0,27±0,06b |
| terpinen-4-ol | 1180 | 1,35±0,04 | 2,40±0,04 | 0,81±0,06 | 1,90±0,25 | 2,62±2,08 |
| p-cimen-8-ol | 1186 | 0,42±0,04ab | 0,59±,05bc | 0,37±0,04ab | 0,27±0,05c | 0,35±0,02ab |
| piperidin | 1194 | 0,76±0,06ab | 1,40±0,00c | 0,84±0,07abc | 0,17±0,05bc | 0,79±0,14ab |
| piperonal | 1330 | 0,03±0,00bc | 0,33±0,11d | 0,19±0,03cd | 0,26±0,05bc | 0,14±0,00bc |
| α- kopaen | 1376 | 0,19±0,04 | 0,17±0,00 | 0,15±0,01 | 0,09±0,01 | 0,22±0,11 |
| italicen | 1394 | 1,56±0,32bc | 1,34±0,07abc | 0,50±0,12ab | 0,12±0,02c | 0,35±0,02ab |
| β-kariofilen | 1420 | 0,72±0,01b | 0,27±0,00a | 0,17±0,01a | 0,21±0,16a | 0,14±0,02a |
| α- kariofilen | 1457 | 0,10±0,00b | 0,10±0,01b | 0,12±0,001,14b | 5,22±1,14ab | 0,09±0,00ab |
| β- selinen | 1489 | 0,10±0,01 | 0,09±0,02 | 0,07±0,01 | 0,13±0,02 | 0,04±0,00 |
| β- bisabolen | 1510 | 0,05±0,00 | 0,11±0,01 | 0,14±0,02 | 0,65±0,04 | 0,07±0,02 |
| d-kadien | 1518 | 0,04±0,01a | 2,42±0,37c | 0,13±0,01a | 0,00±0,00a | 1,71±0,03b |
| nepoznati seskviterpenski alkohol | 1647 | 0,08±0,03 | 0,17±0,13 | 0,11±0,05 | 0,00±0,00 | 0,11±0,07 |
| β-frenchyl alkohol | 1192 | 0,19±0,00b | 0,13±0,01b | 0,13±0,02b | 0,15±0,05a | 0,15±0,02b |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Alkani |  |  |  |  |  |  |
| heptan | 721 | 3,01±0,40 | 4,82±0,31 | 3,27±0,81 | 4,28±0,38 | 4,95±0,25 |
| dodekan | 1200 | 0,42±0,03 | 0,41±0,03 | 0,47±0,01 | 0,14±0,03 | 0,55±0,16 |
| tridekan | 1299 | 0,19±0,01 | 0,19±0,03 | 0,13±0,00 | 0,34±0,11 | 0,27±0,08 |
| cikloheksan | 1386 | 0,22±0,04ab | 0,20±0,02ab | 0,11±0,02a | 0,23±0,08b | 0,07±0,01a |

Tablica 2. nastavak

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| tetradekan | 1399 | 0,21±0,01 | 0,22±0,03 | 0,27±0,01 | 0,21±0,02 | 0,24±0,03 |
| pentadekan | 1499 | 0,38±0,13b | 0,93±0,05a | 0,93±0,09d | 0,45±0,16a | 0,65±0,07c |
| heksadekan | 1599 | 0,01±0,01 | 0,13±0,00 | 0,12±0,01 | 0,00±0,00 | 0,15±0,11 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Kiseline |  |  |  |  |  |  |
| kaprinska kiselina | 1178 | 0,65±0,35 | 0,86±0,71 | 0,35±0,03 | 1,12±0,90 | 0,75±0,33 |
| n-dekanska kiselina | 1369 | 0,93±0,32 | 0,00±0,00 | 0,32±0,01 | 0,07±0,01 | 0,00±0,00 |
| butanska kiselina | 1476 | 0,16±0,02 | 0,39±0,10 | 0,29±0,07 | 0,07±0,01 | 0,23±0,02 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Aromatski ugljikovodici |  |  |  |  |  |  |
| 2,4-dimetoksi-toluen | 1237 | 0,36±0,02 | 0,55±0,13 | 0,29±0,01 | 0,52±0,26 | 0,38±0,11 |
| eugenol | 1350 | 0,17±0,03bc | 0,27±0,02c | 0,13±0,00abc | 0,08±0,03abc | 0,13±0,05ab |
| p-ksilen | 870 | 0,01±0,01 | 0,03±0,02 | 0,02±0,00 | 0,46±0,32 | 0,30±0,26 |
| 5-pentil-2(5H) furanon | 1337 | 0,45±0,01c | 0,13±0,02a | 0,13±0,03a | 0,17±0,06ab | 0,18±0,06ab |
| metoksi- feniloksim | 916 | 0,64±0,00 | 2,21±0,14 | 0,70±0,54 | 1,21±0,83 | 1,42±0,09 |
| trimetil-pirazin | 999 | 0,00±0,00a | 0,70±0,17a | 0,00±0,00a | 2,01±0,50a | 0,91±0,26b |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

1. ***RASPRAVA***
   1. **Određivanje fizikalno – kemijskih karakteristika Istarskog pršuta**

Rezultati analize osnovnog kemijskog sastava prikazani su na slici 12.

Udjel vode kod ispitivanih uzoraka kreće se od 34,44 do 45,40%.

Inače, kalo istarskog pršuta iznosi preko 40% i više, čak preko 50% u nekim slučajevima, što je znatno više u odnosu na druge vrste pršuta. To je posljedica uklanjanja kože i potkožnog masnog tkiva kod proizvodnje ove vrste pršuta. Posljedično, veća je dehidratacija, te je udjel vode manji nego kod drugih vrsta pršuta (Karolyi i sur., 2006). Prema specifikaciji, udjel vode kod istarskog pršuta mora biti manji od 55%, te ispitivani uzorci (34,44-45,40% vode) zadovoljavaju taj zahtjev.

Različiti udjeli vode kod pojedinih analiziranih uzoraka Istarskog pršuta, bez obzira što su svi obrađeni i prerađeni na istarski način, mogu se objasniti različitom masom svinja, tj. različitom prosječnom masom svježe obrađenih butova te pravodobnom primjenom zaštitne smjese, čiju osnovu čini svinjsko salo, u fazi zrenja pršuta. Naime, butovi veće prosječne mase imaju niži kalo (Krvavica i Đugum, 2006).

Prema Krvavici (2006), udjel vode kod Istarskog pršuta iznosi 34,40%, što se podudara sa rezultatima dobivenim ovim istraživanjem. Usporedbom dobivenih rezultata sa Iberijskim (49,00%) (Carrapiso i García, 2008) i Serrano (48,50%) (Toldrá i sur., 1997b) pršutima koji se proizvode bez uklanjanja adipoznog tkiva, te Parma (61,80%) (Baldini i sur., 1992) i San Daniele (60,40%) (Baldini i sur., 1992) pršutima, proizvedenima zajedno sa kožom i adipoznim tkivom, Istarski pršut ima niži sadržaj vode. Naime, zbog proizvodnje Istarskog pršuta bez kože i adipoznog tkiva, NaCl može brže penetrirati i time izazvati veći gubitak vode, odnosno veći stupanj dehidratacije.

Obzirom da je u Istarskom pršutu mali udjel vode, udjel proteina i masti je veći (koncentriraniji su).

Mast, naročito intermuskularna mast, je jako važna komponenta mesa, te je odgovorna za okus, sočnost i aromu samog proizvoda. To je ujedno i najvarijabilnija komponenta. Udjel masti u ispitivanim uzorcima Istarskog pršuta kretao se od 9,86 do 26,20%, što je u skladu sa istraživanjima koje su proveli Krvavica i suradnici (2008). Razlika u udjelima masti pojedinih uzoraka vjerojatno je posljedica različite ishrane svinja. Ostale vrste pršuta, zbog drugačijeg načina prerade, imaju i drugačiji udjel masti. U istraživanju koje su proveli León- Crespo i suradnici (1986), određen je udjel masti u Iberijskom pršutu, koji je iznosio 20,50%.

Udjel proteina kod ispitivanih uzoraka kreće se od 36,53 - 49,53%. U usporedbi sa svježim mesom, kod pršuta je značajno veći udjel slobodnih aminokiselina, koji nastaju tijekom biokemijskih promjena kod zrenja (Karolyi, 1996). Prema istraživanjima koje su proveli Marušić i suradnici (2011), udjel proteina u Istarskom pršutu iznosi 41,43%, što se podudara s rezultatima istraživanja u ovom radu.

Udjel proteina varira sukladno udjelu pepela i vlage, te nema većih odstupanja kod različitih vrsta pršuta.

Udjel pepela se kretao od 3,55 - 8,77%, što je u skladu s rezultatima Krvavice (2006).

U tablici 1. prikazana je vrijednost aktiviteta vode (aw) i TBA za pojedine uzorke Istarskog pršuta.

Aktivitet vode najvažniji je za kontrolu kvarenja jer njegova snižena vrijednost onemogućava rast većine bakterija (aw< 0,91) i plijesni (aw<0,80). U navedenom istraživanju vrijednost aw kretala se od 0,81 do 0,89. Zbog niskog aktiviteta vode Istarski pršut, ali i druge vrste suho-salamurenih proizvoda, mogu se čuvati na sobnoj temperaturi.

Postojala je statistički značajna razlike između uzoraka u vrijednostima TBA testa (p<0,05). Vrijednosti su se kretale od 0,16 do 0,83mg MDA/kg uzorka. *M. biceps femoris* je zbog odstranjivanja kože i potkožnog masnog tkiva izložen djelovanju svijetla i kisika, što nije slučaj kod drugih vrsta pršuta. Zbog toga smo dobili veće TBA vrijednosti, za razliku od Andrés i suradnika (2004), gdje je TBA vrijednost za Iberijski pršut iznosila je 0,38 – 0,48.

Marušić i suradnici (2011), su dobili vrijednosti 0,42 - 0,44mg MDA/kg uzorka pri istraživanju Istarskog pršuta, što se isto tako podudara s rezultatima ovoga istraživanja.

Na slici 13 prikazan je udjel soli u ispitivanim uzorcima Istarskog pršuta. Vrijednosti su se kretale od 4,06 do 8,52%. Isto tako, u uzorcima koje je ispitivao Krvavica (2006), određen je udjel soli 6,83%, a u istraživanjima koje je proveo Karolyi (2006), udjel soli u analiziranom uzorku je 6,45%. Rezultati dobiveni u ovom istraživanju u skladu su s rezultatima navedenih znanstvenika. Uklanjanje kože i potkožnog masnog tkiva omogućuje dublje prodiranje soli, a također postoje tvrdnje da do povećane koncentracije soli u unutrašnjim mišićima dolazi zbog većeg sadržaja vlage koja otapa više soli.

Razlike u udjelu soli kod ispitivanih uzoraka Istarskog pršuta vjerojatno su rezultat različite veličine i oblika čestica soli, količine soli, veličine butova, vremena i trajanja sušenja jer su ih proizveli različiti proizvođači. Kod Iberijskog pršuta (León- Crespo i sur.,1986) određeno je 6,50% soli. Istarski proizvođači su se, zbog nepovoljnog utjecaja soli na zdravlje, priklonili trendu proizvodnje pršuta sa smanjenim udjelom soli.

Određivanje boje provedeno je mjerenjem vrijednosti koordinata svjetloće (L\*), spektra od zelene do crvene boje (a\*), te spektra od plave do žute boje (b\*). Dobiveni rezultati prikazani su na slici 1. Kod a\* i b\* vrijednosti nije bilo statističke razlike, dok je kod L\* vrijednosti bilo (P<0.05).

Kod istraživanja koji su proveli Perez-Alvarez i sur. (1998), L\* vrijednost u *M. biceps femoris* španjolskih vrste pršuta iznosila je 34,80, što se puno ne razlikuje od L\* vrijednosti dobivenih u ovom istraživanju (34,31- 38,98). Razlika u L\* vrijednostima uzoraka Istarkog pršuta ispitivanih u ovom radu vjerojatno je rezultat gibanja vode s površine (dehidracija) te sadržaja vode u mišiću i aktivitetu vode (aw).

Vrijednost za a\* u ovom istraživanju iznosila je od 9,58 do 11,13. Perez-Alvarez i sur. (1998) u svom istraživanju dobili su a\* vrijednost 15,55, koja je viša od rezultata dobivenih u ovom radu. U istom istraživanju, Perez-Alvarez i sur. (1998) dobili su vrijednosti za b\* 10,50, što je također više od dobivenih vrijednosti u ovom radu (5,19- 8,18).

N. Marušić i sur. (2011) su u svom istraživanju Istarskog pršuta dobili L\*vrijednost 34,63 i 35,27, što se podudara sa vrijednostima dobivenim u ovom radu. Također su ispitivali i a\* i b\* vrijednost, koje ne odstupaju puno od vrijednosti dobivenih pri ovom istraživanju.

* 1. **Određivanje hlapljivih spojeva arome istarskog pršuta**

Kod 5 uzoraka analiziranih SPME-GC-MS metodom, pronađeno je i identificirano 84 hlapljivih spojeva arome. Spojevi su podijeljeni u pripadajuće kemijske grupe, što možemo vidjeti u tablici 2. Od identificiranih spojeva, najbrojniji su aldehidi (22 spoja), zatim terpeni (20 spojeva), potom alkoholi (13), ketoni (9), alkani (7), aromatski ugljikovodici (6), esteri (4) i kiseline (3).

Prema površini pikova identificiranih spojeva, najbrojnija kemijska skupina su aldehidi (49%), zatim terpeni (16%), alkoholi (15%), ketoni (8%), alkani (6%), aromatski ugljikovodici (3%), esteri (2%) te kiseline (1%) (slika 13).

Hlapljive tvari arome nastaju reakcijama kemijske ili enzimske oksidacije nezasićenih masnih kiselina te daljnim interakcijama s proteinima, peptidima i slobodnim aminokiselinama (Krvavica M. i sur. 2010). Neki autori čak navode mogućnost karakterizacije određenih vrsta pršuta na osnovu izoliranih hlapljivih spojeva arome (Luna i sur., 2006; Narváez- Rivas i sur., 2010). Od mnogih hlapljivih spojeva koji nastaju, najvažniji su aldehidi, alkoholi, ketoni, slobodne masne kiseline nastale hidrolizom triglicerida i fosfolipida, β-laktoni, esteri i drugi spojevi kao što su derivati benzena, amini i amidi.

Oksidacija masti je glavni faktor koji utječe na nepoželjne promjene kvalitete i prihvatljivost mesnih proizvoda (Morrissey i sur., 1998).

Prema količini spojeva, najzastupljeniji kemijska skupina spojeva u analiziranim uzorcima su aldehidi. Identificirana su 22 aldehida, koji zauzimaju 49% ukupne površine identificiranih spojeva.

Aldehidi imaju nizak prag osjetljivosti pa već u malim količinama bitno doprinose aromi pršuta. To su glavni sekundarni produkti oksidacije lipida.

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 aldehid nastao oksidacijom linolne masne kiseline, a prema Luna i sur., (2006), mogu davati miris na svježe meso, travu ili ranketljivost. U ispitivanim uzorcima vrijednost heksanala kretala se od 3,00 - 12,11%. Nonanal doprinosi ukupnom osjetu arome sa slatkasto - voćnom aromom (Nunes i sur., 2008). U istraživanim uzorcima Istarskog pršuta nonanal je prisutan u količini 1,24 - 9,73 %, dok je kod Dalmatinskog pršuta (Marušić i sur., 2011.) prisutan u količini 5,61%. Od spojeva koji su prisutni u većoj koncentraciji u Istarskom pršutu također valja spomenuti benzaldehid (4,13 - 9,57%), heptanal (0,97 - 7,47%) i heksadekanal (0,00 -5,15%).

U Istarskom pršutu su najzastupljeniji ravnolančani aldehidi, što se može povezati s određenom fazom proizvodnje pršuta. Oni najviše nastaju u fazi proizvodnje između 7 i 12 mjeseci. Nakon 12 mjeseci njihov udjel se smanjuje, a povećava se udjel metil razgranatih aldehida.

Glavni put nastajanja razgranatih aldehida su reakcije razgradnje slobodnih aminokiselina, vjerojatno Streckerove reakcije (Garcia i sur., 1991). Od razgranatih aldehida, u Istarskom pršutu prisutan je 2,4 - heptadienal (0,00 - 6,71%), 2-dekenal (1,02 - 4,17%) i 2-undekanal (0,09 - 2,76%). U Serrano pršutu 2-dekenal je pristutan u količini 0,25% (Dirinck i sur., 1997). Također treba izdvojiti i benzenacetaldehid koji je nađen u Dalmatinskom pršutu u količini 0,84% (Marušić i sur., 2011), a u Istarskom pršutu je pristutan u znatno većoj količini (0,70 - 31,41%).

Prema Krvavica i sur. (2010), najzastupljeniji spoj arome u istarskom pršutu je 4-hidroksi-3-metilbutan, 35,74%.

U reakcijama aminokiselina i aldehida mogu nastati neki piridini (Krvavica i sur., 2010). Aldehidi nastali oksidacijom slobodnih masnih kiselina mogu stupati u reakcije i s drugim spojevima, stvarajući tako spojeve arome.

Aldehidi mogu i dalje oksidirati, te nastaju kratkolančani aldehidi (Krvavica i sur., 2010).

Alkani, alkoholi i ketoni su spojevi koji su također nađeni u Istrskom pršutu, a potječu od lipidne oksidacije. Navedeni spojevi mogu nastati oksidacijom metil razgranatih masnih kiselina, koje su u malim količinama zastupljene u animalnim tkivima (Berdagué i sur., 1991).

U Istarskom pršutu identificirano je 13 spojeva alkohola koji zauzimaju 18% ukupne površine identificiranih spojeva. Alkoholi mogu nastati proteolizom i lipolizom tijekom faze zrenja, ali također mogu nastati i mokrobiološkom aktivnošću. Njihov prag osjetljivosti viši je od praga osjetljivosti za aldehide pa imaju manji utjecaj na aromu. Najzastupljeniji alkoholi u Istarskom pršutu su: 1-okten-3-ol (2,71- 7,78%), 3,7-dimetil-1,6-oktadien-3-ol (0,85- 3,34%), fenil-etil-alkohol (0,44-3,06%), 1 -heksanol (0,15- 3,86%), benzil alkohol (0,53- 1,98%) i oktanol (1,07- 1,71%). 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.

U istraživanju koje je provela Krvavica i sur. (2010) najzastupljeniji alkohol u Istarskom pršutu je etanol, a 1-heksanol je zastupljen u količini 6,33%, što je više nego u ovom istraživanju (0,15 - 3,86%). Razgranati alkoholi i etanol su najzastupljeniji u francuskom Bayonne pršutu i španjolskom Serrano pršutu, dok su nezasićeni alkoholi i pentanol najviše zastupljeni u pršutima s Korzike. Za francuske i španjolske pršute također je karakterističan razgranati alkohol 3-metil-1-butanol koji može nastati aktivnošću mikroorganizama prisutnih u samom pršutu. Ovaj alkohol nije nađen u istarskim, ni u dalmatinskim pršutima, vjerojatno zbog antimikrobne aktivnosti NaCl-a (Marušić i sur., 2011).

U usporedbi sa ispitivanjima Sabio-a i sur. (1998) u Istarskom pršutu nađen je manji broj i manja količina alkohola. Alkoholi doprinose aromi pršuta sa biljnim, drveni i masnim notama arome (Garciá i Timón, 2001). Udjel alkohola je proporcionalan stupnju oksidacije. Udjel linearnih i razgranatih alkohola se povećava s duljinom zrenja (Bolzoni i sur., 1996).

Ketoni u Istarskom pršutu zauzimaju 8% ukupne površine, a identificirano je ukupno 9 spojeva. Najzastupljeniji su acetofenon (0,32-7,32%), 1-okten-3-on (0,46-4,47%) i 2-nonanon (0,18-3,92%). Prema Krvavici i suradnicima (2010) jedini keton u Istarskom pršutu je 3-hidroksi- 2- butanon (1,32%).

Također je značajna zastupljenost 2 - nonanona (0,12-2,90%). Navedeni keton daje „blue cheese“ (pljesnivi sir) aromu pršutima (Sanchez-Peña, i sur., 2005). Ovaj keton, zajedno sa 2 - propanonom, 2 - butanonom, 2 - heptanonom i 2 - oktanonom spada u metil-ketone, te su svi odgovorni za aromu pljesnivih sireva. Dva metil - ketona (2 - heptanon i 2 - nonanon) prisutni su u Istarskom i Dalmatinskom pršutu. 2 - butanon daje ¨etherical¨ (eteričnu) aromu, dok 2 - oktanon daje aromu zelene trave (¨green herbaceous¨) (Berdaqué i sur., 1991). U francuskim i španjolskim pršutima najzastupljeniji keton je 2 - propanon. Visoki intenzitet ketona je simptom loše kvalitete pršuta (Pastorelli i sur., 2003). Općenito ketoni imaju intenzivan miris. Pošto je u pršutima niska mikrobna populacija, smatra se da ovi spojevi mogu nastati drugom kemijskom reakcijom. Samo ako je koncentracija ketona izuzetno visoka, možemo zaključiti da su mikroorganizmi uključeni u nastanak ovih spojeva (Sabio i sur., 1998).

Alkani nastaju oksidacijom razgranatih masnih kiselina koji su prirodno prisutne u malim količinama u animalnim tkivima, odnosno iz nesapunjivih frakcija proizvoda vegetativnog podrijetla koji se koristi u hranidbi životinja (Huan i sur., 2005). U Istarskom pršutu je identificirano 7 alkana, koji zauzimaju 6% ukupne površine identificiranih spojeva. Najzastupljeniji 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

Esteri su još jedna grupa spojeva prisutnih u Istarskom pršutu. Nađeni su u maloj količini te zauzimaju tek 2% ukupne površine identificiranih spojeva, a identificirana su 4 spoja.

Esteri nastaju esterifikacijom karboksilnih kiselina i alkohola (Sabio i sur., 1998). Oni koji nastaju od kratkolančanih kiselina imaju voćne note, dok esteri nastali od dugolančanih kiselina imaju miris na mast. Najzastupljeniji ester u Istarskom pršutu je etil - oktoat (0,04 - 1,23%).

Terpeni su brojna skupina spojeva u Istarskom pršuta. Identificirano je 20 spojeva koji zauzimaju 16% ukupne površine identificiranih spojeva. Prisutnost terpena u pršutima općenito se povezuje sa dodatkom začina, a posebno papra (Hinrichsen i Pedersen,1995), jer terpeni čine 90% esencijalnog ulja papra (Sabio i sur., 1998). Međutim, neki terpeni nađeni su u mesu kao posljedica njihove prisutnosti u ishrani životinja (Ansorena i sur., 2001).

Kod dalmatinskog pršuta zastupljenost terpena je znatno manja, oko 6% (Marušić i sur., 2011). Naime, kod proizvodnje istarskog pršuta koriste se začini poput lovora i ružmarina, koji se ne koriste pri proizvodnji dalmatinskog pršuta. Posljedično tomu, veći udjel terpena je upravo u istarskom pršutu.

Najzastupljeniji terpeni u Istarskom pršutu su: p- cimen (0,15 - 6,82%), β- mircen (0,40 - 5,42%), α- kariofilen (0,09 - 5,22%), terpinen-4-ol (0,81 - 2,40%) i terpinolen (0,41 - 2,40%). Drugi terpeni su nađeni u manjim koncentracijama. Prisustvo monoterpena (β-mircena i p-cimen) potječe od dodatka lovora (Sangun i sur., 2007). Sekviterpeni (terpinolen, terpinen-4-ol i α-kariofilen) potječu od dodatka papra i lovora u fazi soljenja.

Aromatski ugljikovodici (6 spojeva) zauzimaju 3% ukupne površine pikova identificiranih spojeva Istarskoga pršuta. Najzastupljeniji su metoksi - feniloksim (0,64 - 2,21%) i trimetil - pirazin (0,00 - 2,01%). Pirazini nastaju Maillardovim reakcijama aminokiselina i šećera, te nose specifične arome na orah, zemlju i svježe meso (Krvavica i sur., 2010). U istraživanjima Krvavice i suradnika (2010) u istarskom pršutu identificirana su tri spoja aromatskih ugljikovodika, od koji je najzastupljeniji 1,2 - dimetilbenzen.

Kiseline zauzimaju 1% ukupne površine pikova identificiranih spojeva. U Istarskom pršutu prisutne su kaprinska (0,35 - 1,12%), n-dekanska (0,00 - 0,93%) i butanska kiselina (0,07 - 0,39%). U istrživanju koje su proveli Sanchéz - Peña i suradnici (2005), udjel kiselina u *M.* *biceps femoris* francuskih pršuta je oko 0,25%, a španjolskih 0,21%.

1. ***ZAKLJUČCI***
2. Sadržaj vode dobiven u ovom istraživanju iznosio je 34,44 - 45,50g/100g uzorka. Niži udjel vode Istarskog pršuta, u usporedbi sa ostalim mediteranskim vrstama pršuta, povezan je sa obradom svježeg buta kojom se uklanja koža zajedno s potkožnim masnim tkivom.
3. Kod Istarskog pršuta veći je stupanj oksidacije (0,16 do 0,83mg MDA/kg uzorka). *M. biceps femoris* je kod Istarskog pršuta zbog odstranjivanja kože i potkožnog masnog tkiva izložen djelovanju svijetla i kisika, što nije slučaj kod drugih vrsta pršuta.
4. SPME-GC-MS analizom Istarskog pršuta identificirano je i kvantificirano 84 hlapljivih spojeva. Unutar pojedinih grupa kemijskih spojeva identificirano je: aldehidi (22), terpeni (20), alkoholi (13), ketoni (9), alkani (7), aromatski ugljikovodici (6), esteri (4) i kiseline (3).
5. Prosječni udjel pojedinih kemijskih grupa hlapljivih sastojaka arome izražen kao % površine pikova iznosio je: aldehidi (49%), terpeni (16%), alkoholi (15%), ketoni (8%), alkani (6%), aromatski ugljikovodici (3%), esteri (2%) i kiseline (1%).
6. U uzorcima Istarskog pršuta nađene su velike količine hlapljivih spojeva arome koji potječu od proteolize i lipolize.
7. U uzorcima Istarskog pršuta nađena je znatna količina terpena (16% od ukupne površine pikova). Identificirani terpeni potječu od začina koji se dodaju u tehnološkom postupku proizvodnje u fazi soljenja butova.

***8. LITERATURA***

1. 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 Science,* **68**, 45–51.
2. Anonymous 1, <http://www.pbf.unizg.hr>. Pristupljeno 15.03.2013.
3. Anonymous 2, <http://www.rsc.org>. Pristupljeno 16.03.2013.
4. Anonymous 3, <http://www.testo.com>. Pristupljeno 08.04.2013.
5. Anonymous 4, <http://www.dstech.com>. Pristupljeno 04.04.2013.
6. Anonymous 5, <http://colorconnection.yuku.com>. Pristupljeno 08.04.2013.
7. Anonymous 6, [http://people.whitman.edu](http://people.whitman.educ). Pristupljeno 08.04.2013.
8. 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 Research International*, **34**, 67−75.
9. Baldini, P., Bellatti, M., Pezzani, G., Palmia, R., Parolari, G., Reverberi, M. (1992) Characterization of Italian raw ham by chemical, physical, microbiological and organoleptic parameters. *Ind. Conserve*, **67**, 149−159.
10. Berdagué, J.L., Denoyer, C., Le Quéré, J.L., Semon, E. (1991) Volatile components of dry-cured ham, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **39**, 1257–1261.
11. Bolzoni, L., Barbieri, G., Virgili, R. (1996) Changes in volatile compounds of Parma hams during maturation*, Meat Science*, **43**, 301–310.
12. Božac, R., Uremović, M., Šišović, D., Toić, U. (2008) Istarski pršut- oznaka izvornosti, Specifikacija,Udruga proizvođača istarskog pršuta, Pazin.
13. Carrapiso, I.A., García, C. (2008) Effect of the Iberian pig line on dry-cured ham characteristics, *Meat Science,* **80**, 529−534.
14. Cindrić, V. (2004b) Naslada istarske i dalmatinske bure. *Hrvatska revija* : časopis Matice hrvatske, **4**, 30-36.
15. Dirinck, P., Van Opstaele, F., Vandendriessche, F. (1997) Flavour differences between northern and southern European cured hams, *Food Chemistry,* **59**, 511-521.
16. García, C., Berdagué, J.J., Antequera, T., López-Bote, C., Córdoba, J.J., Ventanas, J. (1991) [Volatile components of dry cured Iberian ham](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030881469190128B?_alid=1801084931&_rdoc=1&_fmt=high&_origin=search&_docanchor=&_ct=6&_zone=rslt_list_item&md5=7eac363fdbcf196f129a0494b8d02763), *Food Chemistry*, **41**(1), 23-32.
17. García, C., Timón, M.L. (2001) Los compuestos responsables del ‘‘flavor’’ del jamón Ibérico. Variaciones en los distintos tipos de jamones. U: Tecnología del jamón Ibérico: de los sistemas tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma (Ventanas, J., ured.), Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
18. 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. Agr. Food Chem.*, **43**, 2932−2940.
19. HRN ISO 1871:1999, Poljoprivredni prehrambeni proizvodi- Općenite upute za određivanje dušika Kjeldahlovom metodom (ISO 1871:1975).
20. HRN ISO 1443:1999, Meso i mesni proizvodi- Određivanje ukupne količine masti (ISO 1443:1973).
21. HRN ISO 5984:2004, Meso i mesni proizvodi-Određivanje pepela.
22. Huan, Y., Zhou, G., Zhao, G., Xu, X., Peng, Z. (2005) Changes in flavor compounds of dry-cured Chinese Jinhua ham during processing, *Meat Science*, **71**, 291–299.
23. ISO 1442:1997, Meat and meat products- Determination of moisture content (Reference method).
24. Karolyi, D. (2006) Chemical properties and quality of Istrian dry-cured ham, *Meso,* **7**, 224.
25. Krvavica, M., Đugum, J. (2006) Proizvodnja pršuta u svijetu ii kod nas, *Meso,* **7**, 355-365.
26. Krvavica, M. (2006) Čimbenici kakvoće pršuta, *Meso*, **6**, 279-290.
27. Krvavica, M., Vidaček, S., Konjačić, M., Botka-Petrak, K., Petrak, T., Đugum, J. (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.
28. Krvavica, M., Babić, I., Cvitković I., Đugum J., Konjačić, M. (2010) Hlapljive tvari istarskog pršuta u različitim periodima zrenja, *Food Chemistry,* **97**, 621- 630.
29. León- Crespo, F., Martins, C., Penedo, J.C., Barranco, A., Mata, C., Beltrán, F. (1986) Diferencias en la composición quimica de ocho regions anatómicasdel jamón Serrano Ibérico, *Alimentaria* **23**, 23-27.
30. Luna, G., Aparicio, R., Garcia. González, D.L. (2006) A tentative characterization of white dry- cured hams from Teruel (Spain) by SPME, *Food Chemistry* **97,** 621-630.
31. Marušić, N., Petrović, M., Vidaček, S., Petrak, T., Medić. H. (2011) Characterization of traditional Istrian dry-cured ham by means of physical and chemical analyses and volatile compounds, *Meat Science*, **88**, 786-790.
32. 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.
33. Narváez. Rivas, M., Vicario, I.M., Alcalde, M.J., Léon- Camacho, M. (2010) Volatile hydrcarbon profile of Iberian dry- cured hams. A possible tool for authentication of hams according to the fattering diet. *Talanta*, **81**, 1224- 1228.
34. 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 Chemistry*, **111** (4), 897-905.
35. 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 Science*, **65**, 571–580.
36. Pérez-Alvarez, J.A., Sayas-Barberá, M.E., Fernández-López, J., Gago-Gago, M.A., Pagán-Moreno, M.J., Aranda-Catalá, V. (1998) Chemical and color characteristics of spanish dry-cured ham at the end of the aging process, *Journal of* *Muscle Foods*, **10**, 195–201.
37. 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 Chemistry*, **61**, 493−503.
38. 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 Science*, **69**, 635–645.
39. 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, *Journal of Environmental Biology*, **28**, 731−733.
40. Toldrá, F., Flores, M., Navarro, J. L., Aristoy, M. C., Flores, J. (1997b) New developments in dry cured ham. U: H. Chemistry of novel foods, (Okai, H., Mills, O., Spanier, A. M., Tamura, M., ured..), Allured Publishing Co., Illinois, str. 259−272.
41. Toldrá, F. (2002) Dry-cured meat products, Wiley- Blackwell, Ames, Iowa.
42. Toldrá, F., Flores, M., Sanz, Y. (1997a). Dry-cured ham flavour: enzymatic generation and process influence. *Food Chem.*, **59**, 523−530.
43. Živković, J. (1986) Higijena i tehnologija mesa II. dio, Kakvoća i prerada, Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski Fakultet, Zagreb.

***9. SAŽETAK***

Osnovni cilj ovoga rada bio je identificirati i kvantificirati hlapljive tvari arome Istarskog pršuta te utvrditi fizikalno - kemijska svojstva te njihovu povezanost s tvorbom hlapljivih spojeva. Hlapljivi spojevi arome određivani su plinsko-kromatografsko-masenom spektometrijskom (GC-MS) analizom. Analizom su identificirana 84 spoja arome koji su podijeljeni u odgovarajuće kemijske skupine: aldehidi (22), terpeni (20), alkoholi (13), ketoni (9), alkani (7), aromatski ugljikovodici (6), esteri (4) i kiseline (3).

Prema površini pikova identificiranih spojeva, najbrojnija kemijska skupina su aldehidi (49%), zatim terpeni (16%), alkoholi (15%), ketoni (8%), alkani (6%), aromatski ugljikovodici (3%), esteri (2%) te kiseline (1%). Najviše spojeva arome nastaje od lipolize i proteolize. Osim spojeva nastalih procesima lipolize i proteolize, u značajnijoj količini bili su prisutni i terpeni, koji potječu od začina dodanih pri proizvodnji Istarskog pršuta.

Također su određene fizikalno - kemijske karakteristike Istarskog pršuta, i to: udjel vode, proteina, masti, pepela, NaCl, aw vrijednost, stupanj oksidacije lipida i L\*, a\*, b\* vrijednosti boje. Sadržaj vode iznosio je 34,44 - 45,50g/100g uzorka. Niži udjel vode Istarskog pršuta, u usporedbi sa ostalim mediteranskim vrstama pršuta, povezan je sa obradom svježeg buta kojom se uklanja koža zajedno s potkožnim masnim tkivom. Iz istog razloga, kod Istarskog pršuta veći je stupanj oksidacije masti (0,16 do 0,83mg MDA/kg uzorka) u pršutu u odnosu na druge vrste pršuta.

**Ključne riječi**: Istarski pršut, aroma, fizikalno – kemijska svojstva, HS-SPME, GC-MS

***10. SUMMARY***

The aim of this research was to identify and quantify volatile compounds and physico - chemical characteristics and their relation with the formation of volatile compounds.

Volatile compounds were investigated by using headspace - solid phase micro extraction and gas chromatography - mass spectrometry (GC-MS). About 84 volatile compounds were identified and quantified which belonged to several classes of chemical: aldehydes (22), terpens (20), alcohols (13), ketones (9), aromatic hydrocarbons (6), esters (4) and acids (3).

According to areas of peaks, the largest chemical group is aldehydes (49%), then terpens (16%), alcohols (15%), ketones (8%), alkanes (6%), aromatic hydrocarbons (3%), esters (2%) and acids (1%). Most volatile compounds are formed by lipolysis and proteolysis. Except them, very abundant constituents were terpens that originate from spices added in the production process.

Samples of *M.* *biceps femoris* were also evaluated by measuring physical and chemical characteristics: moisture, proteins, fat, ash and NaCl content, aw value; oxidation of fat and color: L\*, a\*, b\*. Moisture content was 34,44 - 45,50g/100g sample. Lower water content of Istrian ham, compared with other Mediterranean hams was related to dressing of raw hams - the Istrian ham is produced without skin and subcutaneous fat. For the same reason, TBA values were higher in samples of Istrian ham than in other dry – cured hams.

**Keywords:** Istrian dry-cured ham, aroma, physic - chemical properties, HS-SPME, GC-MS

**ŽIVOTOPIS:**

**Anđela Krišto**

Rođena 15.07. 1990. u Livnu, BiH. Osnovnu školu završila je u Tomislavgradu, kao i klasičnu gimnaziju ¨Marko Marulić¨. Nakon mature, 2009. godine u Zagrebu upisuje preddiplomski studij Prehrambena tehnologija na Prehrambeno – biotehnološkom fakultetu. Godine 2012. na istom fakultetu upisuje diplomski studij Prehrambeno inženjerstvo.