Sadržaj policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u Hercegovačkom pršutu

Nadaždi, Helena

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:815226

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

Helena Nadaždi

SADRŽAJ POLICIKLIČKIH AROMATSKIH UGLJIKOVODIKA (PAH) U HERCEGOVAČKOM PRŠUTU

DIPLOMSKI RAD

Osijek, rujan, 2020.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Zavod za prehrambenu tehnologiju
Katedra za tehnologiju mesa i ribe
Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

Diplomski sveučilišni studij Prehrambeno inženjerstvo

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija
Nastavni predmet: Autohtoni mesni proizvodi
Tema rada je prihvaćena na VIII. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2019./2020. održanoj 25. lipnja 2020.
Mentor: izv. prof. dr. sc. *Krešimir Mastanjević*
Pomoć pri izradi: *Ime i prezime*, zvanje

Sadržaj policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u Hercegovačkom pršutu

Helena Nadaždi

Sažetak:
Hercegovački pršut je tradicionalno dimljena suha šunka koja potencijalno može biti kontaminirana policikličkim aromatskim ugljikovodicima (PAH) i može predstavljati zdravstveni rizik za potrošače. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi vrste i koncentracije 16 PAH-ova u 33 uzorka tradicionalno dimljenog pršuta. Od 16 istraženih PAH-ova, identificiranih na popisu prioritetnih onečišćivača EPA (Agencija za zaštitu okoliša), otkriveno je 14 spojeva. Prosječne razine kancerogenih benzo[a]pirena (BaP) i PAH4 (benz[a]antracen (BaA), benzo[b]fluoranten (BbF), krizen (Chry) i benzo[a]piren (BaP)) kretale su se od <LOQ (limit kvantifikacije) do 5,08 µg/kg i 0,45 µg/kg na 22,67 µg/kg. Dva analizirana uzorka premašila su trenutno propisane vrijednosti prema aktualnomm zakonodavstvu za koncentracije BaP i jedan uzorak za sadržaj PAH4. Koncentracije PAH16 bile su u prosjeku između 2,92 µg/kg i 87,6 µg/kg. Najveće koncentracije PAH utvrđene su u uzorcima iz Hercegovačko-neretvanskog kantona. Rezultati istraživanja ističu važnost standardizacije postupaka dimljenja i proizvodne prakse u proizvodnji Hercegovački pršut , kako bi se smanjio sadržaj PAH-ova.

Ključne riječi: Policiklički aromatski ugljikovodici, tradicionalno dimljenje, Hercegovački pršut,

Rad sadrži: 39 stranica
9 slika
7 tablica
0 priloga
20 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

1.	prof. dr. sc. *Dragan Kovačević*	predsjednik
2.	izv. prof. dr. sc. *Krešimir Mastanjević*	član-mentor
3.	dr. sc. *Brankica Kartalović,* znan sur.	član-komentor
4.	prof. dr. sc. *Marko Jukić*	zamjena člana

Datum obrane: 30, rujan, 2020.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
Department of Food technologies
Subdepartment of Technology of Meat and Fish
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia

Graduate program Food engineering

Scientific area: Biotechnical sciences
Scientific field: Food technology
Course title: Indigenous Meat Products
Thesis subject was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. VIII held on June 25, 2020.
Mentor: *Krešimir Mastanjević, PhD, associate profesor*
Technical assistance:

Content of polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Herzegovinian Prosciutto

Helena Nadaždi

Summary:
Hercegovački pršut as a traditional dry-cured smoked ham (prosciutto) produced by using an open fire that can be potentially contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and can pose a health risk for consumers. The aim of this research was to identify the types and concentrations of 16 PAHs in 34 samples of traditionally smoked prosciutto. Out of 16 investigated PAHs, identified in the EPA (Environmental Protection Agency) list of priority pollutants, 14 compounds were detected. Average levels of cancerogenic benzo[a]pyrene (BaP) and PAH4 (benz[a]anthracene (BaA), benzo[b]fluoranthene (BbF), chrysene (Chry), and benzo[a]pyrene (BaP)) ranged from <LOQ (level of quantification) to 5.08 µg/kg and 0.45 µg/kg to 22.67 µg/kg. Two analyzed samples exceeded currently prescribed values according to the current legislation for BaP concentrations and one sample for PAH4 content. PAH16 concentrations were on average between 2.92 µg/kg and 87.6 µg/kg. The highest PAH concentrations were found in samples from the Herzegovina-Neretva canton. The results of the research highlight the importance of standardizing smoking procedures and manufacturing practice, in the production of *Hercegovački pršut*, in order to reduce the PAH content.

Key words: Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs); traditional smoking; Hercegovački pršut;

Thesis contains:
39 pages
9 figures
7 tables
0 supplements
20 references

Original in: Croatian

Defense committee:

1. *Dragan Kovačević*, PhD, full prof. — chair person
2. *Krešimir Mastanjević*, PhD, associate prof. — supervisor
3. *Brankica Kartalović*, PhD — co-supervisor
4. *Marko Jukić*, PhD, full prof. — stand-in

Defense date: September 30, 2020

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

Zahvaljujem mentor izv. prof. dr. sc. Krešimiru Mastanjević na uloženom vremenu, trudu i pomoći oko izrade diplomskog rada te na znanju koje mi je prenio.

Zahvaljujem se svim profesorima koji su me kroz godine učili i usmjeravali te se nadam da ću svojim radom opravdati njihovo povjerenje.

Zahvaljujem se svojim roditeljima i cijeloj obitelji što su me bodrili i uvijek bili uz mene tijekom studiranja.

Sadržaj

1. UVOD……..1

2. TEORIJSKI DIO……3

2.1. PRŠUT……4

2.1.1. Faze proizvodnje pršuta……..5

2.2. HERCEGOVAČKI PRŠUT……11

2.3. POLICIKLIČKI AROMATSKI UGLJIKOVODICI……13

3. EKSPERIMENTALNI DIO……15

3.1. ZADATAK……16

3.2. MATERIJALI I METODE……16

3.2.1. Metode za određivanje fizikalno-kemijskih svojstava Hercegovačkih pršuta……16

3.2.2. Određivanje koordinata boje u CIE-L*a*b* sustavu……17

3.2.3. Određivanje policikličkih aromatskih ugljikovodika……18

3.2.4. statistička obrada rezultata……23

4. REZULTATI……24

4.1. REZULTATI MJERENJA……25

5. RASPRAVA……31

5.1. RASPRAVA……32

6. ZAKLJUČCI……34

7. LITERATURA……36

Popis oznaka, kratica i simbola

PAH	policiklički aromatski ugljikovodici
PAH4	zbroj benz[a]antracena, krizena, benzo[b]fluorantena i benzo[a]pirena
PAH16	zbroj ispitivanih 16 PAH spojeva
LOQ	limit kvantifikacije
LOD	limit detekcije
EPA	Američka agencija za zaštitu okoliša
BMV	blijedo, mekano, vodnjikavo meso
EPA	Američka agencija za zaštitu okoliša
TČS	tamno, čvrsto, suho meso
CMV	crveno, mekano i vodnjikavo meso
SpVV	sposobnost vezivanja vode
a_w	aktivitet vode
TEF	faktor ekvivalentne toksičnosti
EFSA	Europska agencija za sigurnost hrane
PSA	primarni i sekundarni amini
HP	Hercegovački pršut

1.UVOD

Tijekom godina ljudi su na razne načine usavršavali tehnike prerade i proizvodnje hrane. Osnovna zadaća tih metoda bila je dobiti mikrobiološki sigurnu hranu s optimalnim senzorskim svojstvima i što veća mogućnost zadržavanja nutritivno vrijednih komponenata. Obradom hrane dolazi do nastajanja određenih supstanci koje mogu imati razne utjecaje na naš organizam. U suštini sve te supstance ne moraju nužno biti štetne, ali neke supstance , kao što su policiklički aromatski ugljikovodici, mogu imati kancerogeno i genotoksično djelovanje (Knežević i sur., 2010.).

Policiklički aromatski ugljikovodici su skupina organskih spojeva koji sadrže dva ili više kondenziranih aromatskih (benzenskih) prstena, te u svojoj građi sadrže samo atome ugljika i vodika. Nastaju nepotpunim izgaranjem organske tvari, izgaranjem goriva u automobilima, te mogu nastati i kao nusprodukt pri preradi i proizvodnji hrane. PAH-ovi se nalaze u nafti, ugljenu, naslagama katrana i to su spojevi koji su topivi u mastima i uljima, imaju veliku molekulsku masu, nisu hlapivi. Zbog ovih svojstava Američka agencija za zaštitu okoliša (EPA) označila je PAH-ove kao kontaminante okoliša.

Policiklički aromatski ugljikovodici dospijevaju u hranu iz okoliša, pri industrijskoj proizvodnji hrane i tijekom pripremanja hrane u domaćinstvima. Najveće količine PAH-ova pronađene su u žitaricama i proizvodima od žitarica te u morskoj hrani poput školjki i riba te njihovim prerađevinama. Postupci kao što su dimljenje, sušenje, pečenje i roštiljanje jedni su od glavnih izvora PAH-ova u svim vrstama hrane, a posebice su dimljenje i sušenje značajan izvor PAH spojeva za sušene i trajne suhomesnate proizvode (Šarkanj i sur., 2010.).

Hercegovački pršut jedan je od tradicionalnih mesnih proizvoda koji se proizvode na području Bosne i Hercegovine. Proizvodi se tradicionalnim načinom dimljenja na otvorenim ložištima koja mogu biti kontaminirana policikličkim aromatskim ugljikovodicima te mogu predstavljati zdravstveni rizik za konzumente. Proizvodnji pršuta pogoduje povoljna klima bez puno vlažnih dana i mnogo vjetra te i sama blizina mora. Zbog svog specifičnog načina proizvodnje pršut s ovih prostora postao je gastronomska i turistički privlačna delicija (Mastanjević i sur., 2019.)

2. TEORIJSKI DIO

2.1. PRŠUT

PRAVILNIK O MESNIM PROIZVODIMA (N.N. br. 62/18)

Članak 23

(1) Pršut je trajni suhomesnati proizvod od svinjskog buta s kostima, s ili bez kože i potkožnog masnog tkiva, s ili bez nogice, bez repa, s ili bez zdjeličnih kostiju.

(2) Proizvod iz stavka 1 ovoga članka proizvodi se postupkom suhog soljenja ili salamurenja, uz mogućnost dodatka drugih začina ili začinskog bilja, nakon čega slijede procesi sušenja i zrenja, s ili bez provedbe postupka dimljenja.

(3) Nakon sušenja i zrenja, proizvod iz stavka 1 ovoga članka, može se stavljati na tržište otkošten.

(4) Proces postupka proizvodnje iz stavka 2 ovoga članka mora trajati najmanje devet mjeseci.

(5) Proizvod iz stavka 1 ovoga članka nije dozvoljeno proizvoditi upotrebom arome dima.

Jedni od najstarijih zapisa o proizvodnji i sušenju svinjskog mesa potječu iz doba ranog Rima iz središnje Italije. Rimski naziv *perxuctus* potječe od latinske riječi *perexuctus* što znači temeljito osušen. Kako se talijanski jezik modernizirao došlo je do riječi *prosciutto* što predstavlja zasoljeni, osušeni, zreli svinjski but koji se konzumira izrezan na tanke listove. Od talijanske riječi potekao je i službeni naziv koji se koristi u Hrvatskoj, „pršut", ali i u drugim državama bivše Jugoslavije kao što su Slovenija (Kraški pršut) i Crna Gora (Njeguška pršut).

Proizvodnja ovih suhomesnatih proizvoda veže se većinom za mediteranske zemlje od kojih najveću proizvodnju u svijetu imaju Italija, Francuska, Portugal i Hrvatska.

Tehnološki postupak proizvodnje je vrlo kompleksan i zahtjevan te se s toga opravdava njegova visoka cijena na tržištu (Kovačević, 2014.).

2.1.1. Faze proizvodnje pršuta

Ovisno o samoj vrsti pršuta neke faze u proizvodnji mogu se razlikovati. Od same pasmine svinje koja se koristi u proizvodnji, obradi buta (nogica, ključna kost, masno tkivo) , načina soljenja i dodavanja začina, dimljenja (neki se ne dime) pa do samog vremena zrenja koje se može bitno razlikovati.

Osnovne faze proizvodnje pršuta obuhvaćaju:

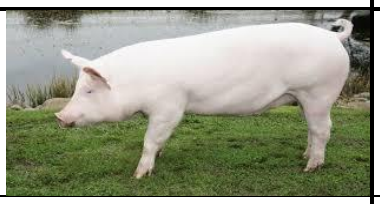
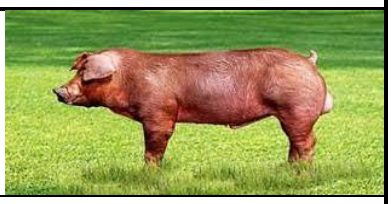


Slika 1. Osnovne faze proizvodnje pršuta

Pasmine i uzgoj svinja

Najzastupljenije pasmine svinja koje se koriste u proizvodnji pršuta su: Duroc, Yorkshire, Landras te njihovi križanci čija je tjelesna masa ”žive vage” između 120 i 200 kilograma. Kod tradicionalnog uzgoja svinja na vlastitim gospodarstvima koristili su se uglavnom hibridi i križanci raznih bijelih pasmina svinja. Često su se koristili križanci zbog raznih pokušaja da bi se dobila ,,nova” pasmina s poželjnim karakteristikama (Mastanjević i sur., 2019.).

Tablica 1. Osobine pasmina svinja (Kovačević, 2016.)

ŠVEDSKI LANDRAS	VELIKI JORKŠIR	DUROK
		
• Velika plodnost • Dobar prirast • Dobro izražena majčinska svojstva i mliječnost • Slabija konstitucija • Prosječna mesnatost • Meso (kvalitetno do slabije kvalitete)	• Izražena mramoriranost • Velika plodnost • Dobro iskorištavanje hrane • Dobar prirast • Dobra kvaliteta mesa • Snažna konstitucija	• Snažna konstitucija • Veliki sadržaj intramuskularne masti • Otpornost • Povoljan za uzgoj u otvorenom sustavu • Izražena mramoriranost mesa • Visoki prirast

Pasminu Pietren nije preporučljivo koristiti zbog izrazite mesnatosti, te se ne bi trebali koristiti niti hibridne pasmine svinja zbog stvaranja BMV (blijedo, mekano, vodnjikavo) mesa.

Visoko kvalitetni pršuti proizvode se od težih i starijih svinja (≥ 150 kg „žive vage") kojima su dobro poznate genetske osnove jer takvo meso sadrži veću količinu mioglobina i ima drugačiji enzimski profil. Posebice su starije svinje poželjnije kao sirovine jer imaju intenzivniju boju, veći udio masnog tkiva pa tako i intenzivniji okus (Toldrá, 2002.).

Na kvalitetu pršuta osim odabira pasmine svinja veliki utjecaj mogu imati način uzgoja, tjelesna masa, dob i prehrana samih svinja, kvaliteta buta, klimatski uvjeti i ponajviše sama tehnologija prerade (Toldrá, 2002.).

Većina svinja za proizvodnju najpoznatijih pršuta poput Parma pršuta, San Daniele, Iberijskog, Bayone i Istarskog pršuta uzgajaju se u kontroliranim uvjetima. Hrane se ječmom, kukuruzom, raži, tritikalom, mahunarkama, ali neke se uzgajaju u različitim uvjetima kao što su svinje za Dalmatinski i Hercegovački pršut te se one još uz žitarice hrane ostacima hrane iz kućanstva, preradom mlijeka, repom, bundevama, krumpirom, raznim voćem i nusproizvodima prehrambene industrije. Tov se provodi u velikom postotku na ekstenzivan način, a ekonomski aspekti se najčešće zanemaruju (Krvavica, 2006.).

Klanje

Kada će se svinje klati ovisi o samoj vrsti pršuta koji će se proizvoditi. Uzima se da za proizvodnju pršuta svinja bude stara najmanje 5 mjeseci, ali i vrijeme klanja uvelike ovisi o kilaži. Neki pršuti zahtijevaju da starost svinja bude između 18-24 mjeseca i da svinje imaju minimalno 160 kilograma (npr. Iberijski pršut). Nekada se klanje obavljalo u kasnu jesen i ranu zimu kako ne bi došlo do kvarenja ili kontaminacije insektima (Krvavica, 2006.).

Obrada buta i hlađenje

Obrada buta vrši se odvajanjem buta od trupa rezom između 2. i 3. kralješka, odvaja se rep, križna kost i zdjelične kosti. Kod nekih se nogica ne odvaja (npr. Iberijski pršut), a ako se odvaja može se odvojiti u ili iznad tarzalnog zgloba. Kod neki se može skidati koža i potkožno masno tkivo (npr. Istarski pršut). Na kraju se vrši istiskivanje krvi, but se hladi (temperatura pada s 41 °C na 0 °C, pri RV zraka <90 %) tijekom 24-36 sati ili se ostavljaju na cijeđenje preko noći (Krvavica M, 2006.). Nakon osnovne obrade i hlađenja dolazi do završne obrade gdje se postiže karakterističan izgled, butovi se klasiraju prema masi, pH vrijednosti i odlaze na žigosanje (Krvavica, 2006.).

Masa svježeg buta, ovisno o vrsti pršuta koji će se proizvoditi, kreće se između 8,5 i 17 kg, dok bi pH vrijednost u području poluopnastog mišića (m. semimembranoos) pri ulasku u pršutanu trebala iznositi između 5,5 i 6,1. Svježi but koji se priprema za daljnju obradu mora biti crvenkasto-ružičaste boje, suhe površine i sažete strukture. Poseban problem u preradi predstavljaju BMV (blijedo, mekano i vodnjikavo), a nešto manje TČS (tamno, čvrsto, suho) meso. Počele su se pojavljivati i nove kategorije mesa koje su upitne kvalitete tzv. CMV (crveno, mekano i vodnjikavo) meso koje predstavlja problem jer su se pokazala neprikladna zbog prekomjerne difuzije soli koja dovodi do preslanog okusa, samim time dolazi do isušivanja i velikog kala, te je meso blijede boje (Toldrá, 2002.).

Soljenje

Soljenje je jedan od metoda konzerviranja koja se koristi kod proizvodnje pršuta. Pršut i ostali suhomesnati proizvodi koji se podvrgavaju dimljenju i zrenju u većini slučajeva konzerviraju se preprekama. Konzerviranje je postupak kojim se sprječava ili usporava rast i razmnožavanje mikroorganizama, te se sprječava aktivacija autolitičkih procesa koji mogu dovesti do kvarenja.

Konzerviranjem mesa produžava se trajnost i povećava otpornost prema uzročnicima kvarenja. Soljenje je kemijska metoda konzerviranja mesa i provodi se kuhinjskom ili morskom soli, te se uz to poboljšavaju organoleptička svojstva kao što su okus, boja, miris, tekstura i dr. Uz uobičajeno soljenje provodi se i postupak salamurenja smjesom kuhinjske soli, nitrata i nitrita uz druge dopuštene sastojke (šećer, askorbinska kiselina, ocat, mliječna, vinska i limunska kis i dr.). Kuhinjska sol inhibira rast mikroorganizama, razara mioglobin uslijed čega nastaje metmioglobin (sivkasta boja), dolazi do oduzimanja vode i djeluje na SpVV. Dolazi do otklanjanja stranih mirisa i utječe na pH na način da zaustavlja snižavanje pH ako je pH prije samog soljenja bio veći od 6,0, ali može i povisiti pH ako je soljenje izvršeno u fazi kada je pH bio ispod 6,0 (Toldrá, 2002.). NaCl povećava sposobnost vezanja vode, smanjuje gubitak vode i masu proizvoda uslijed čega se povećava sočnost mesa, ali i smanjuje aktivitet vode (Kušurin, 2016.). Sol osim što ima konzervirajuća svojstva, inhibira rast patogenih mikroorganizama i uz to još inhibira aktivnost mišićnih enzima. Odgovarajuća količina soli suzbija aktivnost katepsina koji mogu dovesti do prekomjerne mekoće. Uz inhibiciju katepsina još inhibira ostale enzime kao što su lipaze, kisele i neutralne esteraze. Prevelike količine soli se mogu negativno odraziti na kvalitetu pršuta. Prevelike količine soli mogu dovesti do maskiranja svakoga drugog okusa, ali premale količine mogu dovesti do mikrobiološkog kvarenja. Potrebna količina soli je 6-8% računato na ukupnu masu buta. Smatra se da količina soli u zrelom pršutu treba biti više od 6% kako bi se postigla odgovarajuća kvaliteta i dobar okus (Careri i sur., 1993.).

Soljenje/salamurenje mesa može se provoditi na 3 načina:

1. Suhim soljenjem/salamurenjem,
2. Vlažnim salamurenjem,
3. Kombiniranim postupkom (Kovačević, 2001.).



Slika 2. Soljenje butova (Kušurin, 2014.)

Odmor i prešanje

Nakon postupka soljenja provodi se prešanje. Nasoljeni butovi se prije stavljanja u preše ispiru hladnom vodom kako bi se odstranio višak soli s površine te se vješaju na kuke od nehrđajućeg čelika ili špage. Butovi ostaju nekoliko sati na vjetru i svježem zraku. Nakon vješanja butovi se skidaju i stavljaju u preše gdje ostaju 7-10 dana pod teretom koji je 5 puta veći od mase buta.

Prešanje se provodi kako bi se provelo dobro cijeđenje vode i masnog soka. Postupkom prešanja dolazi do oblikovanja koji je pogodan za narezivanje. Postupak se provodi na mramornim ili drvenim stolovima. Slaže se 6 butova po m^2. Mesnati dio buta okreće se prema stolu i na samom početku opterećenje je nešto manje kako ne bi došlo do nagle deformacije i oštećenja te se opterećenje postupno povećava (Karoly, 2015.).



Slika 3. Prešanje usoljenog pršuta (Kušurin, 2014.)

Dimljenje i sušenje

Dimljenje i sušenje su još dva načina tretiranja butova kod proizvodnje pršuta koji spadaju u postupke konzerviranja preprekama. Dimljenje se provodi uporabom hladnog dima koji se dobiva izgaranjem tvrdog drveta ili piljevine bukve, graba ili hrasta. Ako se dimljenje vrši na klasičan način s otvorenim ložištem, potrebno je voditi brigu o temperaturi u komori, jer tijekom dimljenje temperatura ne smije biti veća od 22 ˚C. Prilikom većih temperatura dolazi do denaturacije bjelančevina u površinskom sloju pršuta. Može doći do stvaranja neželjene

barijere koja sprječava slobodna izlazak vode iz unutarnje muskulature buta, a time i do kvarenja pršuta. Dimljenje i sušenje pršuta traje najviše 45 dana (Kovačević, 2014.).

Zrenje

Nakon faze dimljenja i sušenja pršuti se premještaju u komore ili podrumske prostorije sa stabilnom mikroklimom i otvorima za izmjenu zraka zbog pravilnog odvijanja procesa proizvodnje. Svi otvori moraju biti zaštićeni mrežom kako bi se zaštitio pogon od ulaska kukaca, glodavaca i drugih nametnika. Prilikom odvijanja procesa potrebno je prilagoditi temperaturu i relativnu vlažnost zraka. Temperatura za zrenje ne bi trebala prelaziti 20 ˚C, a relativna vlažnost zraka trebala bi biti oko 70 %. U takvim uvjetima pršuti ravnomjerno gube vlagu i pravilno zriju. Tijekom zrenja dolazi do odvijanja raznih procesa u kojima dolazi do niza biokemijskih reakcija proteolize i lipolize pri čemu dolazi do nastajanja hlapljivih spojeva koji daju specifičnu aromu, ali i boju pršuta. Tijekom zrenja dozvoljeno je popunjavati pukotine pršuta smjesom napravljenom od usitnjenog svinjskog sala pomiješanog s pšeničnim ili rižinim brašnom uz dodatak soli. Zrenje je dugotrajan proces koji može trajati od 3 do 12 mjeseci, a kalo iznosi cca. 35 %. Ukupan proces proizvodnje koji uključuje sve faze trebao bi trajati minimalno 9 mjeseci (Krvavica i sur., 2006.).



Slika 4. Prikaz gotovog pršuta (Anonymous 1, 2020.)

2.2. HERCEGOVAČKI PRŠUT

Kako navode Brenjo i sur. (2011.) kod tradicionalne proizvodnje Hercegovačkog pršuta butovi se od polutki odvajaju rezom koji prolazi kroz zdjelični zglob, tako da jabučica butne kosti ostaje u butu. Krsne i zdjelične kosti, kao i kosti repa se odstranjuju. Masno tkivo s unutrašnje strane buta se uklanja u što većoj mjeri da bi se olakšalo što bolje prodiranje soli. U najvećem broju koža ostaje na butu, a nožice se odsijecaju. U Hercegovini postupak suhog soljenja započinje odmah nakon oblikovanja šunki. Soljenje se vrši sa 6-10% mase buta na tradicionalan način snažnim trljanjem, uglavnom morske soli, po svim površinama i ostavljanjem da leži s medijalnom stranom okrenutom prema gore. Soljenje se vrši na temperaturi od 0 do 6 °C s relativnom vlažnosti zraka većoj od 80 %. Nakon 7–10 dana (ovisno o težini pršuta) potrebno je pršut ponovno natrljati solju i položiti sljedećih 7–10 dana s medijalnom stranom okrenutom prema dolje. Na kraju faze soljenja dolazi faza prešanja pršuta koja traje 10 do 15 dana. Prešanje se vrši tako da se butovi poredaju u redove između ploča i tereta. Glavni cilj ove faze je cijeđenje i oblikovanje pršuta. Kao i kod faze soljenja, temperatura u fazi prešanja mora biti 2–6 °C, a relativna vlažnost mora biti viša od 80 %. Neki proizvođači, nakon faze prešanja, pršute premažu određenom količinom bijelog češnjaka, papra i crvene paprike. Također, premazivanje sirovog pršuta ovim začinima može se obaviti nakon faze dimljenja i prije faze zrenja. Ispravno nasoljeni pršuti, oprani i ocijeđeni, zavežu se konopom ili objese na kuke od nehrđajućeg čelika iznad kvrge pete (Tuber calcanei) i prebacuje se u sušnice ili podrume radi ujednačavanja temperature prije dimljenja. U sušnici mora biti osigurana nježna i ravnomjerna ventilacija. Nakon izjednačavanja temperature s temperaturom sušnice slijedi faza dimljenja gdje se proizvod također suši. Dimljenje se vrši hladnim dimom dobivenim sagorijevanjem tvrdog drveta ili piljevine bukve, hrasta ili graba. Dimljenje se vrši na klasičan način uz otvorenu vatru. Izgaranje treba biti tiho (bez plamena) kako ne bi došlo do stvaranja previsoke temperature. Ako je vrijeme vlažno, dimljenje se vrši kontinuirano, a tijekom sušnih dana dimi se samo nekoliko sati tijekom dana. Faza dimljenja u tradicionalnoj proizvodnji Hercegovačkog pršuta traje između 30 do 90 dana. Ova je faza vrlo važna za stvaranje karakteristične arome dima. Nakon faze dimljenja i sušenja pršut se premješta da sazrije u prostoriji sa stabilnom mikroklimom, koja ima otvore za izmjenu zraka (prozore) zbog pravilnog provođenja tehnološkog procesa. Svi otvori moraju biti zaštićeni gustom mrežom koja sprečava slobodan ulazak insekata, glodavaca i drugih nametnika. Poželjno je da temperatura u prostorijama za

zrenje ne prelazi 20 °C, a relativna vlažnost zraka bude ispod 90 %. U takvim mikroklimatskim uvjetima pršut ravnomjerno gubi vlagu i pravilno sazrijeva. Nakon 12 do 18 mjeseci od početka soljenja, pršut je zreo i spreman za konzumaciju (Mastanjević i sur., 2020.).

Svojstva gotovog proizvoda

Pršut je trajni suhomesnati proizvod koji se odlikuje specifičnom aromom, blagim slanim okusom, jednoličnom crvenom bojom mesa i poželjnom konzistencijom. Vanjski izgled mora biti pravilnog oblika, bez velikih nabora, zarezotina, pukotina i visećih dijelova kože i mišića. Kod presjeka potkožno masno tkivo trebalo bi biti bijele do ružičasto-bijele boje, a mišićno tkivo crvene do svijetlo crvene boje s vidljivim intramuskularnim masnim tkivom (mramoriranost), optimalna količina intramuskularnog masnog tkiva je 1,5-3,5 %. Nije dozvoljena pretjerana slanoća, niti gorak, kiseo i nedefiniran okus, nego je potreba ujednačenost, blaga slanost. Miris bi trebao imati ugodnu aromu na usoljeno, suho, fermentirano i dimljeno svinjsko meso, te je nedozvoljena prisutnost stranih mirisa poput katrana, nafte i dr. koje bi mogle nastati tijekom dimljenja. Prilikom žvakanja nije dozvoljena pretjerana tvrdoća, ljepljivost, niti minimalna topljivost, dok je poželjna mekana konzistencija i sočnost. Nije poželjna pretjerana prisutnost blijedo bijelih kristalića tirozina koje mogu smanjiti ocjenu prilikom ocjenjivanja i stvoriti neugodan osjećaj prilikom žvakanja.



Slika 5. Presjek Hercegovačkog pršuta (Anonymous 2, 2020.)

2.3. POLICIKLIČKI AROMATSKI UGLJIKOVODICI

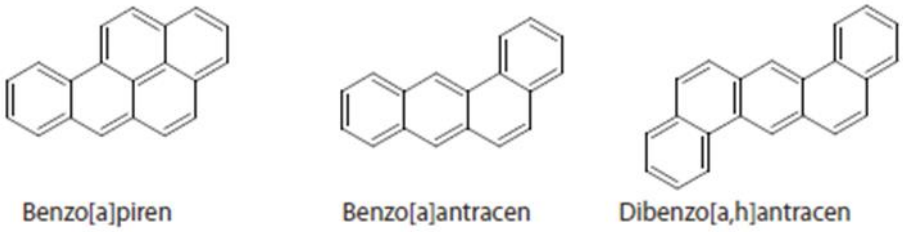
Policiklički aromatski ugljikovodici su velika skupina spojeva koji imaju vrlo sličnu kemijsku strukturu. PAH s četiri ili manje sraslih benzenskih prstenova opisani su kao lagani, a oni koji sadrže više od četiri prstena prepoznati su kao teški; teški PAH su otrovniji i stabilniji. Poznati su kao kancerogeni spojevi koji nastaju tijekom nepotpunog izgaranja organskih spojeva. S obzirom da mehanizam nastajanja PAH-ova još nije u potpunosti razjašnjen smatra se da su dva osnovna puta nastajanja: pirolizom i pirosintezom. Kod visokih temperatura organski spojevi se djelomično razgrađuju (piroliza) te nastaju manji fragmenti, uglavnom radikali koji međusobno reagiraju stvarajući stabilne spojeve policikličkih aromatskih ugljikovodika (pirosinteza). Najlakše nastaju iz ugljikohidrata pri visokim temperaturama bez prisutnosti kisika, ali mogu nastati i iz drugih spojeva poput aminokiselina i masnih kiselina. Izvori PAH spojeva u hrani mogu se podijeliti u dvije skupine:

- PAH-ovi iz ne procesirane hrane,
- PAH-ovi iz procesirane hrane.

Osnovnu razliku čine načini kontaminacije namirnica, odnosno policiklički aromatski ugljikovodici mogu nastati i prirodnim procesima poput šumskih požara, vulkana, djelovanjem industrije ili izgaranjem automobilskog goriva. Na taj način čestice PAH-ova dolaze u zrak i mogu se taložiti na voću, povrću, žitaricama, tlu i vodi. Također se mogu nakupljati i u nekim morskim organizmima poput školjkaša, jastoga i riba.

U procesiranim namirnicama veća količina PAH-ova uočena je u hrani koja se tretira visokim temperaturama, a što je temperatura obrade veća udio PAH-ova je veći, ali veliki udio PAH-ova može nastati i pri nešto nižim temperaturama (100-150 °C) gdje je za taj proces potrebno duže vremena. Kod procesiranih namirnica važnu ulogu u nastajanju PAH-ova ima i sam kemijski sastav namirnice. Kao što je spomenuto najbrže i najlakše nastaju u namirnicama bogatim ugljikohidratima, dok za nastajanje u namirnicama bogatim bjelančevinama i mastima su potrebne temperature više od 500 °C i duža vremenska izloženost. Pečenje, dimljenje, sušenje, roštiljanje i ostali postupci prerade hrane koji uključuju visoke temperature, glavni su uzročnici nastajanja policikličkih aromatskih ugljikovodika (Šarkanj i sur., 2010.).

Kod procesa dimljenja PAH-ovi nastaju zbog nepotpunog izgaranja drveta i putem dima ulaze u hranu. Uočena je važnost odabira drveta kojim se loži te je utvrđeno da hrast, jabuka, joha i orah daju dim s manjom količinom PAH-ova, dok zimzeleno drveće, šljiva i lješnjak proizvode veće količine PAH-ova. Osim vrste drveta važni faktori uz to su trajanje samog postupka dimljenja, visina sušare odnosno njena sama konstrukcija i udaljenost namirnice od izvora dima (ložišta).



Slika 6. Strukture najčešćih policikličkih aromatskih ugljikovodika u hrani (Anonymous 3, 2020.)

Na slici 5 prikazane su strukture najčešće prisutnih PAH-ova u hrani, a za benzo[a]piren se smatra da ima najviše izražena kancerogena svojstva. Benzo[a]piren izabran je kao referentna kemikalija preko koje se određuje smjesa policikličkih aromatskih ugljikovodika jer je njegova toksičnost najbolje opisana. Faktor ekvivalentne toksičnosti (TEF) za svaki PAH se određuje kao relativna toksičnost prema benzo[a]pirenu, čiji je TEF jednak 1. Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA) utvrdila je dopušteni dnevni unos PAH-ova u Europi koji varira između 3,9 i 6,5 ng/kg tjelesne mase na dan (Šišović, 1999.).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Ciljevi ovog istraživanja bili su:

a) odrediti a_w, pH i osnovni kemijski sastav Hercegovačkih pršuta,

b) instrumentalno odrediti boju Hercegovačkih pršuta,

c) identificirati vrste i koncentracije 16 PAH spojeva u Hercegovačkom pršutu.

3.2. MATERIJAL I METODE

3.2.1. Metode za određivanje fizikalno-kemijskih svojstava Hercegovačkih pršuta

3.2.1.1. Određivanje aktiviteta vode (a_w)

Aktivitet vode označava količinu vode koju mikroorganizmi mogu koristiti kako bi rasli i provodili biokemijske reakcije. Povećanjem koncentracije otopljenih tvari, odnosno smanjenjem aktiviteta vode usporava se ili inhibira rast mikroorganizama. Određivanje aktiviteta vode provodilo se pomoću uređaja HygroLab 3- Multi-channel Humidity & Water Activity Analyser (ROTRONIC), pri sobnoj temperaturi od 20 ± 2 °C.



Slika 7. HygroLab 3 – Multi-channel Humidity Water Activity Analyser

3.2.1.2. Određivanje pH vrijednosti i osnovnog kemijskog sastava

Vrijednost pH mjerena je uređajem pH/lon – Bench pH/lon/mV meter (Eutech Instruments Pte Ltd/Oakton Instruments, USA), prema ISO normi 2917:1999 (HRN ISO 2917, 2000) te uputama proizvođača (pH/lon 510 Instruction Manual). Terenska mjerenja pH vrijednosti

provedena su pomoću prijenosnog pH metra pH 3210/3310 tvrtke WTW prema normi (HRN ISO 2917:2000), (HNZ, 2000.).

Određivanje udjela bjelančevina, kolagena, ukupnih masti i vode provedena je pomoću uređaja FoodScan Meat Analysera . Određivanje je vršeno prema AOAC metodi 2007.4 (AOAC, 2007.).



Slika 8. FoodScan Meat Analyser

3.2.2. Određivanje koordinata boje u CIE-L*a*b sustavu

Instrumentalno određivanje boje je provedeno uređajem MiniScan®XE Plus spectro-colorimeter (Hunter Associates Laboratory, Inc., Virginia, USA), (angle 10º, illuminant D65). Uređaj je prije početka rada kalibriran bijelom keramičkom pločom i hvatačem svjetlosti (L0 = 93.01, a0 = -1.11 i b0 = 1.30).

Određene su sljedeće koordinate boje u CIE-L*a*b* sustavu:

(L*) - koordinata svjetline (lightness): 0 (crna) - 100 (bijela),

a* - koordinata obojenja (redness): (± crveno - zeleno),

b* koordinata obojenja (yellowness): (± žuto – plavo).

Mjerenje boje uzoraka pršuta provedeno je pri sobnoj temperaturi (20 ± 2 ºC).

3.2.3. Određivanje policikličkih aromatskih ugljikovodika

Tablica 2. Nazivi 16 proučavanih policikličkih aromatskih ugljikovodika i njihove skraćenice

Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH)	
Naftalen	Nap
Acenaftilen	Ane
Fluoren	Fln
Antracen	Ant
Fenantren	Phen
Fluoranten	Flt
Benz[a]antracen	BaA
Krizen	Chry
Benzo[b]fluoranten	BbF
Benzo[k]fluoranten	BkF
Benzo[a]piren	BaP
Benzo[g,h,i]perilen	BghiP
Dibenzo[a,h]antracen	DahA
Indeno[1,2,3-cd]piren	InP
Acenaften	Anl
Piren	Pyr

Kvantitativna analiza PAH smjese je izvršena metodom vanjskog standarda korištenjem standardne smjese 16 PAH jedinica u matrixu acetonitril/aceton/toluen (6:3:1)

Pripremljene su standardne otopine PAH-ova s mješavinom 16 policikličkih aromatskih ugljikovodika koje sadrže 500 ± 0,2 µg/ml. Provedena je validacija metode i kalibracija kroz

matrični slijepi uzorak. Korištena je brza, jednostavna, učinkovita, robusna i sigurna (QuEChERS) metoda kojom su se pripremali uzorci (Mastanjević i sur., 2020.).

Uzorkovanje

Uzorkovanje se vršilo slučajnim odabirom tijekom 2019. godine na područjima Hercegovine, odnosno na području Hercegovačko-neretvanskog kantona (općine: Mostar, Čitluk, Čapljina, Neum), Zapadno-hercegovačkog kantona (općine: Ljubuški, Grude, Široki Brijeg, Posušje), Herceg-bosanski kanton (općine: Livno, Tomislavgrad, Kupres) i regije Trebinje. Sve uzorke pršuta proizveli su reprezentativni domaći proizvođači. Svi uzorci su pakirani u vakuum pakiranje, kodirani i odneseni u laboratorij gdje se provela analiza. Svaki je uzorak analiziran u tri primjerka, stoga vrijednosti utvrđenih PAH-ova u ovom radu predstavljaju srednje vrijednosti tri paralelne analize (Mastanjević i sur., 2020.).

Priprema i pročišćavanje uzoraka

Uzorci su pripremljeni korištenjem QuEChERS metodom. Metoda uključuje ekstrakciju pomoću acetonitrila uz dodatak magnezijevog sulfata i bezvodnog natrijevog acetata. Tri grama samljevenog homogeniziranog uzorka preneseno je u kivetu, zatim je dodana smjesa od 3 ml acetonitrila i 3 ml vode. Nakon jedne minute intenzivnog miješanja na vortex miješalici dodano je 3 g bezvodnog magnezijevog sulfata i 1 g bezvodnog natrijevog acetata. Zatim se uzorak prenese na centrifugiranje 5 minuta pri 3000 o/min. Nakon centrifugiranja 1 ml gornjeg sloja ekstrakta acetonitrila prenese se u epruveti od 5 ml u kojoj se nalazi 150 mg bezvodnog magnezijevog sulfata, 100 mg primarnog i sekundarnog amina (PSA) i 50 mg C18. Sadržaj se ponovo odvodi na centrifugiranje na 5 min pri 3000 o/min.

Nakon centrifugiranja uzima se 0,5 ml alikvota koji se podvrgava postupku isparavanja s dušičnim plinom te se rekonstruira heksanom, te smo tako dobili uzorak koji je spreman za analizu na plinskom kromatografu s masenom spektrometrijom (Novakov i sur., 2017.).

GC-MS analiza

Plinska kromatografija je separacijska tehnika za kvalitativno i kvantitativno određivanje komponenata analiziranog uzoraka u kojoj se kao pokretna faza koristi plin (Rood, 1999.). Nepokretna faza je selektivna tekućina velike viskoznosti ili selektivna krutina. S obzirom na to da je pokretna faza plin, pri analizi komponente smjese se moraju prevesti u plinsku fazu. Plinska kromatografija je najefikasnija i najčešće primjenjivana tehnika analize. Jedan od

glavnih uvjeta da bi se plinskom kromatografijom tvar mogla analizirati je njena hlapljivost, tj. da na određenoj temperaturi prijeđe u plinovito stanje (Rood, 1999.).

Spektrometar masa koristi se kao detektor u plinskoj kromatografiji. Komponente nakon razdvajanja na koloni ulaze u ionizator koji je u visokom vakuumu. Molekule uzorka se bombardiraju elektronima pri čemu nastaju ioni koji se ubrzavaju u magnetskom dijelu instrumenta. Pri prolasku kroz magnetsko polje ioni dobivaju otklon razmjeran njihovoj brzini, masi i naboju. Veličina otklona obrnuto je proporcionalna masi fragmenta. Ioni zatim ulaze u detektor gdje dobivaju signal i potom se određuju putem spektrometra masa. On nam pokazuje omjer mase i naboja s obzirom na relativni intenzitet pojedinog fragmenta, odnosno udio iona. Prednost ovog detektora je u tome da osim površine pikova dobivamo i spektar masa u svakoj točki kromatograma koji nam može poslužiti za kvalitativnu analizu uzorka (Marković, 2005.).

Postupak određivanja PAH-ova pomoću GC-MS metodom

Injektirano je 4 µL uzorka pri konstantnom tlaku od 11,36 psi, temperaturi od 280 °C. i konstantnom protoku plina nosača od 1,2 ml/min. Razdvajanje PAH smjese izvršeno je upotrebom kapilarne kolone od rastaljenog silicijevog dioksida HP-5 MS stupcu duljine 30 m, unutarnjeg promjera 0,25 mm i debljina sloja 0,25 µm. Tijekom analize korišten je sljedeći temperaturni program kolone: početna temperatura 50 °C u trajanju od 0,4 min, gradijent 25 °C/min od 50 °C do 195 °C zadržana 1,5 min. Zatim gradijent 8 °C/min od 195 °C do 265 °C i održavanje na 315 °C za 1,25 minuta sa 20 °C/min. Temperatura detektora bila je 280 °C. Analize su provedene u 3 primjerka.

Utvrđivanje dobivenih vrijednosti (pikova) je vršena na osnovu retenciranog vremena i ciljanih iona, metodom vanjskog standarda, korištenjem standardnog rastvora. Kontrolni uzorak (slijepa proba) i rastvarači koji su korišteni u analizi su analizirani i u njima nisu pronađeni PAH-ovi (Mastanjević i sur., 2020.).

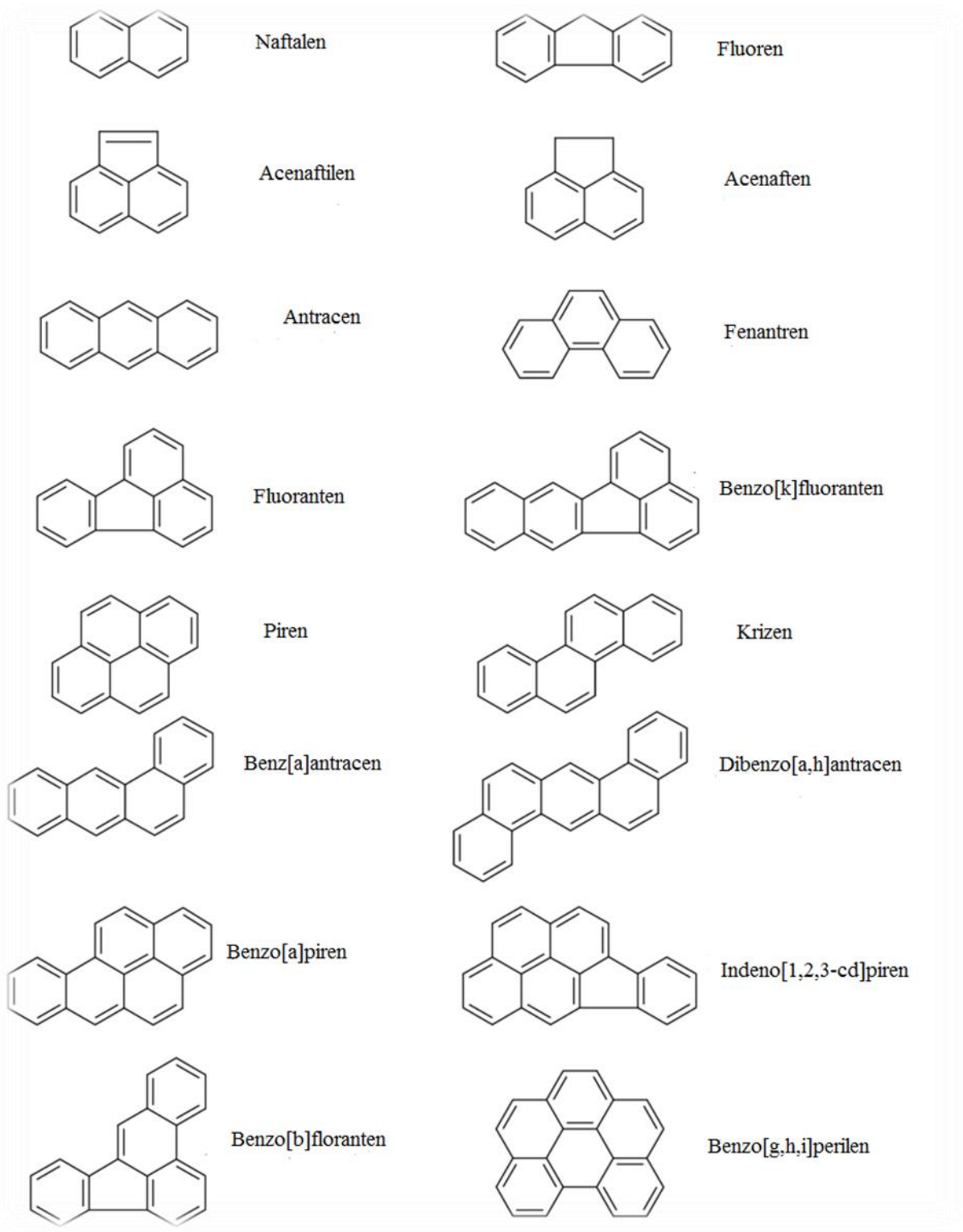
Validacija metode

Kao matrix na kome se vrši validacija uzeto je maslinovo ulje zbog lipofilnih svojstava PAH-ova te je za maslinovo ulje analizom utvrđeno da ne sadrži ostatke PAH-ova koji podliježu validacijskom procesu. Validacija metode je utvrđena u skladu s EU Regulativom br. 333/2007 i dopunom 836/2011.

Linearnost detektora je testirana u rasponu od 5 do 500 mg/kg. Preciznost metode je procijenjena ponovljivošću korištenja maslinovog ulja obogaćenog koncentracijama PAH-ova koji su injektirani u tri kopije (50,0 mg/kg n=20)

Tablica 3. prikaz srednje vrijednosti preciznosti, ponovljivosti, točnosti, linearnosti, granice detekcije i granice kvantifikacije za PAH-ove u metodi validacije

PAH-ovi	Preciznost (%)	Ponovljivost (%)	Točnost (%)	Linearnost (r^2)[a]	LOQ µg/kg	LOD µg/kg
Nap	11,30	6,33	95,0	0,99	1,20	0,30
Anl	7,91	7,82	99,0	0,99	1,30	0,29
Ane	8,52	8,32	99,3	0,99	1,05	0,32
Flu	2,82	10,20	100	0,99	1,11	0,30
Ant	3,53	3,73	98,7	0,99	1,10	0,30
Phen	4,31	11,4	85,9	0,99	1,18	0,35
Flt	3,61	3,72	95,3	0,99	1,15	0,30
BaA	9,44	8,60	89,7	0,99	1,30	0,37
Pyr	4,74	6,91	91,1	0,99	1,21	0,32
Chry	5,33	8,20	92,5	0,99	1,13	0,34
BbF	8,52	14,30	86,4	0,99	1,30	0,36
BkF	3,51	3,32	94,3	0,99	1,21	0,32
BaP	3,23	3,81	96,8	0,99	2,00	0,53
DahA	8,72	11,30	91,2	0,99	1,99	0,51
BghiP	9,71	11,30	81,5	0,99	1,90	0,45
InP	9,51	10,30	85,3	0,99	1,91	0,53
min	2,82	3,32	81,5	0,99	1,05	0,30
max	11,30	14,30	100	0,99	1,81	0,50



Slika 9. Strukturne formule 16 prioritetnih PAH-ova (Mastanjević i sur., 2020.)

3.2.4. Statistička obrada rezultata

Od uzoraka Hercegovačkog pršuta mjerene su tri vrijednosti PAH-ova, 2 vrijednosti kemijskog sastava (količina proteina, masti, kolagena, vlage), 2 vrijednosti pH i a_w i 5 vrijednosti za određivanje boje. Pojedini eksperimentalni podaci analizirani su analizom varijance (ANOVA) i Fisher-ovim LSD testom ”najmanje značajne razlike” (eng. Least significant difference) sa značajnošću definiranom na p <0,05. Statističke analize provedene su sa Statisticom 13.1. (TIBCO Software Inc., Palo Alto, CA, SAD).

4. REZULTATI

4.1 REZULTATI MJERENJA

Rezultati istraživanja, odnosno provedbe eksperimentalnog dijela diplomskog rada:

a) pH vrijednost, aktivitet vode, količina proteina, masti, vode, kolagena (**Tablica 4**),

b) boje Hercegovačkog pršuta određene instrumentalnim metodama (**Tablica 5)**,

c) vrste i koncentracije 16 PAH spojeva u 33 uzorka u Hercegovačkom pršutu (**Tablica 6, Tablica 7**).

Tablica 4. Prikaz rezultata fizikalno-kemijskih svojstava 33 uzorka Hercegovačkog pršuta

	Protein	Mast	Vlaga	Kolagen	pH	a_w
HP 1	26,15	26,87	34,33	0,50	5,97	0,81
HP 2	27,94	18,89	39,35	0,61	5,70	0,82
HP 3	27,36	22,85	36,94	0,28	5,89	0,82
HP 4	26,01	30,57	33,90	1,51	5,75	0,81
HP 5	22,17	43,27	28,19	2,39	5,73	0,84
HP 6	24,03	21,38	40,46	1,18	5,66	0,82
HP 7	29,40	17,00	38,29	0,99	5,89	0,80
HP 8	26,68	19,98	40,92	0,54	5,89	0,84
HP 9	24,17	23,11	41,62	2,54	5,59	0,85
HP 10	27,24	25,37	37,30	1,17	5,78	0,85
HP 11	25,53	19,21	38,51	1,74	5,76	0,81
HP 12	23,36	20,40	44,70	1,19	5,62	0,87
HP 13	22,48	43,63	26,25	1,20	5,71	0,81
HP 14	24,07	29,74	34,29	0,30	5,84	0,80
HP 15	25,76	34,21	28,90	1,41	5,73	0,78
HP 16	25,55	32,98	31,99	0,53	5,65	0,82
HP 17	28,74	18,36	40,66	1,43	5,65	0,85
HP 18	29,26	11,39	50,62	1,27	5,67	0,89
HP 19	30,84	20,00	38,12	1,35	5,58	0,85
HP 20	28,72	22,31	38,97	2,05	5,86	0,87
HP 21	31,61	16,68	42,26	1,71	5,62	0,87
HP 22	20,49	46,25	28,63	1,50	5,65	0,88
HP 23	26,42	29,18	33,13	0,65	5,63	0,84
HP 24	23,56	38,63	30,59	1,01	5,60	0,85
HP 25	22,55	42,93	27,74	1,68	5,59	0,83
HP 26	28,47	29,85	32,85	1,47	5,67	0,86
HP 27	27,12	32,16	29,08	1,13	5,86	0,82
HP 28	29,81	21,08	39,44	1,25	5,79	0,87
HP 29	28,08	26,40	35,71	1,02	5,65	0,86
HP 30	26,66	29,82	37,05	1,59	5,76	0,89
HP 31	25,40	27,54	39,24	1,58	5,81	0,89
HP 32	27,26	23,62	41,72	1,15	5,72	0,89
HP 33	28,50	27,80	34,64	1,74	5,67	0,87

Tablica 5. Prikaz L*, a* i b* vrijednosti uzoraka Hercegovačkih pršuta

	L*	a*	b*
HP 1	38,20	18,41	14,58
HP 2	38,23	16,36	11,08
HP 3	39,82	19,85	13,65
HP 4	36,82	17,76	10,96
HP 5	42,84	14,48	11,11
HP 6	39,99	16,04	13,05
HP 7	36,15	18,80	10,97
HP 8	37,83	17,37	9,36
HP 9	47,30	15,91	15,92
HP 10	42,59	18,39	15,04
HP 11	39,19	16,75	11,04
HP 12	47,54	15,40	12,78
HP 13	46,84	16,48	15,37
HP 14	40,17	18,79	10,92
HP 15	40,68	15,85	14,04
HP 16	43,79	14,99	13,35
HP 17	40,57	10,24	7,17
HP 18	47,01	7,83	1,23
HP 19	37,32	10,64	11,94
HP 20	38,97	13,79	8,67
HP 21	43,93	10,67	6,56
HP 22	57,36	5,96	4,73
HP 23	39,81	6,68	3,93
HP 24	50,28	5,74	4,82
HP 25	49,26	6,53	5,94
HP 26	43,33	8,17	5,75
HP 27	32,45	8,96	4,50
HP 28	34,14	9,21	3,24
HP 29	35,63	9,05	3,44
HP 30	39,01	9,40	4,09
HP 31	42,85	13,44	8,93
HP 32	42,31	10,09	5,43
HP 33	32,28	8,93	3,01

Tablica 6. Policiklički aromatski ugljikovodici u uzorcima Hercegovačkog pršuta

	Nap	Ane	Fln	Ant	Phen	Flt	BaA	Chry	BbF	BkF	BaP	BghiP	DahA	InP	PAH4	PAH16
HP1	12,7109	2,2429	<LOQ	1,6258	1,4233	0,2069	2,7489	<LOQ	2,1148	0,1115	2,1049	0,5122	0,4433	<LOQ	6,9686	33,2140
HP2	0,8951	0,1614	0,5397	0,9964	<LOQ	0,0000	2,8356	<LOQ	0,1193	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,2425	<LOQ	2,9550	8,7450
HP3	0,9937	0,2747	0,9538	1,8113	0,1525	0,2951	2,9203	<LOQ	0,1483	0,1543	<LOQ	0,9106	<LOQ	<LOQ	3,0686	11,6832
HP4	0,6948	<LOQ	0,6113	1,7429	0,7585	0,4257	6,4808	5,5886	4,8842	7,0612	4,7235	7,2702	11,1505	8,5398	21,6771	81,6089
HP5	1,0095	0,3520	0,7808	2,5141	3,1167	0,1790	3,1745	<LOQ	4,9559	<LOQ	0,1467	<LOQ	<LOQ	<LOQ	8,2771	24,5064
HP6	0,8740	0,1178	0,4183	1,1043	1,1204	<LOQ	2,8787	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2,5246	2,8787	11,9166
HP7	0,8693	0,1358	0,7350	1,7517	0,1909	0,1271	2,4145	<LOQ	0,1655	0,1715	0,1919	<LOQ	<LOQ	0,4663	2,7720	9,9916
HP8	1,1389	0,1026	0,8966	1,7808	0,1242	0,3111	2,5950	<LOQ	0,1656	0,1729	0,1814	1,2561	<LOQ	<LOQ	2,9420	11,6672
HP9	0,5693	<LOQ	0,7679	1,5222	0,1203	0,1009	5,0791	<LOQ	0,1322	0,1317	0,1206	<LOQ	0,8396	0,1646	5,3319	14,8803
HP10	0,4774	<LOQ	0,9402	2,7164	0,3212	0,2872	2,9931	<LOQ	0,2518	0,2448	0,2728	<LOQ	<LOQ	0,1293	3,5177	12,1519
HP11	1,0041	<LOQ	0,6835	1,1686	1,3597	<LOQ	1,4032	<LOQ	<LOQ	0,1457	<LOQ	0,7949	<LOQ	0,1880	1,4032	8,1509
HP12	0,8133	0,8680	0,7820	1,7685	0,1524	0,1277	0,9969	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,1191	0,0000	<LOQ	<LOQ	1,1160	6,7439
HP13	0,7666	0,1728	0,4968	1,9961	0,1499	0,1900	2,6905	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,3409	<LOQ	<LOQ	2,6905	9,4942
HP14	3,0314	0,1696	0,8140	1,5770	0,1385	0,1298	2,4826	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,1875	<LOQ	<LOQ	2,4826	11,0129
HP15	9,0903	0,5467	2,3279	4,5679	1,1814	0,2925	1,6501	<LOQ	0,0664	0,1404	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,7165	21,5801
HP16	2,0149	0,1929	0,6532	2,0577	0,1878	0,2833	3,9904	<LOQ	0,1356	0,1309	0,1524	<LOQ	<LOQ	0,2196	4,2784	14,2970

	Nap	Ane	Fln	Ant	Phen	Flt	BaA	Chry	BbF	BkF	BaP	BghiP	DahA	InP	PAH4	PAH16
HP17	0,5301	<LOQ	0,3762	0,8600	<LOQ	<LOQ	0,7903	<LOQ	0,6666	0,1563	0,1733	<LOQ	1,2199	<LOQ	1,6303	6,4030
HP18	0,3030	<LOQ	0,3226	0,7748	<LOQ	<LOQ	0,3677	<LOQ	0,4484	0,1203	0,1234	0,5140	<LOQ	<LOQ	0,9395	3,9135
HP19	1,8066	1,6285	1,0035	4,7598	0,7987	0,4410	0,4637	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,8305	<LOQ	1,7245	0,4637	13,9205
HP20	1,8010	0,1414	0,2607	0,8522	<LOQ	<LOQ	0,5789	<LOQ	0,5876	0,1465	<LOQ	1,3308	0,3007	1,4946	1,1666	8,6612
HP21	0,6328	0,0920	0,1995	0,5478	<LOQ	<LOQ	0,6322	<LOQ	0,3434	<LOQ	<LOQ	0,7328	<LOQ	0,8708	0,9756	5,0268
HP22	0,7974	<LOQ	0,2520	0,7070	<LOQ	<LOQ	1,7101	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,1357	1,7101	5,3122
HP23	0,7779	<LOQ	0,1755	0,5225	<LOQ	<LOQ	0,7831	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,7831	3,0421
HP24	0,8193	<LOQ	0,2432	0,5830	<LOQ	<LOQ	1,7425	<LOQ	<LOQ	0,1425	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,7425	5,2728
HP25	0,9554	0,1822	0,3502	1,1026	0,1452	<LOQ	1,1741	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,1741	5,0836
HP26	2,3979	<LOQ	0,4206	1,8115	<LOQ	0,2043	1,8309	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,6392	<LOQ	<LOQ	1,8309	9,1353
HP27	2,0806	<LOQ	0,2505	0,9143	<LOQ	<LOQ	0,8606	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,8606	4,9667
HP28	1,7857	<LOQ	0,2528	0,9276	<LOQ	<LOQ	0,8713	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,8713	4,7088
HP29	0,8602	<LOQ	0,1365	0,8210	<LOQ	<LOQ	0,4556	<LOQ	0,1812	0,1838	0,1264	1,0825	<LOQ	0,7444	0,7632	5,3548
HP30	1,1536	<LOQ	0,1633	0,9912	<LOQ	<LOQ	0,3842	<LOQ	0,2339	<LOQ	<LOQ	0,8583	<LOQ	<LOQ	0,6182	4,4027
HP31	1,3298	<LOQ	0,1479	0,6880	<LOQ	<LOQ	0,3734	<LOQ	0,1550	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,2900	0,5284	3,5125
HP32	1,2485	0,1050	0,3260	1,3561	0,1460	0,0000	1,8720	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,1190	0,3457	<LOQ	<LOQ	1,9910	7,5093
HP33	1,1238	<LOQ	0,2480	0,9942	<LOQ	<LOQ	1,0565	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,8210	1,0565	5,2999

Tablica 7. Policiklički aromatski ugljikovodici (µg / kg) u Hercegovačkom pršutu po kantonima.

PAH	Hercegovačko-neretvanski kanton	Zapadno hercegovački kanton	Hercegbosanski kanton	Trebinje regija	Ukupno
Nap <LOQ (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	<LOQ 0.001-12,99 1.84 [b] ± 3.35	<LOQ 0.01–10.09 2.13 [a] ± 2.63	<LOQ 0.72–2.66 1.42 [d] ± 0.69	<LOQ 0.51–1.97 1.14 [e] ± 0.41	<LOQ 0.01–12.99 1.63 [c] ± 2.47
Anl <LOQ (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	4(33.3) <LOQ-2.32 0.35 [a] ± 0.62	3(30.0) <LOQ-1.63 0.30 [b] ± 0.49	6(85.7) <LOQ-0.19 0.02 [d] ± 0.06	4(80.0) <LOQ-0.10 0.02 [e] ± 0.04	16(47.0) <LOQ-2.32 0.17 [c] ± 0.48
Ane <LOQ (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	12(100.0) <LOQ <LOQ	10(100.0) <LOQ <LOQ	7(100.0) <LOQ <LOQ	5(100.0) <LOQ <LOQ	34(100.0) <LOQ <LOQ
Flu <LOQ (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	1(8.3) <LOQ-1.07 0.67 [b] ± 0.29	1(8.3) <LOQ-1.07 0.67 [b] ± 0.29	<LOQ 0.19-2.45 0.69 [a] ± 0.63	<LOQ 0.11-0.50 0.27 [d] ± 0.10	<LOQ 0.11-0.34 0.20 [e] ± 0.07
Ant <LOQ (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	<LOQ 0.86–2.86 1.70 [b] ± 0.52	<LOQ 0.86–2.86 1.70 [b] ± 0.52	<LOQ 0.54–5.06 1.93 [a] ± 1.55	<LOQ 0.50–2.04 0.95 [e] ± 0.44	<LOQ 0.67–1.37 0.97 [d] ± 0.24
Phe <LOQ (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	1(8.3) <LOQ-5.97 0.73 [a] ± 1.22	5(50.0) <LOQ-1.25 0.25 [b] ± 0.40	6(85.7) <LOQ-0.14 0.02 [d] ± 0.05	4(80.0) <LOQ-0.14 0.02 [c] ± 0.06	15(44.1) <LOQ-5.97 0.26 [b] ± 0.82
Flt <LOQ (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	3(25.0) <LOQ-0.50 0.17 [a] ± 0.14	5(50.0) <LOQ-0.44 0.14 [b] ± 0.15	6(85.7) <LOQ-0.20 0.03 [d] ± 0.07	5(100.0) <LOQ <LOQ	18(52.9) <LOQ-050 0.08 [c] ± 0.14
Pyr <LOQ (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	12(100) <LOQ <LOQ	10(100.0) <LOQ <LOQ	7(100.0) <LOQ <LOQ	5(100.0) <LOQ <LOQ	34(100) <LOQ <LOQ
BaA <LOQ (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	<LOQ 0.93–6.85 3.04 [a] ± 1.46	<LOQ 0.23–4.37 1.52 [c] ± 1.24	<LOQ 0.72–1.96 1.24 [d] ± 0.45	<LOQ 0.29–2.02 0.82 [e] ± 0.61	<LOQ 0.23–6.85 1.66 [b] ± 1.43

PAH	Hercegovačko-neretvanski kanton	Zapadno-hercegovački kanton	Hercegbosanski kanton	Trebinje regija	Ukupno
Chry <LOQ (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	11(91.6) <LOQ-6.07 0.46 [a] ± 1.58	10(100.0) <LOQ <LOQ	7(100.0) <LOQ <LOQ	5(100.0) <LOQ <LOQ	33(97.0) <LOQ6.07 0.11 [b] ± 0.96
BbF <LOQ (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	3(25.0) <LOQ-5.10 1.07 [a] ± 1.84	4(40.0) <LOQ-0.67 0.23 [c] ± 0.25	7(100.0) <LOQ <LOQ	2(40.0) <LOQ-0.24 0.11 [d] ± 0.10	15(44.1) <LOQ-5.10 0.35 [b] ± 1.2
BkF <LOQ (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	4(33.3) <LOQ-7.91 0.68 [a] ± 1.98	5(50.0) <LOQ-0.16 0.07 [c] ± 0.07	6(85.7) <LOQ-0.14 0.02 [e] ± 0.05	4(80.0) <LOQ-0.18 0.03 [d] ± 0.07	18(52.9) <LOQ-7.91 0.20 [b] ± 1.21
BaP <LOQ (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	4(33.3) <LOQ-5.08 0.65 [a] ± 1.38	7(70.0) <LOQ-0.18 0.04 [c] ± 0.07	7(100.0) <LOQ <LOQ	3(60.0) <LOQ-0.14 0.04 [c] ± 0.06	20(58.8) <LOQ-5.08 0.18 [b] ± 0.87
DahA <LOQ (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	8(66.6) <LOQ-12.83 1.05 [a] ± 3.15	8(80.0) <LOQ-1.24 0.16 [c] ± 0.38	7(100.0) <LOQ <LOQ	5(100.0) <LOQ <LOQ	27(79.4) <LOQ-12.83 0.31 [b] ± 1.95
BghiP <LOQ (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	7(58.3) <LOQ-7.43 0.89 [a] ± 2.01	4(40.0) <LOQ-1.44 0.41 [c] ± 0.44	6(85.7) <LOQ-0.65 0.09 [d] ± 0.24	2(40.0) <LOQ-1.10 0.45 [bc] ± 0.47	18(52.9) <LOQ-7.43 0.47 [b] ± 1.27
InP <LOQ (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	6(50.0) <LOQ-10.02 1.00 [a] ± 2.46	5(50.0) <LOQ-2.41 0.46 [b] ± 0.70	7(100.0) <LOQ <LOQ	2(40.0) <LOQ-0.87 0.37 [c] ± 0.37	17(50.0) <LOQ-10.02 0.46 [b] ± 1.56
PAH4 <1 (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	1(8.33) 0.95–22.67 5.24 [a] ± 5.48	1(10.0) 0.45–4.67 1.81 [c] ± 1.15	3(42.8) 0.72–1.96 1.24 [d] ± 0.45	3(60.0) 0.52–2.15 0.99 [e] ± 0.56	7(20.5) 0.45–22.67 2.32 [b] ± 3.81
PAH16 <1 (%) Min-Max Sr. vrj. ± St. Dev.	< 1 6.71–87.65 19.60 [a] ± 20.60	< 1 3.74–23.28 10.21 [b] ± 5.44	< 1 2.92–9.83 5.35 [d] ± 1.86	< 1 3.17–7.95 5.21 [e] ± 1.43	< 1 2.92–87.6 10.10 [c] ± 14.05

Prikazani rezultati su srednja vrijednost ± standardna devijacija; razlike vrijednosti unutar retka označene istim slovom (a - e) nisu statistički značajne ($p < 0,05$).

5. RASPRAVA

5.1. RASPRAVA

Osnovni kemijski sastav pH vrijednost i a_w uzoraka Hercegovačkog pršuta prikazani su u **Tablici 4**. Maseni udio proteina u ispitivanim uzorcima kretao se od 22,17 do 30,83 %, udio masti od 11,39 do 46,25 %, udio vlage od 26,25 do 50,65 %, a udio kolagena od 0,28 do 2,53 %. Aktivitet vode kretao se od 0,78 do 0,89, a pH vrijednost kretala se od 5,58 do 5,97.

Referentna metoda mjerenja boje mesa (Honikel, 1998) je ona koja koristi L*, a*, b* spektar boja. Parametar L* je mjera svjetlosti mesa iskazana vrijednostima od 0 do 100 (0 = crno; 100 = bijelo). Vrijednost parametra a* je mjera crvenila mesa iskazana vrijednostima od - 60 do 60, a iskazuje spektar od crvene do zelene boje pri čemu veća vrijednost a* parametra karakterizira crvenije meso. Vrijednost b* parametra ukazuje na spektar nijansi između plave i žute boje, a njegova veća vrijednost označava izraženost žutog dijela spektra. Svaki uzorak analiziran je pet puta te su prikazani rezultati srednje vrijednosti mjerenja. Na boju mesnih proizvoda mogu utjecati različite vrste dima, odnosno spojevi koji nastaju u postupku dimljenja poput fenola i karbonilnih spojeva.

Postupak dimljenja kao i kemijski sastav imao je utjecaj na boju Hercegovačkog pršuta – najveća vrijednost L* izmjeren je u uzorku HP22 (57,36) te taj pršut ima svjetliju boju, uzorak s najvećom a* vrijednosti je HP3 (19,85) te taj pršut ima izraženu crvenu boju, te uzorak s najvećom b* vrijednosti HP9 (15,92) ima više izražen žuti dio spektra (**Tablica 5.**).

Rezultati istraživanja PAH-ova prikazani su u **Tablici 6** i **Tablici 7** te su otkrili prisutnost 14 od 16 PAH-a, identificiranih na EPA popisu prioritetnih onečišćivača.

Kako bi dobili informacije o količinama i vrstama PAH-a kojima su potrošači izloženi kada konzumiraju tradicionalni Hercegovački pršut, istraživanje je provedeno na uzorcima proizvedenim na tradicionalan način (Mastanjević i sur; 2020).

Prema aktualnoj legislativi o maksimalnim razinama PAH-ova u hrani, najveća dopuštena koncentracija BaP u mesnim prerađevinama iznosi 2 µg/kg, a zbroj koncentracija PAH4 ne smije prelaziti 12 µg/kg. (Uredba EU br. 835/2011).

Lagani PAH-ovi utvrđeni u Hercegovačkom pršutu su Nap, Anl, Flu, Ant, Phen, Flt i BaA. Nap, BaA i Ant kvantificirani su u svih 33 uzorka Hercegovačkog pršuta. Anl je kvantificiran u 53%, Flu u 97,1%, Phen u 55,9% i Flt u 47,1% uzoraka. Prisutnost kancerogenog BaP dokazana je u 13 uzoraka Hercegovačkog pršuta. U dva uzorka ta koncentracija je prelazila zakonski propisanu razinu od 2 μg/kg. Samo jedan uzorak Hercegovačkog pršuta imao je veću koncentraciju PAH 4 (21,68 μg/kg) od propisanih 12 μg/kg (**Tablica 6.**)

Teški PAH-ovi utvrđeni u Hercegovačkom pršutu su bili Chry (3,0%), BbF (55,9%), BkF (47,1%), BaP (41,2%), DahA (20,6%), BghiP (47,1%) i InP (50,0%).

Najrasprostranjeniji PAH u svim uzorcima bio je Nap, od prosječno 2,13 μg/kg u Zapadno-hercegovačkim uzorcima do 1,14 μg / kg u regiji Trebinje. Anl se kretao od 0,02 μg/kg u regiji Trebinje do 0,35 μg/kg u Hercegovačko-neretvanskom kantonu. Sadržaj Flu bio je između 0,20 μg/kg u regiji Trebinje i 0,69 μg/kg u Zapadno-hercegovačkom kantonu. Koncentracije Ant i Phen bile su između 0,95 μg/kg i 0,02 μg/kg u Hercegbosanskom kantonu i 1,93 μg/kg i 0,73 μg/kg u Zapadno-hercegovačkom i Hercegovačko-neretvanskom kantonu. Sadržaj Nap, Anl, Flu, Ant i Phen-a se statistički značajno ($p<0,05$) razlikovao u svim kantonima. Sadržaj Flt i BaA kretao se između <LOQ (razina kvantifikacije) i 0,82 μg/kg u regiji Trebinje i 0,17 μg/kg i 3,04 μg/kg u Hercegovačko-neretvanskom kantonu. U svim uzorcima Hercegovačkog pršuta Ane i Pyr nisu kvantificirani(**Tablica 7.**).

Sadržaj teških i potencijalno kancerogenih PAH-ova koje su pronađene su Chry i BbF koje su se kretale od <LOQ u Zapadno-hercegovačkom, Hercegovačko-neretvanskom kantonu i regiji Trebinje do 0,46 μg/kg u Hercegovačko-neretvanskom kantonu sa statistički značajnom razlikom ($p <0,05$) između navedena tri kantona i Hercegovačko-neretvanskog kantona. Koncentracije BbF i Bkf bile su između <LOQ i 0,02 μg/kg u Hercegbosanskom kantonu i 1,07 μg/kg i 0,68 μg/kg u Hercegovačko-neretvanskom kantonu i značajno su varirale ($p <0,05$) unutar kantona. BaP, InP i Bghip kretali su se od <LOQ i 0,09 μg/kg u Herceg-bosanskom kantonu i 0,65 μg/kg, 1,00 μg/kg, odnosno 0,89 μg/kg, u Hercegovačko-neretvanskom kantonu. Koncentracije DahA bile su između <LOQ u Hercegbosanskom kantonu i regiji Trebinje do 1,05 μg/kg u Hercegovačko-neretvanskom kantonu, što pokazuje statistički značajnu razliku ($p <0,05$) između Hercegbosanskog kantona i regije Trebinje i svih ostalih skupina uzoraka (**Tablica 7.**).

Najveća koncentracija svih PAH-ova zabilježena je u Hercegovačko-neretvanskom kantonu, a najmanja u regiji Trebinje. To se može objasniti činjenicom da su neki proizvođači svjesniji uvjeta izgaranja i obraćaju im više pažnje. Također, neke regije češće koriste različite začine i bilje u tradicionalnoj proizvodnji Hercegovačkog pršuta , koje često mogu biti onečišćene PAH-ovima. S druge strane, Mastanjević i sur. (2020.) obavili su podatke o znatno višim koncentracijama PAH-ova u suhomesnatom proizvodu *Slavonska šunka*, te su isto tako Mastanjević i sur. (2020.) izvijestili su o sličnim rezultatima za koncentracije PAH-ova u *Hercegovačkom pršutu*.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovi rezultata istraživanja provedenih u ovom radu, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Rezultati istraživanja otkrili su prisutnost 14 od 16 istraženih PAH-a, identificiranih na EPA popisu prioritetnih zagađivača u 33 ispitivana uzorka Hercegovačkog pršuta.
- Dva analizirana uzorka premašuju propisane vrijednosti prema aktualnom zakonodavstvu za koncentracije BaP, a jedan uzorak za sadržaj PAH4. Maksimalne koncentracije PAH16 u mesnim prerađevinama trenutno nisu propisane zakonodavstvom, ali postoji određena korelacija između sadržaja PAH16 i koncentracija PAH4 i BaP.
- Najveća količina PAH utvrđena je u uzorcima iz Hercegovačko-neretvanskog kantona, a najmanje količine pronađene su u regiji Trebinje.
- Ovo istraživanje pokazalo je da uzorci s većim sadržajem PAH4 i BaP pokazuju i veći sadržaj PAH16.
- Udio proteina u ispitivanim uzorcima kretao se od 22,17 do 30,83 %, udio masti od 11,39 do 46,25 %, udio vlage od 26,25 do 50,65 %, a udio kolagena od 0,28 do 2,53 %.
- Aktivitet vode u ispitivanim uzorcima kretao se od 0,79 do 0,89, a pH vrijednost se kretala od 5,58 do 5,97.

7. LITERATURA

1. Brenjo D, Antonić B, Grujić R, Nedić ND, Đerić Z: Procjena rizika u tradicionalnoj proizvodnji hercegovačke šunke. *Naučni rad*. Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd, Srbija, 2011.
2. Careri M, Mangia A, Barbieri G, Bolzoni L, Virgili R, Parolari G: Sensory property relationship to chemical data of Italian-type Dry-cured ham. *Journal of Food Science* 58:968 – 972, 1993.
3. Honikel KO: Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat science* 49: 447-457, 1998.
4. Karoly D, Gaurina D: *Specifikacija proizvoda "Drniški pršut"*. Udruga proizvođača drniškog pršuta, Drniš, 2015.
5. Knežević Z, Bilandžić N, Serdar M, Sedak M, Đokić M, Varenina I, Solomun B: Nastajanje mutagena u hrani tijekom toplinske obrade. *Stručni rad*. Zagreb, 2010.
6. Kovačević D: *Autohtoni mesni proizvodi*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2016.
7. Kovačević D: *Kemija i tehnologija mesa i ribe*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2001.
8. Kovačević D: *Tehnologija kulena i drugih fermentiranih kobasica*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2014.
9. Krvavica M, Đugum J: Proizvodnja pršuta u svijetu i kod nas. *Meso, prvi hrvatski časopis o mesu*, Vol. 8 br. 6, 2006.
10. Kušurin I: Utjecaj različitih vrsta soli na proizvodni kalo slavonske šunke. *Diplomski rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2016.
11. Marković S: *Fitoaromaterapija, Centar Cedrus*, str. 77, 256, 80-81, 29, 161- 164, 165-167, 28-29, 167-168, Zagreb, 2005.
12. Mastanjević, K, Kartalović B, Lukinac J, Jukić M, Kovačević D, Petrović J, Mastanjević K: Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Traditional Dry Cured Smoked Ham Slavonska Šunka. *Applied Sciences,* vol 10, 92, 2020.

13. Mastanjevic K, Kartalovic B, Petrovic J, Novakov N, Puljić L, Kovacevic D, Jukic M, Lukinac J, Mastanjevic K: Polycyclic aromatic hydrocarbons in the traditional smoked sausage Slavonska kobasica. *Journal of food composition and analysis*, (0889-1575) 83 ,2019.

14. Matanjević K, Puljić L, Kartalović B, Grabovac J, Jukić Grabovac M, Nadaždi H, Mastanjević K: Analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Heregovački pršut—Traditionally Smoked Prosciutto. *International Journal of Environmental Resarch and Public Health* 17(14), 5097, 2020.

15. MPS, Ministarstvo poljoprivrede RH. *Pravilnik o mesnim proizvodima*. Narodne novine 131/12, 2012.

16. Novakov N J, Mihaljev Ţ A, Kartaloviš BD, Blagojeviš BJ, Petroviš JM, Širkoviš MA, Rogan DR: Heavy metals and PAHs in canned fish supplies on the Serbian market. *Food Additives & Contaminants*: Part B, 10(3), 208-215, 2017.

17. Rood A: Practical Guide to the Care, Maintenance, and Troubleshooting of Capillary Gas Chromatographic Systems. Wiley-VCH, Weinheim, 1999.

18. Šarkanj B, Kipčić D, Vasić-Rački Đ, Delaš F, Galić K, Katalenić M, Dimitrov N, Klapec T**:** *Fizikalne i kemijske opasnosti u hrani*. Hrvatska agencija za hranu (HAH), Osijek, 2010.

19. Šišović A: *Policiklički aromatski ugljikovodici u zraku u nas*. Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb, 1999.

20. Toldrá F, Ph.D: *Dry-cured meat products, Food & Nutrition Press*, inc.Trumbull, Connecticut, USA, 2002.