

3  
4  
5 **IZVEŠTAJ O OCENI ZAVRŠENE DOKTORSKE DISERTACIJE**

6  
7 **I PODACI O KOMISIJI:**

8  
9 **1. Datum i naziv organa koji je imenovao komisiju:**

10  
11 Nastavno-naučno veće Fakulteta veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu na 185.  
12 sednici održanoj 18.04.2018.godine.

13  
14 **2. Sastav komisije sa naznakom imena i prezimena svakog člana, zvanja, naziva uže**  
15 **naučne oblasti za koju je izabran u zvanje, godinom izbora u zvanje i naziv fakulteta,**  
16 **ustanove u kojoj je član komisije zaposlen:**

- 17  
18 1. Dr Vlado Teodorović, redovni profesor, Higijena i tehnologija mesa, 2007. godina,  
19 Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu;  
20  
21 2. Dr Miroslav Ćirković, naučni savetnik, Bezbednost hrane, 2014. godine, Naučni institut za  
22 veterinarstvo „Novi Sad“;  
23  
24 3. Dr Neđeljko Karabasil, vanredni profesor, Higijena i tehnologija mesa, 2013. godina,  
25 Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu;  
26  
27 4. Dr Mirjana Dimitrijević, vanredni profesor, Higijena i tehnologija mesa, 2014. godina,  
28 Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu;  
29  
30 5. Dr Đorđe Okanović, naučni savetnik, 2011. godine, Tehnologija mesa i proizvoda od  
31 mesa, Naučni institut za prehrambene tehnologije Novi Sad

32  
33 **II PODACI O KANDIDATU:**

34  
35 **1. Ime, ime jednog roditelja, prezime:**

36  
37 Jelena, Miloš, Babić

38  
39 **2. Datum rođenja, opština, Republika:**

40  
41 08.06.1988. Knin, Knin, Republika Hrvatska

42  
43 **3. Datum odbrane, mesto i naziv magistarske teze\*:**

44  
45 **4. Naučna oblast iz koje je stečeno akademsko zvanje magistra nauka\*:**

46  
47 **III NASLOV DOKTORSKE DISERTACIJE:**

48  
49 „Ispitivanja uticaja odabranih filtera na koncentraciju policikličnih aromatičnih ugljovodonika  
50 kod proizvodnje toplo dimljenog šarana“

51  
52 **IV PREGLED DOKTORSKE DISERTACIJE (navesti broj strana poglavlja, slika, šema,**  
53 **grafikona i sl.):**

54  
55 Doktorsku disertaciju koja je napisana na 202 strane čine poglavlja: Uvod (3 strane), Pregled  
56 literature (70 strana), Cilj i zadaci rada (3 strane), Materijal i metodi (29 strana), Rezultati (26  
57 strana), Diskusija (30 strana), Zaključci (3 strane) i Literatura (38 strana). U okviru ove  
58 doktorske disertacije nalazi se 47 tabela, 12 grafikona i 14 slika.  
59

1 **V VREDNOVANJE POJEDINIH DELOVA DOKTORSKE DISERTACIJE (dati kratak opis**  
2 **svakog poglavlja disertacije: uvoda-do 250 reči, pregleda literature-do 500 reči, cilja i**  
3 **zadataka istraživanja-nije ograničeno, materijal i metoda- nije ograničeno, rezultata nije**  
4 **ograničeno, diskusije-do 100 reči, spiska referenci-navesti broj referenci u doktorskoj**  
5 **disertaciji):**

6  
7 U **Uvodu** se ističe da se u poslednje vreme naučna istraživanja u oblasti bezbednosti hrane  
8 sve više bave proučavanjem operacija i procesa koji za cilj imaju proizvodnju hranu bezbedne  
9 po zdravlje ljudi sa što većom nutritivnom vrednosti i što boljim organoleptičkim svojstvima.  
10 Pritom se akcenat stavlja na odabir odgovarajućih operacija i uređaja, kao i na optimizaciju  
11 procesa proizvodnje kako bi se u što je moguće manjoj meri narušio izvorni kvalitet sirovine.  
12 Promenjene navike u ishrani i izmenjena ekonomsko-socijalna struktura stanovništva, pri  
13 čemu sve veći broj ljudi živi u industrijskim centrima i gradskim naseljima, doveli do sve veće  
14 potražnje hrane proizvedene u obliku višeg nivoa obrade i dužeg roka trajanja. U skladu sa  
15 trendom, potrošnja dimljenog mesa riba kao hrana spremna za konzumiranje beleži rast na  
16 globalnom nivou. Obzirom da je kod nas potrošnja ribe veoma mala, a da je dimljeno meso  
17 karakteristično za područje Srbije i regiona- dimljenje predstavlja faktor povećanja  
18 konzumiranja mesa riba na našem tržištu. Sa druge strane, dimljenje sa sobom nosi rizik  
19 da gotov proizvod u većoj ili manjoj meri bude opasan po zdravlje potrošača, pre svega zbog  
20 povećanog prisustva policikličnih aromatičnih ugljovodonika za koje je dokazano da imaju  
21 karcinogena svojstva. Kvalitet toplodimljenog šarana zavisi od mnogobrojnih činilaca čijom  
22 kombinacijom je potrebno pronaći optimalan način dimljenja. Sve češće se u prehrambenoj  
23 industriji za produženje održivosti proizvoda koriste različita pakovanja. Tehnologija  
24 pakovanja mora da bude u ravnoteži između očuvanja i bezbednosti upakovane hrane,  
25 potrošnje energije, cene koštanja i zaštite životne sredine.

26  
27 Poglavlje **Pregled literature** je podeljeno u osam potpoglavlja. U prvom potpoglavlju je  
28 opisano stanje ribarstva u svetu i kod nas. Drugo potpoglavlje opisuje značaj ribe u ishrani  
29 ljudi, kvalitet mesa ribe, ocenu svežine ribe i njenu održivost. U trećem potpoglavlju kandidat  
30 daje daje taksonomski opis šarana, njegove osobine, uslove gajenja i zastupljenost u Srbiji. U  
31 narednom potpoglavlju se opisuju proizvodi od mesa ribe, sa posebnim osvrtom na dimljenu  
32 ribu. Peto potpoglavlje je posvećeno procesu proizvodnje dimljene ribe predstavljen po faza,  
33 pri čemu je u sklopu tog poglavlja opisano i dobijanje dima, kao i sam sastav dima. Kandidat  
34 je u šestom potpoglavlju dao prikaz literaturnih podataka o policikličnim aromatičnim  
35 ugljovodonicima, njihovu klasifikaciju, karcinogeni efekat, metode ispitivanja, kao i prikaz  
36 faktora koji mogu uticati na smanjenje njihove koncentracije u krajnjem proizvodu. U sklopu  
37 tog potpoglavlja su razmatrani i dostupni literaturni podaci o uticaju odabranih filtera (zeolit,  
38 aktivni ugalj i šljunak) na smanjenje koncentracije ovih karcinogenih jedinjenja. Sedmo i osmo  
39 potpoglavlje su posvećeni održivosti dimljenog mesa riba, kao i različitim načinima pakovanja-  
40 pre svega vakuum i pakovanju u modifikovanoj atmosferi sa argonom.

41  
42 **Cilj istraživanja** u okviru ove doktorske disertacije bio je ispitivanje uticaja odabranih filtera  
43 (zeolit, aktivni ugalj i šljunak) na koncentraciju policikličnih aromatičnih ugljovodonika kod  
44 proizvodnje toplodimljenog šarana, kao i odabir najoptimalnije temperature u središnjem delu  
45 riba prilikom sušenja i dimljenja i izbor načina pakovanja gotovog proizvoda mesa dimljenog  
46 šarana koji najduže osigurava kvalitet i bezbednost istog.

47 Za ostvarenje ovih ciljeva, postavljeni su sledeći zadaci:

- 48 1. Odabir sirovine (trogodišnjeg i četvorogodišnjeg šarana) sa sadržajem masti ispod 10% i  
49 sadržaj proteina je u rasponu od 16 do 18% u periodu od 1. oktobra do 1. aprila.
- 50 2. Određivanje koncentracije polikličnih aromatičnih ugljovodonika u finalnim proizvodima  
51 dobijenim sa i bez primene različitih filtera u komorama za dimljenje, tradicionalnim  
52 pušnicama i u komori za toplo dimljenje "ATMOS" i to:

53 Naftalen (*Naphthalene*),  
54 Acenaftilen (*Acenaphthylene*)  
55 Acenaften (*Acenaphthalene*)  
56 Fluoren (*Fluorene*)  
57 Fenantren (*Phenanthrene*)  
58 Antracen (*Anthracene*)  
59 Fluoranten (*Fluoranthene*)  
60 Piren (*Pyrene*)

- 1 Benz[a]antracen (*Benz[a]anthracene*)
- 2 Krizen (*Chrysene*)
- 3 Benzo[b]fluoranten (*Benzo[b]fluoranthene*)
- 4 Benzo[k]fluoranten (*Benzo[k]fluoranthene*)
- 5 Benzo[a]piren (*Benzo[a]pyrene*)
- 6 Indeno[1,2,3-cd]piren (*Indeno[1,2,3-cd]pyrene*)
- 7 Dibenz[a,h]antracen (*Dibenz[a,h]anthracene*)
- 8 Benzo[ghi]perilen (*Benzo[ghi]perylene*)
- 9 SUMA 16 PAH jedinjenja
- 10 SUMA 8 PAH jedinjenja
- 11 SUMA 4 PAH jedinjenja
- 12 SUMA 6 IARC PAH jedinjenja
- 13 SUMA 7 US-EPA PAH jedinjenja
- 14 3. Poređenje rezultata PAH jedinjenja i odabir filtera čijom se primenom dobija finalni proizvod
- 15 sa najmanjom koncentracijom PAH jedinjenja.
- 16 4. Ispitivanje uticaja različitih temperatura na mikrobiološke i senzorne karakteristike mesa
- 17 dimljenog šarana.
- 18 5. Odabir optimalne temperature u središnjem delu riba prilikom dimljenja.
- 19 6. Praćenje mikrobiološkog statusa dimljenog mesa šarana u uzorcima pakovanih u vakuum i
- 20 modifikovanu atmosferu (argon) tokom skladištenja (nultog, petnaestog, tridesetog i
- 21 četrdesetpetog dana), odnosno (nultog, sedmog, četrnaestog, dvadesetiprvog,
- 22 dvadesetiosmog i tridesetipetog dana) pri temperaturi od  $4 \pm 1$  °C i to:
- 23 ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija
- 24 *Listeria monocytogenes* (nultog dana detekcija *Listeria monocytogenes*, a ostalim
- 25 danima broj CFU/g *Listeria monocytogenes*)
- 26 *E. coli*
- 27 Sulfitoredukujućih klostridija
- 28 7. Ispitivanje sadržaja masnokiselinskog sastava i aktivnosti vode u uzorcima dimljenog mesa
- 29 šarana pakovanog u vakuum i modifikovanu atmosferu (argon).
- 30 8. Praćenje promena senzornih osobina (izgled, miris, ukus, konzistencija i boja) tokom
- 31 četrdesetpet dana skladištenja na temperaturi od  $4 \pm 1$  °C (nultog, petnaestog, tridesetog i
- 32 četrdesetpetog dana), odnosno tokom 35 dana skladištenja na temperaturi od  $4 \pm 1$  °C
- 33 (nultog, sedmog, četrnaestog, dvadesetiprvog, dvadesetiosmog i tridesetipetog dana) u
- 34 uzorcima pakovanih u vakuum i modifikovanu atmosferu (argon).
- 35 9. Ispitivanje uticaja temperature i načina pakovanja na održivost proizvoda.

36

37 **Materijal i metodi rada** su detaljno opisani u okviru posebnog poglavlja pri čemu je svaka

38 primenjeni metod opisan u okviru posebnog potpoglavlja. O okviru ovog eksperimenta uzgoj

39 riba je obavljen na tri lokacije: Lukino selo, Kukujevci i Banatski Dvor. Izlovljavanje

40 trogodišnjeg i četvorogodišnjeg šarana je na sva tri ribnjaka izvršeno u periodu od 1. oktobra

41 do 1. aprila. Hemijske analize za definisanje sastava sirovine su izvršene na 33 uzorka iz

42 Lukinog sela (ribnjak "Ečka"), 18 uzoraka iz Kukujevaca i 15 uzoraka iz Banatskog Dvora u

43 laboratoriji Naučnog instituta za veterinarstvo "Novi Sad" iz Novog Sada. Analiza sadržaja

44 masti rađena je korišćenjem dve metode (SRPS ISO 1443:1992 i NIR), a analiza sadržaja

45 proteina korišćenjem dve metode (AOAC Official Method 992.15 (AOAC 992.15) i NIR).

46 Sadržaj ukupnog holesterola u uzorcima dimljenog mesa šarana određen je metodom tačne

47 hromatografije visoke rezolucije (HPLC) na obrnutim fazama. Tehnologija proizvodnje

48 dimljenog mesa šarana je nakon izlova, omamljivanja, klanja, iskrvarenja, evisceracije,

49 filetiranja podrazumevala soljenje, pranje, sušenje, dimljenje korišćenjem piljevine bukve i

50 hladjenje. Na sve tri lokacije, sušenje mesa šarana je obavljeno u komorama uz kontinuirano

51 praćenje temperature. Dimljenje je obavljeno u različitim uređajima – pušnicama, pri čemu je

52 u pogonu R.G. "Ečka" korištena je modifikovana pušnica za toplo dimljenje sa komorom

53 kapaciteta cca 200 kg sa i bez primene odabranih filtera. Sa ciljem određivanja optimalne

54 temperature u centru proizvoda prilikom dimljenja. U pogonu u Subotištu je korišten uređaj za

55 toplo dimljenje sa dvoja kolica kapaciteta 2 x cca 300 kg. Za tradicionalno dimljenje u pogonu

56 u Kukujevcima korišćena je zidana klasična pušnica sa metalnim regalima na koje su

57 postavljeni štapovi sa filetima direktno iznad ložišta sa i bez odabranih filtera. Filteri (zeolit,

58 aktivni uglj i šljunak) su korišćeni u fazi dimljenja i to tako što su postavljeni na tacne u

59 dimenzijama koje su odgovarale uređajima gde je vršeno dimljenje. U komori za toplo

60 dimljenje su obavljene su obavljene dve ture dimljenja mesa šarana. Prva tura je bila sa

1 zadatkom dimljenja mesa šarana sa i bez filtera, dok je druga tura dimljenja bila bez filtera sa  
2 zadatkom dimljenja mesa šarana sa postizanjem tri različite temperature u centru mesa  
3 šarana ( $t_1 = 63\text{ °C}$ ;  $t_2 = 65\text{ °C}$ ;  $t_3 = 72\text{ °C}$ ). Hemijske analize za definisanje sastava  
4 toplodimljenog šarana su urađene na Institutu za higijenu i tehnologiju mesa u Beogradu i na  
5 Naučnom institutu za veterinarstvo „Novi Sad“. U svim uzorcima je urađena kvantitativna  
6 analiza 16 PAH jedinjenja (Naftalen (*Naphthalene*), Acenaftilen (*Acenaphthylene*), Acenaften  
7 (*Acenaphthalene*), Fluoren (*Fluorene*), Fenantren (*Phenanthrene*), Antracen (*Anthracene*),  
8 Fluoranten (*Fluoranthene*), Piren (*Pyrene*), Benz[a]antracen (*Benz[a]anthracene*), Krizen  
9 (*Chrysene*), Benzo[b]fluoranten (*Benzo[b]fluoranthene*), Benzo[k]fluoranten  
10 (*Benzo[k]fluoranthene*), Benzo[a]piren (*Benzo[a]pyrene*), Indeno[1,2,3-cd]piren (*Indeno[1,2,3-*  
11 *cd]pyrene*), Dibenz[a,h]antracen (*Dibenz[a,h]anthracene*), Benzo[ghi]perilen  
12 (*Benzo[ghi]perylene*)) metodom spoljašnjeg standarda, korišćenjem standardne smeše 16  
13 PAH jedinjenja u matrixu acetonitril/acetone/toluen (6:3:1) na gasnom hromatografu 7890B sa  
14 masenim spektrometrom 5977A (Agilent, Palo Alto, CA, USA). Nakon dimljenja u komori za  
15 toplo dimljenje TDK i u komori za toplo dimljenje „ATMOS“ uzorci dimljenog mesa šarana su  
16 nakon hlađenja sečeni na komade, komadi su potom pakovani u vakuum i u MAP sa  
17 argonom. Tako upakovani uzorci su skladišteni u frižiderima (od 0 do 4 °C). U uzorcima  
18 upakovanim u vakuum i MAP sa argonom su urađene analize masnokiselinskog sastava i  
19 aktivnost vode. Masnokiselinski sastav dimljenog mesa šarana prethodno upakovanog u  
20 vakuum i MAP sa argonom koje je skladišteno 7 dana na temperaturi frižidera (od 0 do 4 °C)  
21 je analiziran na Institutu za prehrambene tehnologije u Novom Sadu. Za određivanje sastava  
22 masnih kiselina je korišćen gasni hromatograf Agilent 7890A sa plameno-jonizujućim  
23 detektorom (Flame Ionization Detector, FID) i kolonom Supelco SP-2560 (100 m x 0,25 mm;  
24 debljina stacionarne faze 0,20  $\mu\text{m}$ ), dok je aktivnost vode određena upotrebom uređaja  
25 LabSwift-a<sub>w</sub> (Novasina AG, Lachen, Švajcarska) sa specijalnim mernim delom za merenje a<sub>w</sub>  
26 vrednosti na Tehnološkom fakultetu, Univerziteta u Novom Sadu. Održivost proizvoda je  
27 praćena tokom 45 dana (0., 15., 30. i 45. dana) u uzorcima mesa šarana dimljenih u komori  
28 za toplo dimljenje TDK (na tri različite temperature) i upakovanih u vakuum i MAP sa argonom  
29 , odnosno tokom 35 dana (0., 7., 14., 21., 28 i 35. dana) u uzorcima mesa šarana dimljenih u  
30 komori za toplo dimljenje „ATMOS“ i upakovanih u vakuum i MAP sa argonom. Senzornu  
31 analizu dimljenog mesa šarana je obavila grupa od 5 treniranih ocenjivača korišćenjem bod  
32 sistem analitičke deskriptivne testove sa skalom od 0 do 5 (Radovanović i Popov-Raljić,  
33 2001), gde je svaka ocena predstavlja određeni nivo kvaliteta. Od mikrobioloških analiza su  
34 rađene: određivanje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija (SRPS EN ISO 4833:2008),  
35 detekcija *Listeria monocytogenes* (SRPS ISO 11290-1:2010), određivanje ukupnog broja  
36 *Listeria monocytogenes* (EN ISO 11290-2:2010), određivanje broja *Escherichia coli* (SRPS  
37 ISO 16649-2:2008) i određivanje broja sulfitoredukujućih klostridija (SRPS ISO 15213:2011).  
38 Dobijeni podaci su obrađeni primenom softverskog paketa Microsoft Excel 2013 i  
39 računarskog programa Statistica 13.2 za Windows (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA).  
40 Značajnost razlika između aritmetičkih sredina određena je t-testom za poređenje dve grupe,  
41 odnosno analizom varijanse sa jednom nezavisno promenljivom (One way ANOVA) za  
42 poređenje više grupe i višestrukog testa intervala (Dankanov Post-hoc test). Signifikantnost  
43 razlika je utvrđena na nivoima značajnosti,  $\alpha = 0,05$  ( $p < 0,05$ ) i  $\alpha = 0,01$  ( $p < 0,01$ ), odnosno  
44 intervalima pouzdanosti od 95 i 99%.

45  
46 Poglavlje **Rezultati istraživanja** je podeljeno u sedam potpoglavlja.

47 U prvom potpoglavlju su prikazani rezultati ispitivanja hemijskog statusa sirovine- prosečna  
48 vrednost sadržaja proteina trogodišnjeg i četvorogodišnjeg šarana izlovljenog u periodu od  
49 oktobra do aprila je iznosila 17,04% (Ečka), 17,32% (Kukujevci) i 17,28% (Banatski dvor), a  
50 masti 7,96% (Ečka), 7,87% (Kukujevci), dok je sadržaj masti šarana izlovljenog u Banatskom  
51 dvoru bio nešto veći i iznosio je i 8,13%. Ukupan holesterol u mesu šarana je iznosio  $50,00 \pm$   
52  $0,42\text{ mg}/100\text{ g}$ .

53 U drugom potpoglavlju je dat prikaz rezultata ispitivanja hemijskog statusa toplodimljenog  
54 šarana dimljenog u komori za toplodimljenje (prosečna vrednost sadržaja proteina 23,09%, a  
55 masti 10,24%), u tradicionalnoj zanatskoj pušnici (prosečna vrednost sadržaja proteina  
56 19,15%, a masti 11,47%) i u komori za toplo dimljenje „ATMOS“ (prosečna vrednost sadržaja  
57 proteina 20,45%, a masti 12,89%), dok je ukupan holesterol ispitujućih uzoraka  
58 toplodimljenog šarana je iznosio  $51,93 \pm 1,48\text{ mg}/100\text{g}$ .

1 U trećem potpoglavlju su prikazani rezultati koncentracija pojedinačnih 16 PAH jedinjenja i  
2 sume koncentracija PAH jedinjenja, odnosno grupe PAH jedinjenja ( $\Sigma$  EU PAH 8,  $\Sigma$  EU  
3 PAH4,  $\Sigma$  6 IARC PAH,  $\Sigma$  7 US-EPA PAH,  $\Sigma$  PAH16, 1, 2A, 2B i 3 IARC GRUPA) po grupama:  
4 1. U uzorcima toplodimljenog šarana dimljenog u komori za toplo dimljenje bez filtera  
5 (TDKfo), sa zeolit filterom (TDKfz), sa filterom sa aktivnim ugljem (TDKfu) i sa šljunčanim  
6 filterom (TDKfš), kao statistički značajna razlika utvrđena na dva nivoa značajnosti ( $p < 0,05$ ) i  
7 ( $p < 0,01$ ). Pri čemu je statistički značajna razlika utvrđena između sve 4 grupe dimljenog  
8 mesa šarana dimljenog u komori za toplo dimljenje bez filtera (TDKfo), sa zeolit filterom  
9 (TDKfz), sa filterom sa aktivnim ugljem (TDKfu) i sa šljunčanim filterom (TDKfš).  $\Sigma$  PAH16 se  
10 kretala od 95,12  $\mu\text{g}/\text{kg}$  u grupi dimljenoj sa zeolit filterom do 279,60  $\mu\text{g}/\text{kg}$  u grupi koja se  
11 dimila bez filtera, a ustanovljena je i statistički značajna razlika na oba nivoa između grupe  
12 dimljene bez filtera u odnosu na sve tri grupe dimljene sa filterima. BaP, kao najznačajniji  
13 marker karcinogenosti PAH jedinjenja je kod svih grupa bio ispod limita detekcije. Sem toga,  
14 posebno je prikazana i statistički značajna razlika (koncentracija PAH jedinjenja i suma  
15 koncentracija PAH jedinjenja) na dva nivoa značajnosti ( $p < 0,05$ ) i ( $p < 0,01$ ) između tri grupe  
16 kod kojih su korišćeni filteri (sa zeolit filterom (TDKfz), sa filterom sa aktivnim ugljem (TDKfu) i  
17 sa šljunčanim filterom (TDKfš)). Acenaftilen, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten i piren su  
18 bili statistički manji (na dva nivoa značajnosti) u uzorcima dimljenim sa filterima sa aktivnim  
19 ugljem i zeolitom u odnosu na šljunčani filter. Vrednosti  $\Sigma$  PAH16, fluorena, antracena i pirena  
20 su statistički značajno manje kod uzorka dimljenih sa filterom sa zeolitom u odnosu na uzorke  
21 dimljene sa filterom sa aktivnim ugljem na nivou značajnosti od  $p < 0,05$ .  
22 2. U uzorcima dimljenog mesa šarana dimljenog u tradicionalnoj zanatskoj pušnici bez filtera  
23 (Zfo), sa zeolit filterom (Zfz), sa filterom sa aktivnim ugljem (Zfu) i sa šljunčanim filterom (Zfš),  
24 kao i statistički značajna razlika utvrđena na dva nivoa značajnosti ( $p < 0,05$ ) i ( $p < 0,01$ ). Pri  
25 čemu je statistički značajna razlika utvrđena između sve 4 grupe dimljenog mesa šarana  
26 dimljenog u tradicionalnoj zanatskoj (Zfo, Zfz, Zfu i Zfš), kao i posebno između tri grupe kod  
27 kojih su korišćeni filteri (Zfz, Zfu i Zfš).  $\Sigma$  PAH16 se kretala od 52,42  $\mu\text{g}/\text{kg}$  u grupi dimljenoj sa  
28 zeolit filterom do 185,26  $\mu\text{g}/\text{kg}$  u grupi koja se dimila bez filtera, a ustanovljena je i statistički  
29 značajna razlika na oba nivoa između grupe dimljene bez filtera u odnosu na sve tri grupe  
30 dimljene sa filterima. BaP, kao najznačajniji marker karcinogenosti PAH jedinjenja je kod u  
31 grupi koja se dimila bez filtera iznosio 0,65  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , dok je kod grupa koje su dimljenje sa  
32 primenom filtera bio ispod limita detekcije.  
33 3. U uzorcima toplodimljenog šarana koji se dimio u komori za toplo dimljenje "ATMOS", kao i  
34 statistički značajna razlika koncentracija 16 PAH jedinjenja i sume koncentracija PAH  
35 jedinjenja toplodimljenog šarana dobijenog u komori za toplo dimljenje TDK bez filtera i u  
36 automatskoj pušnici sa frikcionim dimogeneratorom utvrđena na dva nivoa značajnosti ( $p <$   
37  $0,05$ ) i ( $p < 0,01$ ). Naftalen, acenaftilen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten,  
38 piren, benz[a]antracen i krizen su pokazali statistički manje vrednosti na dva nivoa  
39 značajnosti u uzorcima dimljenim u odnosu na uzorke koji su dimljeni u komori za toplo  
40 dimljene TDK bez primene filtera. U sklopu tog trećeg potpoglavlja su prikazani i rezultati  
41 validacije metode određivanja koncentracije PAH jedinjenja.  
42 U četvrtom poglavlju su dati rezultati masnokiselinskog sastava toplodimljenog šarana  
43 upakovanog u vakuum i MAP sa argonom nakon sedam dana skladištenja. Odnos  
44 polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina kod toplodimljenog šarana zapakovanog u  
45 vakuum iznosi 1,21, a u MAP sa argonom 1,18. Unutar polinezasićenih masnih kiselina,  
46 odnos  $\omega 6$  i  $\omega 3$  toplodimljenog šarana upakovanog u vakuum iznosi 3,4, a u MAP sa argonom  
47 3,5.  
48 U petom poglavlju su dati rezultati  $a_w$  vrednosti toplodimljenog šarana upakovanog u vakuum  
49 i MAP sa argonom nakon sedam dana skladištenja, pri čemu je prosečna  $a_w$  vrednost  
50 toplodimljenog šarana upakovanog u vakuum pakovanje bila  $0,982 \pm 0,0023$ , a upakovanog u  
51 MAP sa argonom  $0,9860 \pm 0,0021$ . Rezultati senzornih ispitivanja su u sklopu šestog  
52 potpoglavlja podeljeni u tri celine: senzorna ocena dimljenog šarana dobijenog dimljenjem sa i  
53 bez odabranih filtera, senzorna ocena toplodimljenog šarana dimljenog u komori za toplo  
54 dimljenje i upakovanog u vakuum i map sa argonom tokom skladištenja i senzorna ocena  
55 toplodimljenog šarana dimljenog u komori za toplo dimljenje "ATMOS" i upakovanog u  
56 vakuum i map sa argonom tokom skladištenja. Između grupe uzoraka dimljenih u komori za  
57 toplo dimljenje (TDKfo, TDKfz, TDKfu i TDKfš) ustanovljena je statistički značajna razlika na  
58 nivou značajnosti od 95% i 99% u pogledu izgledu između grupe uzoraka dimljenih sa  
59 primenom šljunčanog filtera u odnosu na sve tri preostale grupe. Dok je statistički značajna  
60 razlika kada su u pitanju boja i miris ustanovljena na nivou značajnosti od 95% i to samo

1 između grupa uzoraka dimljenih primenom filtera sa zeolitom i šljunkom. Između ispitanih  
2 grupa TDKfo, TDKfz, TDKfu i TDKfš nije ustanovljena nikakva statistički značajna razlika  
3 konzistencije uzoraka toplodimljenog šarana. Ukus je najbolje ocenjen kod uzorka dimljenog  
4 mesa šarana nakon dimljenja u TDK sa primenom zeolita, odnosno aktivnog uglja. Prosečne  
5 ocene senzorne analize dimljenog mesa šarana u tradicionalnoj zanatskoj pušnici sa i bez  
6 primene filtera se nisu mnogo razlikovale, odnosno statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) je  
7 ustanovljena samo prilikom poređenja ocena za boju između uzoraka grupe dimljene  
8 primenom filtera sa zeolitom i grupe dimljene primenom šljunčanog filtera. U uzorcima  
9 dimljenim u komori za toplo dimljenje TDK na tri različite temperature i upakovanih u vakuum i  
10 MAP sa argonom nakon 15 dana skladištenja na temperaturi manjoj od 4 °C u pogledu  
11 izgleda, boje i konzistencije između 6 grupa ispitivanja (TDKt<sub>1</sub>V, TDKt<sub>2</sub>V, TDKt<sub>3</sub>V, TDKt<sub>1</sub>A,  
12 TDKt<sub>2</sub>A, TDKt<sub>3</sub>A) nije ustanovljena statistički značajna razlika. Statistički značajna razlika ( $p <$   
13  $0,05$ ) je ustanovljena kada su u pitanju miris i ukus. Miris je najbolje ocenjen kod uzoraka  
14 toplodimljenog šarana dimljenog na najvišoj zadatoj temperaturi u centru proizvoda (72 °C) i  
15 upakovanog u MAP sa argonom, koji su se statistički značajno razlikovali od sve tri gupe  
16 uzoraka upakovanih u vakuum. Kada je ukus u pitanju, statistički značajna razlika je  
17 ustanovljena između grupa upakovanih u vakuum i MAP sa argonom, pri čemu nisu utvrđene  
18 razlike između prosečnih senzornih ocena između grupa uzoraka unutar istog pakovanja, a  
19 različitih temperatura dimljena. Nakon 30 dana skladištenja uzoraka na temperaturi manjoj od  
20 4 °C u pogledu izgleda između 6 grupa ispitivanja nije ustanovljena statistički značajna  
21 razlika. Na nivou značajnosti od 95% je utvrđena statistički značajna razlika senzornih  
22 svojstava (boje, mirisa i konzistencije) između grupa uzoraka upakovanih u vakuum i MAP sa  
23 argonom, pri čemu nisu utvrđene razlike između prosečnih senzornih ocena između grupa  
24 uzoraka unutar istog pakovanja, a različitih temperatura dimljena. Kada je u pitanju senzorno  
25 svojstvo boja, utvrđena je statistički značajna razlika na nivou značajnosti od 99% između  
26 grupa upakovanih u vakuum i MAP sa argonom, pri čemu nisu utvrđene razlike između  
27 prosečnih senzornih ocena između grupa uzoraka unutar istog pakovanja, a različitih  
28 temperatura dimljena. Statistički značajna razlika mirisa na nivou značajnosti od 99% je  
29 utvrđena samo između grupe toplodimljenog mesa šarana dimljenog na najvišoj zadatoj  
30 temperaturi u centru proizvoda (72 °C) upakovanog u vakuum u odnosu na dve grupe  
31 toplodimljenog šarana upakovanog u MAP sa argonom i dimljenog na zadatoj temperaturi u  
32 centru proizvoda od 65 °C, odnosno 72 °C. Statistički značajna razlika konzistencije na nivou  
33 značajnosti od 99% utvrđena je između grupe toplodimljenog mesa šarana dimljenog na  
34 najmanjoj zadatoj temperaturi u centru proizvoda (63 °C) upakovanog u vakuum u odnosu na  
35 sve tri grupe toplodimljenog šarana upakovanog u MAP sa argonom. Senzorna ocena ukusa  
36 nije rađena jer je nastupio kvar. U uzorcima toplodimljenog šarana dimljenih u komori za toplo  
37 dimljenje "ATMOS" i upakovanih u vakuum, odnosno MAP sa argonom prva statistički  
38 značajna razlika u senzornim svojstvima između ove dve grupe uzoraka je uočena 28. dana i  
39 to po pitanju konzistencije na nivou značajnosti od 95%. Nakon 35 dana skladištenja, ova  
40 statistički značajna razlika kada je u pitanju konzistencija je potvrđena i na nivou značajnosti  
41 od 99%. Osim konzistencije, statistički značajna razlika ocena panelista između dve ispitivane  
42 grupe uzoraka toplodimljenog šarana je zapažena i kod boje na oba nivoa značajnosti, s tim da  
43 su srednje vrednosti senzornih karakteristika u obe grupe poslednjeg dana ispitivanja bile  
44 ispod prihvatljivih vrednosti.

45 U poslednjem potpoglavlju su prikazani rezultati mikrobioloških ispitivanja podeljeni u dve  
46 celine: mikrobiološki status toplodimljenog šarana dimljenog u komori za toplo dimljenje TDK  
47 dimljenog na tri različite temperature i upakovanog u vakuum i MAP sa argonom tokom 45  
48 dana skladištenja i mikrobiološki status toplodimljenog šarana dimljenog u komori za toplo  
49 dimljenje "ATMOS" upakovanog u vakuum i MAP sa argonom tokom 35 dana skladištenja. U  
50 svim ispitivanim uzorcima nije detektovana *Listeria monocytogenes*, a vrednosti broja *E.coli* i  
51 sulfiredukujućih klostridija su bile  $<10$  cfu/g. U uzorcima dimljenim u komori za toplo  
52 dimljenje TDK na tri različite temperature, pakovanje u modifikovanoj atmosferi sa argonom je  
53 pokazalo statistički značajno manje vrednosti ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija 15.  
54 i 30. dana ispitivanja u odnosu na vakuum pakovanje. U uzorcima dimljenim u komori za toplo  
55 dimljenje "ATMOS", pakovanje u modifikovanoj atmosferi sa argonom je pokazalo statistički  
56 značajno manje vrednosti ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija 28. i 35. dana  
57 ispitivanja u odnosu na vakuum pakovanje.

58  
59 U poglavlju **Diskusija**, kandidat je kritički i sveobuhvatno analizirao dobijene rezultate i  
60 uporedio ih sa rezultatima ispitivanja prikazanim u citiranoj literaturi. Posebno treba istaći da

1 su rezultati u skladu sa rezultatima grupe autora *Essumang* i sar. (2014) koji su u svojim  
2 istraživanjima ispitivali uticaj samo aktivnog uglja na koncentraciju PAH jedinjenja kod  
3 dimljenog mesa riba.

4  
5 U poglavlju **Literatura** je navedeno 369 referenci.

## 6 7 **VI ZAKLJUČCI ISTRAŽIVANJA (navesti zaključke koji su prikazani u doktorskoj** 8 **disertaciji):** 9

10 Na osnovu sprovedenih ispitivanja i dobijenih rezultata, mogu se izvesti sledeći zaključci:

11 1. Uzorci mesa riba u toku našeg ogleada su imali povoljniji sastav proteina (17,04% (Ečka),  
12 17,32% (Kukujevci) i 17,28% (Banatski dvor)) i masti ((7,96% (Ečka), 7,87% (Kukujevci) i  
13 8,13% (Banatski dvor)) nego na drugim ribnjacima u Srbiji što je rezultat dobrog  
14 komponovanja kompletnih krmnih smeša.

15  
16 2. Koncentracija policikličnih aromatičnih ugljovodonika u mesu koje je dimljeno bez filtera i sa  
17 primenom filtera statistički značajno se razlikuju.

18  
19 3. Filteri sa zeolitom i aktivnim ugljem su se izdvojili kao efikasniji u smanjenju koncentracije  
20 policikličnih aromatičnih ugljovodonika u odnosu na šljunčani filter. Isti odnos bio je u uslovima  
21 dimljenja u komori za toplo dimljenje, kao i u tradicionalnoj zanatskoj pušnici.

22  
23 4. Filter sa zeolitom se pokazao kao najefikasniji u uslovima dimljenja u komori za toplo  
24 dimljenje čijom se primenom dobija finalni proizvod sa najmanjom koncentracijom PAH  
25 jedinjenja. Utvrđena je statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) sadržaja sume 16 PAH jedinjenja  
26 između uzoraka dimljenih u komori za toplo dimljenje korišćenjem filtera sa zeolitom u odnosu  
27 na filter sa aktivnim ugljem.

28  
29 5. Filter sa zeolitom se pokazao kao efikasniji u odnosu na aktivni ugalj, obzirom da je  
30 utvrđena i statistički značajna razlika sadržaja fluorena, antracena i pirena.

31  
32 6. Osim u uzorcima koji su dimljeni u tradicionalnoj zanatskoj pušnici bez primene filtera, BaP  
33 (predstavnik 1. grupe karcinogenih jedinjenja) je bio ispod limita detekcije.

34  
35 7. Industrijska proizvodnja dimljenog šarana je bezbednija u odnosu na tradicionalnu  
36 proizvodnju.

37  
38 8. Odnos proteina i masti mesa toplo dimljenog šarana veoma je povoljan za ishranu ljudi.

39  
40 9. U uzorcima mesa toplo dimljenog šarana je utvrđen povoljan masnokiselinski sastav.  
41 Odnos polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina je bio čak i preko 1, što je u skladu sa  
42 preporukama Svetske zdravstvene organizacije. Odnos  $\omega 6$  i  $\omega 3$  polinezasićenih masnih  
43 kiselina je takođe u skladu sa preporukama Svetske zdravstvene organizacije.

44  
45 10. Temperatura u procesu dimljenja od 63 °C pokazala se kao dovoljnom temperaturom sa  
46 aspekta mikrobiološke ispravnosti i senzornih svojstava.

47  
48 11. Ukupan broj bakterija u uzorcima toplo dimljenog šarana je rastao tokom skladištenja.  
49 Petnaestog dana skladištenja je utvrđena statistički značajna razlika u korist pakovanja u  
50 modifikovanoj atmosferi sa argonom na vakuum pakovanje (komora za toplo dimljenje).  
51 Takođe je i utvrđena statistički značajna razlika senzornih svojstava između ove dve grupe  
52 tridesetog dana skladištenja.

53  
54 12. U uzorcima dimljenim u „ATMOS“ je dvadesetiprvog dana ustanovljena statistički  
55 značajna razlika ukupnog broja bakterija, takođe u korist pakovanja u modifikovanoj atmosferi  
56 sa argonom, dok je razlika senzornih svojstava utvrđena dvadesetiosmog dana.

57  
58 13. Aktivnost vode u ispitivanim uzorcima ne predstavlja ograničavajući faktor za rast  
59 mikroorganizama. Ovi rezultati pokazuju da je neophodno ovako obrađeno meso šarana  
60 držati na temperaturi ispod 4 °C

1 14. Na osnovu svih rezultata ispitivanja uticaja temperature i načina pakovanja, možemo  
2 zaključiti da temperature u centru proizvoda ispitane u ovoj studiji ( $t_1= 63\text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_2= 65\text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_3= 72$   
3  $^\circ\text{C}$ ) nemaju uticaj na održivost proizvoda, dok pakovanje, iako ne utiče na rok trajanja, utiče  
4 na senzorna svojstva i mikrobiološki status proizvoda, pa se prednost daje pakovanju u  
5 modifikovanoj atmosferi sa argonom u odnosu na vakuum pakovanje.

6  
7 15. Dimljenje mesa šarana u industrijskoj i zanatskoj proizvodnji primenom filtera daje  
8 proizvod bezbedan po zdravlja potrošača.

9  
10 **VII OCENA NAČINA PRIKAZA I TUMAČENJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA (navesti da li**  
11 **su dobijeni rezultati u skladu sa postavljenim ciljem i zadacima istraživanja, kao i da li**  
12 **zaključci proizilaze iz dobijenih rezultata):**

13  
14 Rezultati istraživanja, koje je kandidat Jelena Babić sproveda u okviru izrade doktorske  
15 disertacije, su u potpunosti u skladu sa postavljenim ciljem i zadacima istraživanja. Dobijeni  
16 rezultati su prikazani tabelarno i grafikonom, a njihov opis je dat logičnim redosledom,  
17 pregledno, jasnim i razumljivim stilom. Izvedeni zaključci su jasno formulisani i u skladu sa  
18 postavljenim ciljem i dobijenim rezultatima istraživanja.

19  
20 **VIII KONAČNA OCENA DOKTORSKE DISERTACIJE:**

21  
22 **1. Da li je disertacija napisana u skladu sa obrazloženjem navedenim u prijavi teme?**

23  
24 Doktorska disertacija kandidata Jelene Babić pod naslovom „Ispitivanja uticaja odabranih  
25 filtera na koncentraciju policikličnih aromatičnih ugljovodonika kod proizvodnje toplo dimljenog  
26 šarana“ je napisana u skladu sa obrazloženjem navedenim u prijavi teme.

27  
28 **2. Da li disertacija sadrži sve elemente propisane za završenu doktorsku disertaciju?**

29  
30 Doktorska disertacija kandidata Jelene Babić pod naslovom „Ispitivanja uticaja odabranih  
31 filtera na koncentraciju policikličnih aromatičnih ugljovodonika kod proizvodnje toplo  
32 dimljenog šarana“ sadrži sve bitne elemente u skladu sa zahtevima za završenu doktorsku  
33 disertaciju.

34  
35 **3. Po čemu je disertacija originalan doprinos nauci?**

36  
37 Doktorska disertacija kandidata Jelene Babić pod naslovom „Ispitivanja uticaja odabranih  
38 filtera na koncentraciju policikličnih aromatičnih ugljovodonika kod proizvodnje toplo dimljenog  
39 šarana“ je originalan doprinos nauci imajući u vidu to što se primenom filtera (zeolit, aktivni  
40 ugalj i šljunak) dobija proizvod sa smanjenim sadržajem karcinogenih policikličnih aromatičnih  
41 ugljovodonika, a prema dostupnim literaturnim podacima, zeolit je prvi put primenjen kao filter  
42 u proizvodnji dimljenih proizvoda od mesa. Takođe, upotreba navedenih filtera je primenjiva u  
43 masovnoj zanatskoj proizvodnji dimljenog mesa riba, ali i kod proizvodnje dimljenih proizvoda  
44 od mesa drugih vrsta životinja. Ovaj način smanjenja karcinogenih materija će uticati na  
45 popularizaciju konzumacije tradicionalnih proizvoda od dimljenog mesa kod potrošača koji  
46 sve više vode računa o bezbednosti hrani.

47  
48 **IX SPISAK NAUČNIH RADOVA SADRŽINSKI POVEZANIH SA DOKTORSKOM**  
49 **DISERTACIJOM U KOJIMA JE DOKTORAND PRVI AUTOR ODNOSNO AUTOR SA**  
50 **NAJVEĆIM DOPRINOSOM (napisati imena svih autora, godinu objavljivanja, naslov**  
51 **rada, naziv časopisa, imapkt faktor i klasifikaciju prema Pravilniku o postupku, načinu**  
52 **vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača):**

53  
54 Rad u istaknutom međunarodnom časopisu (M22):

55  
56 **Jelena Babić**, Brankica D. Kartalović, Snežana Škaljac, Suzana Vidaković, Dragana  
57 Ljubojević, Jelena M. Petrović, Miroslav A. Ćirković, Vlado Teodorović (2018): “Reduction of  
58 the polycyclic aromatic hydrocarbons content in common carp meat smoked in traditional  
59 conditions”, Food Additives and Contaminants: Part B.  
60 <https://doi.org/10.1080/19393210.2018.1484821> . IF=1,723



1 **X PREDLOG:**

2  
3 **Na osnovu ukupne ocene disertacije, komisija predlaže (odabrati jednu od tri**  
4 **ponuđene mogućnosti):**

- 5 - **da se doktorska disertacija prihvati a kandidatu odobri odbrana**  
6 - ~~da se doktorska disertacija vrati kandidatu na doradu~~  
7 - ~~da se doktorska disertacija odbije~~

8  
9  
10 **DATUM**  
11 05.06.2018.

**POTPISI ČLANOVA KOMISIJE**

12  
13 1. Dr Vlado Teodorović, redovni profesor, Higijena i tehnologija mesa, 2007. godina,  
14 Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu;

15  
16 \_\_\_\_\_  
17  
18 2. Dr Miroslav Ćirković, naučni savetnik, Bezbednost hrane, 2014. godine, Naučni institut  
19 za veterinarstvo „Novi Sad“;

20  
21 \_\_\_\_\_  
22  
23 3. Dr Neđeljko Karabasil, vanredni profesor, Higijena i tehnologija mesa, 2013. godina,  
24 Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu;

25  
26 \_\_\_\_\_  
27  
28 4. Dr Mirjana Dimitrijević, vanredni profesor, Higijena i tehnologija mesa, 2014. godina,  
29 Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu;

30  
31 \_\_\_\_\_  
32  
33 5. Dr Đorđe Okanović, naučni savetnik, 2011. godine, Tehnologija mesa i proizvoda od  
34 mesa, Naučni institut za prehrambene tehnologije Novi Sad