

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Predmet: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata Dragice M. Nikolić, diplomiranog inženjera tehnologije

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu br. 35/82 od 29. marta 2018. godine, imenovani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Dragice M. Nikolić, diplomiranog inženjera tehnologije, pod naslovom: „**Mineralni sastav mišića, jetre i bubrega intenzivno i ekstenzivno gajenih svinja u Srbiji**”. Posle pregleda dostavljene disertacije i drugih pratećih materijala i razgovora sa kandidatom, Komisija je sačinila sledeći

R E F E R A T

1. UVOD

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

- Školske 2011/2012. godine Dragica Nikolić je upisala doktorske akademske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu u Beogradu, na smeru Hemija, pod mentorstvom dr Mile Laušević.
- 5. septembra 2016. godine Dragica Nikolić je predložila temu doktorske disertacije pod naslovom „Mineralni sastav tkiva i organa intenzivno i ekstenzivno gajenih svinja u Srbiji”.
- 15. septembra 2016. godine na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta doneta je odluka (br. 35/441) o imenovanju Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Dragice Nikolić, diplomiranog inženjera tehnologije, za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme pod nazivom: „Mineralni sastav tkiva i organa intenzivno i ekstenzivno gajenih svinja u Srbiji” u sastavu dr Mila Laušević, red. prof. TMF-a, dr Saša Janković, naučni saradnik Instituta za higijenu i tehnologiju mesa, dr Svetlana Grujić, van. prof. TMF-a, dr Aleksandra Perić-Grujić, red. prof. TMF-a i dr Srđan Stefanović, naučni saradnik Instituta za higijenu i tehnologiju mesa.
- 24. novembra 2016. godine na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, odlukom br. 35/513, usvojen je izveštaj Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata za izradu doktorske disertacije. Za mentore ove doktorske disertacije imenovani su dr Mila Laušević, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta, i dr Saša Janković, naučni saradnik Instituta za higijenu i tehnologiju mesa.

- 22. decembra 2016. godine na sednici Veća naučnih oblasti prirodnih nauka Univerziteta u Beogradu odloženo je razmatranje zahteva za davanje saglasnosti na predlog teme doktorske disertacije kandidata Dragice Nikolić uz obrazloženje da je potrebno dostaviti odobrenje Etičkog komiteta za rad na životinjskim uzorcima. Takođe, predloženo je da naslov teme glasi: „Mineralni sastav mišića, jetre i bubrega intenzivno i ekstenzivno gajenih svinja u Srbiji” (odluka br. 61206-6372/2-16).
- 23. februara 2017. godine na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta doneta je odluka (br. 35/25) o prihvatanju izveštaja Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata Dragice Nikolić za izradu doktorske disertacije pod novim nazivom: „Mineralni sastav mišića, jetre i bubrega intenzivno i ekstenzivno gajenih svinja u Srbiji”. Za mentore doktorske disertacije imenovani su dr Mila Laušević, redovni profesor TMF-a, i dr Saša Janković, naučni saradnik Instituta za higijenu i tehnologiju mesa. S obzirom na to da preporuku Veća naučnih oblasti prirodnih nauka koja se odnosi na odobrenje etičkog komiteta nije bilo moguće ispuniti, uz izveštaj je dostavljen prateći materijal: Aplikacioni obrazac za izdavanje dozvole za rad sa životinjama, životinjskim organima i tkivima Etičke komisije za rad sa životinjama Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Rešenje o ispunjenosti uslova za rad sa ispitivanim uzorcima mesa i Potvrdu Instituta za stočarstvo da su životinje, čija su tkiva korišćena u eksperimentalnom radu, gajene pod standardnim uslovima i zaklane zbog komercijalnih razloga.
- 30. marta 2017. godine na sednici Veća naučnih oblasti prirodnih nauka Univerziteta u Beogradu data je saglasnost na predlog teme doktorske disertacije Dragice Nikolić pod nazivom: „Mineralni sastav mišića, jetre i bubrega intenzivno i ekstenzivno gajenih svinja u Srbiji” (odluka br. 61206-1212/4-17).
- 29. septembra 2017. godine, rešenjem br. 20/118 Tehnološko-metalurškog fakulteta, odobreno je produženje statusa studenta doktorskih studija u trajanju od dva semestra.
- 29. marta 2018. godine na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta doneta je odluka (br. 35/82) o imenovanju članova Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije Dragice Nikolić, pod nazivom: „Mineralni sastav mišića, jetre i bubrega intenzivno i ekstenzivno gajenih svinja u Srbiji” u sastavu: dr Mila Laušević, red. prof. TMF-a, dr Saša Janković, naučni saradnik Instituta za higijenu i tehnologiju mesa, dr Svetlana Grujić, van. prof. TMF-a, dr Aleksandra Perić-Grujić, red. prof. TMF-a i dr Srđan Stefanović, naučni saradnik Instituta za higijenu i tehnologiju mesa.

1.2. Naučna oblast disertacije

Tema ove doktorske disertacije pripada naučnoj oblasti **Hemijske nauke** za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet u Beogradu. Za mentore ove doktorske disertacije imenovani su dr Mila Laušević, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, i dr Saša Janković, naučni saradnik Instituta za higijenu i tehnologiju mesa iz Beograda, koji ispunjavaju sve neophodne uslove da rukovode izradom ove disertacije.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Dragica Nikolić je rođena 17. aprila 1983. godine u Beogradu, gde je završila osnovnu školu i gimnaziju „Sveti Sava”, prirodno-matematički smer. Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, smer Biohemijsko inženjerstvo i biotehnologija, upisala je školske 2002/2003. Diplomirala je 21. oktobra 2009. godine sa prosečnom ocenom u toku studija 8,03 i time stekla

zvanje diplomiranog inženjera tehnologije. Diplomski rad pod nazivom „Imobilizacija glukoza-oksidge iz *Aspergillus niger* na elektroprovodni polimer na bazi polianilina” odbranila je sa ocenom 10. Rad je nagrađen prvom nagradom od strane odbora Check-Marck-Ger van Meel Foundation za 2009. godinu u Srbiji.

Školske 2011/2012. godine upisala je doktorske akademske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, smer Hemija, pod rukovodstvom prof. dr Mile Laušević, redovnog profesora Tehnološko-metalurškog fakulteta. Na doktorskim studijama je uspešno položila sve ispite predviđene planom i programom sa prosečnom ocenom 9,92 i odbranila je završni ispit sa temom „Multirezidualna metoda za određivanje antibiotika u tkivu životinja HPLC-MS/MS tehnikom”. Na početku školske 2017/2018. godine odobreno je produženje statusa studenta doktorskih studija u trajanju od dva semestra.

Od januara 2011. zaposlena je u Institutu za higijenu i tehnologiju mesa u Beogradu, kao pripravnik za istraživača. Januara 2012. godine izabrana je u zvanje istraživač pripravnik nakon položenog pripravnčkog ispita. Zvanje istraživač saradnik stekla je 5. decembra 2014. godine.

U Odeljenju za ispitivanje rezidua Instituta za higijenu i tehnologiju mesa raspoređena je na poslove određivanja teških metala, mikro- i makroelemenata u mesu i proizvodima od mesa, kao i drugim namirnicama animalnog porekla, tehnikama atomske apsorpcione spektroskopije (AAS) i indukovano kuplovane plazme sa masenom spektrometrijom (ICP-MS). Savladala je i tehniku tačne hromatografije sa tandem masenom spektrometrijom (LC-MS/MS) za određivanje tragova veterinarskih lekova u uzorcima.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija Dragice Nikolić napisana je na 111 strana i sadži 27 slika i 20 tabela. Disertacija obuhvata sledeća poglavlja: Uvod (3 strane), Teorijski deo (19 strana), Eksperimentalni deo (14 strana), Rezultati i diskusija (51 strana), Zaključci (2 strane) i Literatura (138 navoda, 12 strana). Pored toga, dati su izvodi na srpskom i engleskom jeziku, sadržaj, zahvalnica, kao i biografija kandidata i spisak radova proisteklih iz doktorske disertacije. Po strukturi i sadržaju, disertacija zadovoljava propisane standarde Univerziteta u Beogradu.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U **Uvodu** je dat prikaz problematike koja je obrađena u ovoj doktorskoj disertaciji. Predstavljen je značaj mesa u ishrani ljudi i dat je kratak prikaz o dostupnoj naučnoj literaturi o mineralnom i osnovnom hemijskom sastavu mesa intenzivno i ekstenzivno gajenih svinja. Definisani su ciljevi doktorske disertacije, koji se odnose na dobijanje podataka o osnovnom hemijskom i mineralnom sastavu hrane za životinje, tkivima i organima mangulice i švedskog landrasa u cilju određivanja i poređenja njihove nutritivne vrednosti. Pored toga, cilj ovog rada je i poređenje mineralnog sastava tri mišićne regije (kare, but, plečka) pojedinačnih rasa svinja, kao i mineralnog sastava mišića i

iznutrica (jetra, bubreg) mangulice i švedskog landrasa u cilju sagledavanja prednosti različitih načina uzgoja svinja i eventualnih rizika povezanih sa sadržajem toksičnih elemenata.

U **Teorijskom delu** je dat pregled literature koja se odnosi na svinjarstvo kao jednu od tradicionalno najznačajnijih grana poljoprivrede u Srbiji, kao i na podatke o potrošnji i značaju svinjskog mesa u ishrani ljudi. Objasnjene su razlike između intenzivnog i ekstenzivnog načina uzgoja svinja, kao i glavne karakteristike švedskog landrasa i mangulice. Dat je pregled osnovnog hemijskog i mineralnog sastava mesa. Predstavljen je značaj mikro- i makroelemenata u funkcionisanju biohemijskih i enzimskih procesa u organizmu, kao i negativan uticaj toksičnih elemenata koji iz životne sredine mogu dospeti u lanac ishrane. Opisana je instrumentalna tehnika induktivno kuplovane plazme sa masenom spektrometrijom za analizu mikro-, makro- i toksičnih elemenata.

U **Eksperimentalnom delu** su navedene karakteristike, optimizacija i uslovi rada tehnikom ICP-MS instrumenta, kao i spisak neophodnih reagenasa i standarda za kvantitativno određivanje analiziranih elemenata. Dat je detaljan opis pripreme uzoraka tkiva, hrane i zemljišta. Naveden je režim rada mikrotalasne pećnice za pripremu uzoraka. Zatim su navedeni parametri validacije i kalibracije ICP-MS metode i objašnjen je način kontrole kvaliteta opisane metode. Predstavljen je princip primene standardnih metoda za određivanje parametara osnovnog hemijskog sastava. Dato je objašnjenje korišćene deskriptivne statistike, korelacione analize i analize glavnih komponenti koje su primenjene za kvantitativno opisivanje podataka i njihovih međusobnih odnosa.

U poglavlju **Rezultati i diskusija** prikazani su i opsežno analizirani dobijeni rezultati koncentracija mikro-, makro- i toksičnih elemenata, kao i parametara osnovnog hemijskog sastava tkiva i organa svinja. Utvrđeno je da se mineralni sastavi različitih mišićnih regija obe vrste svinja razlikuju i da plećka ima najveće koncentracije gvožđa, cinka i bakra. Takođe, utvrđeno je da su koncentracije mikroelemenata kod različito gajenih svinja različite: koncentracije gvožđa, cinka i bakra su veće kod mišića ekstenzivno gajenih svinja, dok je kod iznutrica to slučaj samo sa gvožđem. U pogledu makroelemenata, dokazano je da mišići i iznutrice ekstenzivno gajenih svinja sadrže veće koncentracije natrijuma. Utvrđene razlike mineralnog sastava mišića i iznutrica mogu se dovesti u vezu sa mineralnim sastavom hrane za svinje, kao i stanjem životne sredine u kojoj su gajene mangulice. Statističkom analizom su dokazane pozitivne korelacije koncentracija elemenata u mišićima kod obe ispitivane vrste svinja za gvožđe i cink, odnosno gvožđe i mangan. Dokazana je statistički značajna razlika u osnovnom hemijskom sastavu mišića intenzivno i ekstenzivno gajenih svinja – mangulice imaju više masti, dok je kod švedskog landrasa značajno veći sadržaj vode i proteina. Takođe, kod mišića mangulice utvrđeno je da sa povećanjem sadržaja proteina raste i koncentracija magnezijuma i cinka, dok se koncentracija natrijuma smanjuje. Utvrđeno je da su koncentracije toksičnih elemenata, prvenstveno kadmijuma, značajno više u iznutricama ekstenzivno gajenih svinja, kao i da su koncentracije kadmijuma u iznutricama mangulice u pozitivnoj korelaciji sa gvožđem, a u negativnoj sa kalcijumom, magnezijumom i manganom.

U poglavlju **Zaključci** sumirani su i pregledno navedeni postignuti rezultati, a zatim je navedena literatura koja obuhvata reference citirane u doktorskoj disertaciji.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Istraživanja prikazana u ovoj tezi su originalna i u skladu sa savremenim svetskim trendovima ispitivanja mineralnog i hemijskog sastava tkiva i organa intenzivno i ekstenzivno gajenih svinja. U dostupnoj naučnoj i stručnoj literaturi nema dovoljno podataka o raspodeli mikro- i makroelemenata u različitim mišićnim regijama intenzivno i ekstenzivno gajenih svinja, poređenja njihove nutritivne vrednosti, kao ni podataka o potencijalnom riziku od unosa toksičnih elemenata preko mesa ekstenzivno gajenih svinja.

Većina istraživanja koja se bavi proučavanjem mesa švedskog landrasa i mangulice fokusirana je na ispitivanje parametara osnovnog hemijskog sastava (voda, proteini, mast), dok je mali broj studija koje obrađuju mineralni sastav. Takođe, ograničen je broj podataka o koncentracijama elemenata u svinjskom mesu iz ekstenzivnog tova, a objavljeni rezultati o mineralnom sastavu mesa intenzivno gajenih svinja odnose se uglavnom na kare ili se analizirane vrste mišića ne preciziraju.

Dobijeni rezultati karakterišu s jedne strane mikro- i makroelementarni sastav u različitim mišićnim regijama (kare, but i plećka) i iznutricama (jetra i bubrezi) različito uzgajanih svinja u cilju određivanja njihove nutritivne vrednosti, dok s druge strane ukazuju na potencijalni rizik od unosa toksičnih elemenata preko mesa ekstenzivno i intenzivno gajenih svinja.

Takođe, primenom odgovarajućih statističkih modela glavnih komponenta (PCA, engl. Principal Component Analysis) i klaster analize (CA, engl. Cluster Analysis) procenjeni su međusobni odnosi koncentracija ispitivanih elemenata u mišićima, jetri i bubregu i naglašene su uočene korelacije.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U doktorskoj disertaciji citirano je 138 literaturnih navoda, od kojih najveći deo čine noviji radovi u relevantnim međunarodnim časopisima. Tokom izrade teze, detaljno je pregledana literatura usmerena na problematiku određivanja mikro-, makro- i toksičnih elemenata, kao i parametara osnovnog hemijskog sastava (voda, proteini i mast) tkiva i organa intenzivno (švedski landras) i ekstenzivno (mangulica) gajenih svinja. Iz obrazloženja predložene teme doktorske disertacije, prikaza korišćene literature, kao i objavljenih radova kandidata, uočava se dobro poznavanje savremenih svetskih trendova u oblastima istraživanja na globalnom nivou.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

Eksperimentalni dizajn predstavljen u ovoj doktorskoj disertaciji je adekvatno postavljen. Prikupljeni uzorci su pripremani mikrotalasnom digestijom, a analizirani metodom induktivno kuplovane plazme sa masenom spektrometrijom, kao najsavremenijom analitičkom tehnikom za pouzdanu identifikaciju i kvantifikaciju mikro-, makro- i toksičnih elemenata u tkivima i organima svinja. Takođe, primenjeni su i odgovarajući alati u statističkoj obradi podataka koji su doprineli adekvatnom tumačenju rezultata i precizno izvedenim zaključcima.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Pregledom literature iz oblasti istraživanja, kao i rezultata proisteklih iz doktorske disertacije, može se zaključiti da je ostvaren značajan doprinos u ispitivanju raspodele mikro- i makroelemenata u različitim mišićnim regijama intenzivno i ekstenzivno gajenih svinja. Takođe, dat je značajan doprinos u definisanju mineralnog sastava ekstenzivno gajenih svinja, kao i u dobijanju i poređenju nutritivnih vrednosti karea, buta i plečke različito gajenih svinja. Rezultati istraživanja ove doktorske disertacije doprinose saznanjima o uticaju ishrane i dužine uzgoja svinja na nivo akumulacije toksičnih elemenata u iznutricama svinja, kao i o potencijalnom riziku od unosa toksičnih elemenata preko mesa ekstenzivno gajenih svinja.

Rezultati istraživanja ove doktorske disertacije verifikovani su od strane svetske naučne javnosti objavljivanjem u dva istaknuta međunarodna časopisa.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Kandidat Dragica M. Nikolić je tokom izrade doktorske disertacije pokazala stručnost i samostalnost u pregledu naučne literature, pripremi i realizaciji eksperimenata, izvođenju instrumentalnih metoda analize, kao i obradi i kritičkoj analizi dobijenih rezultata. Na osnovu dosadašnjeg rada i postignutih rezultata, Komisija smatra da kandidat poseduje sve kvalitete neophodne za samostalni naučno-istraživački rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

U okviru ove doktorske disertacije ostvareni su sledeći naučni doprinosi:

- dobijanje podataka o mineralnom sastavu tkiva i organa mangulice i švedskog landrasa i njihovo tumačenje u odnosu na utvrđeni mineralni sastav hrane za svinje
- sagledavanje karakteristika intenzivnog i ekstenzivnog načina uzgoja preko definisanja karakterističnog hemijskog i mineralnog sastava tkiva i organa navedenih rasa
- potenciranje rizika vezanog za sadržaj toksičnih elemenata, prvenstveno kadmijuma, u jetri i bubregu ekstenzivno gajenih svinja
- upoređivanje mineralnih sastava tri ispitivane mišićne regije (kare, but, plečka) u okviru pojedinačne rase svinja
- upoređivanje mineralnih sastava mišića i iznutrica (jetra, bubreg) između mangulice i švedskog landrasa

- utvrđivanje međusobnih korelacija između sadržaja ispitivanih elemenata i parametara osnovnog hemijskog sastava u tkivima i organima mangulice i švedskog landrasa

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Istraživanja u okviru disertacije koncipirana su na osnovu jasno definisanih ciljeva i detaljne analize literaturnih podataka relevantnih za oblast istraživanja. U tezi su primenjene adekvatne analitičke metode za dobijanje koncentracija mikro-, makro- i toksičnih elemenata, kao i sadržaja vode, proteina i masti u mišićima (kare, but, plećka), jetri i bubrezima intenzivno i ekstenzivno gajenih svinja. Na osnovu dobijenih rezultata definisani su mineralni i osnovni hemijski sastav ispitivanih mišićnih regija. Utvrđeno je da se nutritivne vrednosti švedskog landrasa i mangulice razlikuju, kao i da razlike postoje u okviru različitih mišićnih regija iste rase svinja. Koncentracije toksičnih elemenata, prvenstveno kadmijuma, značajno su više u iznutricama ekstenzivno gajenih svinja. Dokazane razlike mineralnog sastava mišića i iznutrica se mogu dovesti u vezu sa mineralnim sastavom hrane za svinje, kao i stanjem životne sredine u kojoj su gajene mangulice. Utvrđena je statistički značajna razlika u osnovnom hemijskom sastavu mišića intenzivno i ekstenzivno gajenih svinja – mangulice imaju više masti, dok je kod švedskog landrasa značajno veći sadržaj vode i proteina. Takođe, primenom odgovarajućih statističkih modela, ustanovljeni su i međusobni odnosi koncentracija ispitivanih elemenata u mišićima, jetri i bubrezima švedskog landrasa i mangulice.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Kandidat Dragica M. Nikolić je rezultate istraživanja ove doktorske disertacije potvrdila njihovim objavljivanjem u dva istaknuta međunarodna časopisa (kategorije M22).

1. **Nikolić DM**, Đinović-Stojanović JM, Janković SD, Stanišić NZ, Radović C, Pezo LL, Laušević MD. 2017. Mineral composition and toxic element levels of muscle, liver and kidney of intensive (Swedish Landrace) and extensive (Mangulica) pigs from Serbia. *Food Additives and Contaminants Part A: Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment*, 34(6), 962-971. ISSN: 1944-0049; IF (2016): 2.047.
2. **Nikolic D**, Jankovic S, Parunovic N, Koricanac V, Stanisic N, Pezo L, Lausevic M. 2017. Nutrient composition of three Mangulica pork cuts from Serbia. *Biological Trace Element Research*. DOI: 10.1007/s12011-017-1194-9. ISSN:0163-4984; IF (2016): 2.399.

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu svega navedenog Komisija smatra da doktorska disertacija Dragice Nikolić, pod nazivom „**Mineralni sastav mišića, jetre i bubrega intenzivno i ekstenzivno gajenih svinja u Srbiji**”, predstavlja značajan i originalan naučni doprinos u oblasti Hemijskih nauka, što je potvrđeno objavljivanjem dva rada u istaknutim međunarodnim časopisima. Imajući u vidu kvalitet, obim i naučni doprinos postignutih rezultata, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da podnetu doktorsku disertaciju Dragice M. Nikolić prihvati, izloži na uvid javnosti u zakonski predviđenom roku i uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti prirodnih nauka Univerziteta u Beogradu, kao i da nakon završetka ove procedure pozove kandidata na usmenu odbranu disertacije, pred Komisijom u istom sastavu.

Beograd,
18. maj 2018. god.

ČLANOVI KOMISIJE

.....
Dr Mila Laušević, redovni profesor u penziji
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Saša Janković, naučni saradnik
Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd

.....
Dr Svetlana Grujić, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Aleksandra Perić-Grujić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Srđan Stefanović, naučni saradnik
Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd