

**UNIVERZITET CRNE GORE
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
DOKTORSKE STUDIJE**

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
Broj 765
Podgorica, 19. 04. 2021. god.

VIJEĆU PRIRODNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA

Predmet: Ocjena podobnosti doktorske teze i kandidata

U skladu sa članom 35, stav 2, Pravila doktorskih studija, Komisija za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidata koju je imenovao Senat Univerziteta Crne Gore na sjednici održanoj 10. 03. 2021. godine, u sastavu

1. **Dr Slobodanka Pajević**, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu (naučna oblast: biologija, ekologija, fiziologija biljaka, ekofiziologija biljaka)
2. **Dr Miljan Bigović**, docent Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore (naučna oblast: organska hemija, organska sinteza, hemija životne sredine)
3. **Dr Dijana Đurović**, docent Fakulteta za prehrambenu tehnologiju, bezbjednost hrane i ekologiju Univerziteta Donja Gorica, (naučna oblast: analitička hemija)
4. **Dr Irena Nikolić**, vanredni profesor Metalurško-tehnološkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, komentor (naučna oblast: zaštita životne sredine)
5. **Dr Slađana Krivokapić**, vanredni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, mentor (naučna oblast: biologija, botanika, fiziološka ekologija)

podnijela je Vijeću Prirodno-matematičkog fakulteta **Izveštaj sa javne odbrane polaznih istraživanja doktorske disertacije i Ocjenu podobnosti teme doktorske disertacije (Obrazac D1)** kandidatkinje **mr Nevene Cupare**.

Komisija za doktorske studije PMF-a je na sjednici održanoj 19. 04. 2021. godine, zaključila da dostavljeni Izveštaj sadrži sve elemente propisane Pravilima doktorskih studija i Vodičem za doktorske studije i proslijeđuje ga na razmatranje Vijeću Prirodno-matematičkog fakulteta.

Podgorica, 19. 04. 2021. god.

ZA KOMISIJU ZA DOKTORSKE STUDIJE

Doc. dr Goran Popivoda


OCJENA PODOBNOSTI DOKTORSKE TEZE I KANDIDATA

OPŠTI PODACI O DOKTORANDU	
Titula, ime i prezime	MSc Nevena Cupara
Fakultet	Prirodno-matematički fakultet
Studijski program	Biologija
Broj indeksa	1/19
Podaci o magistarskom radu	Optimizacija metode za ispitivanje antimikrobnog djelovanja fenolnih kiselina na bioluminiscentnoj <i>E. coli</i> ; Biohemija, mikrobiologija; Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet; 2018. godina; A (9,71)
NASLOV PREDLOŽENE TEME	
Na službenom jeziku	Procjena zdravstvenog rizika unosa teških metala voćem i povrćem u industrijskom području – studija slučaja: Pljevlja, Crna Gora
Na engleskom jeziku	Health risk assessment of heavy metal intake by fruits and vegetables in the industrial area - case study: Pljevlja, Montenegro
Datum prihvatanja teme i kandidata na sjednici Vijeća organizacione jedinice	20. 04. 2021.
Naučna oblast doktorske disertacije	Fiziološka ekologija; hemija životne sredine
Za navedenu oblast matični su sljedeći fakulteti	
Prirodno-matematički fakultet	
A. IZVJEŠTAJ SA JAVNE ODBRANE POLAZNIH ISTRAŽIVANJA DOKTORSKE DISERTACIJE	
U utorak, 06. 04. 2021. godine u 10:30 h, doktorantkinja Nevena Cupara pristupila je odbrani polaznih istraživanja sprovedenih u okviru izrade doktorske disertacije pod nazivom „Procjena zdravstvenog rizika unosa teških metala voćem i povrćem u industrijskom području – studija slučaja: Pljevlja, Crna Gora“, pred komisijom u sastavu: • Dr Slobodanka Pajević, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu (član) • Dr Miljan Bigović, docent, Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore (član) • Dr Dijana Đurović, docent Fakulteta za prehrambenu tehnologiju, bezbjednost hrane i ekologiju Univerziteta Donja Gorica (član) • Dr Irena Nikolić, vanredni profesor Metalurško-tehnološkog fakulteta Univerziteta Crne Gore (komentor) • Dr Slađana Krivokapić, vanredni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore (mentor). Komisija je imenovana na sjednici Vijeća Prirodno-matematičkog fakulteta, održanoj 10.03.2021. godine. Kandidatkinja je navela motive odabira teme disertacije, dala pregled naučnih istraživanja u oblasti procjene zdravstvenog rizika kontaminiranog zemljišta, kao i voća i povrća gajenog na tom zemljištu. Objasnila je razloge za odabir potencijalno kontaminiranih lokacija, kao i plan	

istraživanja koji je djelimično sproveden. Kandidatkinja je navela postavljene probleme i izazove i navela principe uzorkovanja, način pripreme uzoraka kroz navođenje korišćenih metoda, kao i tehnike primijenjene u laboratorijskom radu. Precizno su navedeni pravci i ciljevi istraživanja, hipoteze, kao i očekivani naučni doprinos. Nakon izlaganja kandidatkinje, članovi komisije su iznijeli svoje komentare, sugestije i postavili pitanja. Uzimajući u obzir kvalitet do sada sprovedenih istraživanja i odbrane, jednoglasno je donijeta odluka da je kandidatkinja uspješno odbranila polazna istraživanja.

B. OCJENA PODOBNOSTI TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

B1. Obrazloženje teme

Pljevlja su grad na sjeverozapadu Crne Gore. Opština sa 20.000 stanovnika leži u Pljevaljskoj dolini. Specifičnu klimu u ovom području određuju planine koje su na 2000 m nadmorske visine, zbog čega je kotlina jedva izložena strujama vjetra. Stoga je ovo područje pokriveno gustom maglom 200 dana u godini.

Kao jedna od najvažnijih industrijskih opština predstavlja i najveću crnogorsku ekološku „crnu tačku“ zbog uticaja zagađujućih jedinjenja iz više izvora zagađenja (Puljić, 2014). Termoelektrana sa deponijom pepela i šljake Maljevac, rudnik uglja sa jalovištem Jagnjilo, rudnik cinka i olova sa flotacionim jalovištem Gradac su tri najveća izvora zagađenja. Pored toga, grijna sezona u Pljevljima u prosjeku traje 8 mjeseci, pri čemu se za grijanje koristi ugalj ili drva (Ministarstvo održivog razvoja i turizma Crne Gore, 2013). Kroz industrijske procese kombinovane sa specifičnom klimom ugrožena je životna sredina i zagađeni vazduh, voda i zemljište. Karakteristike otpadnih voda na teritoriji Pljevalja, takođe ne ispunjavaju zahtjeve propisane važećim pravilnicima za vode. Univerzitet u Stuttgartu u saradnji sa Greenpeace-om, došao je do saznanja da će prema tehničkim parametrima koje je dala Vlada Crne Gore i projektovane emisije za drugi blok TE Pljevlja, broj prijevremenih smrti biti godišnje 16. U zemljama sa intenzivnom upotrebom uglja kao izvora energije, rezultati ispitivanja pokazuju da više ljudi umre od zagađenja ugljem nego u saobraćajnim nesrećama.

Opština Pljevlja, sa druge strane, spada u veća poljoprivredna područja Crne Gore, na kojima uspijeva veliki broj poljoprivrednih kultura, sa obiljem prirodnih bogatstava, šuma i ruda (Knežević et. al, 2014).

Pošto proces zagađenja može narušiti stanje ekosistema, tačnije uticati na stanje vode, vazduha i zemljišta, od izuzetnog značaja je istraživanje kojim bi se ispitala procjena izloženosti industrijski zagađenim lokacijama u ovoj opštini kroz koncentraciju teških metala u zemljištu, kao i voću i povrću gajedom na teritoriji Pljevalja. Na ovaj način bi se došlo do saznanja koliko zagađenje teškim metalima ulazi u sam lanac ishrane populacije koja živi u Pljevljima.

Zabrinutost zbog potencijalnog uticaja kontaminiranih lokacija na zdravlje se fokusira na populaciju koja živi blizu takvih oblasti, jer se procjenjuje da je uticaj na ukupnu populaciju ograničen. Stoga se na osnovu sadržaja teških metala u poljoprivrednim kulturama, u kombinaciji sa literaturnim podacima epidemioloških studija procjene rizika, može izvršiti procjena rizika po zdravlje stanovništva u ovoj opštini.

Rezultati dobijeni u ovoj disertaciji treba da doprinesu razumijevanju puteva unosa teških metala u lanac ishrane, kao i da ukaže na zdravstvene posljedice izloženosti zagađenju, naročito u periodu prije rođenja i u ranoj mladosti. Takođe, rezultati istraživanja mogu poslužiti kao koristan izvor informacija menadžerima rizika i kreatorima politika i regulativa u donošenju odluka i formiranju strategija kako bi se zaštitilo zdravlje stanovništva koje živi u ovim oblastima.

B2. Cilj i hipoteze

Ciljevi ove doktorske disertacije su:

- odrediti koncentraciju teških metala (bakar (Cu), cink (Zn), hrom (Cr), olovo (Pb), kadmijum (Cd), arsen (As) i živa (Hg)) u uzorcima poljoprivrednih zemljišta uzorkovanih u okruženju izvora zagađenja (TE sa deponijom pepela i šljake Maljevac, rudnik uglja sa jalovištem Jagnjilo, rudnik cinka i olova sa flotacionim jalovištem Gradac) i sa udaljenih lokacija (slijepa proba) i dati procjenu njihovog zagađenja,
- odrediti sadržaj ispitivanih metala u vocu i povrću (jabuka, kruška, šljiva, paprika, krompir, cvekla, crni luk, šargarepa, kupus)
- utvrditi biokoncentracionu i translokcionu sposobnost ispitivanih vrsta prema teškim metalima
- poznavanje sadržaja, vezivanja, migracije, stepena moguće bioakumulacije teških metala u ispitivanim vrstama, u cilju procjene zdravstvenog rizika konzumacije analiziranih vrsta
- pružanje informacije menadžerima rizika, posebno kreatorima politika i regulatorima, kako bi se donijele najbolje moguće odluke kako bi se zaštitilo zdravlje stanovništva koje živi u ovoj oblasti.

Prilikom izrade ove doktorske disertacije poći će se od sledećih hipoteza:

1. Glavna hipoteza (H01) je da je sadržaj teških metala u zemljištu sa lokacija povezanih sa izvorima zagađenja posledica djelovanja navedenih izvora zagađenja.
2. H02 – sadržaj teških metala u biljkama povezan je sa sadržajem teških metala u zemljištu sa koga potiče, ali i sa samom prirodom vrste ili prirodom dijela biljke koji se konzumira.
3. H03 – konzumacija analiziranih vrsta sa teritorije Pljevalja može ugroziti zdravlje stanovništva, stoga je neophodno izvršiti procjenu rizika po principu maksimalnog dnevnog unosa.

B3. Metode i plan istraživanja

Istraživanje obuhvata terenski i laboratorijski rad, praćen obradom dobijenih podataka.

Terenski rad podrazumijeva prikupljanje uzoraka zemljišta, povrća i voća. Ovaj dio rada odrađen je u periodu od avgusta do novembra 2020. godine. Uzorci su sakupljeni sa poljoprivrednih površina u okruženju:

1. TE Pljevlja i odlagališta industrijskog otpada Maljevac,
2. Rudnika uglja AD Pljevlja i odlagališta Jagnjilo,
3. starog flotacionog jalovišta Gradac,

kao i sa lokacija udaljenih od izvora zagađenja koji mogu poslužiti kao slijepa proba.

Pored uzoraka zemljišta, uzorkovane su poljoprivredne kulture koje se najčešće gaje na teritoriji Pljevalja, samim tim i najviše konzumiraju, a to su: jabuke, kruske, šljive, paprike, krompir, cvekla, šargarepa, crni luk, kupus.

Laboratorijski rad obuhvata pripremu i analizu navedenih uzoraka.

Uzorci zemlje pripremani su po zvaničnoj metodi EPA 3050B za analize metala vršene tehnikom ICP-OES (optička emisija spektrometrija sa indukovano kuplovanom plazmom (engl. ICP-OES – Inductively coupled plasma – Optical Emission Spectrometry)) i analize sadržaja arsena tehnikom plamene atomske apsorpcione spektrofotometrije (engl. FAAS – Flame Atomic Absorption Spectrometry). Analize zemlje na sadržaj žive vršene su na direktnom živinom analizatoru (engl. DMA – Direct Mercury Analyzer), bez prethodne pripreme uzorka.

Uzorci voća i povrća analizirani su pomoću istih, prethodno navedenih tehnika, ali je priprema uzoraka vršena metodom MEST EN 13805:2009 koja se oslanja na mikrotalasni sistem digestije. Prije svih analiza neophodno je izvršiti kalibraciju instrumenta, pri čemu korelacioni faktor kalibracione krive mora biti veći od 0,95.

Osim analize na sadržaj teških metala, neophodno je odrediti pH svih uzoraka zemlje kako bi se uočila eventualna povezanost bioakumulacije teških metala sa pH zemljišta i sama dostupnost metala za usvajanje.

Nakon svih prethodno navedenih analiza, cilj je izvršiti statističku obradu rezultata i odrediti indekse koji ukazuju na:

1. zagađenost zemljišta (faktor kontaminacije (Cf) i faktor ekološkog rizika (Er), indeks geoakumulacije (Igeo), indeks opterećenja zagađenjem teškim metalima (engl. PLI - Pollution Load Index)),
2. usvajanje teških metala od strane biljaka (bioakumulacioni faktor (BAF), translokacioni faktor (TF), indeks opterećenja metalima (engl. MPI – Metal Pollution Indeks),
3. procijenu zdravstvenog rizika (dnevni unos teških metala (engl. DMI – Daily Metal Intake), procjena izloženosti (engl. E – Exposure) kao i indeks zdravstvenog rizika (engl. HRI – Health Risk Index).

B4. Naučni doprinos

Kao što je već prethodno pomenuto, veliki broj istraživanja, naročito na teritoriji opštine Pljevlja, bazira se isključivo na praćenju stanja životne sredine, bez konkretnih procjena uticaja po zdravlje ljudi. Ova doktorska disertacija ima drugačiji pristup, sa ciljem uočavanja posljedica koje zagađenje životne sredine ostavlja za sobom, kroz posmatranje lanca ishrane stanovništva u ovoj opštini. Pošto je ova doktorska disertacija jedan segment naučno-istraživačkog multidisciplinarnog projekta „Procjena zdravstvenog rizika u opštini Pljevlja na osnovu podataka dobijenih iz humanog biomonitoringa“ pod pokroviteljstvom Ministarstva nauke Crne Gore, dobijeni rezultati doprinijeće:

- da se po prvi put sprovede naučna studija o životnoj sredini u Crnoj Gori,
- da se dobiju podaci o uticaju industrijski kontaminiranih mjesta (engl. ICS – Industrially Contaminated Sites) na ljudsko zdravlje,
- da se dobiju informacije korisne menadžerima rizika, donosiocima politika i regulatorima,
- da se procjene izloženosti na osnovu biomonitoringa koje će biti od koristi u planiranju intervencija u javnom zdravlju,
- da se izvrši detaljna naučna studija koja obuhvata više aspekata životne sredine,
- da se da doprinos procjeni zdravstvenog rizika konzumacije vrsta gajenih u industrijskim područjima.

B5. Finansijska i organizaciona izvodljivost istraživanja

Komisija smatra da kandidat uz sopstvene napore i finansijsku podršku naučnog projekta „Procjena zdravstvenog rizika u opštini Pljevlja na osnovu podataka dobijenih iz humanog biomonitoringa“ koji sprovodi Institut za javno zdravlje Crne Gore, na kome je kandidatkinja angažovana, može obezbijediti organizacione uslove za izradu ove doktorske disertacije.

Mišljenje i prijedlog komisije

Komisija je za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidatkinje, nakon detaljnog razmatranja prijavljene teme i javne prezentacije polaznih istraživanja, kao i datih odgovora na postavljena pitanja, došla do zaključka da su polazna istraživanja kandidatkinje MSc Nevene Cupare originalno naučno istraživanje koje predstavlja važan doprinos u oblasti procjene zdravstvenog rizika unosa teških metala putem lanca ishrane. Metode i ciljevi istraživanja detaljno su i precizno definisani i smatraju se primjenljivim za dato istraživanje. Predložena tema je multidisciplinarna, što doprinosi njenom kvalitetu i značaju.

Uzimajući u obzir sve prethodno navedeno, komisija je saglasna da je tema istraživanja aktuelna kao i da odgovara nivou i ozbiljnosti istraživanja za doktorsku disertaciju. Stoga, komisija predlaže Vijeću Prirodno-matematičkog fakulteta da podrži prijavu doktorske disertacije MSc Nevene Cupare.

Prijedlog izmjene naslova

-		
Prijedlog promjene mentora i/ili imenovanje drugog mentora		
-		
Planirana odbrana doktorske disertacije		
2022. godina (ljetnji semestar)		
Izdvojeno mišljenje		
-		
Napomena		
-		
ZAKLJUČAK		
Predložena tema po svom sadržaju odgovara nivou doktorskih studija.	DA	NE
Tema je originalan naučno-istraživački rad koji odgovara međunarodnim kriterijumima kvaliteta disertacije.	DA	NE
Kandidat može na osnovu sopstvenog akademskog kvaliteta i stečenog znanja da uz adekvatno mentorsko vođenje realizuje postavljeni cilj i dokaže hipoteze.	DA	NE
Komisija za ocjenu podobnosti teme i kandidata		
Dr Slobodanka Pajević, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu	<i>S. Pajević</i>	
Dr Miljan Bigović, docent Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore	<i>Bigović</i>	
Dr Dijana Đurović, docent Fakulteta za prehrambenu tehnologiju, bezbjednost hrane i ekologiju Univerziteta Donja Gorica	<i>Đurović</i>	
Dr Irena Nikolić, vanredni profesor Metalurško-tehnološkog fakulteta Univerziteta Crne Gore	<i>Irena Nikolić</i>	
Dr Slađana Krivokapić, vanredni profesor Prirodno-matematičkom fakulteta Univerziteta Crne Gore	<i>Slađana Krivokapić</i>	
U Podgorici, 20.04.2021.		
MP		DEKAN

PRILOG

PITANJA KOMISIJE ZA OCJENU PODOBNOSTI DOKTORSKE TEZE I KANDIDATA	
Dr Slobodanka Pajević, redovni profesor na Departmanu za biologiju i ekologiju Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu, Srbija	Da li ste na svim lokalitetima uzorkovali sve vrste voća i povrća koje su pomenute u radu? Odgovor: Na svim lokalitetima nije bilo moguće uzorkovati sve vrste voća i povrća zbog toga što lokalno stanovništvo ne gaji identične vrste poljoprivrednih kultura, ali cilj je bio da što je više moguće uzorkujemo vrste specifične za područje opštine Pljevlja.
	Da li će se vršiti uzorkovanje 2021. godine? Odgovor: U 2021. godini neće biti ponovno uzorkovanje, osim u slučaju potrebe za provjeru ili dopunu nekih parametara.
	Kako ste pripremali uzorke voća i povrća za analizu? Odgovor: Svi analizirani uzorci su prethodno bili oprani i homogenizovani u blenderu, nakon čega je vršena priprema mikrotalasnom digestijom.
	Da li je odrađeno definisanje kontrolnih tačaka po parametrima zagađenja? Odgovor: Da, za sve analizirane metale, uzorkovano je voće i povrće sa lokacija udaljenih od izvora zagađenja, kako bi se odredila slijepa proba. Dobijeni preliminarne rezultati odgovaraju kontrolnim vrijednostima.
Dr Dijana Đurović, docent na Fakultetu za prehrambenu tehnologiju, bezbjednost hrane i ekologiju na Univerzitetu Donja Gorica, Crna Gora	Koje faktore ćete koristiti kao indikatore zagađenja biljaka? Odgovor: Kao indikatore zagađenosti biljaka korist ćemo: bioakumulacioni faktor (BAF), translokacioni faktor (TF), indeks opterećenja metalima (engl. MPI – Metal Pollution Indeks).
	Da li imate mogućnost da u istraživanje uključite i neke vrste zeljastog povrća? Odgovor: U momentu kada smo vršili uzorkovanje na terenu nismo našli dovoljno uzoraka zeljastog povrća. Ova opcija postoji za period ljeta 2021. godine ukoliko epidemiološka situacija bude dozvoljavala izlazak na teren (planiram odati to bude kupus).
Dr Miljan Bigović, docent Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore	Da li je hrom određivan kao ukupni ili su rađene posebna određivanja za Cr^{3+} i Cr^{6+} ? Odgovor: Hrom je određen kao ukupni hrom, jer ICP-OES tehnikom ne možemo razdvojiti Cr^{3+} i Cr^{6+} .
	Da li je živa određivana kao suma organske (dimetil-živa) i neorganske ili su one određivane ponaosob? Odgovor: I živa je određena kao suma organske i neorganske materije usled nemogućnosti razdvajanja primjenom direktnog živinog analizatora.

Dr Irena Nikolić, vanredni profesor na Metalurško-tehnološkom fakultetu Univerziteta Crne Gore	Koji su osnovni faktori na osnovu kojih procjenjujemo rizik po zdravlje ljudi i koji su konkretno (kancerogeni, nekancerogeni)? Odgovor: Faktori kojima procjenjujemo rizik po zdravlje ljudi su faktori koji se odnose na prosječan dnevni unos putem udisanja, dermalnim kontaktom ili putem ingestije. Za nekancerogene konkretno ćemo koristiti Hazard index (Hi) i Hazard quotient (Hq), dok ćemo za kancerogene faktore koristiti Carcinogenic risc (CR) i Total Carcinogenic risc (TCR). Koje faktore za procjenu zagađenja zemljišta ćete koristiti? Odgovor: Za zagađenost zemljišta primijenimo sledeće faktore: faktor kontaminacije (Cf), faktor ekološkog rizika (Er), indeks geoakumulacije (Igeo) i indeks opterećenja zagađenjem teškim metalima (engl. PLI - Pollution Load Index).
Dr Slađana Krivokapić, vanredni profesor na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta Crne Gore	Da li treba dodati rezultate analize za ostalo voće osim jabuke (šljive, kruške), bez obzira što na svim lokalitetima a nijesu uzorkovani? Odgovor: Bilo bi dobro uporediti i ostale uzorke voća koje smo našli prilikom uzorkovanja. Jedino što može da predstavlja problem jeste broj uzoraka prilikom statističke obrade podataka. Ipak, mislim da se mogu uzeti u razmatranje kako bi se uočilo da li postoji veza rezultata sadržaja teških metala u voću.
PITANJA PUBLIKE DATA U PISANOJ FORMI	
(Ime i prezime)	
(Ime i prezime)	
(Ime i prezime)	
ZNAČAJNI KOMENTARI	