

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

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
Broj 4-12-2019
Podgorica, _____ 20____ god.

VIJEĆU PRIRODNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA

Predmet: Prijava teme doktorske disertacije i predlog Komisije za ocjenu podobnosti teme i kandidata

U skladu sa članom 33, stav 4, Pravila doktorskih studija, doktorand **mr Milica Jovanović** je 23. 12. 2019. god. Vijeću Prirodno-matematičkog fakulteta podnijela **Prijavu teme doktorske disertacije (PD Obrazac sa pratećom dokumentacijom)** pod naslovom **Primjena molekularnih metoda u razumijevanju porijekla faune u slivu Skadarskog jezera na primjeru model organizama Glossiphoniidae (Hirudinea) i Hydrachnidia (Acari).**

Komisija za doktorske studije PMF-a je na sjednici održanoj 24. 12. 2019. god. razmatrala formalne uslove dostavljene prijave sa stanovišta neophodnih podataka i ispunjavanja uslova za prijavu teme i podnosi Vijeću

P R E D L O G

sastava Komisije za ocjenu podobnosti teme i kandidata:

1. **Dr Drago Marić**, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore (naučne oblasti: Ekologija, Hidrobiologija)
2. **Dr Danka Caković**, vanredni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore (naučne oblasti: Ekologija, Sistematika biljaka)
3. **Dr Vladimir Pešić**, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore , mentor (naučne oblasti: Ekologija, Hidrobiologija)

Podgorica, 24. 12. 2019. god.

Komisija za doktorske studije

Doc. dr Goran Popivoda

Prof. dr Slađana Krivokapić

Doc. dr Božidar Popović

PRIJAVA TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

OPŠTI PODACI O DOKTORANDU	
Titula, ime i prezime	MSc Milica Jovanović
Fakultet	Prirodno-matematički fakultet
Studijski program	Biologija
Broj indeksa	4/18
Ime i prezime roditelja	Ratko Jovanović
Datum i mjesto rođenja	30.10.1993. Podgorica
Adresa prebivališta	Blaža Mrakovića bb, 81410 Danilovgrad, Crna Gora
Telefon	+38267865921
E-mail	milicaj@ucg.ac.me
BIOGRAFIJA I BIBLIOGRAFIJA	
Obrazovanje	Doktorske studije (Univerzitet Crne Gore, Prirodno-matematički fakultet, Studijski program – Biologija) - (upisane 2018). Master studije (Univerzitet Primorska, Fakultet za matematiku, nauku i informatičke tehnologije (UP Famnit) - Slovenija, dvogodišnji studijski program Konzervacione biologije). Prosječna ocjena 8.93 (2018). Osnovne studije (Univerzitet Crne Gore, Prirodno-matematički fakultet, Studijski program – Biologija). Prosječna ocjena 9.93 (2015). Gimnazija „Petar I Petrović Njegoš“ Danilovgrad – dobitnica diplome Luča i učenica generacije (2012).
Radno iskustvo	Saradnica u nastavi (Univerzitet Crne Gore, Prirodno-matematički fakultet, Studijski program – Biologija). (2018 - sadašnjost) Program stručnog osposobljavanja - Parkovi Dinarida – mreža zaštićenih područja Dinarida (januar – oktobar 2018).
Popis radova	Jovanović M., Mačić V., Trkov D. Orlando-Bonaca M. & Lipej L. (2019): Review of heterobranch molluscs fauna in the Boka Kotorska Bay, Montenegro, Acta Adriatica 60(2):115-126, 2019. Jovanović M., Mačić V., Trkov D. Orlando-Bonaca M. & Lipej L. (2019): First records of five opisthobranch mollusc species (Gastropoda: Heterobranchia) from South Adriatic Waters, Montenegro, Acta Zoologica Bulgarica (in press). Jovanović M. & Pešić V. (2019): Distribution of non-indigenous opisthobranch molluscs (Gastropoda: Heterobranchia) in

	Montenegro, Abstract, The Book of Abstracts, ISEM8 2-5th October 2019, Montenegro. Mačić V., Jovanović M., Trkov D. & Lipej L. (2018): First record of the nudibranch <i>Marionia blainvillea</i> (Risso, 1818) (Gastropoda: Heterobranchia) for Montenegro, Acta Adriatica 59(1):149-152. Presetnik P., Radonjić M., Pavlović E., Gojznikar J. & Jovanović M. (2017): Rezultati istraživanja faune slijepih miševa tokom istraživačkog kampa studenata biologije „Ekosistemi Balkana – Skadarsko jezero 2017 (Crna Gora)“, Hipsugo. II 241 pp. Jovanović Milica (2017): Ekosistemi Balkana – Skadarsko jezero, Glej, netopir! – bilten Slovenskega društva za proučevanje in varstvo netopirjev, 14(1):37-38.
--	---

NASLOV PREDLOŽENE TEME

Na službenom jeziku	Primjena molekularnih metoda u razumijevanju porijekla faune u slivu Skadarskog jezera na primjeru model organizama Glossiphoniidae (Hirudinea) i Hydrachnidia (Acari)
Na engleskom jeziku	Application of molecular methods in the understanding of fauna origin in the Lake Skadar basin using model organisms Glossiphoniidae (Hirudinea) i Hydrachnidia (Acari)

Obrazloženje teme

Skadarsko jezero je jedinstvena i nedovoljno proučena regija unutar balkanske vruće tačke biodiverziteta i endemizma. Fauna jezera povezana sa lokalnim izvorima proučavana je gotovo isključivo na morfološkom nivou i skoro ništa nije poznato o njenoj molekularnoj raznovrsnosti ili filogenetskim/biogeografskim afinitetima (Grabowski i sar., 2018). S obzirom na posebnost basena i rezultate prethodnih studija na odgovarajućim taksonima, primjenom integrativne metode želi se doći do saznanja o porijeklu, formiranju i ranoj diverzifikaciji faune kopnenih voda na primjeru odabranih grupa organizama – Glossiphoniidae i Hydrachnidia.

Komparativna istraživanja na oba nivoa – morfološkom i molekularnom, pomoći će razumijevanju mehanizama koji određuju obrasce prostornog diverziteta u slatkovodnim ekosistemima. Na različitim model organizmima sa potencijalno različitim evolutivnim istorijama i biogeografskim pripadnostima, omogućiće se bolje razumijevanje porijekla lokalne faune i početak njegove diverzifikacije. Kako još uvijek nema mnogo studija urađenih korišćenjem molekularnih tehnika sa ciljem da se otkrije geneza i rane faze diverzifikacije slatkovodne faune, rezultati ove disertacije pomoći će da se unaprijedi znanje o istoriji ovog fascinantnog kraškog sistema.

Pregled istraživanja

Studije o istoriji faune u slivu Skadarskog jezera još uvijek su oskudne, sa detaljnim istraživanjima koja se tiču samo nekoliko grupa organizama (Grabowski i sar., 2018). Ove studije su potvrdile hipotezu da je basen Skadarskog jezera mogao bivši neogenski morski zaliv, a pliocen vremenski okvir tokom koga su slatkovodni uslovi preovladali u slivu i nastavili do danas. Kao što je pokazala nedavna studija od strane Mazzini i sar. (2015), jezero se može smatrati mladim vodenim tijelom, koje je prije nekih 1200 godina nastalo od slatkovodnih močvara i izvora koji su bili na njegovom današnjem mjestu. Sa druge strane, Grabowski i sar. (2018) utvrdili su, da je basen Skadarskog jezera sa sistemom okolnih kraških izvora definitivno star, nastao prije više od 2,5 miliona godina, te da je bio izolovan tokom najvećeg dijela svoje istorije, sa velikim brojem krenalnih i fluvijalnih endema na oba nivoa, morfospecijskom, a potencijalno i na nivou genetičkih linija (eventualno kriptične i pseudokriptične vrste). Detaljne taksonomske/filogeografske studije o slatkovodnim beskičmenjacima uzimajući u obzir populacije iz basena Skadarsko jezero koje su rađene primjenom integrativne metodologije, do sada su urađene za samo nekoliko grupa organizama, i to uglavnom na rakovima iz grupe Malacostraca (Sworobowicz 2014, Wysocka i sar. 2017, Jabłońska 2018) i na hidrobidnim puževima (Falniowski et al. 2012), dok su ostale grupe ostale neistražene.

Istraživanje faune pijavica Skadarskog jezera ima relativno dugu istoriju (detaljno objašnjenu u Grosser et al. 2015). Dosadašnji podaci o vrstama koje naseljavaju Skadarsko jezero ukazuju da u njemu živi 52% svih pijavica čije je prisustvo potvrđeno u Crnoj Gori (Grosser et al. 2015). Najveći broj naseljava jezero, dok su određene vrste nađene samo u sublakustričnim izvorima (*Glossiphonia paludosa*, *G.cf.pulchella*). Među njima, status populacija unutar porodice Glossiphoniidae nije do kraja razjašnjen i neophodne su detaljnije molekularne analize (Pešić et al. 2018).

Osim toga, sliv Skadarskog jezera karakteriše veliki broj izvora koji sadrže raznovrsne i brojne zajednice vodenih grinja (Zawal & Pešić, 2018). Od ukupno 190 vrsta vodenih grinja opisanih u Crnoj Gori (Pešić et al. 2010, Pešić et al. 2018), potvrđeno je prisustvo 53 vrste u basenu Skadarskog jezera, ali se pretpostavlja da ih ima mnogo više. Vodene grinje su grupa organizama sa najvećim brojem krenobionata među slatkovodnim organizmima koji nastanjuju izvore. Dosadašnjim istraživanjima registrovano je 12 krenobiontnih vrsta koje nastanjuju izvore u bazenu Skadarskog jezera od kojih je jedna vrsta *Trichothyas jadrankae* Pešić, 2018 endemična za bazen Skadarskog jezera (Zawal & Pešić, 2018).

Cilj i hipoteze

Primarni cilj doktorske disertacije je pružanje uvida u biogeografske zakonitosti odabranih modela slatkovodnih organizama koji nastanjuju Skadarsko jezero, njegov basen i okolne izvorske sisteme.

Glavna hipoteza (H0₁) je da je Skadarsko jezero i njegov basen mogao biti kolonizovan setom široko rasprostranjenih linija sa visokim disperzivnim sposobnostima koje nastanjuju lakustrična staništa širom Balkana.

H0₂ - Jezero i njegov basen bilo je kolonizovano uglavnom iz malih lokalnih vodenih tijela povezanih sa limnokrenim izvorima ili močvarama.

H0₃ – Jezero i njegov basen nemaju lakustričnih endema, ni na nivou vrsta ni na nivou intraspecijske raznolikosti.

H0₄ – Izvori u basenu Skadarskog jezera se odlikuju velikim brojem endema na oba nivoa, morfospecijskom, a potencijalno i na nivou genetičkih linija (eventualno kriptične ili pseudokriptične vrste).

Materijali, metode i plan istraživanja

Istraživanje obuhvata terenski i laboratorijski rad kao i obradu prikupljenih podataka. Terenski rad podrazumijeva: sakupljanje uzoraka, identifikaciju materijala do nivoa morfo-vrsta i odabir materijala za molekularne analize. Sakupljeni materijal biće sačuvan u 96% etanolu, kako bi se omogućila dalja molekularna analiza. Ekstrakcija genomske DNK obavlja se po standardnom laboratorijskom postupku za ove grupe organizama. Komplet planiranih molekularnih markera uključuje: mitohondrijski COI marker, kao i dodatni mitohondrijski marker (16S rDNA) koji dopunjuje COI. PCR uslovi potrebni za efikasnu amplifikaciju pojedinih markera biće optimizirani na osnovu parametara navedenih u odgovarajućoj literaturi. U slučaju da neki amplifikacijski pokazatelji ne uspiju za određene vrste, novi takson-specifični prajmeri biće dizajnirani npr. na temelju GenBank aplikacija (Primer- BLAST). Poduzorak svakog produkta amplifikacije vizualiziraće se pod UV svjetlom u agaroznom gelu sa Midori Green DNA Stain kako bi se potvrdila njihova veličina i kvalitet. Proizvodi koji su odabrani za sekvenciranje biće prečišćeni pomoću FastAP pod proizvođačevim uslovima. Sanger sekvencioniranje PCR proizvoda biće urađena od strane Macrogen-a, Koreja. Dobijene sekvence biće uređene, usklađene i obrađene u Geneious/BioEdit softveru. COI barkodiranje će se uraditi kako bi se procijenila genetska raznolikost i odredili MOTU (pretpostavljene sakrivene vrste) u svim istraživanim grupama organizama. Barkodovi će biti sačuvani u BOLD javnoj bazi podataka. Rekonstrukcije filogenije obaviće se pomoću različitih metoda konstrukcije stabala, prvo, odvojeno za svaki marker (gen). Ispitivanje inkongruencije između filogenije gena biće ispitano (npr. TREE-PUZZLE) kako bi se razvila dalja strategija kombinovanih markera za multilocus analizu. Identifikovaće se prostorni obrazci u raspodjeli filogenetskih lanaca (npr. GenGIS). Ponovna procjena kriptične raznolikosti uradiće se korišćenjem različitih pristupa zasnovanim na filogenetskim rekonstrukcijama.

Očekivani naučni doprinos

Sa biogeografskog aspekta Skadarsko jezero je vrlo jedinstvena i nedovoljno proučena regija. Samim tim, ova doktorska disertacija će unaprijediti naše znanje o porijeklu, formiranju i ranoj diverzifikaciji faune organizama koji nastanjuju različite slatkovodne ekosisteme u slivu Skadarskog jezera, i značajno doprinijeti razumijevanju slatkovodnih ekosistema u cjelini. Korišćenje seta molekularnih markera omogućiće procjenu stvarnog nivoa raznolikosti i endemizma u lokalnoj fauni izučavanjem filogenetskih/biogeografskih odnosa u poređenju sa faunom drugih kraških polja u dinarskoj regiji.

Spisak objavljenih radova kandidata

Kandidatkinja do sada nije objavila naučne radove na ovu temu. Objavljivanje prvog rada se očekuje u narednoj godini, s obzirom na dosadašnju analizu i prikupljene podatke.

Popis literature

1. Falniowski A, Szarowska M, Glöer P, Pešić V. (2012) Molecules vs morphology in the taxonomy of the Radomaniola/Grossuana group of Balkan Rissoiidea (Mollusca: Caenogastropoda). *J Conchol* 41(1):19–36.
2. Grabowski et al. (2018) in Pešić V et al (eds) *The Skadar/Skodra Lake Environment*, Springer, pp. 47–62.
3. Grabowski M, Mamos T, Bącela-Spychalska K, Rewicz T, Wattier RA (2017) Neogene paleogeography provides context for understanding the origin and spatial distribution of cryptic diversity in a widespread Balkan freshwater amphipod. *PeerJ* 5:e3016. <https://doi.org/10.7717/peerj.3016>
4. Grosser C, Pešić V, Berljolli V, Gligorović B (2016) *Glossiphonia balcanica* n. sp. and *Dina prokletijaca* n. sp. (Hirudinida: Glossiphoniidae, Erpobdellidae) – two new leeches from Montenegro and Kosovo. *Ecol Mont* 8:17–26
5. Grosser C, Pešić V, Gligorović B (2015) A checklist of the leeches (Annelida: Hirudinea) of Montenegro. *Ecol Montenegrina* 2(1):20–28
6. Jabłońska A, Mamos T, Zawal A, Grabowski M (2018) Morphological and molecular evidence for a new shrimp species, *Atyaephyra vladoi* sp. nov. (Decapoda, Atyidae) in the ancient Skadar Lake system, Balkan Peninsula – its evolutionary relationships and demographic history. *Zool Anz*. https://doi.org/10.1007/698_2018_349
7. Mazzini I, Gliozzi E, Koci R et al (2015) Historical evolution and Middle to Late Holocene environmental changes in Lake Shkodra (Albania): new evidences from micropaleontological analysis. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 419:47–59
8. Pešić V, Bańkowska A, Goldschmidt T, Grabowski M, Michoński G, Zawal, A (2018) Supplement to the checklist of water mites (Acari: Hydrachnidia) from the Balkan peninsula. *Zootaxa* 4394(2):151–184
9. Pešić V, Gadawski P, Gligorović B, Glöer P, Grabowski M, Kovács T, Murányi D, Płóciennik M (2018) The diversity of the zoobenthos communities of the Lake Skadar/Shkodra basin. In: Pešić V, Karaman GS, Kostianoy AG (eds) *The Skadar/Shkodra Lake environment*. Springer, Cham
10. Pešić V, Smit H, Gerecke R, Di Sabatino A (2010) The water mites (Acari: Hydrachnidia) of the Balkan peninsula, a revised survey with new records and descriptions of five new taxa. *Zootaxa* 2586:1–100
11. Sworobowicz L, Grabowski M, Mamos T, Burzyński A, Kilikowska A, Sell J, Wysocka A. (2015) Revisiting phylogeography of *Asellus aquaticus* in Europe: insight into cryptic diversity and spatiotemporal diversification. *Freshw Biol* 60:1824–1840
12. Wysocka A, Sworobowicz L, Mamos T, Grabowski M (2017) Comparative phylogeography of *Gammarus roeselii* Gervais, 1835 and *Asellus aquaticus* Linnaeus, 1758 from the Ohrid, Prespa and Skadar lakes, Balkan Peninsula. In: Lo Brutto S, Schimmenti E, Iacofano D (eds) *Proceedings of the 17th International Colloquium on Amphipoda (17th ICA)*, September 4th–7th 2017, Trapani (Italy). *Biodiversity J* 8(2):479–480
13. Zawal A, Pešić V (2018) The diversity of assemblages of water mites from Lake Skadar and its catchment. In: Pešić V, Karaman GS, Kostianoy AG (eds) *The Skadar/Shkodra Lake environment*. Springer, Berlin

**SAGLASNOST PREDLOŽENOG/IH MENTORA I DOKTORANDA SA
PRIJAVOM**

Odgovorno potvrđujem da sam saglasan sa temom koja se prijavljuje.

Prvi mentor	Prof. dr Vladimir Pešić	<i>Vladimir Pešić</i>
Doktorand	MSc Jovanović Milica	<i>Jovanović Milica</i>
IZJAVA		
Odgovorno izjavljujem da doktorsku disertaciju sa istom temom nisam prijavio/la ni na jednom drugom fakultetu.		
U Podgorici, 23.12.2019.godine		Ime i prezime doktoranda <i>Jovanović Milica</i>