

UNIVERZITET CRNE GORE

PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

Broj

102/01-1934

Podgorica,

20 god.

21. 09. 2023

Vijeću Prirodno-matematičkog Fakulteta

PREDMET: Izvještaj komisije o master radu pod nazivom „Primjena morfoloških i morfometrijskih karakteristika otolita u identifikaciji vrsta roda Chondrostoma u Ohrid-Drim-Skadar sistemu“ kandidatkinje Jovane Drobnjak.

Na C sjednici Vijeća Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore održanoj 13.06.2023. godine, imenovana je Komisija za pregled i ocjenu magistarskog rada pod naslovom „**Primjena morfoloških i morfometrijskih karakteristika otolita u identifikaciji vrsta roda Chondrostoma u Ohrid-Drim-Skadar sistemu**“ kandidatkinje Jovane Drobnjak. Na osnovu pregledanog rada i uslova utvrđenih Zakonom o visokom školstvu i Statutom Univerziteta Crne Gore, podnosimo sljedeći

IZVJEŠTAJ

Analiza magistarskog rada:

Rad je prikazan na 63 stranice i sadrži sledeća poglavlja: Sažetak, Abstrakt, Uvod, Ciljeve, Materijali i metode, Rezultati, Diskusija, Zaključak i Literatura. U radu se nalaze 22 slike i 18 tabela. Poglavlje Literatura sadrži 97 referenci.

Postavljeni ciljevi rada:

Osnovni motiv ovog istraživanja proizilazi iz potrebe za revizijom taksona iz roda Chondrostoma i odnosi se na dilemu koja postoji kada je u pitanju taksonomska pripadnost vrsta koje naseljavaju Ohrid – Drim – Skadar sistem. U cilju opisivanja morfoloških osobnosti otolita vrsta iz roda Chondrostoma kao i provjere uspješnosti primjene otolita u rasvjetljavanju postojećih pitanja koja se odnose na navedenu taksonomsku dilemu, vršena je komparativa analiza morfoloških i morfometrijskih karakteristika otolita taksona iz Ohridskog i Skadarskog jezera sa taksonima iz

Prespanskog jezera i rijeke Čehotine. Ciljevi ovoga rada bili su: opisati morfološke i morfometrijske karakteristike otolita za vrste iz roda *Chondrostoma* sa područja Prespanskog, Ohridskog, Skadarskog jezera i rijeke Čehotine; uraditi komparativnu analizu morfoloških i morfometrijskih karakteristika otolita taksona u Ohrid-Drim-Skadar sistemu i crnomorskom slivu na području Crne Gore; uporediti rezultate analize morfometrijskih karakteristika otolita ispitivanih taksona iz Ohrid-Drim-Skadar sistema sa rezultatima morfometrijskih karakteristika tijela ispitivanih taksona; utvrditi validnost otolita kao markera u identifikaciji taksona iz roda *Chondrostoma*; u skladu sa dobijenim rezultatima dati preliminarni predlog revizije vrsta iz roda *Chondrostoma* za Ohrid-Drim-Skadar sistem;

Primijenjene metode:

U cilju ostvarivanja prethodno navedenih zadataka, uzorci jedinki iz roda *Chondrostoma* sakupljani su sa: Prespanskog jezera – 40 jedinki, Ohridskog jezera – 30 jedinki, Skadarskog jezera – 30 jedinki i rijeke Čehotine – 10 jedinki. Uzorci iz Ohridskog i Prespanskog jezera ustupljeni su za analizu od strane kolega iz Hidrobiološkog zavoda u Ohridu. Jedinke su obrađivane u laboratoriji Prirodno - matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, gdje su izmjereni ukupna dužina (TL) i težina (W) svake sakupljene jedinke. Nakon toga je pristupljeno vađenju parova lapijalnih otolita koji su skladišteni u epruvetama sa 70% alkoholom do procesa mjerenja morfoloških i morfometrijskih parametara koji se odnose na dužinu (OL, mm), visinu (OH, mm), površinu (A, mm²) i obim (PP, mm) otolita. Navedena mjerenja su izvršena u programu ZEN 3.4 (blue edition) preko fotografija otolita koje su napravljene korišćenjem lupe Stemi 508 povezanom sa kamerom AxioCam 208 color konektovanom sa navedenim programom. Kako bi se izvršila analiza oblika otolita i navedenih morfometrijskih karakteristika korišćene su dobijene mjere i izračunati su sledeći indeksi oblika: faktor oblika (FF), faktor okruglosti (RD), faktor proporcije (AR), kružnost (C), pravougaonost (R) i eliptičnost (E). U cilju dobijanja jasnije slike o stepenu validnosti biometrijskih karakteristika otolita u identifikaciji vrsta iz roda *Chondrostoma* iz Ohrid-Drim-Skadar sistema, pored komparativne analize navedenih karakteristika otolita, urađena je komparativna analiza dobijenih rezultata ispitivanih karaktera otolita sa morfometrijskim mjerama tijela jedinki proučavanih taksona iz Prespanskog, Ohridskog i Skadarskog jezera. Za sve ispitivane morfometrijske karakteristike (OL, OH, A, P) i indekse oblika otolita (FF, RD, AR, C, R, E), kao i morfometrijske karakteristike tijela urađena je deskriptivna statistika i utvrđene su

srednje, minimalne i maksimalne vrijednosti, zatim standardna greška i standardna devijacija. Iste analize izvršene su i kada su u pitanju totalna dužina i težina (TL, W) kao i morfometrijske karakteristike tijela ispitivanih taksona. U cilju utvrđivanja odnosa između dužine otolita i indeksa oblika izvršena je regresiona analiza. Rezultati su prikazani grafički u vidu scatterplot dijagrama. Postojanje statistički značajnih razlika među morfometrijskim karakteristikama i indeksima oblika otolita ispitano je analizom varijanse (ANOVA). Podaci su analizirani kroz četiri seta podataka koji se odnose na kombinacije područja i to: Prespansko jezero – Ohridsko jezero, Prespansko jezero – Skadarsko jezero, Ohridsko jezero – Skadarsko jezero i Skadarsko jezero – Čehotina. Obzirom na to da ANOVA analiza daje generalan pregled osobina kod kojih postoje statistički značajne razlike, u cilju detaljnije analize i utvrđivanja između kojih tačno karakteristika otolita kod ispitivanih taksona postoji statistički značajna razlika, sproveden je i posthoc Tukey HSD test. Nivo značajnosti razlika utvrđen je prema skali $p > 0.05$ – nema statistički značajnih razlika, $p < 0.05$ – razlike su statistički značajne, $p < 0.01$ – razlike su visoko statistički značajne, $p < 0.001$ – razlike su izuzetno visoko statistički značajne.

Da bi se utvrdila opšta varijabilnost analiziranih morfometrijskih karakteristika otolita obuhvaćenim istraživanjem urađena je i multivarijantna statistička analiza glavnih komponenti (PCA – *Principal component analysis*). U ovu analizu uključena su tri seta podataka koji obuhvataju kako morfometrijske karakteristike otolita tako i morfometrijske karakteristike tijela ispitivanih taksona. Prvi set podataka odnosi se na same morfometrijske karakteristike otolita, drugi set na morfometrijske karakteristike tijela, dok treći set predstavlja kombinaciju navedenih karakteristika i otolita i tijela ispitivanih taksona. Obzirom na to da su morfometrijske karakteristike tijela izuzetno značajne prilikom determinacije vrsta predmetnog roda, uvrštene su u ovu analizu kako bi se na sveobuhvatan način ispitala uspješnost primjene otolita kao taksonomskog markera. Kako bi se uticaj veličine sveo na minimum, podaci koji se odnose na morfometrijske karakteristike tijela su prije analize standardizovani.

Diskriminantna kanonična analiza (DCA – *Discriminant canonical analysis*) sprovedena je u cilju utvrđivanja da li se karakteristike otolita taksona analiziranih u ovom istraživanju, a samim tim i ispitivani taksoni međusobno toliko razlikuju da bi se izdvojili kao zasebni klasteri. Uzimajući u obzir rezultate dobijene PCA analizom, diskriminantna analiza sprovedena je kao dopuna i dodatna provjera, te je stoga njom obuhvaćen set podataka koji sadrži kombinaciju morfometrijskih

karakteristika otolita i tijela ispitivanih taksona. Navedene statističke analize podataka izvršene su u programskom paketu Statistika 10.0 (Stat Soft).

Dobijeni rezultati:

U poglavlju Rezultati predstavljeni su rezultati morfološke i morfometrijske analize otolita vrsta iz roda *Chondrostoma* iz Ohrid-Drim skadar sistema i rijeke Čehotine. Po prvi put je dat fenotipski opis otolita za ispitivane taksona. Izvršena je i regresiona analiza u cilju utvrđivanja odnosa između dužine otolita i indeksa oblika dnosa. Analiza varijanse (ANOVA) pokazala je postojanje značajnih statističkih razlika kod otolita taksona iz Prespanskog i Ohridskog jezera, kao i kod otolita taksona iz Prespanskog i Skadarskog jezera. Multivarijantna analiza glavnih komponenti (PCA) i diskriminantna kanonična analiza (DCA) pokazale su da otoliti samostalno nisu validan i efikasan taksonomski marker kod ispitivanih taksona iz roda *Chondrostoma*. Ipak, primjena morfometrijskih karakteristika otolita u kombinaciji sa morfometrijskim karakteristikama tijela dovela je do uspješnog izdvajanja ispitivanih taksona. PCA analizom dobijeno je izdvajanje taksona iz Skadarskog jezera, dok je DCA analiza dovela do diferencijacije taksona iz sva tri jezera obuhvaćena ovim istraživanjem. Dobijeni rezultati koji se odnose na morfometrijske karakteristike tijela i set podataka koji obuhvata objedinjene morfometrijske karakteristike tijela i otolita dalje sugerišu da jezera obuhvaćena ovim istraživanjem najvjerovatnije naseljavaju različiti taksoni, što nije u skladu sa aktuelnim mišljenjem da ista vrsta naseljava Ohridsko i Skadarsko jezero, te ukazuje na neophodnost revizije statusa vrsta sa naglaskom na vrste iz ova dva jezera. Međutim, iako se morfološke i morfometrijske karakteristike kako tijela tako i otolita smatraju validnim taksonomskim markerom za identifikaciju vrsta, kako bi se na najmjerodavniji način utvrdio broj vrsta na ispitivanom području potrebno je sprovesti i odgovarajuće genetičke analize. Tim postupkom bi se rezultati dobijeni ovim istraživanjem dopunili i na taj način riješila taksonomska dilema vrsta iz roda *Chondrostoma* u Ohrid-Drim-Skadar sistemu.

Zaključak i predlog Komisije:

Nakon pregledanog magistarskog rada, analize rezultata i značaja ostvarenih istraživanja, Komisija konstatuje da rad zadovoljava sve uslove naučno-istraživačkog rada. Zadana tema ovog rada je naučno aktuelna i na savremeni način obrazložena. Prikazano istraživanje je dalo značajne

rezultate o otolitima slatkovodnih vrsta riba i ukazali na značaj daljih, detaljnijih istraživanja na vrstama iz roda Chondrostoma.

Na osnovu izloženog, Komisija predlaže Vijeću Prirodno-matematičkog fakulteta u Podgorici, da rad kandidatkinje Jovane Drobnjak, pod naslovom „**Primjena morfoloških i morfometrijskih karakteristika otolita u identifikaciji vrsta roda Chondrostoma u Ohrid-Drim-Skadar sistemu**“ prihvati kao master rad i odobri javnu usmenu odbranu.

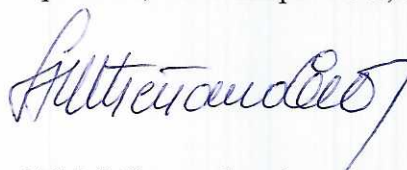
Podgorica, 22.09.2023. god.

Komisija:

1. Dr Danilo Mrdak, vanredni profesor, PMF, član



2. Dr Anđelka Šćepanović, vanredni profesor, PMF, član



3. Dr Dragana Milošević Malidžan, redovni profesor, PMF, mentor

