Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
Broj 863
Podgorica, 10. 05 2021 god.

UNIVERZITET CRNE GORE
VIJEĆU PRIRODNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA

PREDMET: Izvještaj Komisije o magistarskom radu kandidatkinje, Marije Stanišić, dipl. biologa

Na osnovu člana 64 Statuta Univerziteta Crne Gore a u vezi sa članom 24 stav 4 Pravila studiranja na postdiplomskim studijama Vijeće Prirodno-matematičkog fakulteta na XIV sjednici održanoj 09. 02. 2018. godine, Odlukom broj 430 imenovalo je Komisiju za pregled i ocjenu magistarskog rada **"Ispitivanje mogućnosti primjene morskih trava *Posidonia oceanica* (L.) Delile i *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch. kao bioindikatora zagađenja crnogorskog primorja teškim metalima"**, kandidatkinje, Marije Stanišić, dipl. biologa. Na osnovu pregledanog rada i uslova utvrđenih Zakonom o visokom obrazovanju i Statutom Univerziteta Crne Gore, podnosimo sledeći

IZVJEŠTAJ

Analiza magistarskog rada

Rad je napisan na 92 strane i sadrži sledeća poglavlja: Predgovor, Izvod (Abstract), Uvod, Cilj istraživanja, Pregled literature, Materijal i metode, Rezultati, Diskusija, Zaključak i Literatura. U radu se nalazi 23 tabela i 17 slika. Poglavlje Literatura sadrži 246 referenci.

Postavljeni ciljevi

Neophodnost uspostavljanja efikasnih sistema monitoringa radi praćenja promjena u morskim ekosistemima doprinosi povećanju interesovanja za ispitivanje ekofizioloških karakteristika potencijalnih indikatora. *Posidonia oceanica* (L.) Delile i *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch.. su odabrane kao predmet istraživanja ovog rada u cilju doprinosa istraživanjima o putevima unosa i bioakumulaciji teških metala, kao i mogućnostima njihove primjene kao bioindikatora zagađenja teškim metalima kako u Jadranu, Mediteranu, tako i šire.

Postavljeni ciljevi istraživanja:

- odrediti koncentracije teških metala: bakra (Cu), cinka (Zn), mangana (Mn), olova (Pb), žive (Hg) i kadmijuma (Cd) u morskoj vodi, sedimentu i morskim cvjetnicama *Posidonia oceanica* i *Cymodocea nodosa*, uzorkovanih sa pet lokaliteta crnogorskog primorja;
- uporedna analiza koncentracije teških metala u vodi, sedimentu i cvjetnicama radi dobijanja podataka o putevima unosa pojedinih metala u morske cvjetnice;
- određivanje biokoncentracionog faktora i indekse zagađenja metalima radi podrobnijeg upoznavanja o ekofiziološkim procesima morskih cvjetnica i njihovoj mogućoj primjeni kao bioindikatora zagađenja sredine teškim metalima;
- poređenje dobijenih rezultata sa rezultatima sličnih istraživanja na području Mediterana i Jadrana radi unaprijeđenja znanja o stepenu opterećenosti crnogorskog morskog ekosistema teškim metalima u cilju njegovog očuvanja i zaštite.

Metode rada-primjenjene naučne metode

Za realizaciju prethodno navedenih ciljeva, korišćene su sledeće metode: terenske (uzorkovanje morske vode, sedimenta i morskih cvjetnica), laboratorijske (priprema materijala za analizu i analitičke metode određivanja sadržaja teških metala) i statističke metode. Uzorci morske vode, sedimenta i morskih cvjetnica *P. oceanica* i *C. nodosa* su sakupljeni na pet lokaliteta crnogorskog primorja (Sv. Stasija, ostrvo Sv. Marko, Žukovica, Žanjice i Buljarica) dok su uzorci *C. nodosa* sakupljeni na četiri lokaliteta duž primorja (Sv. Stasija, ostrvo Sv. Marko, Žukovica, Žanjice). Materijal je sakupljen i determinisan u saradnji sa Laboratorijom za bentos i zaštitu mora Instituta za biologiju mora u Kotoru (IMBK). Priprema uzoraka za analizu kao i dio hemijskih analiza kojima je određena koncentracije 6 metala u morskim cvjetnicama i uzorcima sedimenta je izvršena u Laboratoriji za hemiju mora i okeanografiji (IBMK). Takođe, dio analiza određivanja koncentracije teških metala u vodi, sedimentu i cvjetnicama je izvršen u Laboratoriji za spektrometriju u Institutu za javno zdravlje u Podgorici. Za odredjivanje koncentracije teških metala korišćene su sledećeanalitičke metode; metode atomske masene spektrofotometrije - AAS (plamena, grafitna, hidridna), metode ICP-OES i direkni živin analizator. U samom radu su opisane sve navedene tehnike, vrste uzorka kao i ispitivani metali.

Za statističku analizu dobijenih rezultata koristio se program TIBCO Statistica 13.5 (TIBCO Software Inc. 2018).

Dobijeni rezultati

Istraživanja sadržaja Cu, Zn, Mn, Pb, Cd i Hg u vodi, sedimentu i morskim cvjetnicama *P. oceanica* i *C. nodosa* duž crnogorskog primorja su pokazala da je zagađenje morske vode teškim metalima prisutno na ispitivanim lokalitetima crnogorskog primorja, posebno imajući u vidu period uzorkovanja (ljeto) kada je crnogorsko primorje najviše opterećeno različitim antropogenim aktivnostima. Zbog uticaja slabe cirkulacije morske vode, specifičnosti zatvorenog zaliva Boke Kotorske i antropogenih uticaja, veće koncentracije teških metala su zabilježene u morskoj vodi, sedimentu i ispitivanim morskim cvjetnicama uzorkovanim na lokalitetima unutar zaliva Boke Kotorske (Sv. Stasije i Sv. Marko) u odnosu na lokalitete koje su pod jačim uticajem otvorenog mora (Žukovica, Žanjice i Buljarica).

Prosječne koncentracije ispitivanih teških metala u sedimentu imaju sledeći opadajući niz: Mn > Zn > Cu > Pb > Cd >Hg. Lokalitet sa većom koncentracijom teških metala u sedimentu je Sv. Stasije, dok su najmanje koncentracije teških metala u sedimentu zabilježene za lokalitetu Žanjice. Mn je metal koji je imao najveći sadržaj, dok je Hg bila zastupljena u najmanjoj koncentraciji u obje ispitivane cvjetnice. Srednje koncentracije ispitivanih teških metala u *P. oceanica* opadaju sljedećim rasporedom: Mn > Zn > Cu > Pb > Cd > Hg. Za *C. nodosa* je dobijen sljedeći opadajući niz metala: Mn > Zn > Cu > Cd > Hg.

Najveća vrijednost biokoncentracionog faktora (BCF) za *P. oceanica* je dobijena za Zn na lokalitetu Sv. Marko (4.5×10^4), dok je najveća vrijednost BCF za *C. nodosa* dobijena za Mn na istom lokalitetu (8.3×10^4). Najmanja vrijednost BCF za *P. oceanica* je dobijena za Pb na lokalitetu Žukovica (1.1×10^1), dok je najmanja vrijednost BCF *C. nodosa* dobijena za Cu (1.8×10^1) takođe na lokalitetu Žukovica. Visoke vrijednosti BCF faktora dobijene za Cu, Zn i Mn u obje cvjetnice ukazuju na njihovu sposobnost da akumuliraju teške metale što ih svrstava u dobre bioindikatore zagađenja morske sredine. Upoređujući vrijednosti kapaciteta akumulacije, može se zaključiti da *P. oceanica* ima veći kapacitet u odnosu na *C. nodosa*.

Vrijednosti PLI ukazuju na osnovni stepen zagađenja sedimenta ispitivanih lokaliteta teškim metalima. Na osnovu dobijenih MPI vrijednosti može se zaključiti da je prisutno zagađenje ispitivanih lokaliteta teškim metalima veće u morskim cvjetnicama nego u sedimentu. Lokalitet sa većim sadržajem metala je Sv. Stasije, dok su Žanjice lokalitet sa najmanjim sadržajem metala.

Korelaciona analiza sadržaja teških metala u morskoj vodi, sedimentu i obje morske cvjetnice je pokazala na to da većina ispitivanih teških metala u *P. oceanica* vodi porijeklo iz sedimenta (Cu, Zn, Mn, Cd i Hg). Za *C. nodosa* je utvrđeno da Mn i Cd vode porijeklo iz sedimenta, dok se za Cu Zn, Pb i Hg u ovoj cvjetnici pretpostavlja da potiču iz prirodnih ili antropogenih izvora. Stoga, *P. oceanica* se može koristiti kao bioindikator zagađenja teškim metalima za Cu, Zn, Cd, Mn i Hg u sedimentu, dok se *C. nodosa* može koristiti kao bioindikator za Mn i Cd u sedimentu.

Morske cvjetnice *P. oceanica* i *C. nodosa* se mogu koristiti kao bioindikatori zagađenja crnogorskog primorja teškim metalima u sedimentu, s time što *P. ocenica* ima bolji kapacitet akumulacije teških metala (veće vrijednosti BCF i BSAF) u odnosu na *C. nodosa*.

Zaključak i prijedlog Komisije

Nakon pregledanog magistarskog rada, analize rezultata i značaja ostvarenih istraživanja, Komisija konstatuje da magistarski rad Marije Stanišić, dipl. biologa, pod naslovom **"Ispitivanje mogućnosti primjene morskih trava *Posidonia oceanica* (L). Delile i *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch. kao bioindikatora zagađenja crnogorskog primorja teškim metalima"** zadovoljava sve kriterijume naučno-istraživačkog rada. Tema rada je naučno zasnovana i aktuelna, a istraživanje daje rezultate koji sveobuhvatno prikazuju zadate ciljeve.

Na osnovu izloženog, Komisija predlaže Vijeću Prirodno-matematičkog fakulteta, da rad kandidatkinje Marije Stanišić, dipl. biologa, pod naslovom **"Ispitivanje mogućnosti primjene morskih trava *Posidonia oceanica* (L.) Delile i *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch. kao bioindikatora zagađenja crnogorskog primorja teškim metalima"** prihvati kao magistarski rad i odobri javnu usmenu odbranu.

Na osnovu izloženog, Komisija predlaže Vijeću Prirodno-matematičkog fakulteta, da rad kandidatkinje Marije Stanišić, dipl. biologa, pod naslovom **"Ispitivanje mogućnosti primjene morskih trava *Posidonia oceanica* (L.) Delile i *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch. kao bioindikatora zagađenja crnogorskog primorja teškim metalima"** prihvati kao magistarski rad i odobri javnu usmenu odbranu.

U Podgorici, 20. 04. 2021. godine

KOMISIJA

Dr Slađana Krivokapić, vanredni profesor, PMF, mentor

Dr Danijela Joksimović, viši naučni saradnik, IBM

Dr Vesna Mačić, viši naučni saradnik, IBM

Dr Jelena Rakočević, redovni profesor, PMF

Dr Božidar Popović, docent, PMF