

УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
ФАКУЛТЕТ:



ИЗВЈЕШТАЈ
о оцјени урађене докторске тезе

ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

Др Живојин Ерић, редовни професор (ужа научна област Микробиологија, Биологија ћелије), Природно-математички факултет Универзитета у Бањој Луци, предсједник;

Др Милан Матавуљ, редовни професор (ужа научна област: Микробиологија, Биологија алги и гљива), Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду, ментор, члан

Др Љиљана Топалић-Тривуновић, ванредни професор (ужа научна област: Микробиологија, Биологија ћелије) Технолошки факултет Универзитета у Бањој Луци, члан.

Одлуком Наставно-научног вијећа Природно-математичког факултета Универзитета у Бањој Луци број 19/3.626/2013 од 13.03.2013. године именовани смо у Комисију за преглед, оцјену и одбрану завршене докторске дисертације мр Свјетлане Лолић под називом **Микробиолошка анализа стања и квалитета воде рибњака Бардача**. На основу прегледа дисертације и увида у досадашњи рад кандидаткиње, Наставно-научном вијећу Природно-математичког факултета подносимо сљедећи Извјештај:

Датум и орган који је именовao комисију. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звање, назив уже научне области за коју је изабран у звање и назив универзитета и факултета у којој је члан комисије запослен.

1. УВОДНИ ДИО ОЦЈЕНЕ ДОКТОРСKE ТЕЗЕ

Докторска дисертација мр Свјетлане Лолић написана је на 257 страница и садржи 80 графикана, 56 слика, 24 табеле у склопу текста и 44 табеле у прилогу и 137 литературних навода. Подијељена је у осам поглавља: Увод (25 страна), Локалитет (5 страна), Циљ (1 страна), Материјал и методе (15 страна), Резултати и дискусија (104 стране), Закључак (3 стране), Литература (10 страна) и Прилог (90 страна) те садржи Сажетак на српском и енглеском језику (4 стране).

а) Истаћи основне податке о докторској тези: обим, број табела, слике, број цитиране литературе и навести поглавља.

2.УВОД И ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Иако је 2007. године подручје Бардаче проглашено „Рамсарским подручјем број 1658“, чиме је као „област значајна за птичји свијет“ (*Important Bird Area*) потврђен њен међународни значај, због провођења агротехничких мјера дошло је до значајне девастације и руинарања овог осјетљивог екосистема. Спроведено двогодишње истраживање је имало за циљ да се на основу добијених физичко-хемијских, биохемијских, бактериолошких и сапробиолошких параметара утврди степен еутрофизације, стање и квалитет воде пет продукционих базена рибњака Бардаче и ријеке Матуре, да се утврди диверзитет фитопланктона у овим водама и да се укаже до каквих сложених промјена у динамици бактерио- и фитопланктона доводи рибњачарска активност. Поред одређивања корелација између различитих група параметара, циљ истраживања је био и да се изврши детекција присуства цијанотоксина у води, која на овом подручју никада раније није вршена, да се упореде различите методологије за одређивање индекса сапробности и да се укаже на проблематику различитих методологија оцјењивања квалитета воде земаља у региону.

У уводном поглављу је изложена основна проблематика везана за процесе еутрофизације водених екосистема, са посебним акцентом на еутрофизацију изразито осјетљивих, нестабилних мочварних екосистема. Презентовани су релевантни подаци из литературе који се односе на утицај појединих параметара квалитета воде на биолошку продуктивност рибњака. С обзиром да је у дисертацији испитивана динамика кретања бројности бактериопланктона, као и квалитативног и квантитативног састава фитопланктона, детаљно су представљене агротехничке мјере које се спроводе у рибњачарској производњи, будући да оне директно утичу на састав ових заједница. На јасан начин су представљена досадашња сазнања везана за сезонску динамику бактерио- и фитопланктона у плитким акумулацијама и шаранским рибњацима. Детаљно су описани параметри који су неопходни за праћење квалитета воде, како физичко-хемијски, тако и микробиолошки (бактериолошки, сапробиолошки и биохемијски). Такође су представљене основне смјернице везане за законску регулативу у контроли квалитета површинских вода земаља у региону. При том значајан дио литературних навода представљају сазнања из последњих десет година.

Сумарно се може рећи да су у уводном поглављу јасно и разумљиво презентовани подаци неопходни за разумијевање комплексних процеса који се одвијају у плитким акумулацијама при чему је консултована обимна литература и приказана су најновија сазнања везана за истраживану проблематику.

Треба нагласити чињеницу да су подаци у обимно консултованој литератури углавном везани за сезонска испитивања у плитким акумулацијама. Континуирана испитивања сложене динамике физичко-хемијских процеса, кретања бројности бактериопланктона и квалитативног и квантитативног састава фитопланктона у шаранским рибњацима током читаве године на нашим просторима до сада нису вршена. За очекивати је да примјена агротехничких мјера у значајној мјери утиче на динамику наведених процеса те да су за њихово познавање само сезонска испитивања недовољна. Поред тога, детекција присуства цијанотоксина у води, који се акумулирају у месу конзумне рибе,

никада раније није рађена на овом подручју. Такође, када се говори о биодиверзитету на подручју Бардаче, занемарује се значајна компонента која се односи на биодиверзитет фитопланктона. Наведене чињенице су за кандидаткињу биле одређујуће за избор теме и метода истраживања.

- а) Укратко истаћи разлог због којих су истраживања предузета и циљ истраживања;
- б) На основу прегледа литературе сажето приказати резултате претходних истраживања у вези проблема који је истраживан;
- в) Навести допринос тезе у рјешавању изучаване проблематике;
- г) У прегледу литературе треба водити рачуна да обухвата најновија и најзначајнија сазнања из те области код нас и у свијету.

3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Узорци за анализу воде на подручју рибњака Бардача су прикупљани на мјесечном нивоу током 2010. и 2011. године на пет продукционих базена и на ријеци Матури. Од априла па до краја 2011. године базен Луг је био у потпуности исушен, тако да су током ове године анализе настављене на преосталих пет локалитета. За анализу су у 2010. години изабрани базени у којима су узгајани различити узгојни стадијуми рибе, као и ријека Матура којом се ови базени у највећој мјери напајају водом. Истраживање је обухватило велики број параметара како би се добила свеобухватна слика процеса који се одвијају у хидроекосистему. Поред основних физичко-хемијских параметара квалитета воде (температура, рН вриједност, електропроводљивост, концентрација раствореног кисеоника, сатурација, турбидитет, концентрација суспендованих материја, концентрација амонијака, нитрата, нитрита, ортофосфата и сулфата, провидност и дубина воде), одређени су бактериолошки параметри (укупан број аеробних хетеротрофних бактерија, аеробних мезофила, факултативних олиготрофа, укупних и фекалних колиформа, фекалних стрептокока, протеолитских, липолитских, амилитских и нафта-оксидујућих бактерија, изолација протеус врста, клостридијум врста, салмонела и шигела), сапробиолошки параметри (одређивање квалитативног и квантитативног састава фитопланктона и одређивање сапробног индекса) и биохемијски параметри (биохемијска потрошња кисеоника, одређивање концентрације хлорофила „а“, одређивање индекса фосфатазне активности и одређивање садржаја микроцистина MC-LR у води). Један дио параметара за одређивање квалитета воде је прописан Уредбом о класификацији површинских вода и категоризацији водотока (Службени Гласник РС 42/01) и они су одређивани на начин на који је то Уредбом прописано. Параметри који нису прописани Уредбом су одређивани према стандардним методама које се тренутно примјењују у свијету. Одређивање индекса сапробности је извршено и на начин како је то Уредбом прописано и помоћу новије мађарске методе која има све ширу примјену у научним круговима и добијени резултати су међусобно упоређени. Идентификација алги је извршена помоћу сљедећих кључева: Блаженчић и Цвијан (1996), Hindak (1978, 2005 i 2008), John *et al.* (2005), Krammer & Lange-Bertalot, (1988a i 1988b), Lazar (1960) и www.algaebase.org. Узорци фитопланктона су фиксирани и чувају се у збирци Природно-математичког факултета па се добијени резултати могу репродуковати и провјерити.

Строго контролисан метод узимања узорака, лабораторијска обрада и методологија одређивања сваког параметра посебно је детаљно описана. Добијени резултати су обрађени помоћу одговарајућих статистичких програма SPSS 13.0 и Excel 2007. План истраживања који је наведен у пријави тезе је у потпуности испуњен и добијени

резултати су јасно представљени.

- а) објаснити материјал који је обрађиван, критеријуме који су узети у обзир за избор материјала;
- б) дати кратак увид у примјењени метод рада при чему је важно оцјенити сљедеће:
- в) да ли су примјењене методе адекватне, довољно тачне и савремене, имајући у виду достигнућа на том пољу у свјетским нивоима;
- г) да ли је дошло до промјене у односу на план истраживања који је дат приликом пријаве докторске тезе, ако јесте зашто;
- д) да ли испитивани параметри дају довољно елемената или је требало испитивати још неке, за поуздано истраживање;
- е) да ли је статистичка обрада података адекватна;
- ж) да ли су добивени резултати јасно приказани;

4. РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА

Резултати истраживања су изложени у 17 потпоглавља. Прво су изложени резултати који се односе на годишњу дистрибуцију физичко-хемијских, бактериолошких, биохемијских и сапробиолошких параметара, посебно за сваки локалитет и за сваку годину. Затим је извршена компаративна анализа добијених података како би се утврдило присуство евентуалних законитости у њиховој дистрибуцији. Посебан акценат је стављен на испитивање концентрације микроцистина у води и његовог односа са укупним бројем цијанобактерија и посебно рода *Microcystis*. Потом је извршено поређење различитих метода за одређивање сапробног индекса, извршена је класификација вода према важећим Уредбама и Правилницима земаља у региону и указано је на недостатке актуелних закона о водама и методе Water Quality Index.

На висок ниво еутрофизације указује чињеница да су сви рибњачки базени имали карактеристике III-IV класе по Kohl-у, изузев Нецика који је у 2011. години имао воду III класе. Доступност хранљивих материја и висока температура воде, која је у јулу у површинском слоју прелазила и 30°C, резултовали су интензивном бактериолошком активношћу. Базени Превлака (током обе године) и Нецик (у 2011. години) су имали β - α -мезосапробну воду по Felföldy-ју, док су остали базени прешли у категорију α -мезосапробних вода. Висока органска продукција се огледала и у развоју фитопланктона, будући да су сви базени имали еутрофичну воду по Felföldy-ју, док је базен Сињак у 2011. години прешао у категорију еу-политрофичних вода. Да је дошло до погоршања квалитета воде указују и поређења са резултатима анализа извршених у периоду од 1999. до 2001. године. Усљед интензивних процеса фотосинтезе дошло је и до раста рН вриједности воде на годишњем нивоу. Ионако висока органска продукција је додатно подстицана убацивањем стајског ђубрива. Вишак нутријената створен под антропогеним утицајем може довести само до убрзаних процеса еутрофизације и може имати читав низ негативних посљедица по цјелокупан екосистем. Показало се и да се највише основних нутријената у води налази почетком године, без обзира на убацивање ђубрива које је вршено у прољетном периоду. Више концентрације нитрата и ортофосфата су мјерене и након постизања годишњих максимума бројности фитопланктона, када долази до интензивирања процеса разградње угинулих организама. Са друге стране, у љетном периоду, и то најчешће у јулу, долазило је до потпуне потрошње основних нутријената из воде. Интересантно је да је лимитирајући фактор за развој фитопланктона био недостатак азотних једињења, док су се ортофосфати могли наћи у води током читаве године, макар и у ниским концентрацијама. Пажње ради излова рибе и примјена агротехничких мјера доводе до нарушавања нормалне сезонске динамике фито- и бактериопланктона. Кречење воде, које се проводи од априла до јула, доводи до помјерања или потпуног изостанка прољетног максимума развоја фитопланктона. Знатно вишу бројност фитопланктон достиже у другом,

тзв. љетно/јесењем цвјетању алги. Због константно високог садржаја органске материје у води често изостаје фаза чисте воде. Додатно убацивање стајског ђубрива које се врши у прољеће има за посљедицу да до љетно/јесењег максимума развоја фитопланктона долази знатно раније него што је уобичајено, некада чак и у јулу. Значајна је чињеница да су од 123 идентификоване врсте фитопланктона њих 24 по први пут забиљежене на овом простору, што доприноси познавању биодиверзитета. До максималне бројности укупних бактерија у води је најчешће долазило истовремено или непосредно прије интензивног развоја фитопланктона, а не након цвјетања алги, као што је то уобичајено у плитким акумулацијама. Присуство *Escherichia-e coli* у води указује на континуирано загађење рибњачких базена комуналним отпадним водама. Главни „кривац“ за овакво стање је ријека Матура, која сакупља отпадну воду насеља и фарми крај којих протиче. У води су константно биле присутне и потенцијално патогене бактерије из родова *Proteus* и *Clostridium*, које су иначе нормални становници вода оптерећених органским материјама, а повремено су се могле изоловати шигеле, док салмонеле нису изоловане нити у једном од узорака.

Поређењем различитих метода за одређивање индекса сапробности кандидаткиња утврђује постојање статистички значајних разлика између резултата добијених мађарском модификацијом Pantle-Buck методе, при чему су кориштене таблице по Wegl-у, и класичне Pantle-Buck методе, као и у односу на мађарску модификацију са СЕВ таблицама. Ипак кандидаткиња даје предност управо овој методи, што образлаже чињеницама да ова метода мање зависи од субјективне процјене истраживача и смањује утицај погрешне идентификације на добијену вриједност сапробног индекса. Такође, кандидаткиња на практичан начин показује недостатке *WQI* методе за процјену квалитета воде и на широко распрострањен погрешан начин рачунања приликом класификације акумулација и водених токова. Кандидаткиња са довољно критичности, врло концизно, јасно, аргументовано и логично интерпретира резултате својих истраживања у контексту постављених циљева, упоређујући их са резултатима других аутора.

Поред фундаменталног значаја, добијени резултати имају и практични значај и могу се примјенити у побољшању рибњачарске производње. Кандидаткиња наводи да је сваки базен имао засебну динамику кретања бактерио- и фитопланктона, док је присутна пракса да се сви базени третирају на исти начин. Такође, кандидаткиња наводи да су основна два проблема за рибњачарску производњу нарочито висока органска продукција оних врста фитопланктона којима се зоопланктон не храни и недостатак раствореног кисеоника. Како би се ови проблеми превазишли предлаже да се изврши одмуљивање дна, како би се уклонио знатан дио органске материје у распадању, док се ниво кисеоника може повећати различитим системима аерације и обезбјеђивањем константног дотока свјеже воде. Поред тога предлаже да се промјене физичко-хемијских и микробиолошких параметара у сваком базену врше посебно и да се у складу са њима проводе одговарајуће агротехничке мјере.

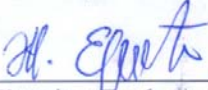
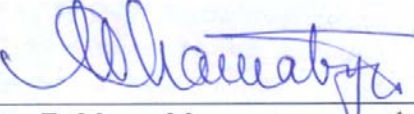
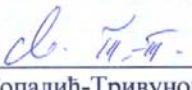
- а) Укратко навести резултате до којих је кандидат дошао;
- б) Оцијенити да ли су добивени резултати правилно, логично и јасно тумачени, упоређујући са резултатима других аутора и да ли је кандидат при томе испољавао довољно критичности;
- в) Посебно је важно истаћи до којих нових сазнања се дошло у истраживању, који је њихов теоријски и практични допринос, као и који нови истраживачки задаци се на основу њих могу утврдити или назирати.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

Мр Свјетлана Лолић је веома рационално приступила обради и анализи великог броја резултата које је успјешно систематизовала у логичке целине. Резултати истраживања су аналитички представљени, статистички адекватно обрађени, детаљно продискутовани и критички упоређивани са резултатима из цитиране литературе. Прегледности резултата значајно доприносе многобројне табеле, графикони и оригиналне фотографије. Посебан акценат Комисија ставља на свеобухватан приступ проблематици еутрофизације воденог екосистема који је обухватио велики број мјерених параметара. Нарочито важан допринос тезе представља добијање првих података о концентрацијама хепатотоксина микроцистина у воденим екосистемима на подручју Републике Српске. Важно је истаћи и да је током двогодишњег истраживања констатовано присуство 123 различита таксона фитопланктона, међу којима је присуство њих 24 први пут забиљежено на овом простору, што значајно доприноси познавању биодиверзитета овог подручја. На основу свега наведеног Комисија сматра да ова докторска дисертација представља оригиналан научни допринос и једногласно предлаже Научно-наставном вијећу Природно-математичког факултета Универзитета у Бањој Луци да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана овог рада.

- а) Навести најзначајније чињенице што тези даје научну вриједност, ако исте постоје дати позитивну вриједност самој тези;
- б) Ако је приједлог негативан, треба дати опширније образложење и документовано указати на учињене пропусте, односно недостатке написане докторске тезе.

ПОТПИС ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. 
Др Живојин Ерић, ред. проф., предсједник
2. 
Др Милан Матавуљ, ред. проф., члан
3. 
Др Љиљана Топалић-Тривуновић, ванр. проф., члан