

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ -  
БИОЛОШКОГ ФАКУЛТЕТА**

На II редовној седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Биолошког факултета, одржаној 15.11.2019. године, на основу дописа ментора, др Иване Живић, редовног професора Универзитета у Београду – Биолошког факултета и др Дајане Тодоровић, вишег научног сарадника, Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић”- Института од националног значаја за Републику Србију, Универзитета у Београду, одређена је Комисија за преглед и оцену докторске дисертације Миленке Љ. Божанић, истраживача сарадника Универзитета у Београду – Биолошког факултета под насловом: „Праћење утицаја пастрмског рибака на ниво активности антиоксидативних ензима код ларве *Ephemera danica* (Insecta, Ephemeroptera)“, у саставу:

1. др Ивана Живић, редовни професор, Универзитет у Београду - Биолошки факултет – ментор,
2. др Дајана Тодоровић, виши научни сарадник, Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ - Институт од националног значаја за Републику Србију, Универзитет у Београду – ментор,
3. др Катарина Стојановић, доцент, Универзитет у Београду - Биолошки факултет – члан,
4. др Зоран Марковић, редовни професор, Универзитет у Београду - Пољопривредни факултет - члан

Комисија је прегледала урађену докторску дисертацију кандидаткиње и Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Биолошког факултета подноси следећи

## **ИЗВЕШТАЈ**

### **Општи подаци о докторској дисертацији**

Докторска дисертација кандидаткиње Миленке Љ. Божанић написана је на 124 стране, а садржи 9 графичких приказа, 10 табела и 21 слику. Текст докторске дисертације чини 8 поглавља: Увод (16 страна), Циљеви истраживања (1 страна), Материјал и методе (19

страна), Резултати (30 страна), Дискусија (17 страна), Закључак (3 стране), Референце (27 страна) и Прилог (4 стране). Дисертација садржи и насловну страну на српском језику, насловну страну на енглеском језику, страну са подацима о менторима и члановима комисије, захвалницу, резиме на српском језику, резиме на енглеском језику, садржај, изјаву о ауторству и биографију кандидаткиње.

### **Анализа докторске дисертације**

Поглавље **Увод** садржи 5 потпоглавља. У првом потпоглављу „Биомониторинг, биоиндикатори и биомаркери“, кандидаткиња указује на значај организама макрозообентоса у биомониторингу копнених вода као једних од најпоузданијих у оцени квалитета вода текућица, истичући читав низ биолошких предности за њихово коришћење у биомониторингу (дуг животни век, слаба покретљивост и везаност за дно, важна су карика између примарних продуцентата и виших трофичких нивоа у једном ланцу исхране, осетљивост на загађење, еуривалентност и широка распрострањеност појединих таксона, велики диверзитет). Посебан акценат је стављен на увођење ових организама у процени квалитета воде на нивоу биомаркера, праћењем активности ензима антиоксидативне заштите, који могу указати на повећање оксидативног стреса у организму услед промена у његовом окружењу. У другом потпоглављу „Пастрмски рибњаци и њихов утицај на брдско-планинске реке“, детаљно се описује ефекат који отпадне воде пастрмског рибњака имају на реципијент (примарно долази до погоршања квалитета воде и структуре дна реципијента) и даје се преглед литературе о праћењу ефеката кроз хемијски и биолошки мониторинг. Обзиром на чињеницу да изградња пастрмских рибњака представља профитабилну грану пољопривреде, за очекивати је да ће се у нашој земљи у наредном периоду повећавати број пастрмских рибњака. Стога је неопходно посебну пажњу обратити на загађење које настаје као последица излива отпадних вода из рибњака у реке на којима се они подижу. У потпоглављу „Оксидативни стрес и систем антиоксидативне заштите“, кандидаткиња описује на који начин долази до оксидативног стреса и како функционише систем антиоксидативне заштите. Такође, дат је приказ и најважнијих карактеристика и механизма деловања антиоксидативних ензима који су предмет истраживања ове докторске дисертације. Код акватичних организама, добро организовани одбрамбени антиоксидативни систем има улогу у заштити њихових ткива од

прооксиданаса који су присутни у води и седименту, нарочито у близини испусних вода пастрмских рибњака. У потпоглављу „Биоакумулација метала“, указује се на начине на које тешки метали могу доспети у акватичне екосистеме и нарушити равнотежу у екосистему као и зашто су акватични бескичмењаци погодни биоиндикатори за праћење степена акумулације тешких метала како из текуће воде, тако и из речног седимента. Тешки метали могу индуковати оксидативни стрес код акватичних инсеката, посебно уколико су и други прооксиданси присутни у њиховом окружењу. Такође, дат је приказ и фактора који могу утицати на биоакумулацију тешких метала у воденим организмима, а то су пре свега физиолошки процеси у самим организмима као и карактеристике метала, али и промене физичких и хемијских чинилаца животне средине као што су: концентрација кисеоника, рН, присуство органске материје. У петом потпоглављу „Ларва *Ephemera danica* (Müller, 1764), модел организам - опште карактеристике“, дате су морфолошке карактеристике ларве *E. danica*, са посебним освртом на карактере које ову врсту кандидују за добар модел организам (убушујући начин живота, дуг животно век, начин исхране и реалтивно велике димензије тела) за потребе истраживања ове докторске дисертације. Поред овога, ларве Ephemeroptera имају тенденцију да акумулирају појдине тешке метале у већим концентрацијама него други водени таксони, па су погодан тест организмима за праћење акумулације тешких метала из воде и седимента водених екосистема. У поглављу **Циљеви истраживања**, кандидаткиња као главне циљеве дисертације наводи: праћење утицаја квалитета испусних вода пастрмског рибњака на систем антиоксидативне заштите код ларви *E. danica*, испитивање присуства тешких метала у седименту и води реке Скрапеж, као и испитивање степена њихове биоакумулације у телу испитиваног модел организма, утврђивање фаунистичког састава макрозообентоса истраживане текућице, анализа утицаја еколошких чинилаца средине на структуру, динамику макрозообентоса и квалитет воде у реципијенту. Поглавље **Материјал и методе** садржи 6 потпоглавља. У потпоглављу „Опште карактеристике истраживаног подручја“, дат је кратак опис истраживане текућице, њене геолошке карактеристике, рељеф и вегетација, као и климатске карактеристике речног слива. Такође, описан је и рибњак и истраживани локалитети, са посебним освртом на њихове најбитније карактеристике у периоду истраживања (април, јул и октобар 2015. године и јануар 2016). У потпоглављу „Физички и хемијски параметри“, приказане су методе за

одређивање физичких и хемијских параметара воде како на терену, тако и у лабораторији. На терену су мерени следећи физички и хемијски параметри: температура воде, концентрација кисеоника, zasiћеност воде кисеоником, рН и електропроводљивост воде помоћу MULTI 340i/SET уређаја (WTW, Germany). Ширина и дубина речног корита су мерени метром, а брзина тока одређена је помоћу брзинометра (GEOPACKS Stream Flowmeter, UK). Надморска висина, географска дужина и ширина локалитета су измерени помоћу GPS уређаја (Geko 201, Garmin). У следећем потпоглављу „Одређивање концентрације метала у седименту, води и телу ларве *Ephemera danica*“, описане су методе које су коришћене за анализу седимента, воде и ларви на присуство тешких метала. У води и седименту, измерена је концентрација арсена, хрома, кадмијума, бакара, гвожђа, мангана, никла и олова, за шта је коришћена аналитичка техника индуковано купловане плазме са оптичком емисионом спектрометријом (ICP-OES) на инструменту Thermo Scientific iCAP 6500 Duo ICP (Thermo Fisher Scientific, Cambridge, UK), који је опремљен iTEVA оперативним софтвером. Концентрације тешких метала арсена, кадмијума, хрома, бакара, гвожђа, олово, никла и мангана, у телу ларве *E. danica*, одређене су коришћењем стандардне методе (US EPA Method 200.3) помоћу атомске апсорпционе спектрофотометрије (AAS), на уређају Perkin Elmer AAnalyst 600. Да би се проценио антропогени утицај на квалитет седимента, коришћен је фактор контаминације (CF), а да би се квантификовала способност ларви *E. danica* да акумулирају тешке метале из седимента, коришћен је фактор акумулације биота-седимент (BSAF). У потпоглављу „Одређивање специфичне активности антиоксидативних ензима SOD и GPx и количине укупног глутатиона GSH“, наведене су методе за одређивање анализираних параметара. Укупна концентрација протеина у узорцима одређивана је по Брадфордској методи (Bradford, 1976)<sup>1</sup>, док је промена активности SOD праћена спектрофотометријски, на 480 nm (Misra & Fridovich, 1972)<sup>2</sup>. За одређивање активности глутатион пероксидазе (која се детектује спектрофотометријски на 340 nm) коришћена је метода Tamura и сар. (1982)<sup>3</sup>, док је количина укупног глутатиона одређивана спектрофотометријски на 412 nm, по

---

<sup>1</sup> Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantity of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein – dye binding. *Anal Biochem* 72: 248–254.

<sup>2</sup> Misra, H. P., Fridovich, I. (1972). The role of superoxide anion in the autoxidation of epinephrine and a simple assay for superoxide dismutase. *J Biol Chem* 247: 3170–3175.

<sup>3</sup> Tamura, M., Oschino, N., Chance, B. (1982). Some characteristics of hydrogen and alkyl-hydroperoxides metabolizing systems in cardiac tissue. *J Biochem* 92: 1019–1031.

методи коју је описао Griffith (1980)<sup>4</sup>. У следећем потпоглављу, „Анализа заједница макрозообентоса“, описана је методологија за прикупљање и идентификацију узорака. За сакупљање узорака, коришћена је модификована Сурберова мрежа захватне површине 300 cm<sup>2</sup> промера окаца 250 μm. Дат је и приказ различитих индекса (Шенон-Винеров и Симпсонов индекс диверзитета, трофички индекси, биотички индекси - BMWP и ASPT, индекс сапробности по Зелинка и Марван) који се користе у анализи заједница макроинвертебрата. За израчунавање ових индекса коришћен је програм Asterics 4.04. У шестом потпоглављу приказане су статистичке анализе које су коришћене за обраду добијених података: Студентов т-тест, једнофакторска (ANOVA) и двофакторске анализе варијансе (two-way ANOVA) и Пирсонов коефицијент корелације су урађени у Sigma Plot 12 softveru (Systat Software Inc., USA). Анализа главних компоненти (PCA) урађена је у XLSTAT програму (верзија 7.5.2; Addinsoft), а анализа коинерције (CIA) помоћу ADE-4 softvera. Сви добијени резултати изражени су као средња вредност ± стандардна грешка. У поглављима **Резултати и Дискусија** подаци су презентовани у неколико организованих целина. Анализе добијених резултата представљене су главним текстом, које на адекватан начин допуњују слике, графици и табеле уз примену одговарајуће статистичке обраде. Резултати су тумачени, дискутовани и поређени међусобно са релевантним литературним подацима. Кандидаткиња дискутује своје резултате и указује на потребе за оваквим истраживањем у области физиолошког биомониторинга. Детаљном анализом доступних литературних података дискутовано је и уочено да су досадашње студије биомониторинга претежно биле фокусиране на хемијски мониторинг, али и да се све више користе заједнице макроинвертебрата за мониторинг утицаја испусних вода рибљака на реципијент. Међутим, ефекат пастрмских рибњака на живи свет ретко је испитиван на молекуларном нивоу, а када је реч о ларвама водених инсеката, оваква истраживања су на самом почетку. Такође, детаљно је дискутовано о забележеним разликама у нивоима акумулације метала у седименту, води и у телу *E. danica*, и указано је да су литературни подаци о односу концентрација тешких метала у седименту и воденим бескичмењацима су прилично неуједначени. Дискутовано је и указано да је за примену одређених индекса диверзитета и биотичких индекса неопходно извршити модификацију истих за

---

<sup>4</sup> Griffith, O.W. (1980). Determination of glutathione and glutathione disulfide using glutathione reductase and 2 vinyl pyridine. Anal Biochem 106: 207–212.

специфично поднебље. Прво потпоглавље Резултата односи се на фаунистички приказ заједница макрзообентоса на локалитетима истраживане текућице, који је дат кроз анализу квалитативног и квантитативног састава њихових заједница. У реци Скрапеж, на четири истраживана локалитета и током четири сезоне у којима је вршено истраживање, укупно је идентификовано 82 таксона: 34 је идентификовано до нивоа врсте, 3 до нивоа групе врста, 33 таксона су идентификована до нивоа рода, 8 таксона до нивоа фамилије, 3 таксона до нивоа подфамилије, а одређена је и једна класа. Квантитативном анализом заједница макрзообентоса у реци Скрапеж на четири локалитета и кроз све сезоне, процењено је да је просечна бројност јединки  $7.287 \text{ ind/m}^2$ . Следећа целина Резултата се односи на утицај рибњака на физичке и хемијске параметре воде реке Скрапеж. Кандидаткиња указује на физичке и хемијске параметре воде који се највише мењају под директним утицајем испусних вода пастрмског рибњака, а то су смањење концентрације кисеоника ( $8,5 \pm 0,2 \text{ mg/l}$ ) и повећања концентрација амонијум јона ( $0,25 \pm 0,02 \text{ mg/l}$ ), нитрата ( $0,87 \pm 0,06 \text{ mg/l}$ ) и укупног фосфора ( $0,052 \pm 0,012 \text{ mg/l}$ ), чије се вредности статистички значајно разликују на локалитету СК2 (непосредно испод рибњака) у односу на СК1 (контролни локалитет: кисеоник  $9,7 \pm 0,3 \text{ mg/l}$ ; амонијум  $0,11 \pm 0,008 \text{ mg/l}$ ; нитрати  $0,60 \pm 0,03 \text{ mg/l}$ ; фосфор  $0,017 \pm 0,002 \text{ mg/l}$ ). У овом делу, табеларно су приказане и средње вредности хемијских и хидродинамичких параметара, као и њихове промене кроз сезоне истраживања. Следећи одељак се односи на утицај пастрмског рибњака на систем антиоксидативне заштите ларве *E. danica*. Активност SOD карактерише већа сезонска него лонгитудинална варијабилност. Постоје значајне разлике у активности SOD у свим сезонама, али не и између локалитета. У пролеће је активност SOD већа на контролном локалитету (SK1;  $32,7 \pm 1,3 \text{ U/mg}$  протеина) који се налази изнад рибњака у односу на локалитет непосредно испод рибњака (SK2;  $26,7 \pm 0,4 \text{ U/mg}$  протеина). Најинтензивније промене карактеришу јесењу сезону када активност SOD достиже статистички значајан максимум непосредно по уливу отпадних вода из рибњака на локалитету SK2 ( $22,0 \pm 0,8 \text{ U/mg}$  протеина). Активност GPx карактерише већа лонгитудинална него сезонска варијабилност. Што се тиче лонгитудиналних промена у свим сезонама долази до статистички значајног пораста активности GPx (од 2 до 4 пута) на другом локалитету испод рибњака у односу на контролни локалитет, што указује да органско загађење пореклом са рибњака индукује оксидативни стрес код испитиваног организма. Количина

укупног глутатиона (GSH) веома блиско прати промене активности SOD и карактерише је већа сезонска него лонгитудинална варијабилност. Количина укупног глутатиона GSH такође опада током године (од  $11,7 \pm 0,5$  nmol GSH/g ткива у пролеће до  $2,8 \pm 0,2$  nmol GSH/g ткива у јесен). У следећем одељку Резултата, кандидаткиња даје приказ упоредне анализе система антиоксидативне заштите, физичких и хемијских параметара воде. Анализом коинерције (CIA) приказано је да постоји статистички врло значајна ( $P < 0,001$ ) ко-структура између корелацијске матрице PCA антиоксидативних ензима и корелацијске матрице PCA физичких и хемијских параметара воде. Двофакторска анализа варијансе показала је да активности SOD и GPx као и количина укупног глутатиона GSH статистички значајно варирају како дуж локалитета тако и током сезона, као и да између ова два фактора постоји статистички значајна интеракција, што значи да сезонске промене имају значајан утицај на лонгитудиналне промене и обратно. Кандидаткиња даје приказ и анализе тешких метала у телу ларве *E.danica*, води и седименту. Концентрација испитиваних метала (гвожђа, бакра, хрома, никла, олова и кадмијума) у седименту статистички значајно расте на другом локалитету непосредно испод рибњака у односу на контролни локалитет, што се може приписати утицају рибњака. Једино у случају концентрација мангана и арсена у седименту нема статистички значајних разлика између локалитета, а концентрација арсена је чак нешто мања на СК2 у односу на остале локалитете, што је последица већих сезонских варијација у односу на лонгитудиналне, на шта указује и CIA анализа. Анализа метала у ларвама *E. danica* показује да су концентрације хрома, бакра, гвожђа и олова, баш као и концентрације ових метала у седименту статистички значајно веће на другом локалитету, у поређењу с контролним локалитетом. Такође је показано да је концентрације хрома, бакра, гвожђа и олова у *E. danica* показују статистички значајну позитивну корелацију са концентрацијом одговарајућег метала у седименту и то за  $\text{Cr}_E$  ( $R = 0,80$ ,  $P < 0,001$ ), за  $\text{Cu}_E$  ( $R = 0,72$ ,  $P = 0,002$ ), за  $\text{Fe}_E$  ( $R = 0,634$ ,  $P = 0,008$ ) и за  $\text{Pb}_E$  ( $R = 0,57$ ,  $P = 0,021$ ). CIA анализа је показала да не постоји статистички значајна ко-структура између PCA корелационе матрице концентрација тешких метала у води и PCA корелационе матрице тешких метала у *E. danica* и BSAF. Вредности Фактора контаминације седимента показао је, да је највећи степен контаминације карактерише  $\text{Ni}_s$  ( $6,7 \pm 0,3$ ) и  $\text{Cr}_s$ . ( $4,2 \pm 0,3$ ). У следећем одељку Резултата, кандидаткиња се фокусира на еколошке анализе и даје приказ вредности

сапробног индекса по Зелинки и Марвану, биотичког BMWP индекса и индекса диверзитета, а анализира и функционалне трофичке групе на реци Скрапеж. Индекс сапробности по Зелинки и Марвану указује на утицај рибњака на локалитете који су низводно од њега, што се рефлектује кроз погоршање квалитета воде. Средња вредност сапробног индекса Зелинке и Марвана највећи на локалитету СК3 (1,56), нешто нижа на СК4 (1,55), док је на локалитетима СК1 и СК2, средња вредност сапробног индекса износила је 1,39, односно 1,47. Када је реч о квалитету воде, биотички индекс BMWP је у супротности са индексом сапробности по Зелинки и Марвану. Уочено је да квалитет воде на свим локалитетима, изузев другог (СК2), спада у измењен квалитет воде (СК1-57; СК3-67; СК4-65), а на СК2 је на самој граници између измењеног и доброг квалитета воде и износи 71. Анализирани индекси диверзитета указују на највећи диверзитет врста на првом, тј. контролном локалитету. Средња вредност Симпсоновог индекса је највећа на СК1 (0,83), што указује и на највећи диверзитет врста на овом локалитету. С друге стране, вредност овог индекса је најмања на локалитету СК2 непосредно испод рибњака (0,6), што се доводи у везу са најмањим диверзитетом врста. Да је диверзитет врста најмањи на СК2 локалитету, а највећи на СК1, потврђено је и Шенон-Винеровим индексом. Испусне воде из рибњака утичу и на заступљеност појединих трофичких група које су осетљиве на загађење. Наиме, констатовано је смањење процента стругача (на СК1 - 21,46%, а на СК2 - 17,55%), секача (СК1-16,1%; СК2 - 5,64%) и предатора (на СК1 просечна учесталост је 19,46%, а на СК2 7,23%) на локалитету низводно од рибњака, а повећање процента сакупљача жетелаца (28,19% на СК2, а 27,81% на СК1), активних и пасивних сакупљача филтатора (просечне заступљености 14,39%, односно 17,84% на локалитету СК2).

У поглављу **Закључак**, сумирани су најзначајнији резултати ове студије, чиме је истакнут научни значај дисертације о утицају пастрмског рибњака на заједнице фауне дна (нађено је 82 таксона макрозообентоса), квалитету воде у реципијенту (погоршање квалитета воде према индексу Зелинка и Марван; пад концентрације кисеоника а пораст концентрације амонијум јона, нитрата и укупног фосфора), са посебним акцентом на увођење новог модел организма ларве *E. danica* код којег је коришћењем биомаркера (ензима антиоксидативне заштите) показано да је кроз одговор појединачних јединки на стрес могуће предвидети ефекате загађења и на нивоу популације. Такође, коришћењем биомаркера у мониторингу акватичних екосистема могу се открити рани сигнали о



променама насталим у животној средини, што такође пружа могућност да се схвате молекуларни механизми дејства загађивача. Анализом коинерције (CIA) утврђен је утицај промена хемијских и физичких параметара воде изазваних отпадним водама пастрмског рибњака на активност SOD и GPx и на количину укупног глутатиона у *E. danica*. Резултати CIA анализе показали су да постоји статистички врло значајна ( $P < 0,001$ ) ко-структура између корелацијске матрице PCA антиоксидативних ензима и корелацијске матрице PCA физичких и хемијских параметара воде. Када је реч о биоакумулацији тешких метала анализа концентрација метала у седименту показала је да концентрације гвожђа, бакра, хрома, никла, олова и кадмијума, статистички значајно расту на СК2 локалитету у односу на контролни локалитет, што се може приписати директном утицају рибњака. Такође, анализа концентрација метала у ларвама *E. danica* показује да су концентрације хрома, бакра, гвожђа и олова, баш као и концентрације ових метала у седименту статистички значајно веће на СК2, у односу на све остале локалитете.

У поглављу **Литература**, наведено је 275 библиографских јединица које представљају најважније изворе података који су од значаја за тему ове докторске дисертације, а којим се објашњавају и/или потврђују добијени резултати. У поглављу **Прилог**, табеларно је приказан квалитативни састав заједнице макрзообентоса реке Скрапеж.

## **Радови и конгресна саопштења из докторске дисертације**

### Б1. Радови у часописима међународног значаја

1. **Božanić, M.**, Todorović, D., Živić, I., Perić-Mataruga, V., Marković, Z., Živić, M. (2018). Influence of a trout farm on antioxidant defense in larvae of *Ephemera danica* (Insecta: Ephemeroptera). Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, 419, 47.

**M22**

<https://doi.org/10.1051/kmae/2018036>

2. **Božanić, M.**, Dojčinović, B., Živić, M., Marković, Z., Manojlović, D., Živić, I. (2019). Bioaccumulation of heavy metals in *Ephemera danica* larvae under influence of a trout farm outlet waters. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, doi.org/10.1051/kmae/2019040,

**M22**

### Б3. Конгресна саопштења на скуповима домаћег значаја

1. **Božanić, M.,** Perić-Mataruga, V., Todorović, D., Živić, M., Stojanović, K., Radojević, A., Živić, I. (2017). Uticaj pastrmskog ribnjaka na antioksidativnu odbranu larvi *Ephemera danica* (Insecta: Ephemeroptera). XI Simpozijum entomologa Srbije 2017, sa međunarodnim učešćem, Goč, 17-21. septembar, Zbornih plenarnih referata i rezimea, 87-88 str. **M64**
2. **Božanić, M.,** Todrović, D., Radojević, A., Perić-Mataruga, V., Živić, M., Stojanović, K., Živić, I. (2018). Aktivnost superoksid dismutaze larve *Ephemera danica* - biomarker oksidativnog stresa izazvanog otpadnim vodama pastrmskih ribnjaka. Knjiga sažetaka. Drugi kongres biologa Srbije, 25. – 30. 09. 2018. Kladovo, Srbija, pp. 309. **M64**

## **Провера оригиналности докторске дисертације**

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, извршена је провера оригиналности докторске дисертације кандидаткиње Миленке Љ. Божанић, у програму iThenticate. Увидом у извештај провере, већи део подударности (од 4% до 8%) уочен је са докторским дисертацијама које су се бавиле истом тематиком и модел организмима (водени бескичмењаци) или су се бавиле сличном проблематиком (утицај пастрмских рибњака на квалитет воде у текућницама; биомониторингом; антиоксидативном заштитом). Ова преклапања се тичу имена таксона, неке опште дефиниције, назива методолошких приступа (подударност код назива хемикалија, ензима, апарата коришћених за анализу) и/или делова прузетих реченица које су цитиране у списку литературе. Сва остала подударања су мања од 1% и последица су преклапања у библиографским подацима. Комисија сматра да су проблематика, теренска истраживања, дизајн, резултати, дискусија и закључци докторске дисертације Миленке Љ. Божанић оригинални, и да нису преузети из неког другог извора.

## **Мишљење и предлог Комисије**

Докторска дисертација Миленке Љ. Божанић под насловом: „Праћење утицаја пастрмског рибњака на ниво активности антиоксидативних ензима код ларве *Ephemera danica* (Insecta, Ephemeroptera)“ представља оригинални научни рад који се бави утицајем испусних вода пастрмског рибњака на квалитет воде у реципијенту кроз анализу система антиоксидативне заштите на врсти *E. danica* као модел организму. Такође, део истраживања у оквиру докторске дисертације односи се на испитивање присуства тешких метала у седименту и води реке Скрапеж, и степена њихове биоакумулације у телу испитиваног модел организма. Постављени циљеви докторске дисертације су успешно реализовани, а коришћене методе истраживања као и обраде резултата у складу су са савременим трендовима у области хидробиологије и физиологије инсеката. Комисија сматра да је истраживање у оквиру докторске дисертације засновано на савременим сазнањима и да је адекватно и прецизно спроведено и да представља значајан допринос познавању фауне слатких вода и биомонитринга водених екосистема на нашим

просторима. Добијени резултати истичу да се коришћени модел организам *E. danica* може користити за процену стања текућица у Србији и у оквиру физиолошког мониторинга, што је истакнуто кроз уочене промене анализираних компоненти система антиоксидативне заштите. На основу свега наведеног, а имајући у виду добијене резултате, њихову интерпретацију и закључке, Комисија је сагласна у мишљењу да се рад позитивно оцени и са задовољством предлаже Наставно-научном већу Биолошког факултета Универзитета у Београду да прихвати позитиван Извештај и кандидаткињи одобри јавну одбрану ове докторске дисертације.

**КОМИСИЈА:**

У Београду, 15. 11. 2019. године

---

др Ивана Живић, редовни професор,  
Биолошки факултет - Универзитет у Београду

---

др Дајана Тодоровић, виши научни сарадник,  
Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ - Институт од  
националног значаја за Републику Србију, Универзитет у Београду

---

др Катарина Стојановић, доцент,  
Биолошки факултет - Универзитет у Београду

---

др Зоран Марковић, редовни професор,  
Пољопривредни факултет - Универзитет у Београду