

Биолошки факултет
Број захтева: 33/117-1
Датум: 15.5.2015.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋУ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ПРИРОДНИХ НАУКА

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији за кандидата на докторским студијама

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 162/11-пречишћени текст, 167/12, 172/13 и 178/14), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији:

КАНДИДАТ: **Срђан В. Суботић**

студент докторских студија на студијском програму Екологија, Хидроекологија

пријавио је докторску дисертацију под називом:

„Екотоксикологија тешких метала и елемената у траговима код слатководних риба различитог трофичког нивоа из Дунава код Београда“.

из научне области: Биолошке науке.

Универзитет је дана 26.09.2013. године, својим актом под бр. 02 Број: 61206-3157/3-13 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„Биоакумулација и биомагнификација токсичних метала и елемената у траговима код слатководних риба различитог трофичког нивоа из Дунава код Београда“.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације образована је на седници одржаној 30.01.2015. год, одлуком Факултета под бр. 33/17-30.01.2015. год. у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	др Јасмина Крпо- Ћетковић	ванредни професор	екологија, биогеографија и заштата животне средине	Универзитет у Београду- Биолошки факултет
2.	др Жељка Вишњић- Јефтић	научни сарадник	екологија риба	Универзитет у Београду- Институт за мултидисциплинарна истраживања
3.	др Слађана Спасић	виши научни сарадник	примењена математика у биологији	Универзитет у Београду- Институт за мултидисциплинарна истраживања
4.	др Александар Хегедиш	доцент, научни саветник	екологија риба	Универзитет у Београду- Биолошки факултет, Универзитет у Београду- Институт за мултидисциплинарна истраживања
5.	др Мирјана Ленхардт	научни саветник	екологија риба	Универзитет у Београду- Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

Наставно-научно веће факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној 15. маја 2015. године.

Декан Биолошког факултета

Проф. др Јелена Кнежевић-Вукчевић

Прилог: 1. Реферат комисије са предлогом.

2. Акт Наставно-научног већа факултета о усвајању реферата

3. Примедбе дате у току стављања реферата на увид у јавности, уколико је таквих примедби било.

4. Електронска верзија.



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
БИОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

Студентски трг 16
11000 БЕОГРАД
Република СРБИЈА
Тел: +381 11 2186 635
Факс: +381 11 2638 500
Е-пошта: dekanat@bio.bg.ac.rs

33/117-15.5.2015.

На основу члана 128. Закона о високом образовању и члана 59. став 1. тачка 1. Статута Универзитета у Београду-Биолошког факултета, Наставно-научно веће Факултета, на VII редовној седници одржаној 15.5.2015. године, донело је

О Д Л У К У

Прихвата се Извештај Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата:

Срђана Суботића, под називом:

„Биоакмулација и биомагнификација токсичних метала и елемената у траговима код слатководних риба различитог трофичког нивоа из Дунава код Београда“.

Универзитет је дана 26.09.2013. године. својим актом под бр. 02 Број: 61206-3157/3-13 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата.

Радови и конгресна саопштења из докторске дисертације:

Б1. Радови у часописима међународног значаја:

Subotić, S., Višnjić Jeftić, Ž., Spasić, S., Hegediš, A., Krpo-Ćetković, J., Lenhardt, M. 2013. Distribution and accumulation of elements (As, Cu, Fe, Hg, Mn, and Zn) in tissues of fish species from different trophic levels in the Danube River at the confluence with the Sava River (Serbia). Environ. Sci. Pollut. Res. 20, 5309-5317. **M21**

Subotić, S., Spasić S., Višnjić-Jeftić, Ž., Hegediš, A., Krpo-Ćetković, J., Mićković, B., Skorić, S., Lenhardt, M. 2013. Heavy metal and trace element bioaccumulation in target tissues of four edible fish species from the Danube River (Serbia). *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 98, 196-202. **M22**

Декан Биолошког факултета

Доставити:

- Универзитету у Београду,
- докторанту,
- Стручној служби Факултета.

Проф. др Јелена Кнежевић-Вукчевић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ БИОЛОШКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

На IV редовној седници Наставно-научног већа Биолошког факултета Универзитета у Београду, одржаној 30.01.2015. године, прихваћен је извештај ментора др Јасмине Крпо-Ћетковић и др Жељке Вишњић-Јефтић о урађеној докторској дисертацији Срђана В. Суботића, асистента на Биолошком факултету Универзитета у Београду, под насловом "БИОАКУМУЛАЦИЈА И БИОМАГНИФИКАЦИЈА ТОКСИЧНИХ МЕТАЛА И ЕЛЕМЕНАТА У ТРАГОВИМА КОД СЛАТКОВОДНИХ РИБА РАЗЛИЧИТОГ ТРОФИЧКОГ НИВОА ИЗ ДУНАВА КОД БЕОГРАДА", и одређена је Комисија за преглед и оцену докторске дисертације у саставу: др Јасмина Крпо-Ћетковић, ванредни професор Биолошког факултета Универзитета у Београду, др Жељка Вишњић-Јефтић, научни сарадник Института за мултидисциплинарна истраживања Универзитета у Београду, др Слађана Спасић, виши научни сарадник Института за мултидисциплинарна истраживања Универзитета у Београду, др Александар Хегедиш, доцент Биолошког факултета и научни саветник Института за мултидисциплинарна истраживања Универзитета у Београду, и др Мирјана Ленхардт, научни саветник Института за биолошка истраживања "Синиша Станковић" Универзитета у Београду.

Комисија је прегледала урађену докторску дисертацију кандидата и Већу подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

Општи подаци о докторској дисертацији:

Докторска дисертација кандидата Срђана В. Суботића, под насловом "Биоакумулација и биомагнификација токсичних метала и елемената у траговима код слатководних риба различитог трофичког нивоа из Дунава код Београда", обухвата 173 стране текста. Дисертација садржи 58 табела и 40 слика. На почетку дисертације приложени су, а необухваћени пагинацијом, апстракт на српском и енглеском језику. Пагинирани текст (173 стране) подељен је у шест поглавља: Увод (46 страна), Материјал и методе (21 страна), Резултати (55 страна), Дискусија (25 страна), Закључци (3 стране), и Литература (23 стране).

Анализа докторске дисертације:

У поглављу "УВОД", кандидат Срђан В. Суботић даје преглед проблематике дефинисања термина "тешки метал", а затим и преглед извора загађења животне средине неорганским загађивачима. У овом делу такође су приказане и карактеристике и токсикологија елемената чије су концентрације анализирани у узорцима ткива 11 врста риба, као и основна токсикокинетика (унос елемената у организам рибе, кретање елемената унутар организма и екскреција елемената). Дат је осврт на појмове биоакумулације елемената у ткивима риба, као и биомагнификације елемената дуж трофичких ланаца. У оквиру овог поглавља дате су и основне информације о биологији и распрострањењу 11 истраживаних врста риба – *Esox lucius* (штука), *Alburnus alburnus* (укљева), *Cyprinus carpio* (шаран), *Pelecus cultratus* (сабљар), *Silurus glanis* (сом), *Lota lota* (манић), *Gymnocephalus cernua* (балавац), *Perca fluviatilis* (греч), *Sander lucioperca* (смућ),

Babka gymnotrachelus (главоч тркач) и *Neogobius melanostomus* (главоч округлак). Поглавље се завршава циљевима рада који обухватају:

- одређивање концентрација токсичних метала и елемената у траговима у ткивима риба са различитих трофичких нивоа;
- испитивање корелација између риба плена и риба предатора на основу концентрације одређених елемената у ткивима;
- процена могућности раздвајања врста у функционалне групе на основу концентрације елемената у ткивима;
- испитивање корелација између концентрације елемената у ткивима и тежине рибе;
- процена квалитета рибе за људску исхрану у односу на максимално дозвољене концентрације (МДК) прописане националном и међународном регулативом.

У поглављу "**МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ**", дати су основни подаци о сливу Дунава, преглед извора загађења ове реке у Србији, као и географске координате локалитета на којима су узорковане рибе. У табелама су представљени физичко-хемијски параметри воде Дунава у периоду узорковања, као и процена квалитета воде на основу тих параметара. У оквиру овог поглавља налази се и преглед фауне риба на истраживаним локалитетима, као и преглед узоркованих врста риба, броја узоркованих јединки и периода узорковања за сваку врсту. Описана је методологија припреме ткива за анализу (код главоча је прављен композитни узорак целог ткива, док су код осталих врста узимани узорци одређених ткива), као и процес анализе узорака. Такође, представљена је и методологија припремања узорака крљушти, жбица и отолита за процену старости узоркованих јединки. Поглавље се завршава детаљним прегледом статистичких метода коришћених за обраду података.

Кандидат је поглавље "**РЕЗУЛТАТИ**" груписао у пет тематских целина.

Прва целина обухвата преглед просечних дужина и тежина узоркованих врста риба, као и распон дужина и тежина тих јединки.

Друга целина обухвата резултате анализе концентрације елемената у ткивима предаторских врста (смуђ и сом) и риба-плена (шаран и главочи). Представљене су вредности индекса загађења металима као и трендови акумулације анализираних елемената (As, Cu, Fe, Hg, Mn, Zn) у ткивима (мишић и јетра). Графички су приказане концентрације елемената у ткивима, као и статистичке разлике између врста. Урађена је и линеарна регресија и корелациона анализа између композитног узорка главоча и ткива осталих анализираних врста.

Трећа целина обухвата резултате анализе концентрације 18 елемената (Al, As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sr и Zn) у јетри, мишићу и шкргама писциворних (смуђ и сом) и полифагних (шаран и манић) врста. Табеларно су представљене средње вредности и стандардне девијације концентрације елемената у овим ткивима са статистичким разликама између врста. Дат је и графички приказ резултата анализе главних компоненти (PCA) за анализирани елементе у јетри и шкргама. Такође су урађена и међугрупна поређења парова врста за елементе (Al, As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Se, Sr и Zn) који су били изнад границе детекције у анализираним ткивима. У оквиру ове целине приказане су и вредности фактора биоконцентрације за неколико елемената (Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn) у мишићном ткиву и шкргама.

Четврта целина обухвата резултате анализе концентрације 15 елемената (Al, As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sr, Zn) у ткивима (мишић, јетра, шкрге,

гонаде) сабљара, балавца и греча. Представљени су и резултати анализе главних компоненти (РСА) за анализирани елементи у наведеним ткивима. Дат је и преглед коефицијената парцијалне корелације између концентрације елемената и тежине тела риба, као и фактора биоконцентрације за Al, As, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni и Zn у мишићном ткиву и шкргама.

Пета целина обухвата резултате анализе концентрације елемената штуке и укљеве. За поједине узрасне категорије ових врста приказане су средње вредности и стандардне девијације концентрација елемената у обрађеним ткивима.

У поглављу "ДИСКУСИЈА" кандидат даје детаљно поређење добијених вредности концентрација елемената у ткивима анализираних врста риба са резултатима бројних истраживања рађених на другим локалитетима у Европи и Азији. Потврђен је тренд биомагнизације живе, како код риба нижих трофичких нивоа, тако и код вршних предатора, а потврђена је и већа вредност индекса загађења металима код врста које се хране организмима бентоса (главоч, шаран) у односу на писциворне врсте, као што су смуђ и сом. Показано је и да се предаторске врсте могу функционално одвојити од непредаторских у односу на концентрацију елемената у јетри. Такође, на основу концентрације елемената у шкргама, могуће је функционално одвојити врсте према преферираном типу станишта. Уочено је да шкрге имају већи афинитет за биоконцентрацију елемената у односу на мишићно ткиво. Већина уочених статистички значајних корелација између концентрације елемената и тежине рибе јесу негативне корелације, што значи да се са повећањем тежине смањује концентрација елемената у ткивима. Установљено је да постоји пораст концентрације живе у мишићном ткиву шарана у односу на узраст. Код греча се јавља пораст концентрације бакра, али и пад концентрације цинка у шкргама са повећањем старости јединки. Концентрације арсена, бакра, кадмијума и гвожђа у мишићном ткиву не прелазе МДК вредности прописане националном регулативом. Концентрација цинка не прелази прописану нижу интернационалну регулативу прописану од стране Организације за храну и пољопривреду Уједињених нација (ФАО), али ни вишу МДК националну регулативу. Детектована концентрација живе је испод прописане МДК у мишићу манића, смуђа, сома, укљеве и шарана, док је код балавца, греча, сабљара и штуке ова концентрација изнад дозвољене граничне вредности МДК.

У поглављу "ЗАКЉУЧЦИ" кандидат јасно сумира добијене резултате који указују на значај истраживања акумулације елемената у ткивима риба, са посебним нагласком на важеће МДК регулативе, као и на потенцијалну претњу за људско здравље коју може представљати исхрана одређеним врстама.

Поглавље "ЛИТЕРАТУРА" садржи 282 библиографске јединице, које су адекватно и на одговарајућим местима цитиране у тексту докторске дисертације.

Радови и конгресна саопштења из докторске дисертације:

Б1. Радови у часописима међународног значаја

1. **Subotić, S.**, Višnjić Jeftić, Ž., Spasić, S., Hegediš, A., Krpo-Ćetković, J., Lenhardt, M. 2013. Distribution and accumulation of elements (As, Cu, Fe, Hg, Mn, and Zn) in tissues of fish species from different trophic levels in the Danube River at the confluence with the Sava River (Serbia). Environ. Sci. Pollut. Res. 20, 5309-5317. **M21**

2. **Subotić, S.**, Spasić S., Višnjić-Jeftić, Ž., Hegediš, A., Krpo-Ćetković, J., Mićković, B., Skorić, S., Lenhardt, M. 2013. Heavy metal and trace element bioaccumulation in target tissues of four edible fish species from the Danube River (Serbia). *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 98, 196-202. **M22**

Б3. Конгресна саопштења на скуповима међународног значаја

1. **Subotić, S.**, Spasić, S., Višnjić Jeftić, Ž., Skorić, S., Hegediš, A., Krpo-Ćetković, J. Gačić, Z., Lenhardt, M. 2012. Heavy metal accumulation in tissues of pikeperch (*Sander lucioperca*), European catfish (*Silurus glanis*) and common carp (*Cyprinus carpio*) from the Danube River. 39th IAD Conference "Living Danube", August 2012, Szentendre, Hungary. Proceedings: 53-59. **M34**
2. Lenhardt, M., Spasić, S., Višnjić-Jeftić, Ž., **Subotić, S.**, Hegediš, A. 2014. Analysis of 18 elements in liver and gills of three Danubian predatory fish species. Danube Conference 2014, bridging the sciences – crossing borders. XXVI Conference of the Danubian countries on hydrological forecasting and hydrological bases of water management, 22-24 September 2014, Daggendorf, Germany. **M34**

Мишљење и предлог Комисије:

На основу свега изнетог, Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Срђана В. Суботића, асистента Биолошког факултета Универзитета у Београду, под насловом "БИОАКУМУЛАЦИЈА И БИОМАГНИФИКАЦИЈА ТОКСИЧНИХ МЕТАЛА И ЕЛЕМЕНАТА У ТРАГОВИМА КОД СЛАТКОВОДНИХ РИБА РАЗЛИЧИТОГ ТРОФИЧКОГ НИВОА ИЗ ДУНАВА КОД БЕОГРАДА" представља оригинални допринос истраживању токсиколошких аспеката код риба различитих трофичких нивоа из Дунава, у Србији.

У изради дисертације, кандидат је показао изузетан степен познавања научне основе проблематике, добро поставио циљеве истраживања и применио адекватне и савремене методе истраживања и обраде добијених резултата, које је критички дискутовао уз исрпне податке из литературе.

Са аспекта примене, резултати ове дисертације представљају значајан допринос познавању биоаккумуляције и биомагнификације елемената у ткивима риба различитог трофичког нивоа.

На основу свега наведеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Биолошког факултета Универзитета у Београду да прихвати извештај и одобри Срђану В. Суботићу јавну одбрану докторске дисертације под насловом "БИОАКУМУЛАЦИЈА И БИОМАГНИФИКАЦИЈА ТОКСИЧНИХ МЕТАЛА И ЕЛЕМЕНАТА У ТРАГОВИМА КОД СЛАТКОВОДНИХ РИБА РАЗЛИЧИТОГ ТРОФИЧКОГ НИВОА ИЗ ДУНАВА КОД БЕОГРАДА".

КОМИСИЈА:

др Јасмина Крпо-Ћетковић, ванредни професор
Биолошког факултета Универзитета у Београду

др Жељка Вишњић-Јефтић, научни сарадник
Института за мултидисциплинарна истраживања
Универзитета у Београду

др Слађана Спасић, виши научни сарадник
Института за мултидисциплинарна истраживања
Универзитета у Београду

др Александар Хегедиш, доцент Биолошког
факултета Универзитета У Београду, научни
саветник Института за мултидисциплинарна
истраживања Универзитета у Београду

др Мирјана Ленхардт, научни саветник
Института за биолошка истраживања "Синиша
Станковић" Универзитета у Београду

У Београду, 14.04.2015. године.