

Биолошки факултет
Број захтева: 33/61-1
Датум: 17.4.2015.

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: **Маја Ј. Раковић**

студент докторских студија на студијском програму Биологија, Морфологија, систематика и филогенија животиња

пријавио је докторску дисертацију под називом:

„Заједница мекушаца српског дела Дунава и таксономска анализа родова *Planorbarius*, *Radix*, *Physella* и *Ferrissia* (Pulmonata: Basommatophora)“.

из научне области: Биолошке науке.

Универзитет је дана 25.09.2014. године. својим актом под бр. 02 Број: 61206-4043/2-14 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„Диверзитет мекушаца Дунава (1260 - 863,5 гкм) и таксономска анализа родова *Planorbarius*, *Radix*, *Physella* и *Ferrissia* (Pulmonata: Basommatophora)“.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације образована је на седници одржаној 30.01.2015. год, одлуком Факултета под бр. 33/16-30.01.2015. год. у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	др Ивана Живић	ванредни професор	морфологија, систематика и филогенија животиња	Универзитет у Београду- Биолошки факултет
2.	др Момир Пауновић	виши научни сарадник	хидроекологија	Универзитет у Београду - Институт за биолошка истраживања "Синиша Станковић"
3.	др Вера Николић	ванредни професор	морфологија, систематика и филогенија животиња	Универзитет у Београду- Биолошки факултет
4.	др Весна Ђикановић	научни сарадник	биохемија и молекуларна биологија	Универзитет у Београду - Институт за биолошка истраживања "Синиша Станковић"
5.	др Зоран Марковић	редовни професор	примењена зоологија и рибарство	Универзитет у Београду- Пољопривредни факултет

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 17. априла 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

33/61-17.4.2015.

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 VI редовној седници одржаној 17.4.2015. године, донело је

О Д Л У К У

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

Маје Ј. Раковић, под називом:

„Диверзитет мекушаца Дунава (1260 - 863,5 гкм) и таксономска анализа родова *Planorbarius*, *Radix*, *Physella* и *Ferrissia* (Pulmonata: Basommatophora)“.

Универзитет је дана 25.09.2014. године. својим актом под бр. 02 Број: 61206-4043/2-14 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата.

Радови и конгресна саопштења из докторске дисертације:

Б1. Радови у часописима међународног значаја:

Raković, M., Popović, N., Kalafatić, V. & Martinović-Vitanović, V. (2013). Spreading of *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov 1897) in the Danube River (Serbia). *Acta Zoologica Bulgarica* 65, 349-357. (M23)

Martinović-Vitanović, V., **Raković, M.**, Popović, N. & Kalafatić, V. (2013). Qualitative study of mollusca communities in the Serbian Danube stretch (river kilometre 1260-863.4). *Biologia* 68, 112-130. (M23)

Popović, N., Jovanović, V., **Raković, M.**, Kalafatić, V. & Martinović-Vitanović, V. (2013). Bottom fauna qualitative study of the Danube River in Belgrade region. *Acta Zoologica Bulgarica* 65, 505-516. (M23)

Martinović-Vitanović, V., Popović, N., Ostojić, S., **Raković, M.** & Kalafatić, V. (2009). Spreading and ecology of *Manyuncia caspica* Annenkova, 1929 (Polychaeta: Sabellidae) in Serbian Danube stretch. Transylvanian Review of Systematical Ecological Research 8 (The Wetlands Diversity), 137-160. **(M23a)**

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 30.1.2015. године, прихваћен је извештај ментора др Иване Живић и др Момира Пауновића о урађеној докторској дисертацији **Маје Ј. Раковић**, истраживача сарадника Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ Универзитета у Београду, под насловом „**Диверзитет мекушаца Дунава (1260 - 863,5 rkm) и таксономска анализа родова *Planorbarius*, *Radix*, *Physella* и *Ferrissia (Pulmonata: Basommatophora)***“, и одређена је Комисија за преглед и оцену докторске дисертације у саставу: др Ивана Живић, ванредни професор Биолошког факултета Универзитета у Београду, др Момир Пауновић, виши научни сарадник Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ Универзитета у Београду, др Вера Николић, ванредни професор Биолошког факултета Универзитета у Београду, др Весна Ђикановић, научни сарадник Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ Универзитета у Београду и др Зоран Марковић, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду.

Комисија је прегледала урађену докторску дисертацију кандидаткиње и Већу подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

Општи подаци о докторској дисертацији:

Докторска дисертација Маје Ј. Раковић, под насловом: „**Диверзитет мекушаца Дунава (1260 - 863,5 rkm) и таксономска анализа родова *Planorbarius*, *Radix*, *Physella* и *Ferrissia (Pulmonata: Basommatophora)***“, написана је на 147 страна текста и садржи, 40 слика, 12 табела и шест прилога. На почетку дисертације приложени су резиме на српском и апстракт на енглеском језику (без пагинације). Пагинирани текст ове докторске дисертације састоји се од осам поглавља и то: Увод (19 страна), Циљеви истраживања (две стране), Материјал и методе (14 страна), Резултати (53 стране), Дискусија (15 страна), Закључци (пет страна), Литература (25 страна) и Прилози (14 страна).

Анализа докторске дисертације:

Предмет докторске дисертације Маје Раковић јесте проучавање квалитативно - квантитативног састава и просторне дистрибуције малакофауне Дунава на сектору од 1260 до 863,5 речног километра и трајном поплављеном подручју Дубовачки рит (1082-1085 речни километар). Разматране су просторне и сезонске промене фауне, као и односи заједница малакофауне и параметара окружења, односно утицај стресних фактора на фауну мекушаца. У раду је дат и допринос типологији предметног сектора Дунава на основу малакофауне. Применом молекуларних метода разматрани су филогенетски односи аутохтоних и алохтоних врста из реда *Basommatophora*.

У поглављу „Увод“, детаљно су приказане анатомске и морфолошке карактеристике класа Bivalvia и Gastropoda и истакнуте морфолошке и еколошке одлике родова *Planorbarius*, *Ferrissia*, *Radix* и *Physella*. У уводном делу кандидат Маја Ј. Раковић износи преглед досадашњих сазнања о општим карактеристикама и утицају срединских фактора на састав и структуру заједница мекушаца. Дат је и приказ претходних истраживања малакофауне у воденим екосистемима Србије и детаљан опис хидроморфолошких одлика истраживаног подручја.

У поглављу „Циљеви истраживања“ изложени су основни циљеви ове дисертације:

- утврђивање фаунистичког састава врста слатководних мекушаца истраживаног подручја;
- разматрање еколошких особина забележене фауне;
- квалитативна и квантитативна анализа мекушаца као значајне компоненте бентосних заједница заступљених у истраживаном делу тока Дунава;
- анализа зависности заједнице слатководних мекушаца од абиотичких параметара воденог екосистема;
- таксономска анализа родова *Planorbarius*, *Radix*, *Physella* и *Ferrissia* (Pulmonata: Basommatophora);
- примена молекуларних метода у малакологији;
- анализа филогенетских односа одабраних алохтоних и аутохтоних врста слатководних мекушаца;
- разматрање типологије великих река на основу малакофауне и
- анализа биоиндикаторске улоге представника малакофауне у великим равничарским рекама.

У оквиру поглавља „Материјал и методе“ детаљно је описано истраживано подручје, методе прикупљања узорака воде, седимента и макроинвертебрата, као и процедуре лабораторијске обраде узорака. Изнет је и приказ коришћених квантитативних метода за анализу састава и структуре заједница, као и процедуре за разматрање утицаја срединских фактора. У овом поглављу детаљно су описане и методе одвајања меких ткива пужева, изолације, амплификације и секвенцирања DNA, као и процедуре које су коришћене за филогенетске анализе.

У поглављу „Резултати“, у првом кораку разматрања, изнет је приказ резултата анализе заједница акватичних макроинвертебрата. Уочено је да плавну зону реке карактерише највећа процентуална заступљеност инсекатских група (61,69%), као и фитофилних врста слатководних мекушаца (15%). Локалитете речне, прелазне и језерске зоне карактерише велика процентуална заступљеност *Oligochaeta* (37,89%, 63,83%, 83,99%), затим *Bivalvia* (38,21%, 24,35%, 16,72%) и *Crustacea* (15,82%, 31,11%, 13,73%), што представља карактеристичне односе у заједницама макроинвертебрата река потамон типа. Истраживање је јасно показало разлике у заједницама макроинвертебрата у две групе типова станишта – станишта главног тока реке и станишта плавне зоне.

Следећи корак анализа обухвата детаљно разматрање заједница мекушаца. Забележено је 32 врсте из 28 родова и 13 фамилија у оквиру класа *Bivalvia* и *Gastropoda*.

Класа *Bivalvia* заступљена је са 12 врста из четири фамилије, у оквиру редова *Veneroidea* и *Unionida*. Из фамилије *Unionidae* забележено је пет врста, *Sphaeridae* четири, *Dreissenidae* две врсте, док је у оквиру фамилије *Corbiculidae* забележен један таксон. Највећи проценат, 92% од укупног броја забележених таксона из класе *Bivalvia*, забележен је на локалитетима прелазне зоне, нешто мањи проценат од 75% идентификован је у

језерској зони, док је најмања заступљеност таскона уочена на локалитетима речне зоне (41%).

Класа Gastropoda заступљена је са 20 таксона, из две поткласе. У оквиру поткласе Prosobranchia (Orthogastropoda) забележено је присуство четири реда, са пет фамилија, а у оквиру поткласе Pulmonata забележено је присуство једног реда са четири фамилије. Посматрајући разноврсност таксона из класе Gastropoda на истраживаним локалитетима, најмањи број таксона уочен је у горњем делу тока Дунава (20%), док је највећа разноврсност забележена у плавној зони, где је идентификовано 55% од укупног броја таксона који су забележени током наших истраживања. У средњем делу тока Дунава, прелазној зони, констатовано је 40% таксона, док је у језерској зони забележено присуство 45% од укупног броја забележених таксона.

Током истраживања идентификовано је шест алохтоних врста за испитивани сектор Дунава – Понто-каспијски реликти *Dreissena polymorpha* и *Dreissena rostriformis bugensis*, затим источно азијске шкољке *Corbicula fluminea* и *Sinanodonta woodiana* и Северно Америчке врсте пужева *Physella acuta* и *Ferrissia fragilis*. Нова врста за фауну мекушаца Србије забележена у овим истраживањима је *Dreissena rostriformis bugensis* у класи Bivalvia и род *Ferrissia* sp., у класи Gastropoda.

Резултати ССА указују на издвајање таксона из фамилије Dreissenidae на локалитетима речне зоне, чије је присуство одређено средиснким условима и то укупном тврдоћом воде, концентрацијом Mg и pH вредношћу. Друга група издвојених таксона су из фамилије Unionidae и класе Gastropoda, који показују позитивну корелисаност са присуством нитрита у води. Добијени резултати ССА зависности варијабилности малакофауне и присуства органских микрополутаната, тешких и токсичних метала у седименту, такође указују на издвајање таксона из фамилије Dreissenidae, који су позитивно корелисани са присуством Cd, Hg и PAH у седименту, док је дистрибуција врсте *Teodoxus fluviatilis* у већој корелацији са присуством PAH, него Cd и Hg у седименту.

Анализа филогенетских односа одабраних врста из реда Basommatophora са простора Европе, Азије и САД урађена су на основу 54 секвенци 16S rDNK и COI. Испитиване секвенце биле су дужине 359 бп за 16S rDNK, односно 315 бп за COI. Као спољна група коришћена је – *Siphonaria* sp., моринска врста из реда Basommatophora.

Добијени филограми Bayesian анализом и ML методом били су сличне топологије, и јасно су се издвојиле очекиване хаплогрупе, према таксономској подели у три фамилије: Planorbidae, Lymnaeidae и Physidae. Генетичка п-дистанца за 16S rDNK ген, између хаплогрупа Physidae и Planorbidae кретала се од 24% до 25%, затим између хаплогрупа Physidae и Lymnaeidae 30%, док је између хаплогрупа Planorbidae и Lymnaeidae генетичка п-дистанца кретала од 31% до 36%. Унутар хаплогрупе Planorbidae, генетичка п-дистанца кретала се од 10% између *Ancylus fluviatilis* и *Ferrissia fragilis*, до 22% између *Ancylus fluviatilis* и *Planorbarius corneus*. Унутар хаплогрупе Lymnaeidae уочава се мања генетичка п-дистанца између хаплотипова родова *Radix* и *Lymnaea* (16%) у односу на хаплотипове рода *Stagnicola* (19%; 20%). Хаплогрупа Physidae одваја се у засебан кластер, анализом оба гена, приказана ML и Bayesian филограмом.

Резултати анализе повезаности хаплотипова алохтоне врсте *Physella acuta*, прикупљене током наших истраживања са хаплотиповима из САД (преузето из банке гена - као нативна популација) показују разлике од 4 до 25 базних парова. Анализирани узорци ове врсте са подручја Србије показују значајну генетичку варијабилност од 1% до 6,2% за анализирани 16S rDNK ген.

Знатно мања интраспецијска варијабилност за исти ген утврђена је поређењем популација из Србије (резултати анализе наших узорака) са подацима из Данске (преузето из базе гена) за аутохтону врсту *Planorbarius corneus* (0,2% до 0,6%).

Ови налази указују да велика интраспецијска генетичка варијабилност, односно повећана еколошка пластичност, представља значајну особину код инвазивних врста, односно битан карактер инвазивности неке врсте.

У поглављу „Дискусија“ колегиница Раковић је показала познавање литературе везане за испитивану проблематику, анализирајући значајније резултате ове докторске дисертације у односу на резултате других истраживања у овој научној области. У оквиру овог поглавља разматране су еколошке карактеристике већег броја врста и њихове реакције на различите типове и интензитет стресних фактора у окружењу, као и филогенетских односа одабраних врста из реда Basommatophora.

У поглављу „Закључци“ јасно су сумирани резултати добијени у овом раду који указују на значај истраживања састава и дистрибуције малакофауне истраживног дела речног тока при различитим антропогеним притисцима. Утврђена је и јасна зависност испитиване заједнице слатководних мекушаца од фактора окружења, чиме је потврђена њихова значајна улога као биоиндикатора. Током истраживања идентификовано је шест алохтоних врста, и указано је на путеве њиховог ширења. Један од резултата који је истакнут у овом поглављу је и налаз нове врсте за фауну мекушаца Србије *Dreissena rostriformis bugensis*, из класе Bivalvia и рода *Ferrissia sp.*, из класе Gastropoda. Посебно је указано на значај примене молекуларних метода у разматрању филогенетских односа аутохтоних и алохтоних врста из реда Basommatophora.

Филограмима добијени на основу анализе филогенетских односа одабраних врста на два гена 16S rDNK и COI, Bayesian анализом и ML методом, својом топологијом, приказују јасно издвојене, очекиване, хаплогрупе. Унутар хаплогрупе Limnaeidae уочили смо мању генетичку дистанцу између хаплотипова родова *Radix* и *Lymnaea* (16%) у односу на хаплотипове рода *Stagnicola* (19%; 20%). Хаплогрупа Physidae издваја се у засебан кластер, анализом на оба гена. Унутар хаплогрупе Planorbidae, на оба приказана филограма (ML и Bayesian), уочили смо хомогеност европских са северно-америчким хаплотиповима за врсту *Ferrissia fragilis*, што представља још једну од потврда о присуству ове инвазивне врсте на подручју Европе. Детаљним молекуларним анализама омогућило би се откривање пута колонизације наведене крипто-инвазивне северноамеричке врсте.

Анализом хаплотипова за аутохтону врсту *Planorbarius corneus* закључено је да генетичка дистанца од 0,2% до 0,6% за анализирани ген, унутар наше популације, као и поређењем са популацијом из Данске, описује малу интраспецијску разлику.

Анализом повезаности хаплотипова за алохтону врсту *Physella acuta* за наше подручје истраживања, са хаплотиповима из САД (нативне популације) уочили смо разлике од 4 до 25 базних парова, односно 1% до 6,2% за анализирани 16S rDNK ген. Прикупљени и анализирани узорци ове врсте са подручја Србије показују значајну генетичку варијабилност и говоре нам о великим интраспецијским генетичким разликама.

Овим налазом потврђено је да велика интраспецијска генетичка варијабилност, односно повећана еколошка пластичност, представља значајан карактер инвазивности врста. Овим истраживањима дат је допринос познавању разноврсности слатководних мекушаца истраживаног дела тока Дунава са аспекта генетичког диверзитета, што представља добру полазну основу за даљи рад.

У поглављу „Литература“ наведена је 251 библиографска јединица које су адекватно и на одговарајућим местима цитиране у тексту докторске дисертације.

У поглављу „Прилози“ изнети су прикази квалитативног и квантитативног састава мекушаца на истраживаним локалитетима (речна, прелазна, језерска и плавна зона),

минималне, средње и максималне вредности физичких и хемијских параметара воде и седимента, приказана је процентуална заступљеност фаунистичких група акватичних бескичмењака на истраживаним локалитетима Дунава, као и скраћенице које су коришћене за таксоне приликом графичког приказивања резултата.

Радови и конгресна саопштења из докторске дисертације:

Б1. Радови у часописима међународног значаја

1. **Raković, M.**, Popović, N., Kalafatić, V. & Martinović-Vitanović, V. (2013). **M23**
Spreading of *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov 1897) in the Danube River (Serbia). *Acta Zoologica Bulgarica* 65, 349-357.
2. Martinović-Vitanović, V., **Raković, M.**, Popović, N. & Kalafatić, V. (2013). **M23**
Qualitative study of mollusca communities in the Serbian Danube stretch (river kilometre 1260-863.4). *Biologia* 68, 112-130.
3. Popović, N., Jovanović, V., **Raković, M.**, Kalafatić, V. & Martinović-Vitanović, V. **M23**
(2013). Bottom fauna qualitative study of the Danube River in Belgrade region. *Acta Zoologica Bulgarica* 65, 505-516.
4. Martinović-Vitanović, V., Popović, N., Ostojić, S., **Raković, M.** & Kalafatić, V. **M23a**
(2009). Spreading and ecology of *Manyuncia caspica* Annenkova, 1929 (Polychaeta: Sabellidae) in Serbian Danube stretch. *Transylvanian Review of Systematical Ecological Research* 8 (The Wetlands Diversity), 137-160.

Б3. Конгресна саопштења на скуповима међународног значаја

1. **Raković, M.**, Ostojić, S., Popović, N., Kalafatić, V. & Martinović-Vitanović, V. **M34**
(2010). Spreading of quagga mussels *Dreissena bugensis* (Andrusov, 1897) in the Danube river (Serbia). IV International Symposium of Ecologist of the Republic of Montenegro, Budva, Book of Abstracts, p. 42-43.
2. Popović, N., **Raković, M.**, Ostojić, S., Kalafatić, V. & Martinović-Vitanović, V. **M34**
(2010). Structure of the chironomids assemblages of the Danube river in the Belgrade region. IV International Symposium of Ecologist of the Republic of Montenegro, Budva, Book of Abstracts, p. 40-41.
3. Martinović-Vitanović, V., Popović, N., Ostojić, S., **Raković, M.** & Kalafatić, V. **M34**
(2009). Spreading and ecology of *Manyuncia caspica* Annenkova, 1929 (Polychaeta: Sabellidae) in Serbian Danube stretch. Aquatic Biodiversity International Conference, Sibiu, Romania, Book of Abstracts, p. 75.
4. Ostojić, S., Popović, N., **Raković, M.**, Kalafatić, V. & Martinović-Vitanović, V. **M34**
(2010). New record of species of genus *Manayunkia* (Polychaeta) in Serbian Danube stretch. IV International Symposium of Ecologist of the Republic of Montenegro, Budva, Book of Abstracts, p. 43.

Б4. Конгресна саопштења на скуповима националног значаја

M63

1. **Raković, M.**, Popović, N., Đuknić, J., Đikanović, V., Atanacković, A., Paunović, M. (2014) Primenjivost molekularnih metoda u identifikaciji vrsta slatkovodnih ekosistema. 43. Konferencija o korišćenju i zaštiti voda „Voda 2014“, Tara, 3. - 5. jun 2014. godine Zbornik radova, str. 141-149.

Мишљење и предлог Комисије:

На основу прегледа докторске дисертације Маје Ј. Раковић под насловом „Диверзитет мекушаца Дунава (1260 - 863,5 гкм) и таксономска анализа родова *Planorbarius*, *Radix*, *Physella* и *Ferrissia* (Pulmonata: Basommatophora)“, Комисија сматра да овај рад представља значајан научни допринос познавању фауне водених мекушаца Србије, као и разматрању филогенетских односа аутохтоних и алохтоних врста из реда Basommatophora. Дисертација указује на значај молекуларно-генетичких метода у области инвазивне биологије, а посебно при анализи путева уноса алохтоних врста. Значају докторске дисертације доприносе и положај и карактеристике истраживаног подручја, као и обим анализираног материјала. Током израде дисертације, колегиница Раковић је показала висок степен познавања научне области којом се бави, способност да планира истраживања, јасно прикаже резултате, примени одговарајуће процедуре одбраде резултата, као и да критички дискутује добијене резултате.

Имајући у виду све наведено, као и чињеницу да је колегиница Раковић испунила све формалне услове за одбрану докторске дисертације, Комисија предлаже Наставно-научном већу Биолошког факултета Универзитета у Београду да прихвати извештај и одобри јавну одбрану ове докторске дисертације.

КОМИСИЈА:

др Ивана Живић, ванредни професор
Универзитета у Београду - Биолошки факултет

др Момир Пауновић, виши научни сарадник
Универзитета у Београду, Институт за
биолошка истраживања „Синиша Станковић“

др Вера Николић, ванредни професор
Универзитета у Београду - Биолошки факултет

др Весна Ћикановић, научни сарадник
Универзитета у Београду, Институт за
биолошка истраживања „Синиша Станковић“

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

У Београду, 27.02. 2015. године.