

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

На VII редовној седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Биолошког факултета, одржаној 19.06.2020. године, на основу молбе ментора, др Гордана Субаков Симић ванредног професора Универзитета у Београду - Биолошког факултета и др Весне Караџић, научног сарадника Института за јавно здравље Србије "др Милан Јовановић Батут" у Београду, одређена је Комисија за преглед и оцену докторске дисертације **Јелене Ж. Јовановић**, истраживача-сарадника Института за јавно здравље Србије "др Милан Јовановић Батут" под насловом: „**Распрострањење цијанобактерија у површинским водама намењеним за водоснабдевање и рекреацију у Србији**“, у саставу:

1. др Весна Караџић, научни сарадник, Институт за јавно здравље Србије "др Милан Јовановић Батут" (ментор)
2. Проф. др Гордана Субаков Симић, ванредни професор, Биолошки факултет Универзитет у Београду (ментор)
3. Прим. др Верица Јовановић, доцент, Институт за јавно здравље Србије "др Милан Јовановић Батут"
4. Проф. др Јелена Кризманић, ванредни професор, Биолошки факултет Универзитет у Београду
5. др Слађана Поповић, научни сарадник, НУ ИХТМ, Институт од националног значаја, Центар за екологију и техноекономику, Универзитет у Београду

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 Јелене Ж. Јовановић, под насловом „**Распрострањење цијанобактерија у површинским водама намењеним за водоснабдевање и рекреацију у Србији**“ написана је на 291 страна, садржи 36 слика и 13 табела. Текст дисертације је подељен у 8 основних поглавља: 1. Увод (35 страна), 2. Циљеви (1 страна), 3. Материјал и методе (18 страна), 4. Резултати (151 страна), 5. Дискусија (22 стране), 6. Закључци (2 стране), 7. Литература (28 страна), 8. Прилози (34 стране). Дисертација садржи 396 литературних цитата. Дисертација такође садржи насловну страну на српском и енглеском језику, страну са подацима о менторима и члановима Комисије, Захвалницу, Сажетак на српском и енглеском језику, Садржај, Биографију, као и Изјаву о ауторству, Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјаву о коришћењу.

Анализа докторске дисертације

Предмет докторске дисертације је детаљна процена диверзитета и распрострањености цијанобактерија у водним телима за водоснабдевање и рекреацију у Републици Србији, са посебним акцентом на потенцијално токсичне и инвазивне врсте које могу престављати ризик по здравље људи и стабилност испитиваних екосистема у зависности од њихове бројности и учесталости цветања. Овим се стиче увид у стање везано за водене екосистеме у Србији у којима се цијанобактерије јављају, а који се користе за потребе људи, што представља први корак у процени ризика токсичних цијанобактерија по јавно здравље становништва.

Поглавље **Увод** докторске дисертације садржи укупно пет потпоглавља (подељених даље у мање подјединице) у којима се на систематичан, разумљив и прегледан начин представљају досадашња сазнања везана за цијанобактерије и њихов значај у акватичним екосистемима. У потпоглављу „**Водни ресурси**“ дат је општи преглед законодавних оквира који се тичу заштите различитих типова водних ресурса, као и преглед типова и намене водних тела у Републици Србији (превасходно за водоснабдевање и рекреацију).

Поред тога, уопштено су представљане групе примарних продуцента који су карактеристични за површинске воде, а међу њима и цијанобактерије. Даље се, у потпоглављу „*Цијанобактерије*“ износе досадашња знања о њиховом значају, еколошком и морфолошком диверзитету, таксономији и еколошким факторима који утичу на њихов раст и развој. Посебан осврт у оквиру овог потпоглавља посвећен је и утицају климатских промена на цијанобактерије у акватичним животним заједницама, као и на ширење инвазивних врста. Потпоглављем „„*Цветање*“ *алги и цијанобактерија*“ дефинише се сам појам „цветања“ алги и цијанобактерија, као и појам „штетног алгалног цветања“. Даље се фокус усмерава на цијанобактерије као узрочнике „цветања“, најчешће факторе који доводе до њихове интензивне пролиферације, али и на последице горе поменуте појаве. У оквиру потпоглавља „*Цијанотоксини*“ сажето су сумирана досадашња сазнања у вези продукције токсичних секундарних метаболита цијанобактерија – цијанотоксина. Описане су основне групе цијанотоксина и њихов утицај на здравље људи и животну средину. У потпоглављу „*Мониторинг и мере заштите*“ наведени су најчешћи механизми праћења бројности цијанобактерија у водама за људску употребу, као и различити приступи који се тичу смањења ризика од појаве цијанотоксина у води за пиће и рекреацију.

У оквиру поглавља **Циљеви**, истакнут је општи циљ докторске дисертације који се тиче утврђивања диверзитета цијанобактерија и њиховог распрострањења у водама које се користе за водоснабдевање и рекреацију у Републици Србији. То укључује квалитативну и квантитативну идентификацију цијанобактерија у одабраним водним телима (у периоду 2012-2017. године), затим преглед публикованих истраживања о распрострањењу акватичних цијанобактерија у водама које су од значаја за ово истраживање до 2017. године, као и формирање базе података која представља основу јединственог система информисања о распрострањењу и диверзитету цијанобактерија у водама за људску употребу на територији наше земље. Из општег циља изведени су и специфични циљеви који се тичу распрострањења потенцијално токсичних и инвазивних врста, али и еколошких фактора који утичу на недељну, месечну и годишњу/сезонску динамику цијанобактерија у оквиру заједнице фитопланктона.

Поглавље **Материјал и методе** садржи укупно десет потпоглавља. Поглавље на систематичан и прегледан начин даје описе локалитета, методологију сакупљања узорака,

као и методе које се односе на хемијску анализу воде, анализу хлорофила *a*, квантитативну и квалитативну анализу цијанобактерија, анализу цијанотоксина, описе процедуре прикупљања литературних података, формирање базе података, као и статистичку анализу. У потпоглављу „**Истраживани локалитети**“ дат је табеларни и графички преглед укупно 35 локалитета, са којих је узето и обрађено укупно 503 узорка (453 узорка за анализу фитопланктонске заједнице и 50 узорака за анализу фитобентосне заједнице). Такође, ближе су описани локалитети на којима је рађена анализа недељне, месечне и годишње/сезонске динамике цијанобактерија у оквиру заједнице фитопланктона. У оквиру потпоглавља „**Узимање узорака**“ описани су поступци узимања узорака за хемијску анализу и мерења на терену, квалитативну и квантитативну анализу фитопланктона и анализу фитобентоса, као и поступак њиховог транспорта и складиштења. У потпоглављу „**Метеоролошки подаци**“ се укратко наводи да су подаци за одабране метеоролошке параметаре, коришћене за анализу динамике цијанобактерија, преузети из Метеоролошких годишњака Републичког хидрометеоролошког завода Србије. У потпоглављу „**Анализа физичких и хемијских параметара воде**“ је истакнуто да је хемијска анализа воде рађена према стандардним методама (АРНА 1995), док се у потпоглављу „**Спектрофотометријско одређивање концентрације хлорофила *a***“ детаљно описује поступак одређивања концентрације хлорофила *a* према стандардној методи ИСО 10260:1992(Е). У потпоглављу „**Квалитативна анализа заједнице**“ наводи се поступак идентификације забележених таксона и идентификациони кључеви који су коришћени, а у потпоглављу „**Квантитативна анализа заједнице фитопланктона**“ описан је поступак одређивања бројности фитопланктона према стандардној методи СРПС ЕН 15204:2008, као и поступак одређивања удела детектованих таксономских група у биомаси фитопланктона, који тренутно одговара стандарду СРПС ЕН 16695:2016. Кратак опис методе (стандард ИСО 20179:2005) за детекцију и квантификацију микроцистина у води помоћу HPLC-МС дат је у потпоглављу „**Анализа микроцистина**“. У оквиру потпоглавља „**Прикупљање података за формирање базе распрострањења цијанобактерија**“ описано је на који начин је обликована база података о распрострањењу цијанобактерија у водама намењеним за водоснабдевање и рекреативним активностима у Републици Србији, по којим критеријумима је вршен преглед досадашњих истраживања цијанобактерија (из укупно 119 прегледаних научних публикација), као и

како су у бази података наведени налази забележени у току овог истраживања. Статистичка анализа, рађена у Canoco 5 програму са циљем да се испита утицај одабраних срединских фактора на динамику цијанобактерија у оквиру заједнице фитопланктона, описана је у потпоглављу „*Статистичка обрада података*“.

Поглавље **Резултати** састоји се од четири потпоглавља, рашчлањених на мање подјединице. У потпоглављу „*Флористички списак цијанобактерија детектованих у водама које се користе за водоснабдевање и рекреацију у Републици Србији*“ дат је укупан списак од 328 врста из 84 рода, 28 фамилија и 6 редова (забележен анализом прикупљених узорака са одабраних локалитета и прикупљањем налаза објављених литературних података), као и детаљан опис распрострањења забележених таксона цијанобактерија, са описом свих родова детектованих у овом истраживању. У тексту су означени таксони који се могу окарактерисати као потенцијално токсични и има их укупно 77, као и врсте које се сматрају инвазивним, а забележено их је укупно 9. У потпоглављу „*Недељна динамика планктонских цијанобактерија на примеру Савског језера (лето 2014. године)*“ представљени су климатски и физичко-хемијски параметри забележени током истраживања на Савском језеру, флористички састав заједнице фитопланктона, затим летња динамика фитопланктона са акцентом на цијанобактерије, као и статистичка анализа прикупљених података везана за недељну динамику фитопланктона у Савском језеру. У потпоглављу „*Месечна динамика цијанобактерија и продукција микроцистина на примеру акумулације Паригуз (Ресничко језеро) 2017. године*“ представљени су физичко-хемијски параметри воде у току истраживања вршеног на акумулацији Паригуз, затим флористички састав и динамика фитопланктона поменуте акумулације са акцентом на цијанобактерије, продукцију микроцистина и статистичку анализу добијених података. У потпоглављу „*Годишња и сезонска динамика потамопланктона на примеру реке Дунав (2013-2016. године)*“ представљени су добијени резултати анализе физичко-хемијских параметара воде реке Дунав у периоду 2013-2016. године, флористички састав заједнице потамопланктона, као и динамика анализираних заједнице потамопланктона са акцентом на цијанобактерије у реци Дунав. На крају потпоглавља, представљена је статистичка анализа резултата добијених анализом

потамопланктона и одабраних срединских параметара, како би се одредио њихов утицај на поменути заједницу на годишњем и сезонском нивоу, а пре свега на цијанобактерије.

Поглавље **Дискусија** састоји се од три потпоглавља, разложених у оквиру мањих подјединица. У потпоглављу „*Диверзитет цијанобактерија у Србији*“ дискутује се о укупно забележеном диверзитету цијанобактерија, забележеном у водама које су предмет ове дисертације до 2017. године, затим променама које су забележене у односу на прву флору цијанобактерија у Србији (објављену две деценије уназад), као и о могућим разлозима промене флористичког састава цијанобактерија. Истакнуте су и одређене недоумице које су се јављале приликом сумирања таксономских података из различитих извора. Такође, у оквиру овог потпоглавља, посебно се дискутује о најчећим таксонима цијанобактерија у оквиру заједнице фитопланктона и заједници фитобентоса. Потом се, у потпоглављу „*Анализа стања водних тела за водоснабдевање и рекреацију у Србији*“, разматра стање у водама које су предмет ове дисертације анализом ризика од цветања потенцијално токсичних таксона на основу до сада представљених резултата, као и ризик од ширења инвазивних врста цијанобактерија. У оквиру потпоглавља „*Анализа утицаја срединских фактора на развој цијанобактерија унутар заједнице фитопланктона*“ дискутована је недељна динамика цијанобактерија Савског језера у току летњег периода 2014. године, месечна динамика цијанобактерија и подукција микроцистина у акумулацији Паригуз 2017. године, као и временска динамика потамопланктона реке Дунав посматрана на сезонском и годишњем нивоу. Разматран је могући утицај одабраних срединских параметара на динамику посматраних заједница и представљена је упоредна анализа поменута три истраживања.

У поглављу **Закључци**, сажето и јасно су дати најважнији закључци добијени након извршене анализе 503 узорка са 35 одабраних локалитета и комбиновањем добијених резултата са подацима из публиковане научне литературе. Закључено је да флористички списак цијанобактерија у водама за водоснабдевање и рекреацију у Републици Србији сачињава укупно 328 таксона (из 84 рода, 28 фамилија и 6 редова), што је за испитивани тип вода за преко 100% више у односу на број забележен у монографији Цвијан и Блаженчић (1996) од пре две деценије. Од укупног броја таксона, преовлађују припадници реда *Synechococcales* (око 35%), а доминира хомоцитна форма цијанобактерија (око 47%). Микроскопским прегледом узорака са одабраних водних тела

забележено је присуство укупно 148 таксона. Од тога, утврђено је присуство 30 нових таксона цијанобактерија за испитивани тип вода, од којих 10 припада пикоцијанобактеријама. Закључује се да су највероватнији узрочници промена у саставу заједница цијанобактерија: промене у структури станишта, израженија културна еутрофикација, климатске промене, пораст броја истраживања везана за цијанобактерије и унапређење квалитета микроскопије (последње превасходно за пикоцијанобактерије). Истиче се који су најчешће забележени родови у узорцима фитопланктона и какав је диверзитет цијанобактерија у заједници фитобентоса. Такође, закључује се да се међу забележеним таксонима налази чак 77 који могу се означити као потенцијални продуценти цијанотоксина, а 9 врста се сматрају инвазивним. *Cylindrospermopsis raciborskii* је означен као најуспешнија инвазивна алохтона врста на подручју наше земље. Еколошка истраживања вршена на одабрана три водна тела (Савско језеро, акумулација Паригуз и река Дунав), генерално значајно различита по општим карактеристикама, довела су до закључка да се мутноћа воде издваја као битан фактор који би могао имати изузетно важну улогу када је реч о фаворизовању потенцијално штетних таксона цијанобактерија унутар заједнице фитопланктона. Тиме је даље изведено да је повећање провидности воде неопходан предуслов за ефикасније управљање водама у циљу спречавања развоја врста које могу бити штетне по здравље људи и животну средину.

Поглавље **Литература** садржи листу од 396 библиографске јединице. Наведене публикације односе се на области које су од значаја за урађену дисертацију и које доприносе обради података и разумевању постављених циљева и добијених резултата ове дисертације.

У поглављу **Прилози** налази се један табеларни приказ (Прилог 1) у ком је приказан списак узорака за сваки испитивани локалитет и укупно 14 табли (Прилог 2) са укупно 119 микрофотографија одабраних представника цијанобактерија.

Радови и конгресна саопштења из докторске дисертације

Б1. Радови у часописима међународног значаја

1. **Jovanović, J.**, Trbojević, I., Subakov Simić, G., Popović, S., Д. Predojević, D. Blagojević, A., Karadžić, V. (2017). The effect of meteorological and chemical parameters on summer phytoplankton assemblages in an urban recreational lake. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, vol. 418, issn: 1961-9502, DOI: 10.1051/kmae/2017038. (M - 22) https://www.kmae-journal.org/articles/kmae/full_html/2017/01/kmae170032/kmae170032.html

2. **Jovanović, J.**, Karadžić, V., Predojević, D., Blagojević, A., Popović, S., Trbojević, I., Subakov Simić, G.(2015). Morphological and ecological characteristics of potentially toxic invasive cyanobacterium *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Forti) Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Reháková & Komárková (Nostocales, Cyanobacteria) in Serbia. *Brazilian Journal of Botany*, 39 (1): 225-237. DOI: 10.1007/s40415-015-0223-1. (M - 23) <https://link.springer.com/article/10.1007/s40415-015-0223-1>

Б2. Конгресна саопштења на скуповима међународног значаја

1. **Jovanović, J.**, Karadžić, V., Predojević, D., Popović, S., Blagojević, A., Subakov Simić, G. (2015): Occurrence of alien cyanobacteria *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Forti) Zapomelová, Jezberová, Hrouzak, Hisam, Reháková & Komárková in Serbia. 6th Balkan Botanical Congress. Rijeka (Hrvatska). 14.-18.09.2015. Abstract Book. p.73. (M - 34)

2. **Jovanović, J.**, Karadžić, V., Trbojević, I., Popović, S., Predojević, D., Blagojević, A., Subakov Simić, G. (2016): Summer phytoplankton and different cyanobacterial groups in shallow urban Sava Lake (Serbia) in relation to climatic and chemical parameters. 33rd SIL Congress. Italy (Torino). 31.07. –5.08. 2016. Abstract book. p.251. (M - 34)

3. **Jovanović J.**, Karadžić V., Popović S., Subakov Simić G. (2017). Seasonal monitoring of cyanobacteria in the period 2012-2017 in the Danube River, Zemun (Serbia), Workshop Cyanotoxins – toxicity, health and environmental impact, Novi Sad, Srbija, 13. - 14. Jul, 2017. (M - 34)

Б3. Конгресна саопштења на скуповима домаћег значаја

1. Jovanović, J., Predojević, D., Blagojević, A., Popović, S., Kostić, D., Karadžić, V., Subakov Simić, G. (2014): Upoređivanje različitih metoda za određivanje brojnosti fitoplanktona u vodi. 43. godišnja konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštiti voda „Voda 2014“. Tara (Srbija). 03.-05.06.2014. Conference Proceedings. pp. 343- 350. (M - 63)

2. Jovanović, J., Predojević, D., Trbojević, I., Popović, S., Blagojević, A., Karadžić, V., Subakov Simić, G. (2015): Ekspanzija vrste *Cylindrospermopsis raciborskii* u stajaćim vodama severne Vojvodine. 44. godišnja konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštiti voda „Voda 2015“. Kopaonik (Srbija). 02.-04.06.2015. Conference Proceedings. pp. 107-114. (M - 63)

Провера оригиналности докторске дисертације

Докторска дисертација кандидата Јелене Ж. Јовановић Е3006/2012_послата је дана 07.02.2020. на софтверску проверу оригиналности. Извештај који садржи резултате провере оригиналности ментор је добио дана 10.02.2020.

Утврђено подударане текста износи 8%. Увидом у Извештај утврђено је да су готово сва уочена појединачна подударанја у опсегу мањем од 1% и највећим делом се односе на стандардно присутне делове докторских дисертација (називе цијанобактерија, скраћенице, лична имена, библиографске податаке о коришћеној литератури, навођење назива институција, звања чланова комисије, називе поглавља и слично) и последица су претходно публикованих резултата истраживања проистеклих из докторских дисертација из исте научне области. Додатно, одређени делови текста код којих је утврђено подударане нису повезани и немају смисао.

Када се све изнето узме у обзир, извештај указује на оригиналност докторске дисертације кандидаткиње Јелене Ж. Јовановић, под насловом „Распрострањење цијанобактерија у површинским водама намењеним за водоснабдевање и рекреацију у Србији“, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

Мишљење и предлог Комисије

Докторска дисертација Јелене Ж. Јовановић под насловом: „**Распрострањење цијанобактерија у површинским водама намењеним за водоснабдевање и рекреацију у Србији**“ представља значајан допринос познавању диверзитета и распрострањености слатководних цијанобактерија у Србији. Формирана база података са детаљним описом 84 рода, флористичким списком таксона од 328 врста, синонимиком и детаљним распрострањењем цијанобактерија у водама намењеним за водоснабдевање и рекреацију у Републици Србији даје вишенаменски допринос у познавању флоре и биогеографије цијанобактерија у Србији, и представља основу за даље коришћење како у процени ризика од цветања потенцијално токсичних таксона тако и од ширења инвазивних врста цијанобактерија у водама намењеним за људску употребу.

Дисертација садржи јасно формулисане циљеве који су засновани на добром познавању научне проблематике и потреби за изучавањем биогеографије слатководних цијанобактерија са базом података која ће представљати основу јединственог система информисања о распрострањењу и диверзитету цијанобактерија у водама за људску употребу на територији наше земље. Утврђено је присуство 30 нових таксона цијанобактерија у Републици Србији за испитивани тип вода, од којих 10 припада пикоцијанобактеријама. Такође, примена ових истраживања значајна је у ефикаснијем управљању вода, јер је статистичка анализа три еколошка испитивања показала да је повећање провидности воде важан предуслов у циљу спречавања развоја цијанобактерија које могу бити штетне по здравље људи и животну средину.

Дисертација отвара питања о промени у саставу заједница цијанобактерија у Србији и у раду се долази до закључака да су промене у структури станишта, израженија културна еутрофикација, климатске промене, пораст броја истраживања везана за цијанобактерије и унапређење квалитета микроскопије (последње превасходно за пикоцијанобактерије) имале највише утицаја.

Током периода израде дисертације, Јелене Ж. Јовановић је показала одличне вештине у праћењу и реализацији свих корака у теренским и лабораторијским активностима. Постигла је висок степен самосталности у раду и у обради добијених података као и у њиховом тумачењу.

На основу детаљних увида у постигнуте резултате и прегледану докторску дисертацију, Комисија закључује да су постављени циљеви и програми који су усвојени приликом прихватања теме за израду докторске дисертације, у потпуности испуњени и са задовољством предлаже Наставно-научном већу Биолошког факултета Универзитета у Београду да прихвати позитивну оцену докторске дисертације **Јелене Ж. Јовановић** под називом „**Распрострањење цијанобактерија у површинским водама намењеним за водоснабдевање и рекреацију у Србији**“ и да кандидату омогући јавну одбрану рада.

КОМИСИЈА:

У Београду, 23.06.2020. године

др Гордана Субаков Симић, ванредни професор,
Универзитет у Београду - Биолошки факултет

др Весна Караџић, научни сарадник,
Институт за јавно здравље Србије "др Милан Јовановић Батут"

др Верица Јовановић, доцент,
Институт за јавно здравље Србије "др Милан Јовановић Батут"

др Јелена Кризманић, ванредни професор,
Биолошки факултет Универзитет у Београду

др Слађана Поповић, научни сарадник,
НУ ИХТМ, Институт од националног значаја, Центар за екологију и
техноекономику, Универзитет у Београду