

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

1. На VII редовној седници Наставно-научног већа Биолошког факултета Универзитета у Београду, одржаној 14.05.2021. године, на основу молбе ментора, Јелке Црнобрње-Исаиловић, редовног професора Природно-математичког факултета, Универзитета у Нишу и научног саветника Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић” Универзитета у Београду – Института од националног значаја за Републику Србију, одређена је Комисија за преглед и оцену докторске дисертације Богдана Љ. Јовановића, истраживача-сарадника Института за биолошка истраживања ”Синиша Станковић” Универзитета у Београду – Института од националног значаја за Републику Србију под насловом: **“Утицај варирања срединских параметара на структуру популације обичне крастаче (*Bufo bufo*)”**, у саставу: др Драгана Цветковић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Биолошки факултет; др Наташа Томашевић-Коларов, виши научни сарадник, Универзитет у Београду, Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић” – Институт од националног значаја за Републику Србију и др Јелка Црнобрња-Исаиловић, редовни професор и научни саветник, Универзитет у Нишу - Природно-математички факултет, Универзитет у Београду - Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић” – Институт од националног значаја за Републику Србију. Тема дисертације је прихваћена на седници Већа научних области природних наука одржаној 01.03.2018. године.

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

ИЗВЕШТАЈ

Општи подаци о докторској дисертацији

Докторска дисертација Богдана Јовановића, под насловом **„Утицај варирања срединских параметара на структуру популације обичне крастаче (*Bufo bufo*)”**, написана је на 128 страна. На почетку дисертације приложен је сажетак на српском и енглеском језику (2 стране). Дисертација обухвата поглавља: Увод (14 страна), Циљеви (1 страна), Материјал и методе (12 страна), Резултати (53 стране), Дискусија (23 стране), Закључци (3 стране), Литература (18 страна) и Прилози (3 стране). Дисертација садржи 47 табела (46 табела у поглављу Резултати и 1 табела у поглављу Дискусија) и 29 слика (1 слика у поглављу Материјал и методе и 28 слика у поглављу Резултати). Поглавље Литература садржи 295 библиографских јединица.

Анализа докторске дисертације

Докторска дисертација Богдана Јовановића обухвата вишегодишње истраживање утицаја варирања срединских параметара на структуру популације обичне крастаче (*Bufo bufo*) из околине Београда.

Обична крастача (*Bufo bufo*) је једна од најчешћих врста водоземаца у Европи где насељава различите типове станишта. Новије студије утврдиле су постојање тренда ка смањењу величине њених локалних популација у појединим деловима Европе, што је указало на потребу за детаљнијим проучавањем промена у популационој структури и утврђивањем узрока тих промена, између осталог и утицаја климатских промена, на ширем простору ареала распрострањења.

Поглавље **Увод** састоји се из седам тематских целина које представљају теоријски оквир области из циљева дисертације и у којима су објашњени неки од основних појмова који су важни за разумевање тезе. У првој целини је представљен глобални статус угрожености водоземаца и њихова осетљивост на промене у животној средини, са посебним освртом на утицај савремених климатских промена. У другој целини представљени су примери утицаја климатских промена на фенологију размножавања водоземаца, са фокусом на врсту *Bufo bufo*. Овде су посебно истакнуте опште карактеристике "експлозивног" размножавања водоземаца које одликује обичну крастачу. У трећој целини су представљени елементи структуре локалне популације водоземаца разматрани у дисертацији: величина и ефективна величина популације, однос полова и узрасна структура репродуктивно активног дела популације. Четврта целина представља значај величине тела код безрепих водоземаца као једне од компоненти адаптивне вредности и описује ефекат сексуалног диморфизма у величини тела на репродуктивни успех код врста са "експлозивним" размножавањем. У петој целини, утицај величине тела и старости мужјака на њихов репродуктивни успех разматран је посебно са аспекта деловања сексуалне селекције на величину тела, као и са аспекта образаца неслучајног укрштања. Шеста целина представља кондициони индекс масе тела као показатељ општег стања јединке и популације. Последња, седма целина разматра могуће односе између фекундитета, старости и величине тела женки водоземаца уопштено и посебно код женки безрепих водоземаца.

У поглављу **Циљеви** је истакнуто да је предмет ове дисертације испитивање утицаја варирања одабраних срединских параметара (просечна, најмања и највећа вредност дневне температуре, влажности ваздуха и количине падавина) на локалну популацију обичне крастаче (*Bufo bufo*) у периоду од 2011. до 2015. године, и представљени су основни циљеви:

- Тестирање утицаја срединских параметара на варирање одабраних фенолошких параметара током узастопних репродуктивних сезона (година) у истој репродуктивној популацији обичне крастаче;

- тестирање корелације између ефективне величине анализиране популације, односа полова и узрасне структуре репродуктивно активних јединки исте популације и одабраних срединских параметара током узаstopних година истраживања;
- утврђивање опсега варирања одабраних морфолошких параметара који описују величину тела и екстремитета, као и сексуалног диморфизма у величини тела код адултних јединки;
- утврђивање разлика између величине тела мужјака различитог репродуктивног статуса и односа између величине тела мужјака и женки у амплексусу у анализираној популацији;
- утврђивање разлика у просечном кондиционом индексу масе адултних јединки анализиране популације између узаstopних година и односа варирања кондиционог индекса тих јединки са варирањем одабраних срединских параметара;
- анализа повезаности између реализованог фекундитета, старости и величине тела женки.

У поглављу **Материјал и методе** описани су: (1) објекат истраживања, (2) подручје истраживања, (3) теренске процедуре, (4) лабораторијске процедуре и (5) статистичка анализа података.

Дат је преглед класификације и увид у модификовани ареал распрострањења врсте после проглашења популација из југозападног и, делимично, западног дела ареала (некадашња подврста *Bufo bufo spinosus*) засебном врстом *B. spinosus*.

Истраживање је вршено на територији Републике Србије, у околини Београда (подножје планине Авале); подаци су прикупљени на истом локалитету током репродуктивне сезоне ове врсте у периоду од 2011. до 2015. године.

Популација је праћена током сезоне размножавања. Истраживања динамике фенологије размножавања вршена су од почетка марта до краја сезоне парења. Могућа активност јединки је проверавана једном недељно, а, почев од дана када би се први мужјаци појавили у води, обилазак барем је спровођен свакодневно. Бележени су параметри који означавају различите фазе периода размножавања (долазак првог мужјака, формирање првог репродуктивног пара, врхунац сезоне парења, завршетак сезоне размножавања). Вредности анализираних метеоролошких параметара (средња дневна температура, средња дневна влажност ваздуха и средња дневна количина падавина - преципитација) преузети су од Републичког хидрометеоролошког завода.

За процену величине популације примењена је метода тоталног пребројавања, где су бележени и пол и репродуктивни статус присутних адултних јединки (мужјак и женка у амплексусу, слободни мужјак, слободна женка). Узрасна структура репродуктивне популације одређена је за 2013, 2014 и 2015 годину, тако што је од 427 јединки прикупљених за морфометријске анализе узоркована вршна фаланга најдужег прста једног задњег екстремитета и конзервирана у 96% етанолу.

Прикупљање адултних јединки за морфометријске анализе је обављено неинвазивним методама и случајним одабиром током репродуктивних сезона 2011, 2013, 2014 и 2015 године. Јединкама је одређиван пол, мерена маса и дужина тела (оба пола), као и дужина предњих и задњих екстремитета (мужјаци). Јединке су мерене *in situ* и потом

враћане у станиште. За анализе величине тела коришћене су мере укупно 597 јединки, док су за израчунавање и анализу кондиционог индекса масе коришћене мере 585 јединки.

Старост адултних јединки одређена је применом скелетохронолошке методе.

За процену утицаја величине тела и/или старости женке на њен реализовани фекундитет (процењен на основу броја јаја које женка избаци док је у амплексусу) употребљени су као референтни необјављени подаци из претходних истраживања исте популације. Пошто је утврђено постојање корелације између тежине тела и реализованог фекундитета, они су коришћени за утврђивање претпостављеног реализованог фекундитета женки измерених у периоду од 2011. до 2015. године.

За све области описани су поступци статистичке анализе: дескриптивна статистика, провера нормалности расподеле података; параметарске (корелациона анализа, линеарна регресија, анализе варијансе и коваријансе, Tukey HSD тест, као и непараметарске методе (Кендалов коефицијент ранг корелације тау, Mann–Whitney и Kruskal–Wallis тест).

Поглавља **Резултати** и **Дискусија** састоје се од по шест тематских целина. Прва тематска целина представља утицај срединских параметара на варирање фенолошких параметара; друга тематска целина се односи на утицај срединских параметара на варирање популационих и узрасних параметара; трећа целина посвећена је варирању морфометријских параметара адултних јединки и нивоу полног диморфизма у величини тела; четврта целина представља и дискутује морфометријске разлике у успешности мужјака (неслучајно укрштање); пета целина представља и дискутује варирање кондиционог индекса масе адултних јединки у односу на варирање одабраних срединских параметара; шеста целина посвећена је утицају морфометријских и узрасних параметара на фекундитет женке.

У оквиру пет узастопних година (од 2011. до 2015. године), сезона размножавања обичне крастаче из околине Зуца трајала је дуже од две недеље и увек је почињала у марту. Врхунац репродуктивне активности такође је бележен током марта, али се завршетак сезоне често дешавао у априлу. Сезона размножавања у испитиваној популацији није показала тренд померања ка ранијем или каснијем периоду у току године. У оквиру анализираних временског периода, средња дневна температура на подручју Београда са околином показала је тренд ка повећању током периода од 40 дана пре почетка сезоне размножавања, док је у периоду од седам дана пре почетка сезоне размножавања примећен значајан постепен пораст температуре уз значајно постепено смањење количине влаге у ваздуху. Тренд ка смањењу средње вредности влажности ваздуха током периода од 40 дана пре почетка сезоне размножавања и тренд ка опадању количине падавина у оквиру 14 дана пре почетка сезоне размножавања показали су ниску статистичку значајност. Нису утврђене значајне корелације између средњих вредности најмањих, највећих и просечних вредности метеоролошких и репродуктивно-фенолошких параметара.

Током периода од пет узастопних година који је обухватио ово истраживање утврђене су флукуације бројности адултног дела популације, али не и статистички

значајан тренд ка опадању или повећању бројности. Ефективна величина популације је, током свих година истраживања, највише била условљена бројем женки, којих је било мање од мужјака, што не представља само поремећен однос полова, већ може имати негативан утицај на опстанак популације. У току пет година истраживања нису утврђене корелације између варирања ефективне величине популације и одабраних метеоролошких параметара, а литературни подаци показују да је потребан дужи временски период посматрања ове популације да би се проверили добијени резултати. Утврђена је већа бројност адултних мужјака у односу на женке, а варирања односа полова из године у годину нису била корелисана са варирањем метеоролошких параметара. Резултати сугеришу да су мужјаци у просеку живели дуже од женки, али је статистичка значајност ове разлике мала. Резултати истраживања у периоду од 2011. до 2015. показали су да оба пола достижу полну зрелост са најмање три године. Највише јединки у анализираној популацији било је у старосној групи од четири до шест година. Уочена је стабилност у старости јединки током посматраног периода и варирање метеоролошких параметара није значајно утицало на узрасну структуру адултног дела популације.

У испитиваној популацији женке су биле дуже и теже од мужјака, што је и било очекивано, с обзиром на то да је код ове врсте полни диморфизам у величини тела веома изражен. Поређења са литературним подацима показала су да је величина тела јединки из Зуца била већа од оних у севернијим деловима ареала врсте. Резултати су указали на повећање варијансе укупне дужине главе и тела мужјака током година истраживања. Није било значајних промена у вредностима индекса полног диморфизма, што показује да је ова карактеристика, тј. разлика у укупној дужини главе и тела између полова, веома битна због правилног положаја клоака јединки у амплексусу. Ниска статистичка значајност утврђена је за повећање најмање тежине тела женки, као и за смањивање релативне дужине надлактица и предњих екстремитета мужјака током година истраживања.

У испитиваној популацији већи мужјаци су били успешнији у формирању амплексуса (означени као „успешни мужјаци“) ако се посматра читав период истраживања заједно, а мужјаци поделе само по статусу. Међутим, однос величине тела ”успешних” и мужјака који нису успели да нађу женку (означених као „слободни мужјаци“) веома је варирао током година истраживања. Ниска статистичка значајност утврђена је за разлике између ”успешних” и ”слободних” мужјака у дужини задњих ногу, затим за повећање средње вредности тежине тела и смањивање максималних вредности дужине предњих ногу, надлактица и подлактица ”успешних” мужјака током периода истраживања.

Асортативно укрштање није потврђено у истраживаној популацији обичне крастаче, иако је сезона размножавања током појединих година у оквиру периода истраживања релативно дуго трајала. Ови резултати не иду у прилог претпоставци да је размножавање у почетку хаотично да би после одређеног временског периода постало асортативно.

Током истраживања нису примећени трендови ка смањењу или повећању кондиционог индекса масе адултних јединки. Кондициони индекс масе је значајно варирао између година код оба пола, али није био значајно различит између мужјака

различитих статуса. "Успешни" мужјаци нису обавезно били и бољег кондиционог стања. Утврђене су корелације мале статистичке значајности између варирања метеоролошких параметара и кондиционих индекса масе адултних јединки обичне крастаче из Зуца.

Нису утврђене значајне разлике у процењеном фекундитету између женки различитог узраста, али јесу између женки различите масе тела. Такође, претпостављени фекундитет се значајно разликовао из године у годину. Варирање минималног претпостављеног фекундитета током периода истраживања указало је на могућност постојања тренда ка његовом повећању током година.

У поглављу **Закључци**, у кратким цртама су истакнути најважнији резултати докторске дисертације који описују варирање структуре репродуктивно активног дела истраживане популације *Bufo bufo* из околине Београда током пет узастопних година:

варирање параметара репродуктивне фенологије, ефективне величине популације, односа полова, узрасне структуре и кондиционог индекса масе тела јединки није било значајно корелисано са варирањем метеоролошких параметара, али резултати указују и на потребу за настављањем континуираног прикупљања података;

однос ефективне величине популације и величине репродуктивно активног дела популације у појединим годинама је достигао вредности које популацију означавају као угрожену;

женке су биле дуже и теже од мужјака, а већи мужјаци успешнији у формирању амплексуса ако се посматра укупан период истраживања, али није утврђено асортативно укрштање;

кондициони индекс масе тела јединки је значајно варирао између година код оба пола, али не и између мужјака различитих репродуктивних статуса;

претпостављени реализовани фекундитет анализираних женки је значајно варирао у зависности од величине (масе) тела, као и између година истраживања.

Поглавље **Литература** садржи 295 библиографских јединица, које су адекватно цитиране.

Поглавље **Прилози** садржи опис скелетохронолошке методе чијом применом су добијени подаци о старости анализираних јединки. Иако је метода одређивања старости водоземаца на основу бојења попречних пресека костију заступљена у батрахолошким истраживањима више од тридесет година, различите лабораторије примењују различите варијанте основне процедуре. У овом поглављу су наведени детаљи припреме и извођења скелетохронолошке методе у две лабораторије: у лабораторији за истраживање биодиверзитета (Biodiversity Research Lab) професора Дана Когалничануа са Универзитета у Констанци, Румунија, и у лабораторији Одељења за цитологију Института за биолошка истраживања "Синиша Станковић" Универзитета у Београду – Института од националног значаја за Републику Србију.

Радови и конгресна саопштења из докторске дисертације

Б1. Радови у часописима међународног значаја

1. **Jovanović, B.**, Crnobrnja-Isailović, J. (2019) Fluctuations in population abundance in two anurans from Central Serbia. **Herpetozoa**, 32: 65–71 **M22**

<https://herpetozoa.pensoft.net/article/35660/list/8/>

или

https://radar.ibiss.bg.ac.rs/bitstream/handle/123456789/3462/Herpetozoa_article_35660_en_1.pdf?sequence=1

2. **Jovanović, B.**, Kessler, E.J., Ilić, M., Ćorović, J., Tomašević-Kolarov, N., Phillips, C.A., Crnobrnja-Isailović, J. (2020) Possible implications of weather variation on reproductive phenology of European common toad in southeastern Europe. **Turkish Journal of Zoology**, 44: 44-50. **M23**

<https://journals.tubitak.gov.tr/zoology/abstract.htm?id=26272>

или

<https://core.ac.uk/download/pdf/300343378.pdf>

Б2. Конгресна саопштења на скуповима међународног значаја

1. **Jovanović, B.**, Ilić, M., Ćorović, J., Tomašević-Kolarov, N., Aleksić, I., Stojadinović, D., Crnobrnja-Isailović, J. (2015). A report on variation of breeding phenology in common toad. **18th European Congress of Herpetology, Wrocław, Poland**, September 7-12 2015, 51. **M34**

2. Crnobrnja-Isailović, J., Stojadinović, D., **Jovanović B.**, Ćorović J., Ilić M., Mijatović, J., Nikolić, M., Čubrić T., Milošević DJ. (2017) Do fluctuations of local climate have impact on phenology, activity patterns and habitat requirements of selected European amphibian and reptile species? **3rd Workshop "Ecophysiology: Interactions of organisms with their environment", San Juan, Argentina**, March 15th-17th 2017, 24. **M34**

3. **Jovanović, B.**, Ilić, M., Ćorović, J., Stojadinović, D., Crnobrnja-Isailović, J. (2017) Testing sexual selection in an explosive amphibian breeder (*Bufo bufo*). **SEH 2017 19th European Congress of Herpetology, Salzburg, Austria**, September 18th-23rd 2017, Abstract Book, p.210. **M34**

Б3. Конгресна саопштења на скуповима домаћег значаја

1. Јовановић, Б., Илић, М., Ђоровић, Ј., Томашевић-Коларов, Н., Алексић, И., Стојадиновић, Д., Црнобрња - Исаиловић, Ј. (2018) Увид у утицај климатских фактора на репродуктивну фенологију локалне популације обичне крастаче (*Bufo bufo*). II конгрес биолога Србије, Кладово, 25.-30. септембар 2018, абстракти, 291. М64

Провера оригиналности докторске дисертације

Докторска дисертација кандидата **Богдана Љ. Јовановића**, број индекса **Б3025/2013**, послата је дана **19.04.2021.** на софтверску проверу оригиналности. Извештај који садржи резултате провере оригиналности ментор је добио дана **19.04.2021.**

Коришћењем програма iThenticate извршена је провера оригиналности докторске дисертације Богдана Љ. Јовановића. Извештај је показао индекс подударност од **1%**. Увидом у Извештај утврђена су подударана са примарних извора. Подударање са извора је било мање од 1%, а односило се на стандардно присутне делове докторских дисертација (називи врста, држава, институција, уобичајене скраћенице, опште фразе, стручни термини, и сл.).

На основу свега наведеног, извештај указује на оригиналност докторске дисертације кандидата **Богдана Љ. Јовановића**, под насловом: „**Утицај варирања срединских параметара на структуру популације обичне крастаче (*Bufo bufo*)**”, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

Мишљење и предлог Комисије

Докторска дисертација кандидата **Богдана Љ. Јовановића**, истраживача сарадника на Одељењу за еволуциону биологију Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић” Универзитета у Београду – Института од националног значаја за Републику Србију, „**Утицај варирања срединских параметара на структуру популације обичне крастаче (*Bufo bufo*)**”, представља значајан допринос проучавању утицаја варирања срединских параметара на структуру популација европских водоземаца у југоисточном делу њеног ареала распрострањења, пре свега имајући у виду претпостављене ефекте савремених климатских промена на опстанак популација водоземаца у овом делу Европе. Резултати ове дисертације потврђују потребу за подршком дугорочних популационих студија овог типа. Током израде докторске дисертације кандидат је показао велику посвећеност и истрајност у теренском и лабораторијском раду, као и систематичност у прикупљању и анализирању литературних података. Кандидат је током израде дисертације савладао и успешно применио различите типове морфолошких и популационих анализа, при чему је испољио висок ниво организованости, прецизности и самосталности.

На основу свега наведеног, Комисија закључује да је кандидат успешно савладао све постављене задатке и са задовољством предлаже Наставно-научном већу Биолошког факултета Универзитета у Београду да прихвати овај извештај и утврди предлог да се кандидату **Богдану Јовановићу** одобри јавна одбрана докторске дисертације у складу са важећим прописима.

КОМИСИЈА:

У Београду, 14.05.2021. године

др Драгана Цветковић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Биолошки факултет

Др Наташа Томашевић-Коларов, виши научни сарадник
Универзитет у Београду, Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић”
– Институт од националног значаја за Републику Србију

Др Јелка Црнобрња-Исаиловић, редовни професор
Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет,
Департман за биологију и екологију;
Универзитет у Београду, Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић”
– Институт од националног значаја за Републику Србију