

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

На V редовној седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Биолошког факултета, одржаној 13.03.2020. године, на основу молбе ментора, др Јелке Црнобрње-Исаиловић, редовног професора Природно-математичког факултета, Универзитета у Нишу и научног саветника 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 Јелене В. Ђоровић, истраживача сарадника на Одељењу за еволуциону биологију, Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић” – Института од националног значаја за Републику Србију, Универзитета у Београду, под насловом **„Морфолошке, физиолошке и популационе одлике периферних популација шумског гуштера (*Darevskia praticola*) у Србији”**, у саставу: др Драгана Цветковић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Биолошки факултет, др Милош Поповић, научни сарадник, Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију, др Јелка Црнобрња-Исаиловић, редовни професор, Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет, Департман за биологију и екологију; Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић” – Институт од националног значаја за Републику Србију, Универзитета 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 Ђоровић, под насловом **„Морфолошке, физиолошке и популационе одлике периферних популација шумског гуштера (*Darevskia praticola*) у Србији”**, написана је на 90 страна. На почетку дисертације приложен је сажетак на српском и енглеском језику (2 стране). Дисертација обухвата поглавља: Увод (15 страна), Циљеви (1 страна), Материјал и методе (20 страна), Резултати (21 страна), Дискусија (11 страна), Закључци (2 стране), Литература (17 страна) и Прилози (2 стране). Дисертација садржи 14 табела (у поглављу Резултати) и 27 слика (14 у поглављу Материјал и методе и 13 у поглављу Резултати), један график (у поглављу Увод), као и 2 табеле у поглављу Прилози. Поглавље Литература садржи 274 библиографске јединице.

## АНАЛИЗА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација Јелене Ђоровић обухвата истраживање морфолошких, физиолошких и популационих одлика периферних популација шумског гуштера (*Darevskia praticola*) у Србији.

Шумски гуштер (*Darevskia praticola*), одликује се дисјунктним ареалом који је подељен на источни (област Кавказа) и западни део (европски део Турске, североисточна Грчка, већи део Бугарске, западна и југозападна Румунија и Србија). У европском делу ареала распрострањење шумског гуштера је у виду већег броја изолованих популација, док се западна граница његовог ареала, са периферним популацијама, налази на територији Србије. На терену је забележено да његова активност може значајно опасти (или потпуно престати) током веома топлих дана. Претпоставља се да су популације из периферног дела ареала врсте изложене већем срединском стресу од оних које се налазе ближе центру распрострањења, да се одликују мањом фенотипском и генетичком варијабилношћу, малом густином, као и ниским нивоом толеранције варирања појединих срединских фактора, пре свега температуре и влаге.

Поглавље **Увод** је конципирано тако да прати теоријски оквир области из циљева дисертације, те су објашњени неки од основних појмова који су важни за разумевање тезе. Поглавље садржи пет тематских целина. У првој целини је представљен ареал врсте, границе ареала и специфичности периферних популација. Такође, у овој целини је описана примена моделирања еколошке нише врсте. У другој целини су описане одлике станишта врсте, тј. утицај климатских, топографских и вегетационих параметара на погодност станишта. У трећој целини су описани популациони параметри, попут густине популација, узрасне структуре и односа полова. Четврта област обухвата одлике фенотипске варијабилности у оквиру популација, којима су обухваћени величина тела, кондициони индекс јединки, а такође и показатељи развојне нестабилности. Пета област обухвата физиологију врсте и тиче се адаптација код гмизаваца које омогућавају терморегулацију и одржавања воде у организму.

У поглављу **Циљеви** је истакнуто да је предмет ове дисертације анализа фенотипских и структурних одлика периферних популација шумског гуштера на територији Србије у односу на популације ближе центру ареала врсте ради процене нивоа срединског стреса у периферним популацијама и препознавања срединских фактора који ограничавају даље ширење ареала врсте на запад, односно онемогућавају повезивање постојећих популација на територији Србије. Основни циљеви ове дисертације су били:

- разматрање потенцијалног распрострањења шумског гуштера на територији Републике Србије на основу прикупљених података о присуству врсте;
- утврђивање и упоредна анализа одлика (густина, узрасна структура и однос полова у адултном делу популације) анализираних популација и њихових станишта (тип станишта, експозиција, нагиб терена, покровност, срединске температуре, влага);
- утврђивање нивоа флукутирајуће асиметрије одабраних особина спољашње морфологије и кондиционог индекса масе као индикатора срединског стреса на узорку адултних јединки из популација шумског гуштера у Србији које обухватају и оне на западној граници ареала врсте;

- утврђивање опсега вредности телесних и оперативних температура у природи, као и преферираних телесних температура и толеранције на губитак влаге у експерименталним условима код адултних јединки шумског гуштера из одабраних популација на територији Србије.

У поглављу **Материјал и методе** детаљно су описани: (1) објекат истраживања, (2) подручје истраживања и локалитети, (3) прикупљање и обрада података и (4) статистичка анализа података.

Дат је преглед класификације, као увид у комплексну ситуацију у оквиру рода и саме врсте, услед чега је, због неслагања у таксономији, одлучено да се за име врсте користи или латинско име – *Darevskia praticola (sensu lato)* или народни назив – шумски гуштер.

Истраживање је вршено на територији Републике Србије, на десет локалитета, који су обухватили распрострањавање врсте широм државе. Они су били подељени у две групе – пет централних и пет периферних локалитета, у зависности од тога где се популације налазе у односу на централни део распрострањавања врсте на Балкану.

За моделирање еколошке нише прикупљен је велики број литературних података за западни део ареала врсте (Балканско полуострво са Румунијом), који је допуњен новим теренским налазима врсте. За описивање еколошке нише шумског гуштера коришћена су три типа срединских слојева: климатски, вегетациони и топографски. Моделирање еколошке нише рађено је помоћу „Maxent” алгоритма коришћеног у оквиру статистичког софтвера „R”. Растерски прорачуни су рађени у програму „R”, а карте су исцртане у програму „QGIS”. Направљена су два модела еколошке нише – модел ниске резолуције (променљиве у резолуцији од 1 km) и модел високе резолуције (променљиве у резолуцији од 30 m). Како би се утврдило које променљиве могу да објасне дистрибуцију шумског гуштера коришћени су „Maxent” табела доприноса променљивих и резултати „jackknife” анализе.

За карактеристике станишта и срединских параметара на сваком локалитету је забележен тип станишта, надморска висина, експозиција, нагиб терена и присутност других врста гмизаваца, док су помоћу „data logger” уређаја забележени варирање температуре, влаге и тачке росе на станишту. Како би се утврдиле одлике станишта популација и њихове потенцијалне разлике (између појединачних популација или типова популација) урађене су анализе карактеристика станишта и срединских параметара.

Прикупљање популационих података рађено је у пролеће. За процену густине популације примењена је метода линијског трансекта, док је за сакупљање података о узрасној структури и односу полова у популацијама примењена метода временски ограниченог сакупљања. За процену густине популације коришћени су подаци са оних локалитета где је више од једног истраживача учествовало у реализацији линијског трансекта. Узрасна структура је приказана као удео адултних јединки у укупном броју јединки, а однос полова као удео мужјака у укупном броју адултних јединки, које су забележене током временски ограниченог сакупљања у популацијама. Популациони подаци су сакупљени под истим условима, на свим или на једном броју локалитета, и касније су упоређени.

Такође, током временски ограниченог сакупљања су по принципу случајности прикупљане адултне јединке за морфометријске анализе. Одређиван им је пол, мерена маса и дужина тела за израчунавање кондиционог индекса и фотографисане феморалне поре и субдигиталне ламеле на четвртом прсту задњих екстремитета (на левој и десној страни тела) ради процене нивоа развојне нестабилности. За анализе величине тела, кондиционог индекса и нивоа развојне нестабилности коришћене су мере 339 јединки шумског гуштера, сакупљених на осам локалитета (око 20 мужјака и 20 женки по локалитету). Дужина и маса тела су измерени за сваку јединку како би се израчунале вредности кондиционих индекса: резидуалног индекса и скалираног масеног индекса. Феморалне поре и субдигиталне ламеле су по два пута пребројане са фотографија. Анализе вредности броја феморалних пора и броја субдигиталних ламела су указивале на присуство флукутирајуће асиметрије у свим популацијама за обе карактеристике.

У оквиру проучавања термалне биологије коришћен је протокол за који су потребне три групе температура: телесне температуре активних животиња на терену, срединске оперативне температуре (температуре модела које симулирају одговор животиња које не врше терморегулацију) и префериране телесне температуре са одабраним опсегом температура (температуре гуштера у лабораторијском термалном градијенту, које они одабирају у одсуству других еколошких ограничења). Подаци о телесним и оперативним температурама су истовремено сакупљани на терену. Подаци о оперативним температурама су добијени помоћу модела – шупљих бакарних цевчица, које симулирају термалне карактеристике гуштера термоконформера. За добијање преферираних телесних температура 19 одраслих мужјака је било изложено термалном градијенту и мерене су им телесне температуре на сваких сат времена (током осам сати). Одабрани опсег температура је процењен као централних 50% од свих телесних температура измерених у термалном градијенту. Терморегулаторна способност гуштера процењена је на основу три индекса: тачност терморегулације, ефикасност терморегулације и термални квалитет станишта.

Експеримент губитка воде испаравањем рађен је на одраслим мужјацима шумског гуштера (10 јединки) у условима снижене релативне влаге ваздуха (20-30%). Мерен је губитак масе на сат времена. Помоћу ових података израчунате су две мере релативног губитка воде: акумулативни и тренутни губитак воде. Акумулативни губитак воде пружа увид у то колики је укупни губитак воде током експеримента. Тренутни губитак воде показује губитак воде између два узастопна мерења, и помоћу њега може да се прати да ли је тренд губитка воде променљив или константан током трајања експеримента.

За све области су описани поступци статистичке анализе (провера нормалности расподеле података, дескриптивна статистика, анализе варијансе, корелације фактора). Статистичке анализе рађене су у програмима Statistica 8.0, Statistica 12 и PAST 3.25.

У поглављима **Резултати** и **Дискусија** постоји по пет тематских целина. Прва тематска целина представља резултате односно дискусију резултата моделирања еколошке нише, друга тематска целина се односи на одлике популација (густина популација, однос адултних јединки у популацијама и однос полова) и њихових станишта (карактеристике станишта и срединских параметара), трећа целина се

односи на фенотипску варијабилност (величина тела, кондициони индекси и флукутирајућа асиметрија), четврта целина обухвата термалну биологију, а пета целина обухвата губитак воде из тела испаравањем.

Нови налази шумског гуштера су делимично попунили празнину у познавању распрострањења врсте. Његов ареал је подељен планинским венцима, равницама са обрадивим површинама и заравнима дуж великих река, док су станишта шумског гуштера у већем делу ареала ограничена на фрагменте услед људских активности и крчења умерено-континенталних листопадних шума. Најпогоднија станишта се налазе у централној и источној Србији, југозападној Румунији и централној, јужној и југозападној Бугарској. Већина налаза шумског гуштера се уклапала у оквир моделом предвиђених погодних станишта, али је модел је предвидео нешто шири ареал дистрибуције. Температура током најхладније четвртине године, вегетациони покривач и нагиб терена су показали најјачи утицај у дефинисању еколошке нише шумског гуштера. Супротно очекивањима, количина падавина није имала утицаја. Подаци су указали на то да температура током зимског периода може бити пресудан фактор у обликовању нише врсте и да је ниша шумског гуштера веома уска што се тиче температуре током периода хибернације. Погодност станишта се повећавала са повећањем вегетационог покривача и нагиба терена (до одређених вредности). Модел еколошке нише је показао да су шумска станишта веома битна за распрострањење шумског гуштера и да су она веома фрагментисана у неким деловима ареала.

Станишта истраживаних популација су била у складу са биологијом врсте и опажањем да је она везана за шуме, али да се може наћи и на отвореним ливадским стаништима. Такође је забележена и преференција врсте ка брдовитим теренима. Састав врста гмизаваца на истраживаним локалитетима је био сличан, са одређеним специфичностима које се тичу присуства/одсуства врста које су означене као потенцијални предатори малих лацертидних гуштера. Анализе срединских параметара на стаништима истраживаних популација су показале да су станишта периферних популација топлија и сушнија у односу на станишта на којима живе централне популације.

Између типова популација нису утврђене статистички значајне разлике у густинама. Централне и периферне популације су имале сличну пропорцију адултних јединки и у оба типа популација су преовладавале адултне јединке Већа заступљеност адултних јединки у популацијама може бити резултат периода током којег су анализиране популације, јер су током пролећа адулти шумског гуштера активнији због сезоне парења, што је забележено и код других лацертидних гуштера. Код адултних јединки однос полова је био сличан у централним и периферним популацијама и у већини популација преовладавали су мужјаци. Овакав однос полова може бити последица саме структуре популација, а такође и веће активности и видљивости мужјака током сезоне парења (када је вршено истраживање).

Код шумског гуштера је потврђен полни диморфизам у величини тела између мужјака и женки, при чему су женке већи пол. Надморска висина, географска дужина и ширина, температура и количина падавина нису корелисане са значајним разликама у величини тела јединки шумског гуштера између централних и периферних популација.

Анализа кондиционих индекса је показала разлике између мужјака, при чему су мужјаци имали већи кондициони индекс у периферним популацијама. Разлог већег

кондиционог индекса у периферним популацијама може бити повећана примарна продукција станишта, услед разлике у климатским параметрима између централних и периферних популација. Анализе су показале да су кондициони индекси код мужјака били негативно корелисани са бројем предаторских врста гмизаваца, па су кондициони индекси били мањи у популацијама које живе на стаништима са већим бројем предаторских гмизаваца. Како је антипредаторско понашање енергетски и временски скупо, учесталије антипредаторско понашање (услед већег броја предатора) може условити смањење кондиционог стања јединки, што се поклапа са добијеним резултатима.

Потенцијални извор стреса за неке од анализираних популације шумског гуштера је губитак генетичке варијабилности због мале величине и изолације популација, као и фрагментације станишта на граници ареала. Међутим, анализе су показале да не постоје статистички значајне разлике између централних и периферних популација у нивоу флукутирајуће асиметрије (ФА). Овакви резултати могу бити последица тога што јединке у периферним популацијама могу имати високу адаптивну вредност и самим тим нижи ниво развојне нестабилности ако настају погодне фрагменте станишта. На ову могућност указују подаци добијени моделирањем еколошке нише шумског гуштера, по којима се и западније од тренутног распрострањења шумског гуштера налазе за њега повољна станишта, те услови у периферним популацијама (на западној граници арала) не доводе до повећања нивоа ФА.

Добијене вредности терморегулаторних индекса показују да шумски гуштер активно терморегулише, да тачно и ефикасно одржава телесне температуре близу одабраног опсега температура ( $T_{set}$ ). Шири опсег телесних ( $T_b$ ) и преферираних температура ( $T_{pref}$ ) у поређењу са другим лацертидним гуштерима показује умерену прецизност терморегулације. Занимљиво је запажање да су измерене  $T_b$  и  $T_{set}$  вредности код шумског гуштера ниже у односу на вредности забележене код већине лацертидних гуштера, и да су блиске вредностима  $T_b$  и  $T_{set}$  неких алпских врста гуштера. Ове сличности у  $T_b$  и  $T_{set}$  вредностима између шумског гуштера умереног подручја и алпских гуштера могу бити резултат утицаја хладнијег, засенченог станишта шумског гуштера и умерених температура током пролећа на истраживаном локалитету.

Шумски гуштер живи на засенченијим и влажнијим стаништима, у односу на друге мале лацертиде, па је почетна претпоставка била да је шумски гуштер осетљив на губитак воде, и да има висок степен губитка воде. Добијени резултати не одговарају овој хипотези, јер је експериментално показано да шумски гуштер има релативно низак губитак воде испаравањем. Проучавањем понашања, екофизиологије и дистрибуције је закључено да шумски гуштер има развијене механизме за очување воде у телу, али да су његова активност и распрострањење ограничени термалним потребама врсте, при чему је примећена асоцијација са влажним стаништима вероватно резултат одабира станишта која одговарају његовим преферираним температурама.

У поглављу **Закључци**, у кратким цртама су истакнути најважнији резултати докторске дисертације који се тичу морфолошких, физиолошких и популационих одлика истраживаних популација шумског гуштера у Србији.

Поглавље **Литература** садржи 274 библиографске јединице, које су адекватно цитиране на одговарајућим местима у тексту докторске дисертације.

Поглавље **Прилози** садржи две табеле. Једна табела је приказ поступка одабира „Махент” модела еколошке нише шумског гуштера помоћу „ENMeval” анализе која се користи за проналажење оптималних класа особина и вредности параметра регуларизације. Друга табела садржи резултате „jackknife” процене релативног значаја променљивих у моделу еколошке нише шумског гуштера.

## **РАДОВИ И КОНГРЕСНА САОПШТЕЊА ИЗ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

### **Б1. Радови у часописима међународног значаја**

1. **Ćorović, J.**, Crnobrnja-Isailović, J. (2018). Aspects of thermal ecology of the meadow lizard (*Darevskia praticola*). *Amphibia-Reptilia*, 39: 229–238. [https://brill.com/view/journals/amre/39/2/article-p229\\_8.xml](https://brill.com/view/journals/amre/39/2/article-p229_8.xml) **M22**
2. **Ćorović, J.**, Popović, M., Cogălniceanu, D., Carretero, M.A., Crnobrnja-Isailović, J. (2018). Distribution of the meadow lizard in Europe and its realised ecological niche model. *Journal of Natural History*, 52: 1909–1925. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00222933.2018.1502829> **M22**

### **Б2. Конгресна саопштења на скуповима међународног значаја**

1. **Ćorović, J.**, Popović, M., Carretero, M.A., Cogălniceanu, D., Crnobrnja-Isailović, J. (2015). Species distribution modelling of *Darevskia praticola* from the Balkan Peninsula. 18th European Congress of Herpetology, Wrocław, Poland, September 7th-12th 2015, Abstract Book, p. 26. **M34**
2. **Ćorović, J.**, Crnobrnja-Isailović, J. (2017). Insight into the thermal ecology of the meadow lizard (*Darevskia praticola*) in Serbia. 19th European Congress of Herpetology, Salzburg, Austria, September 18th-23rd 2017, Abstract Book, p. 193. **M34**
3. **Ćorović, J.**, Jovanović, B., Crnobrnja-Isailović, J. (2019). Thermal preference and evaporative water loss rates in the northwest peripheral population of the meadow lizard (*Darevskia praticola*). 20th European Congress of Herpetology, Milan, Italy, September 2nd-6th 2019. Abstract Book, p. 239. **M34**

## ПРОВЕРА ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација кандидаткиње **Јелене В. Ђоровић**, број индекса **Б3016/2012**, послата је дана **21.02.2020.** на софтверску проверу оригиналности. Извештај који садржи резултате провере оригиналности ментор је добио дана **22.02.2020.**

Коришћењем програма iThenticate извршена је провера оригиналности докторске дисертације Јелене В. Ђоровић. Извештај је показао индекс подударност од **7%**. Увидом у Извештај утврђена су подударана са 65 примарних извора. Подударање са 63 извора је било мање од 1%, са једним извором 1% и са једним извором 3%, 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 кандидаткиње **Јелене В. Ђоровић**, под насловом: **“Морфолошке, физиолошке и популационе одлике периферних популација шумског гуштера (*Darevskia praticola*) у Србији”**, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

У Београду, 24.02.2020.

Ментор

---

др Јелка Црнобрња-Исаиловић,  
редовни професор и научни саветник,  
Универзитет у Нишу - Природно-математички факултет и  
Универзитет у Београду - Институт за биолошка  
истраживања „Синиша Станковић”  
– Институт од националног значаја за Републику Србију



## МИШЉЕЊЕ И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Докторска дисертација кандидата Јелене Ђоровић, истраживача сарадника на Одељењу за еволуциону биологију, Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић” – Институт од националног значаја за Републику Србију, Универзитет у Београду, „**Морфолошке, физиолошке и популационе одлике периферних популација шумског гуштера (*Darevskia praticola*) у Србији**”, представља оригиналан допринос познавању биологије врсте *D. praticola* јер пружа увид у недовољно познате аспекте морфологије, екофизиологије и структуре периферних популација из западног дела ареала распрострањења овог лацертидног гуштера.

Да би одговорила на питања садржана у задатим циљевима истраживања, кандидаткиња је током израде дисертације морала да обави захтевна теренска истраживања, овлада специфичним експерименталним процедурама и примени различите типове анализа (морфолошке, екофизиолошке, популационе, екогеографске), односно да комбинује стечена знања из неколико биолошких дисциплина, при чему је испољила висок ниво прецизности, систематичности и самосталности.

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

У Београду, 20.03.2020. године.

**КОМИСИЈА:**

---

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

---

др Милош Поповић, научни сарадник  
Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет,  
Департман за биологију и екологију

---

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