

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ - БИОЛОШКОГ ФАКУЛТЕТА

На VI редовној седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Биолошког факултета, одржаној 12.04.2019. године, на основу молбе ментора, др Анђељка Петровића, ванредног професора Универзитета у Београду - Биолошког факултета, и др Стефана Скорића, научног сарадника Универзитета у Београду - Института за мултидисциплинарна истраживања, одређена је Комисија за преглед и оцену докторске дисертације Марка Б. Раковића, под насловом: „Утицај ледених доба на филогеографске обрасце шумских птица *Phylloscopus collybita*, *Prunella modularis* и *Certhia familiaris*“, у саставу:

1. Др Анђељко Петровић, ванредни професор Универзитета у Београду – Биолошког факултета, ментор;
2. Др Стефан Скорић, научни сарадник Универзитета у Београду – Института за мултидисциплинарна истраживања, ментор;
3. Др Милан Плећаш, доцент Универзитета у Београду – Биолошког факултета, члан.

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

ИЗВЕШТАЈ

Општи подаци о докторској дисертацији

Докторска дисертација Марка Б. Раковића написана је на 126 страна и садржи 26 графичких прилога (комплета слика) и 11 табела. Текст ове докторске дисертације се састоји од 7 поглавља: 1. Увод (18 страна), 2. Циљеви рада (1 страна), 3. Материјал и методе (19 страна), 4. Резултати (46 страна), 5. Дискусија (23 стране), 6. Закључци (2 стране) и 7. Литература (17 страна). Поред текста, дисертација садржи и насловну страну на српском и енглеском језику, страну са подацима о ментору и члановима Комисије,

Захвалницу, Резиме на српском и енглеском језику, Садржај, Биографију, Прилоге са списковима коришћених узорака, као и Изјаву о ауторству, Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјаву о коришћењу.

Експериментални део ове докторске дисертације је урађен у Природњачком музеју у Београду, и у лабораторији Института CIBIO (Centro de Investigaçao em Biodiversidade e Recursos Genéticos), Универзитета у Порту, Португал.

Анализа докторске дисертације

У поглављу **Увод**, дате су основне карактеристике проучаваних врста птица (*Phylloscopus collybita*, *Prunella modularis* и *Certhia familiaris*), као и преглед најновијих таксономских, генетичких и филогеографских истраживања датих врста птица. Дат је преглед глацијалних рефугијума у Евроазији, као и парадигми насељавања северног дела Европе из јужних рефугијума за време интерглацијала. Посебан део Увода је посвећен утицају ледених доба на генетичку разноврсност и еволуциону историју врста, као и утицају на филогеографске обрасце птица Евроазије.

У оквиру поглавља **Циљеви рада**, истакнути су задаци, као и специфична питања на која би ова дисертација требало да пружи одговоре. Један од циљева био је идентификација хаплотипова на основу митохондријалних и нуклеарних гена у популацијама истраживане три врсте шумских птица. Даље, предложено је израчунавање генетичких дистанци и реконструкција филогенетских односа на интраспецијском нивоу на основу секвенци датих гена. Додатни циљеви били су да се утврди време раздвајања филогенетских линија у оквиру врста, да се открију места рефугијума током глацијалног периода и утврди правац реколонизације северног дела Евроазије. Такође одређивање присуства хибридних зона између различитих филогенетских линија у оквиру врста је увршћено међу главне циљеве.

У поглављу **Материјал и методе**, наведени су сви анализирани таксони, као и локалитети са којих су узорци сакупљани (више од 50 локалитета широм Евроазије). Елабориран је поступак узорковања крви, ткива и перја на терену. Затим је до детаља наведен опис изоловања ДНК, умножавања и секвенцирања. Такође је описан поступак извођења филогеографских анализа. У оквиру овог дела посебно су елабориране анализе

реконструкције филогенетских стабала, процене времена раздвајања филогенетских линија као и популационо-генетичке анализе.

У поглављу **Резултати**, представљени су детаљни описи резултата филогеографских анализа одвојени у три посебна подпоглавља у оквиру истраживаних врста птица. Код обичног звиждка (*Phylloscopus collybita*) представљено је добијено митохондријално филогенетско стабло, као и процене раздвајања филогенетских линија. У оквиру ове врсте постоји шест филогенетских линија различите старости које су се одвојиле током плеистоценских глацијација. Добијене филогенетске линије одговарају описаним подврстама у оквиру обичног звиждка. По први пут је регистрована нова, до сада непозната популација на планини Хермон у Израелу која се састоји од јединки из три филогенетске линије. Једна од три филогенетске линије са планине Хермон је нова и представља реликтну популацију која има јединствену еволуциону историју. Обични звиждак је период глацијација преживео у рефугијумима на Апенинском и Балканском полуострву, на подручју Кавказа, северног дела Ирана и јужног дела Туркменистана, подручју Леванта, као и на подручју средњег дела Азије. Реколонизација севера Евроазије текла је из неколико праваца. Западну и централну Европу населила је филогенетска линија пореклом са Апенинског полуострва, источну Европу филогенетска линија пореклом са Балканског полуострва, подручје Азије је населила филогенетска линија пореклом из средњег дела Азије. Филогенетске линије пореклом из различитих рефугијума су правиле хибридне зоне на местима сусретања на подручју Евроазије. У оквиру обичног попића (*Prunella modularis*) постоје три филогенетске линије које су се одвојиле од заједничког претка током плестоценских глацијација. Ове филогенетске линије су период глацијација преживеле на подручју четири рефугијума, на Пиринејском, Апенинском, Балканском полуострву и Кавказу. Апенинско и Балканско полуострво су представљали заједнички рефугијум за филогенетску линију која је населила подручје Европе из овог рефугијума. Анализе протока гена код обичног попића су потврдиле хипотезу о насељавању севера Европе из датог заједничког рефугијума. Популације са подручја Пиринејског полуострва и Кавказа су еволуирале независно и нису учествовале у реколонизацији севера Европе. Код ове врсте нису утврђене хибридне зоне. Анализом митохондријалног гена код краткокљуног пузића (*Certhia familiaris*) добијено је филогенетско стабло које се састоји од две главне филогенетске линије. Старија

филогенетска линија се састоји од јединки које насељавају Кавказ и острво Корзику и представља палеоендемичну филогенетску линију која до сада није била позната, док је друга филогенетска линија издељена на три млађе филогенетске линије. Популационо генетичким анализама је утврђено да је рефугијум био негде на простору централне Азије и да је Европа насељена два пута из правца истока. Први пут популације са простора целе Европе су нестале осим на подручју острва Корзике и Кавказа, и након тога дошло је до још једног колонизационог таласа. Код ове врсте нису нађене хибридизационе зоне између филогенетских линија.

Поглавље **Дискусија** обухвата разматрање добијених резултата и њихово поређење са доступним публикованим подацима који су у вези са испитиваном проблематиком. Указано је на сва значајна и нова сазнања у овој докторској дисертацији, са критичким освртом на резултате других истраживања у овој области. Код обичног звиждка указано је да филогенетске линије одговарају описаним подврстама, и да су по први пут филогеографски обрађене популације са подручја Малог Кавказа и Закавказја, где је откривена хибридна зона између подврста *mezbiери* и *caucasica*. Такође описана је и хибридна популација са подручја Израела где се до сада није знало да се ова врста гнезди. Дискутовано је и присуство обрасца перипатричке специјације која је један од главних модалитета специјације код птица умерених и бореалних предела. Присуство јединки филогенетске линије која припада подврсти *tristis* је забележено знатно западније него што је раније било познато, а слично је и са подврстом *abietinus*. Варијација нуклеарног гена у односу на митохондријани ген је била значајно мања и закључено је да три фактора могу да објасне овај добијени образац. Предложене су таксономске промене у оквиру обичног звиждка које прате образац варијације филогенетских линија. Такође дискутовани су рефугијуми и правци реколонизације севера Евроазије. Код обичног попића анализе митохондријалног гена, вишелокусне анализе, анализе разграничења врста, процене протока гена се слажу једне са другима и јасно доказују постојање три различите, еволутивно независне групе популација. Дискутован је образац насељавања северне Европе са подручја Балканског и Апенинског полуострва који су вероватно били заједнички рефугијум. Затим су продискутоване различите процене времена раздвајања филогенетских линија користећи митохондријални ген у односу на коришћење само нуклеарних гена. И на крају је дат упоредни приказ насељавања северног дела Европе из

јужних рефугијума код неколико врста птица и других врста животиња и биљака. Предложено је постојање три одвојене врсте које представљају три регистроване филогенетске линије у оквиру обичног попића. Код краткокљуног пузића дискутован је до сада непознати филогенетски образац и постојање палеоендемичне филогенетске линије која насељава острво Корзику и Кавказ. Такође дискутована је и разлика у добијеним митохондријалним и нуклеарним филогенетским стаблима и узроцима неслагања. Објашњени су правци реколонизације Европе из правца источног рефугијума, као и до сада непознати и јединствени биогеографски образац распрострањења филогенетских линија. Упоредно је и постојање глацијалних рефугијума на подручју острва у Средоземљу и њихова улога у специјацији птица на простору Европе. Посебан део је посвећен заштити ендемичних и реликтних популација птица у Европи. На крају, сумирана су сва досадашња знања о постојању рефугијума на подручју Евроазије, као и правцима насељавања северног дела Евроазије из јужних рефугијума ове три истраживане врсте и упоређивање са публикованим студијама.

У **Закључцима** је у сажетој форми дато сумирање најважнијих информација наведених у поглављима Резултати и Дискусија, чиме је истакнут научни значај докторске дисертације кандидата.

У поглављу **Литература**, наводи се листа од 162 библиографске јединице. Наведене референце се односе на области истраживања од значаја за докторску дисертацију, тако да доприносе објашњењу добијених резултата. Кандидат је навео најважније изворе података релевантне за тему докторске дисертације, а посебно је значајно то што је укључио велики број нових литературних извора, публикованих у последњих пар година (укључујући и текућу, 2019. годину), чиме је потврдио да прати савремене научне токове у свету из релевантне области.

Радови и конгресна саопштења из докторске дисертације

Б1. Радови у часописима међународног значаја

1. Drovetski S., Fadeev I., Raković M., Lopes R., Boano G., Pavia M., Koblik E., Lohman Y., Red'kin Y., Aghayan S., Reis S., Drovetskaya S., Voelker G. (2018): A test of the European Pleistocene refugial paradigm, using a Western Palaearctic endemic bird species. *Proceedings of the Royal Society B*. 285. **(M21a)** <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1606>
2. Raković, M., Neto, J., Lopes, R., Koblik, E., Fadeev, I., Lohman, Y., Aghayan, S., Boano, G., Pavia, M., Perlman, Y., Kiat, Y., Ben Dov, A., Collinson, M., Voelker, G., Drovetski, S. (2019): Geographic patterns of mtDNA and Z-linked sequence variation in the Common Chiffchaff and the 'chiffchaff complex'. *PLOS ONE* 14 (1): e0210268. **(M21)** <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210268>
3. Pons, JM., Thibault, J C., Fournier, J., Olioso, G., Raković. M., Florenzano, GT., Fuchs, J. (2015): Genetic variation among Corsican and continental populations of the Eurasian treecreeper (Aves: *Certhia familiaris*) reveals the existence of a palaeoendemic mitochondrial lineage. *Biological Journal of the Linnean Society* 115 (1):134 – 153. **(M23)** <https://doi.org/10.1111/bij.12485>

Б2. Конгресна саопштења на скуповима међународног значаја

1. Raković, M., Drovetski, S. (2010): Admixture of different mitochondrial DNA clades of forest species in Balkan region. 3rd International Eurasian Ornithology Congress; April 8-11, Mytilini, Greece, Abstract Book: 31. **(M34)**
2. Raković M., Drovetski S. (2013): Mitochondrial and nuclear markers show complex history of Chiffchaff (*Phylloscopus collybita*) in Eurasia. BioSyst.EU conference, February 18-22, Vienna, Austria. Book of Abstracts: 172. **(M34)**
3. Raković, M., Neto, J., Lopes, R., Collinson, M., Koblik, E., Fadeev, I., Lohman, Y., Aghayan, S., Boano, G., Pavia, M., Perlman, Y., Kiat, Y., Ben Dov, A., Voelker, G. & Drovetski, S. (2017): Geographic patterns of mtDNA and Z-linked sequence variation in the common chiffchaff. *Biological diversity and conservation problems of the fauna*

of the Caucasus, September 27 - 29, Yerevan, Republic of Armenia. Book of Abstracts: 359-360. **(M34)**

4. Raković, M. (2017): Geometric morphometric of bill shape and molecular analyses define subspecies in the chiffchaff hybrid zone. 10th International Meeting of European Bird Curators, October 17-19, Paris. Book of Abstracts: 29. **(M34)**

Мишљење и предлог Комисије

Комисија сматра да је истраживање у оквиру докторске дисертације кандидата Марка Б. Раковића под насловом „Утицај ледених доба на филогеографске обрасце шумских птица *Phylloscopus collybita*, *Prunella modularis* и *Certhia familiaris*“ засновано на савременим сазнањима и да је адекватно и прецизно спроведено. Докторска дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме и садржи све релевантне елементе неопходне за овакву врсту рада. Добијени резултати су прегледни, јасни, добро критички продискутовани и представљају значајан допринос познавању филогеографије истраживане три шумске врсте птица, а такође представљају и прве податке овог типа где су сви рефугијуми датих врста анализирани. Резултати истраживања ове докторске дисертације публиковани су у три рада у међународним часописима (1 – M21a, 1 – M21 и 1 – M23) и саопштени су на четири међународна научна скупа.

На основу свега претходно наведеног, мишљења смо да је кандидат у потпуности испунио задатке које је пред себе поставио пре израде дисертације. Комисија за преглед и оцену докторске дисертације предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Биолошког факултета да прихвати овај Извештај.

КОМИСИЈА:

У Београду, 15.04.2019. године

Др Анђелко Петровић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Биолошки факултет

Др Стефан Скорић, научни сарадник
Универзитет у Београду - Институт за мултидисциплинарне студије

Др Милан Плећаш, доцент
Универзитет у Београду – Биолошки факултет