

Биолошки факултет
Број захтева:50/126-1
Датум: 14. 6. 2024.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋУ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ПРИРОДНИХ НАУКА

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно чл. 48 ст. 5 тач. 3) Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр. 201/2018, 207/2019, 213/2020, 214/2020, 217/2020, 230/21, 232/22, 233/22 и 236/22), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

„Ефекти урбанизације на генетички и морфолошки диверзитет популација жутогрлог миша *Apodemus flavicollis* (Mammalia, Rodentia) на подручју Београда”

НАУЧНА ОБЛАСТ: Биолошке науке.

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата:

Алекса М. Рончевић

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Универзитет у Београду – Биолошки факултет.

3. Година дипломирања: 2020.

4. Година уписа на докторске студије: 2021/2022.

Универзитет у Београду - Биолошки факултет

5. Назив студијског програма докторских студија: Биологија, модул: Еволуциона биологија.

6. Датум подношења пријаве теме докторске дисертације: 29. 4. 2024.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

А:

Име и презиме ментора: **др Ивана Будински,**

Звање: виши научни сарадник, Универзитет у Београду - Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“, Институт од националног значаја за Републику Србију.

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Budinski I**, Jojić V, Jovanović V M, Bjelić-Čabrilo O, Paunović M, Vujošević M (2015) Cranial variation of the greater horseshoe bat *Rhinolophus ferrumequinum* (Chiroptera: Rhinolophidae) from the central Balkans. *Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology* 254: 8-14.
2. Jojić V, **Budinski I**, Blagojević J, Vujošević M (2015) Mandibular and cranial modularity in the greater horseshoe bat *Rhinolophus ferrumequinum* (Chiroptera: Rhinolophidae). *Hystrix - the Italian Journal of Mammalogy* 26(2): 163-165.
3. **Budinski I**, Blagojević J, Jovanović VM, Pejić B, Adnađević T, Paunović M, Vujošević M (2019) Population genetic structure of the Mediterranean horseshoe bat *Rhinolophus euryale* in the central Balkans. *PLOS ONE* 14(1): e0210321.
4. **Budinski I**, Jovanović VM, Pejić B, Blagojević J, Rajičić M, Paunović M, Presetnik P, Vujošević M (2019) Mitochondrial phylogeography of the Mediterranean horseshoe bat on the Balkan Peninsula. *Archives of Biological Sciences* 71(4): 767-774.
5. Jojić V, Čabrilo B, Bjelić-Čabrilo O, Jovanović VM, **Budinski I**, Vujošević M, Blagojević J (2021) Canalization and developmental stability of the yellow-necked mouse (*Apodemus flavicollis*) mandible and cranium related to age and nematode parasitism. *Frontiers in Zoology* 18(55): 1-8.

Б:

Име и презиме ментора: **др Драгана Цветковић,**

Звање: ванредни професор, Универзитет у Београду - Биолошки факултет.

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Miljković D, Selaković S, Vujić V, Stanisavljević N, Radović S & **Cvetković D**. Patterns of herbivore damage, developmental stability, morphological and biochemical traits in female and male *Mercurialis perennis* in contrasting light habitats. *Alpine Botany* 2018, 128(2): 193-206.

2. Selaković S, Vujić V, Stanisavljević N, Jovanović Ž, Radović S & **Cvetković D.** Ontogenetic stage, plant vigor and sex mediate herbivory loads in a dioecious understory herb. *Acta oecologica* 2017, 85: 184-190.
3. Vujić V, Rubinjoni L, Selaković S, **Cvetković D.** Small-scale variations in leaf shape under anthropogenic disturbance in dioecious forest forb *Mercurialis perennis*: a geometric morphometric examination. *Arch Biol Sci* 2016, 68:705-713.
4. Selaković S, Stanisavljević N, Vujić V, Rubinjoni L, Jovanović Ž, Radović S, **Cvetković D.** 2018. Light and sex interplay: differential herbivore damage in sun and shade in dioecious *Mercurialis perennis*. *Arch Biol Sci.* 70, 469-479.
5. Jojić V, Nenadović J, Blagojević J, Paunović M, **Cvetković D,** Vujošević M. Phenetic relationships among four *Apodemus* species (Rodentia, Muridae) inferred from skull variation. *Zoologischer Anzeiger* 2012, 251: 26–37.

Обавештамо вас да је Наставно-научно веће Универзитета у Београду-Биолошког факултета, на седници одржаној 14. 6. 2024. год. размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

Декан Биолошког факултета

Проф. др Љубиша Станисављевић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.
3. Електронска верзија
4. Потврда Етичке комисије



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

50/126 - 14. 6.

2024.

На основу члана 96. Закона о високом образовању, члана 62. став 1. тачка 12. Статута Универзитета у Београду-Биолошког факултета и члана 29. Правилника о докторским студијама на Универзитету у Београду-Биолошком факултету, бр: 15/276 од 07.09.2018; 15/122 од 14.06.2019.; 15/132 од 11.09.2020. године., Наставно-научно веће Факултета, на VIII редовној седници одржаној 14. 6. 2024. године, донело је

О Д Л У К У

о прихватању теме докторске дисертације и одређивању ментора

На основу Извештаја Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације прихвата се тема докторске дисертације и одређује ментор кандидату:

Алекси М. Рончевићу, мастер биолог, студијског програма докторских студија: Биологија, модул: Еволуциона биологија, под називом:

„Ефекти урбанизације на генетички и морфолошки диверзитет популација жутогрлог миша *Apodemus flavicollis* (Mammalia, Rodentia) на подручју Београда”

За менторе се одређују:

1. др Ивана Будински, виши научни сарадник, Универзитет у Београду - Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић”, Институт од националног значаја за Републику Србију,
2. др Драгана Цветковић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Биолошки факултет.

Декан Биолошког факултета

Проф. др Љубиша Станисављевић

Доставити:

- Универзитету у Београду,
- докторанту,
- ментору;
- Стручној служби Факултета

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ БИОЛОШКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

На VII редовној седници Наставно-научног већа Биолошког факултета Универзитета у Београду одржаној 13.5.2024. године, одређени смо у Комисију за оцену испуњености услова и научне заснованости предложене теме за израду докторске дисертације **Алексе М. Рончевића**, под насловом: „Анализа ефеката урбанизације на генетички и морфолошки диверзитет популација жутогрлог миша *Apodemus flavicollis* (Mammalia, Rodentia) на подручју Београда”.

На основу поднете документације и увида у досадашњи рад **Алексе М. Рончевића**, Комисија подноси Наставно-научном већу Биолошког факултета Универзитета у Београду следећи:

ИЗВЕШТАЈ

А. Биографија:

Општи подаци:

Име, средње слово и презиме: Алекса М. Рончевић

Датум и место рођења: 12.09.1997. Београд

Образовање:

2016-2020. Основне академске студије: Студијски програм Биологија (модул Биологија), Биолошки факултет, Универзитет у Београду;

2020-2021. Мастер академске студије: Студијски програм Биологија (модул Примењена генетика), Биолошки факултет, Универзитет у Београду;

2021-тренутно Докторске академске студије, модул Еволуциона биологија, Биолошки факултет, Универзитет у Београду.

Запослење:

28.2.2022-тренутно истраживач приправник, Одељење за генетичка истраживања, Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ - Институт од националног значаја за Републику Србију, Универзитет у Београду

Курсеви:

- Студентска летња стручна пракса у лабораторији за медицинску генетику Института за здравствену заштиту мајке и детета „Др Вукан Чупић“, 2-6.9.2019, Београд, Србија;
- Летња школа молекуларне биологије са темом „Секвенционирање једарног материјала појединачних ћелија“, 9-11.9.2019, Институт за биологију мора, Котор, Црна Гора;
- „Problems and Obstacles in Geometric Morphometrics 2“, 18-19.10.2023, Београд, Србија;
- Курс биоинформатике (ИБИСС), 15-19.1.2024, Београд, Србија

Пројекти:

2022-2024 Пројекти Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије, Уговори бр. 451-03-68/2022-14/200007 (2022), 451-03-47/2023-01/200007 (2023), 451-03-66/2024-03/200007) (2024) – Универзитет у Београду, Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ – Институт од националног значаја за Републику Србију (РС-200007)

Чланство у научним друштвима:

Друштво генетичара Србије.

Страни језици:

Енглески

Посебне активности и награде:

2017-2018. Добитник стипендије Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије;

2018-2022. Добитник стипендије за изузетно надарене студенте Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије;

2024. Члан организационог одбора „5th В Chromosome Conference“, 14-17.10.2023. Петница, Србија (<https://5thbcc.com/organization/>).

Б) Библиографија:

Б1. Радови у часописима међународног значаја

1. Bajić, B., Budinski, I., Rajičić, M., Miljević, M., **Rončević, A.**, & Blagojević, J. (2024). A first look at mitochondrial genetic diversity in *Miniopterus schreibersii* in Serbia. Archives of Biological Sciences 76(1), 103-110 <https://doi.org/10.2298/ABS240208006B>
2. **Rončević, A.**, Savković, U., Đorđević, M., Vlajnić, L., Stojković, B., & Budečević, S. (2024). Sex-specific consequences of host shift for morphology and fluctuating asymmetry in a seed beetle: an experimental evolution approach. Entomologia Experimentalis et Applicata. <https://doi.org/10.1111/eea.13453>

Б4. Конгресна саопштења на скуповима међународног значаја штампана у изводу

1. **Rončević, A.**, Rajičić, M., Budinski, I., Miljević, M., Bajić, B., Adnađević, T., Blagojević, J. (2022). The effects of urban habitats on morphological variations of a skull in populations of yellow-necked mice *Apodemus flavicollis*. In Abstract book: 6th Congress of Ecologists of the Republic of North Macedonia, with International Participation; 2022 Oct 15-18; Ohrid, North Macedonia Skopje: Macedonian Ecological Society., 165.
2. Đurić, D., **Rončević, A.**, Cvetković, D. (2022). Lessons from the distant past: what can fossil reptile finds teach us about coping with climate change? In Abstract book: 6th Congress of Ecologists of the Republic of North Macedonia, with International

- Participation; 2022 Oct 15-18; Ohrid, North Macedonia Skopje: Macedonian Ecological Society., 120.
3. Blagojević, J., Rajičić, M., Adnađević, T., Budinski, I., Bajić, B., Miljević, M., **Rončević, A.**, Vujošević, M. (2023). B chromosomes in urban populations of yellow-necked wood mice, *Apodemus flavicollis* (Mammalia, Rodentia). In Book of Abstracts: 17th Rodens et spatium; 2023 May 22-26; Valladolid, Spain Valladolid: Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid., 30.
 4. Rajičić, M., Miljević, M., Bajić, B., Budinski, I., **Rončević, A.**, Vujošević, M., & Blagojević, J. (2023). B chromosome inheritance in *Apodemus flavicollis*. In Abstracts: International conference: Chromosome 2023; 2023 Sep 5-10; Novosibirsk, Russia Novosibirsk: Institute of Molecular and Cellular Biology SB RAS., 42.
 5. Blagojević, J., Malkov, S., Rajičić, M., **Rončević, A.**, Budinski, I., Bajić, B., Miljević, M., & Vujošević, M. (2023). Variation in the frequency of B chromosomes in small isolated populations of *Apodemus flavicollis*. In Meeting Abstracts from the 5th B Chromosome Conference; 2023 Oct 14-17; Petnica, Serbia Springer Nature, 33.
 6. Rajičić, M., Bajić, B., Budinski, I., Miljević, M., **Rončević, A.**, & Blagojević, J. (2023). B chromosomes of the bat species *Nyctalus leisleri* from Serbia. In Meeting Abstracts from the 5th B Chromosome Conference; 2023 Oct 14-17; Petnica, Serbia Springer Nature, 33.
 7. Budečević, S., **Rončević, A.**, Đorđević, M., Vljanić, L., Stojković, B., Pešić, S., Vukajlović, F., Predojević, D., Mitrovski Bogdanović, A., Stojković, O., & Savković, U. (2023). Experimentally induced host-shift changes morphology and fluctuating asymmetry in sex-specific manner in a seed beetle: an experimental evolution approach. In Book of abstracts: 12th European Congress of Entomology: ECE 2023 Crete; 2023 Oct 16-20; Heraklion, Greece Hellenic Entomological Society., 362-363.
 8. Rajičić, M., Miljević, M., Bajić, B., Budinski, I., **Rončević, A.**, & Blagojević, J. (2024). The prevalence of *Borrelia burgdorferi sensu lato* in *Apodemus* species, the most common small mammal In Belgrade forests. in Book of abstracts: 26th Symposium of epizootiologist and epidemiologist; 2024 Apr 10-12; Banja Koviljača, Serbia Belgrade: Serbian Veterinary Society, Section for Zoonoses., 192-193.

V. Тема докторске дисертације:

Наслов дисертације:

„Анализа ефеката урбанизације на генетички и морфолошки диверзитет популација жутогрлог миша *Apodemus flavicollis* (Mammalia, Rodentia) на подручју Београда“.

Полазне основе:

Промена генетичког и морфолошког диверзитета у нативним популацијама различитих таксона у условима урбанизације представља један од врло актуелних истраживачких проблема у еволуционим и популационо генетичким студијама. Све чешће се говори о еволуцији у урбаним срединама [1]. Урбанизација, процес трансформације природних средина у урбане, за последицу има упадљиве промене услова средине, чиме се ремете дистрибуција нативних врста и њихове дотадашње међусобне интеракције, као и интеракције са средином. Ипак, кључне одреднице диверзитета врста, њиховог састава и бројности популација у градовима, јесу промене и процеси који доводе до фрагментације, деградације и губитка станишта.

Фрагментација и губитак станишта доводе до смањења величине популација и њиховог генетичког диверзитета, чиме је њихова подложност деловању стохастичких процеса увећана [2]. Пошто се процеси фрагментације и губитка станишта углавном одвијају истовремено, њихови ефекти на популације могу бити резултанта истосмерних, или супротстављених еволуционих механизма. Измењени услови средине иницирају да организми путем различитих понашајних, физиолошких, или морфолошких реакција одговоре на дате промене.

Кретање између урбаних фрагмената подразумева и преношење генетичког материјала, а сматра се да је проток гена остварен тек када се јединка репродукује на новој локацији. Нови алели у популацији могу повећавати фитнес, међутим, они могу имати и нижу адаптивну вредност, што може довести до аутбридинг депресије (енг. *outbreeding depression*). Запажено је да је ефекат смањеног протока гена у градовима израженији зато што су селективни притисци делотворнији и разнолики, и то на малим просторним скалама. Врсте са већом стопом генетичке размене између популација су под мањим притиском урбане фрагментације, док су популације које су међусобно изоловане под значајним утицајем генетичког дрифта, чија се ефикасност повећава што је популација мања и изолованија, јер је тиме омогућено да трансгенерацијска разлика у алелским учесталостима буде већа. С тим у вези, тек одвојеној популацији ће, услед ефекта оснивача (енг. *founder effect*), потпуно насумично припасти само део пређашње укупне варијабилности, што значи да ће новооснована популација имати нижу генетичку варијансу. Сличан сценарио може се одиграти уколико популација прође кроз „уско грло“ (енг. *bottleneck*) услед велике флукуације у својој бројности, чиме се такође могу изгубити многи алели [3]. С обзиром на то да су локална адаптација и диверзификација популација последица међусобне изолованости фрагмената, губитак генетичког диверзитета унутар популација и повећање генетичке диференцираности између њих, представљају образац реакције популација на урбанизацију праћену фрагментацијом станишта. У таквим околностима очекује се повећана структурираност популације на релативно малом простору.

Фенотипска варијабилност настаје као резултат истовременог деловања генетичких и срединских фактора, и обухвата све остварене или могуће фенотипске варијанте. Механизми регулације развића делују у правцу смањивања фенотипске варијабилности, док стресогени чиниоци, вишеструко увећани у урбаним срединама, доводе до њеног раста. Разлог томе је ремећење регулаторних механизма на молекуларном нивоу, што за

последницу може имати промене у развојним путањама и/или испољавање прикривене генетичке варијабилности, што се нарочито манифестује на морфолошком нивоу. Каналисаност развића и развојна стабилност су, поред морфолошке интеграције, два најзначајнија својства фенотипске варијабилности. Каналисаност развића представља способност организма да упркос генетичким и срединским сметњама прати предетерминисану развојну путању. Ниво каналисаности није исти за све фенотипске особине и високо је корелисан са функционалним значајем особине. Развојна стабилност подразумева способност организма да генерише билатерално симетричан фенотип, јер обе стране организма поседују исти генотип. Каналисаност развића лимитира фенотипско варирање између индивидуа, док развојна стабилност то остварује на индивидуалном нивоу. Мера развојне нестабилности назива се флукутирајућа асиметрија, и представља случајна одступања од идеално симетричног фенотипа [4].

Велики градови су идеално подручје за испитивање ефеката фрагментације станишта на живим системима [5]. Грађевине са својом пратећом инфраструктуром, коловозима и тротоарима, образују урбани матрикс или сиви простор (енг. *grey space*), који пресеца и/или изолује пре-урбана природна станишта, препозната у литератури као зелени простор (енг. *green space*) или урбани фрагменти зелених површина (енг. *patches*). Урбани матрикс није униформно конституисан, већ је сачињен од мозаика различитих типова површина. То је посебно изражено у рубним подручјима градова, тако да ефекат изолованости урбаних фрагмената није подједнако изражен. Додатно, урбане средине могу бити окружене агрономским површинама које, иако саме по себи нису физичка баријера кретању, могу представљати еколошку баријеру, нарочито за типичне шумске врсте.

Мали сисари су најчешћа сисарска група у листопадним шумама. Такође, важна су компонента биодиверзитета и у урбаним срединама, где су превасходно везани за преостале зелене фрагменте, мада неке врсте могу залазити и у зону урбаног матрикса у потрази за храном. Богатство врста малих сисара корелисано је са величином зелених урбаних фрагмената, степеном фрагментисаности, близином стамбених блокова, доступношћу ресурса, као и степеном преклапања еколошких ниша. Нестабилност станишта и њихово ремећење на микро- и макро- нивоу, готово по правилу утичу на дистрибуцију заједнице малих сисара [6]. Због свега наведеног, мали сисари представљају погодан модел организам у еволуционој биологији, екологији и конзервационој биологији, зато што, за разлику од ретких или крупнијих врста, омогућавају предвиђање одговора на различите срединске промене.

Предмет докторске дисертације

Предмет ове докторске дисертације јесу популације жутогрлог миша, *Apodemus flavicollis*, на територији града Београда. Шумски фрагменти које насељавају разликују се према величини, својствима средине која их окружује (урбани матрикс, агрономске површине, или чине континуум са природном средином) и времену почетка урбанизације [7]. Популације које су објекат истраживања разликују се и у положају у односу на реку Саву, која представља природну баријеру. Локалитети Кошутњак, Миљаковачка шума, Ада Циганлија, Степин Луг, Авала, и Липовичка шума налазе се на десној обали Саве, док су популације шуме поред ауто-пута Београд – Загреб и Бојчинска шума североисточно од Саве, на њеној левој обали. Све ове популације представљају фрагменте јединствених

популација леве и десне обале Саве, које су се услед антропогеног деловања, трансформисане у субпопулације. Захваљујући извесној просторној комуникацији која је постојала на свакој страни реке засебно, претпоставља се да су чиниле метапопулацију, међутим, с порастом притиска урбанизације, испрва путем екстензивне пољопривреде, а после индустријализацијом и трансформацијом пољопривредних површина у сиви простор, бројност малих зелених површина и зелених коридора у граду опадала је, и везе међу побројаним локалитетима су слабиле, док је степен изолације растао, чиме је нарушена структурна и функционална повезаност. Поред шума на територији града Београда, биће анализирана и природна популација са планине Цер, која ће послужити као контролна популација због драстично мањег антропогеног притиска коме је изложена. Скорашњи подаци, добијени морфолошком анализом 14 различитих врста глодара, међу којима је била и врста *A. flavicollis*, показују да су чак и популације руралних подручја, упркос извесном људском присуству у виду интензивне пољопривреде и пратећег загађења ђубривима и пестицидима, крчења шума, или путне мреже, погодна контролна група за испитивање ефеката урбанизације на урбаним популацијама [8].

Генетички диверзитет представља укупну генетичку разноврсност популације. Процена генетичке варијабилности врши се уз помоћ различитих полиморфних маркера. Микросателити (енг. *STRs, short tandem repeats*) су високо специфични маркери, погодни за једноставно упоређивање и интерпретацију генетичких разлика између јединки и популација. С обзиром на то да је генетичка варијабилност својство популација, могуће је на основу процене генетичке варијабилности популација жутогрлог шумског миша *A. flavicollis* у шумама Београда, стећи увид у то како фрагментација природних станишта, услед урбанизације, утиче на нативне популације. У многоме другачији услови урбане средине грубо дестабилизују популације, повећавајући ризик од нестајања, али и вероватноћу рапидних еволуционих промена. До сада је објављено само једно истраживање које испитује генетичку структуру популација жуторгрлог шумског миша у урбаним условима. Анализиране су популације на територији Варшаве, с том разликом што се код њих показало да је аутохтона врста у градским шумама *A. agrarius*, док је *A. flavicollis* скорашњи досељеник и учесталије се јавља у приградској зони [9].

Употребом метода геометријске морфометрије могуће је проценити морфолошко варирање популација на нивоу величине и облика анализираних морфолошких структура, као и степен флукутирајуће асиметрије. У научној литератури одавно је показано да кранијални и мандибуларни део лобање сисара могу диференцијално одговорити на селекционе притиске, зато што је њихов развој и функционисање контролисано од стране великог броја различитих гена. Оба морфолошка дела лобање имају релативно независне развојне модуле, што упућује на различите еволуционе притиске којима могу бити изложени, те самим тим и еволуирати у различитом степену.

Важно је истаћи да врсте рода *Apodemus* показују слабе назнаке морфолошке еволуције, као и малу морфолошку варијабилност унутар врста, било када је реч о величини тела, било да се говори о варијацијама у облику кранијума и мандибуле [10]. Такве промене могу се уочити код врсте *A. sylvaticus* која у зависности од географске ширине показује разлике у морфолошкој варијацији облика мандибуле, а разлике нису запажене за величину мандибуле. Код исте врсте уочене су разлике у облику и величини зуба и

мандибуле, у студији острвских популација. Код синурбане врсте *Peromyscus leucopus*, показано је да постоји разлика у дужини зубног низа између урбаних и руралних популација, што је приписано квалитету конзумиране хране. Досада није спроведено ниједно истраживање у циљу испитивања ефеката фрагментације станишта, услед урбанизације, на морфолошке карактере било које врсте рода *Apodemus*.

Научни циљеви истраживања

- Утврдити да ли је нарушена повезаност популација жутогрлог шумског миша у Београду, услед урбаног ширења и деградације природних станишта. Такође, биће испитано колика је ефикасност природне баријере (реке Саве) и вештачке баријере (урбаног матрикса и пољопривредних површина) у спречавању протока гена.
- Испитати ефекат величине изолованих шумских фрагмената, међусобне удаљености фрагмената и њихове удаљености од урбаног центра, на генетичку структуру популација и на морфолошке промене кранијума и мандибуле.
- На основу добијених генетичких података извести адекватне закључке који се тичу доминантних еволуционих механизма одговорних за обликовање фенотипа анализираних популација. Истовремено, установити који морфолошки карактери су најподложнији фенотипском варирању, као и колико на развојну стабилност утичу својства урбане средине.
- Допринети фундаменталном разумевању ефекта фрагментације на губитак биодиверзитета. У том смислу, нативне популације које опстају изоловане дуги временски период су одлични модели, не само за дефинисање карактеристика врста отпорнијих на рапидне промене животне средине, него и за праћење потенцијалних адаптивних и пластичних одговора популација које преживљавају стохастичке и често нагле флукуације биотичких и абиотичких услова.

Материјал и методе који се користе

- Јединке жутогрлог миша биће узорковане на локалитетима осам шума на подручју града Београда (Кошутњак, Ада Циганлија, Авала, Степин Луг, шума поред аутопута Београд-Загреб, Липовичка, Миљаковачка и Бојчинска шума) и једног природног локалитета који је употребљен као контролна група (планина Цер). Јединке ће бити прикупљене живоловним клопкама и транспортоване у лабораторију.
- Након што животиње буду еутаназирани, узорци ткива (јетра или кожа) биће искоришћени за изолацију ДНК уз помоћ комерцијалног кита GenUP™ gDNA Kit (Biotechrabbit).
- Изолована ДНК биће искоришћена за амплификацију и генотипизацију 11 дефинисаних микросателитних локуса у циљу утврђивања броја алела по локусу (N^A), богатства алела (R), уочене (H^o) и очекиване (H^E) хетерозиготности, као и коефицијента инбридинга (F^{IS}) за сваку популацију понаособ, а биће израчунат и степен генетичке диференцираности (F^{ST}). Добијени резултати ће бити анализирани употребом одговарајућих софтвера за статистичке и популационо генетичке анализе:

Micro-checker 2.2, Arlequin 3.5, Cervus 3.0, FSTAT 2.9.3.2, GeneALEx 6.5, Genepop 4.5, STATISTICA 7, Structure 2.3.4 и одговарајући програмски пакети R софтвера.

- Упоређивањем матрице генетичких дистанци и матрице просторне дистанце биће процењено да ли је дошло до изолације путем дистанце (Arlequin 3.5).
- У изабраним популацијама биће анализирана и морфолошка варијабилност кранијума и мандибуле применом геометријске морфометрије, и то разлике у величини, облику и степену флукутирајуће асиметрије, између градских популација и у односу на контролну групу са Цера.
- Вентрална страна кранијума, и лингвална страна мандибуле биће најпре фотографисане, а за прикупљање морфолошких података и њихову анализу биће коришћени софтвери TrpsDig2 и MorphoJ, као и одговарајући програмски пакети R софтвера.
- Добијени генотипови послужиће у анализи структурираности укупног узорка. Додатно, унутар добијених кластера анализираће се морфолошка варијабилност величине и облика кранијума и мандибуле.

Очекивани резултати и научни допринос

Очекује се да популације Липовичке шуме и Авале буду најмање погођене ефектом фрагментације зато што су само делимично изоловане урбаним матриksom и пољопривредним површинама, док ће степен генетичке варијабилности преосталих, потпуно изолованих популација зависити од хронологије урбанизације и површине изолованих фрагмената. Популације површински мањих и раније одсечених станишта имаће мању генетичку варијабилност, док је очекивано да ће природна популација са Цера, коришћена за поређење, имати већу генетичку варијабилност. Очекује се да ће популације леве обале Саве показивати значајнију генетичку диференцијацију у односу на популације са десне обале Саве, зато што су оне с почетка 19. века већ биле у потпуности изоловане пољопривредним површинама. Већа сличност очекује се између блиско лоцираних популација Кошутњака, Миљаковачке шуме и Степиног Луга, у односу на популације Авале и Липовичке шуме, зато што је еколошку изолацију пратила физичка изолација урбаним матриksom и ауто-путем Е-75.

Очекивано је да ће се вредност флукутирајуће асиметрије популација за анализирани сетове карактера смањивати са удаљеношћу њихових локалитета од централног градског језгра.

Очекивани научни допринос ове докторске дисертације је процена утицаја процеса урбанизације на промене генетичке структуре и фенотипске варијабилности популација врсте која се не налази на листи угрожених. У ширем контексту, очекује се допринос фундаменталном разумевању ефекта фрагментације станишта на смањење биодиверзитета. Како је урбанизација глобални процес који ће у 21. веку значајно мењати окружење за велики број дивљих врста животиња, убрзати њихове еволуционе промене и изумирање, важно је открити који процеси највише доприносе опадању генетичког диверзитета врсте. Резултати добијени у овом истраживању послужиће за касније моделирање са циљем очувања диверзитета врста у градовима.

Најважнији литературни подаци који подржавају тему (до 10 референци)

1. Johnson, M. T., & Munshi-South, J. (2017). Evolution of life in urban environments. *Science*, 358(6363), eaam8327.
2. Cheptou, P. O., Hargreaves, A. L., Bonte, D., & Jacquemyn, H. (2017). Adaptation to fragmentation: evolutionary dynamics driven by human influences. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1712), 20160037.
3. Miles, L. S., Rivkin, L. R., Johnson, M. T., Munshi-South, J., & Verrelli, B. C. (2019). Gene flow and genetic drift in urban environments. *Molecular ecology*, 28(18), 4138-4151.
4. Willmore, K. E., Young, N. M., & Richtsmeier, J. T. (2007). Phenotypic variability: its components, measurement and underlying developmental processes. *Evolutionary Biology*, 34, 99-120.
5. Legrand, D., Cote, J., Fronhofer, E. A., Holt, R. D., Ronce, O., Schtickzelle, N., ... & Clobert, J. (2017). Eco-evolutionary dynamics in fragmented landscapes. *Ecography*, 40(1), 9-25.
6. Gomes, V., Ribeiro, R., & Carretero, M. A. (2011). Effects of urban habitat fragmentation on common small mammals: species versus communities. *Biodiversity and Conservation*, 20, 3577-3590.
7. Vuksanović-Macura, Z., Radulović, S., & Macura, V. (2018). Land cover changes of the Belgrade area over the past three centuries. *Spatium*, 42-50.
8. Regacho, T., & delBarco-Trillo, J. (2022). Morphological stability of rural populations supports their use as controls in urban ecology studies. *Urban Ecosystems*, 25(6), 1611-1618.
9. Gortat, T., Gryczyńska-Sięmiątkowska, A., Rutkowski, R., Kozakiewicz, A., Mikoszewski, A., & Kozakiewicz, M. (2010). Landscape pattern and genetic structure of a yellow-necked mouse *Apodemus flavicollis* population in north-eastern Poland. *Acta Theriologica*, 55, 109-121.
10. Renaud, S., Michaux, J., Schmidt, D. N., Aguilar, J. P., Mein, P., & Auffray, J. C. (2005). Morphological evolution, ecological diversification and climate change in rodents. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1563), 609-617.

Г. Закључак и предлог:

На основу достављеног образложења теме докторске дисертације и анализе литературе која подржава тему, Комисија закључује да је предложена тема научно оправдана, актуелна и подржана адекватном методологијом, као и да кандидат Алекса М. Рончевић задовољава све услове за успешну реализацију задатих циљева истраживања. Предложена докторска дисертација ће свеобухватним приступом, и уз коришћење савремених метода истраживања, допринети разумевању ефекта урбанизације и фрагментације станишта на генетичку структуру и морфолошки диверзитет популација жутогрлог миша на подручју Београда.

На основу изнетог, Комисија предлаже Наставно-научном већу Биолошког факултета, Универзитета у Београду да прихвати тему **под коригованим насловом:**

„Ефекти урбанизације на генетички и морфолошки диверзитет популација жутогрлог миша *Apodemus flavicollis* (Mammalia, Rodentia) на подручју Београда”.

и одобри кандидату Алекси М. Рончевићу израду докторске дисертације. За менторе се предлажу др Ивана Будински, виши научни сарадник Института за биолошка истраживања “Синиша Станковић” – Института од националног значаја за Републику Србију Универзитета у Београду и др Драгана Цветковић, ванредни професор Биолошког факултета Универзитета у Београду.

Београд, 29.5.2024.

Комисија:

др Ивана Будински, виши научни сарадник
Универзитет у Београду
Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“
Институт од националног значаја за Републику Србију

др Драгана Цветковић, ванредни професор
Универзитет у Београду
Биолошки факултет

др Јелена Благојевић, научни саветник,
Универзитет у Београду
Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“
Институт од националног значаја за Републику Србију

ИНСТИТУТ ЗА БИОЛОШКА ИСТРАЖИВАЊА
"СИНИША СТАНКОВИЋ"
Број 01-873
Датум 25.04.2024 год.
БЕОГРАД, Бул. деспота Стефана бр.142



Етичка комисија за заштиту
добробити огледних
животиња Института за
биолошка истраживања
„Синиша Станковић“,
Института од националног значаја
за Републику Србију,
Универзитета у Београду

ПОТВРДА

Управа за ветерину, Министарства привреде шумарства и водопривреде Републике Србије донела је Решење о одобрењу спровођења огледа бр. 323-07-10587/2022-05, дана 30.09.2022. године, чиме су одобрени протоколи и употреба животиња у експерименталном делу докторске дисертације истраживача **Алексе Рончевића** (Универзитет у Београду, Биолошки факултет, Број индекса: Б3001/2021) под радним називом: „Анализа ефеката урбанизације на генетички и морфолошки диверзитет популација жутогрлог миша *Apodemus flavicollis* (Mammalia, Rodentia)“. Ова потврда издаје се за потребе пријаве теме докторске дисертације истраживача **Алексе Рончевића**.

У Београду, 25.04.2024. године

Председник Етичке комисије
Тања Вуков, научни саветник ИБИСС

