

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ БИОЛОШКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

На IX редовној седници Наставно-научног већа Биолошког факултета Универзитета у Београду, одржаној 12.07.2017. године, прихваћен је извештај ментора др Душка Ћировића и др Виде Јојић о урађеној докторској дисертацији **Јелене М. Поробић**, под насловом "**Геометријско-морфометријске анализе главног скелета шакала (*Canis aureus*) и лисице (*Vulpes vulpes*) са подручја Србије: биогеографски аспекти морфолошке варијабилности**", и одређена је Комисија за преглед и оцену докторске дисертације у саставу др Душко Ћировић, доцент Биолошког факултета Универзитета у Београду, др Вида Јојић, виши научни сарадник Института за биолошка истраживања "Синиша Станковић" Универзитета у Београду и др Александра Пенезић, научни сарадник Биолошког факултета Универзитета у Београду.

Комисија је прегледала урађену докторску дисертацију Јелене Поробић и Наставно-научном већу Биолошког факултета подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

Општи подаци о докторској дисертацији:

Докторска дисертација **Јелене М. Поробић**, под насловом "**Геометријско-морфометријске анализе главног скелета шакала (*Canis aureus*) и лисице (*Vulpes vulpes*) са подручја Србије: биогеографски аспекти морфолошке варијабилности**" је написана према Упутствима за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду. На почетку дисертације дати су, а необухваћени пагинацијом, **Садржај** и резимеи на српском и енглеском језику. Пагинирани текст (200 страна) подељен је у седам поглавља: **Увод** (28 страна), **Циљеви студије** (1 страна), **Материјал и методе** (17 страна), **Резултати** (105 страна), **Дискусија** (23 стране), **Закључци** (3 стране) и **Литература** (23 стране). На крају дисертације су приложена следећа документа: Биографија аутора, Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјава о коришћењу. Дисертација садржи 82 табеле и 62 слике.

Анализа докторске дисертације:

У својој докторској дисертацији кандидаткиња **Јелена М. Поробић** је приказала резултате геометријско-морфометријских анализа вентралног, дорзалног и латералног кранијума и мандибуле шакала и лисице из три биогеографске области са подручја Србије. Поред биогеографских аспеката варијабилности величине и облика главног скелета анализирани су и разматрани и полни диморфизам и алометрија.

Поглавље "**УВОД**" је подељено на пет тематских потпоглавља. У прва два потпоглавља кандидаткиња даје опште информације о распрострањењу, исхрани и популационој екологији шакала (*Canis aureus*) и лисице (*Vulpes vulpes*). Такође, поред морфолошких карактеристика шакала и лисице, дат је и преглед досадашњих истраживања њихове морфолошке варијабилности у контексту међупопулационих разлика, полног диморфизма и алометрије. У трећем потпоглављу представљен је биогеографски приказ Србије, односно њене физичко-географске, климатске, орографске и хидролошке карактеристике, са поделом на висинске области и биогеографске регионе и прегледом удела аграрних површина. У четвртном тематском делу описан је геометријско-

морфометријски приступ у анализама варијабилности величине и облика морфолошких структура, а у последњем, петом потпоглављу и главени скелет као модел систем у студијама морфолошке варијабилности.

У поглављу **"ЦИЉЕВИ СТУДИЈЕ"** представљени су основни циљеви ове докторске дисертације за обе анализирани врсте:

- Утврдити разлике у величини и облику кранијума и мандибуле између јединки различитих биогеографских области на територији Србије, као и специфичне биогеографске обрасце варијабилности величине и облика анализираних морфолошких структура.
- Детектовати разлике у величини и облику кранијума и мандибуле између полова, проценити нивое полног диморфизма у величини и облику и описати обрасце полног диморфизма у облику.
- Тестирати утицај алометрије на биогеографске обрасце варијабилности облика кранијума и мандибуле, као и постојање алометријске компоненте полног диморфизма у облику анализираних морфолошких структура.

Поглавље **"МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ"** је подељено на три тематска потпоглавља. У првом је описан образац по коме су локалитети анализираних јединки шакала и лисице са подручја Србије груписани у три биогеографске области: панонску (Војводина), планинско-котлинску (источна Србија) и перипанонску (централна Србија). У другом потпоглављу, поред структуре узорка шакала и лисице са подручја Србије, детаљно су представљене и методе узорковања, лабораторијске обраде и детерминације старости анализираних материјала (главених скелета шакала и лисице). Такође, у овом потпоглављу описан је и начин фотографисања кранијума и мандибуле, као и процедура постављања специфичних дводимензионалних тачака на анализираних морфолошке структуре са њиховим распоредом и анатомским дефиницијама. У трећем тематском потпоглављу, детаљно су описане примењене геометријско-морфометријске и статистичке методе (Генерализована Прокрустова анализа – GPA; анализе варијансе – ANOVA, MANOVA; анализа коваријансе – MANCOVA; анализа главних компоненти – PCA; канонијска дискриминантна анализа – CVA; дискриминантна функцијска анализа – DFA; UPGMA кластер анализа; линеарна и мултиваријантна регресија) и наведени одговарајући статистички програми (STATISTICA и MorphoJ) коришћени за потребе анализа варијабилности величине и облика главног скелета обе врсте.

У оквиру поглавља **"РЕЗУЛТАТИ"** добијени резултати су изложени унутар два потпоглавља, "Шакал" и "Лисица". Оба потпоглавља су, према анализираним морфолошким структурама, подељена у четири целине: вентрални кранијум, дорзални кранијум, латерални кранијум и мандибула.

У све четири целине потпоглавља "Шакал" прво су представљени резултати анализа варијабилности величине и облика анализираних морфолошких структура између мужјака и женки, односно субадултних и адултних јединки, на нивоу целог узорка (резултати ANOVA и MANOVA). Након што су утврђене статистички значајне разлике у величини и облику анализираних морфолошких структура између различитих узрасних категорија, резултати даљих статистичких анализа морфолошке варијабилности у контексту биогеографске варијабилности, полног диморфизма и алометрије представљени су одвојено за субадултне и адултне јединке на нивоу целог узорка. Код субадултних, као и код адултних јединки, нису установљене статистички значајне разлике у величини (резултати ANOVA), док су унутар обе узрасне категорије утврђене статистички значајне разлике у облику анализираних морфолошких структура између шакала из панонске,

планинско-котлинске и перипанонске биогеографске области (резултати MANOVA). Издвајање шакала из панонске регије у односу на оне из планинско-котлинске и перипанонске области било је могуће утврдити само на нивоу облика вентралног кранијума адулта (резултати PCA). Услед мале величине узорка субадултних и адултних јединки из Војводине, шакали из панонске области су морали бити искључени из даљих анализа биогеографске варијабилности. У оквиру обе узрасне категорије анализом варијабилности величине главног скелета шакала нису добијене статистички значајне разлике између планинско-котлинске и перипанонске области (резултати ANOVA). Латерални кранијум је издвојен као најинформативнији у погледу биогеографске варијабилности облика на мањој географској скали (резултати CVA). Статичка алометрија не утиче на биогеографске обрасце варијабилности облика главног скелета шакала. Услед мале географске удаљености анализираних локалитета шакала зависност промена величине и облика главног скелета дуж градијената географске ширине и дужине није могла бити анализирана, а због искључивања шакала из панонске области није било могуће испитати ни потенцијалне разлике у величини и облику главног скелета условљене разликама у уделу аграрних површина унутар биогеографских области. Упоредо са резултатима биогеографске варијабилности величине и облика главног скелета на мањој географској скали представљени су и резултати полног диморфизма у величини и облику кранијума и мандибуле субадултних и адултних шакала. Код обе узрасне категорије, утврђене су статистички значајне разлике у величини главног скелета између полова (резултати ANOVA), при чему су анализирани морфолошке структуре мужјака биле веће у односу на женке за 2% код субадултних и 3% код адултних јединки. Разлике у облику главног скелета међу половима уочљивије су код адултних шакала (резултати MANOVA). Полни диморфизам у облику анализираних морфолошких структура био је најизраженији на нивоу вентралног кранијума и мандибуле (резултати CVA и пермутационог теста индекса полног диморфизма у облику, $P(I_{sshD})$). На основу резултата MANCOVA само је за вентрални и дорзални кранијум адултних шакала установљено постојање алометријске компоненте полног диморфизма у облику.

У све четири целине потпоглавља "Лисица" прво су представљени резултати анализа варијабилности величине и облика анализираних морфолошких структура између мужјака и женки, односно субадултних и адултних јединки на нивоу целог узорка (резултати ANOVA и MANOVA). Након што нису утврђене статистички значајне разлике у величини анализираних морфолошких структура међу различитим узрасним категоријама истог пола, као ни разлике у облику између различитих узрасних категорија, резултати даљих статистичких анализа морфолошке варијабилности у контексту биогеографске варијабилности, полног диморфизма и алометрије представљени су за обједињене субадултне и адултне јединке. Између лисица из панонске, перипанонске и планинско-котлинске области нису установљене статистички значајне разлике у величини (резултати ANOVA), док између јединки ове три биогеографске области постоје разлике у облику кранијума и мандибуле (резултати MANOVA). Промене облика у контексту биогеографске варијабилности најуочљивије су на нивоу латералног кранијума (резултати CVA). Статичка алометрија не утиче на биогеографске обрасце варијабилности облика главног скелета лисице. Дуж градијента географске ширине и дужине нису утврђене статистички значајне разлике у величини главног скелета мужјака и женки лисица. Промене облика дуж оба градијента регистроване су на нивоу вентралног кранијума мужјака и латералног кранијума оба пола. Разлике у облику мандибуле код оба пола биле су искључиво корелисане са градијентом географске ширине. У односу на удео аграрних површина није утврђена статистички значајна зависност величине главног скелета мужјака и женки лисица. Већа заступљеност пољопривредних површина у панонској области у односу на перипанонску и планинско-котлинску област утицала је на разлике у

облику вентралног и латералног кранијума оба пола, као и на разлике у облику мандибуле мужјака. Обрасци варијабилности облика вентралног и латералног кранијума условљени разликама у уделу аграрних површина у сагласности су са променама облика дуж градијената географске ширине и дужине, као и са обрасцима биогеографске варијабилности између јединки панонске у односу на јединке из перипанонске и планинско-котлинске области. Утврђене су статистички значајне разлике у величини главеног скелета између полова (резултати ANOVA), при чему су анализирани морфолошке структуре мужјака биле веће у односу на женке за 5%. Анализе варијабилности облика главеног скелета лисице показале су статистички значајан полни диморфизам у облику на нивоу вентралног, дорзалног и латералног кранијума (резултати MANOVA). Латерални кранијум се показао као најинформативнији по питању разлика у облику између мужјака и женки (резултати пермутационог теста индекса полног диморфизма у облику, $P(I_{SShd})$). На основу резултата MANCOVA није утврђено постојање алометријске компоненте полног диморфизма у облику главеног скелета лисице.

Поглавље "ДИСКУСИЈА" је подељено на три тематска потпоглавља. У првом потпоглављу кандидаткиња разматра биогеографске аспекте добијених резултата варијабилности главеног скелета шакала и лисице. Такође, у овом делу дискутована је и биогеографска варијабилност главеног скелета шакала и лисице у компаративном контексту. У другом потпоглављу коментарисани су резултати полног диморфизма у величини и облику главеног скелета шакала и лисице, док је у трећем потпоглављу дискутован утицај алометрије на утврђене биогеографске обрасце варијабилности облика и обрасце полног диморфизма у облику главеног скелета шакала и лисице.

У делу потпоглавља који се односи на биогеографске аспекте варијабилности главеног скелета шакала са подручја Србије наводи се да је одсуство разлика у величини, као и слабо изражена биогеографска варијабилност облика, у сагласности са резултатима претходних студија морфолошке варијабилности европског шакала. Поред генетичких, епигенетичких и историјских фактора, абиотичке и биотичке специфичности станишта панонске, перипанонске и планинско-котлинске области, као и карактеристике социјалног понашања, могу утицати на биогеографску варијабилност шакала уочену на морфолошком нивоу. Такође, истиче се да је одсуство већих разлика на генетичком и морфолошком нивоу највероватније последица недавног ширења ове врсте на Балканском полуострву и снажног ефекта оснивача у новоформираним популацијама. У делу који се односи на биогеографске аспекте варијабилности главеног скелета лисице коментаришу се добијене разлике у облику кранијума и мандибуле између јединки из панонске, перипанонске и планинско-котлинске области. Осим тога, у овом делу је дискутована и варијабилност облика главеног скелета дуж градијената географске ширине и дужине, као и она условљена разликама у уделу аграрних површина унутар биогеографских области. Постојање морфолошких разлика на нивоу главеног скелета међу популацијама лисица унутар мањих географских подручја може бити последица различитих еколошких фактора попут варирања абиотичких и биотичких карактеристика станишта у зависности од рељефа, климе, вегетационог покривача, као и доступности хранивних ресурса. Имајући у виду чињеницу да је варијабилност облика вентралног и латералног кранијума условљена разликама у уделу аграрних површина у сагласности са променама облика дуж градијената географске ширине и дужине и да су разлике у облику најизраженије на нивоу фашијалног и темпоралног региона са примарном функцијом у исхрани, уочена биогеографска варијабилност облика главеног скелета лисице са подручја Србије је највероватније повезана са њеним различитим режимима исхране. Такође, кандидаткиња истиче да без свеобухватног и детаљнијег генетичког истраживања популација лисица са подручја целе Србије, утицај генетичке диференцијације не може бити занемарен као могући фактор морфолошке диференцијације лисице са подручја

Србије регистроване у овој студији. Униформност методологије примењене у овој студији омогућила је и упоредно праћење екогеографских ефеката на варијабилност величине и облика главеног скелета шакала и лисице, које су у просторном смислу у симпатрији, а у еколошком у конкуренцији. Из разлога што је лисица одувек насељавала све биогеографске регионе са подручја Србије, док се шакал у не тако давној прошлости поново појавио на њима, конкурентски односи ове две врсте не могу се сматрати одлучујућим у смислу утицаја на морфолошку варијабилност. Код обе анализирани врсте, различите перспективе кранијума и мандибула показују различит степен информативности у погледу варијабилности са аспекта биогеографских разлика што кандидаткиња објашњава функционалном и развојном комплексношћу главеног скелета, односно различитим бројем и природом развојних и функционалних региона присутних у оквиру вентралног, дорзалног и латералног кранијума, али и у оквиру мандибуле.

У потпоглављу који се односи на полни диморфизам у величини и облику главеног скелета шакала и лисице се наводи да су слабо изражене разлике у величини између мужјака и женки детектоване код обе врсте (са мужјацима крупнијим од женки) у складу са релативно ниским степеном полног диморфизма у величини као типичном карактеристиком представника породице Canidae. Поред тога, кандидаткиња истиче да је низак ниво полног диморфизма у величини главеног скелета шакала највероватније последица моногамног система репродукције, одсуства поделе улога међу половима у брзи за потомство (али и у осталим активностима), као и омниворног и опортунистичког типа исхране. Нешто израженији полни диморфизам у величини главеног скелета лисице може бити последица њене израженије карниворности, али и поделе улога међу половима, нарочито у одгајању потомства којим се код лисице првенствено и у највећој мери бави женка. Даље се наводи да најмањи степен информативности дорзалног кранијума у погледу полног диморфизма у облику код обе врсте може бити последица мање повезаности структура дорзалног кранијума са функцијама исхране и борбе међу мужјацима и мање подложности облика дорзалног кранијума деловањима природне и сексуалне селекције.

У трећем потпоглављу, кандидаткиња истиче да код обе анализирани врсте одсуство биогеографске варијабилности величине главеног скелета искључује могућност утицаја статичке алометрије на утврђене биогеографске обрасце варијабилности облика анализираних морфолошких структура. Што се тиче утицаја статичке алометрије на обрасце полног диморфизма у облику главеног скелета шакала и лисице у компаративном контексту, наводи се постојање редукције базикранијалног региона код мужјака на нивоу укупне и алометријске компоненте варијабилности облика вентралног кранијума, регистровано код обе врсте. Сходно томе, разлике у облику базикранијума међу половима шакала и лисице, присутне на нивоу укупне варијабилности облика вентралног кранијума (али и на нивоу његове алометријске компоненте), највероватније зависе од разлика у величини. Насупрот томе, шири регион рострума и зигоматични лукови код мужјака у односу на женке, као разлике међу половима присутне на нивоу укупне варијабилности (али не и на нивоу његове алометријске компоненте) највероватније нису условљене разликама у величини.

Унутар поглавља **"ЗАКЉУЧЦИ"** кандидаткиња сумира добијене и дискутоване резултате.

Поглавље **"ЛИТЕРАТУРА"** садржи 248 библиографских јединица које су адекватно и на одговарајућим местима цитиране у тексту докторске дисертације.

Радови и конгресна саопштења из докторске дисертације:

Б1. Радови у часописима међународног значаја

1. Jojić, V., **Porobić, J.**, Ćirović, D., 2017. Cranial variability of the Serbian red fox. *Zoologischer Anzeiger* 267, 41–48. **M22**
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004452311730013X>
2. **Porobić, J.**, Ćirović, D., Jojić, V., 2016. Cranial variability of the Serbian golden jackal: Geographic variation, sexual dimorphism and allometry. *Zoologischer Anzeiger* 261, 38–47. **M22**
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044523116300134>

Б3. Конгресна саопштења на скуповима међународног значаја

1. Jojić, V., **Porobić, J.**, Ćirović, D., 2014. Skull variability of the golden jackal (*Canis aureus*) from the territory of Serbia: insights from geometric morphometric data. First International Jackal Symposium, Veliko Gradište, Serbia. Abs. 22. **M34**
2. Jojić, V., Momčilović, A., **Porobić, J.**, Ćirović, D., 2012. Population differentiation based on geometric morphometric analyses of the golden jackal (*Canis aureus*) skull from two different habitats in Serbia. 4th Congress of the Ecologists of the Republic of Macedonia with international participation, Ohrid, Macedonia. Abs. 48. **M34**

Мишљење и предлог Комисије:

Прегледом докторске дисертације **Јелене Поробић**, чији смо приказ дали у извештају, и на основу непосредног увида у њен рад током израде докторске дисертације, сматрамо да докторска дисертација Јелене Поробић под насловом **"Геометријско-морфометријске анализе главног скелета шакала (*Canis aureus*) и лисице (*Vulpes vulpes*) са подручја Србије: биогеографски аспекти морфолошке варијабилности"** представља оригиналан научни рад. Мишљења смо да су циљеви рада јасно дефинисани и остварени, изабрана методологија одговарајућа и савремена, а добијени резултати адекватно представљени и интерпретирани уз исцрпне податке из литературе. Резултати до којих је кандидаткиња дошла значајно доприносе сагледавању морфолошке варијабилности шакала и лисице са подручја Србије у контексту биогеографске варијабилности. Поред тога, добијене информације које се односе на полни диморфизам и алometriју представљају додатни допринос познавању ових феномена код шакала и лисице.

На основу свега изложеног, а имајући у виду и чињеницу да је рад произишао из ове докторске дисертације публикован у 2016. години већ три пута цитиран у часописима међународног значаја, Комисија је сагласна у мишљењу да се докторска дисертација Јелене Поробић позитивно оцени и са задовољством предлаже Наставно-научном већу Биолошког факултета Универзитета у Београду да прихвати позитиван Извештај Комисије и одобри јавну одбрану ове докторске дисертације.

КОМИСИЈА:

др Душко Ћировић, доцент Биолошког
факултета Универзитета у Београду

др Вида Јојић, виши научни сарадник Института
за биолошка истраживања "Синиша Станковић"
Универзитета у Београду

др Александра Пенезић, научни сарадник
Биолошког факултета Универзитета у Београду

У Београду, 21.07.2017. године.