

**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ**

**ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ КАНДИДАТА
ДРАГАНЕ ШЊЕГОТА**

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију</p> <p>18.01.2019. Наставно-научно веће Природно-математичког факултета, Универзитет у Новом Саду</p>
<p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <p>др Невена Величковић, доцент, ужа научна област Генетика, 01.03.2015., Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду - председник</p> <p>др Михајла Ђан, редовни професор, ужа научна област Генетика, 17.07.2018., Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду - ментор</p> <p>др Душко Ћировић, доцент, ужа научна област Екологија, биогеографија и заштита животне средине, 12.06.2015., Биолошки факултет, Универзитет у Београду – члан</p> <p>др Стојко Видовић, редовни професор, ужа научна област Хумана генетика, 16.01.2012., Медицински факултет, Универзитет у Бања Луци - члан</p> <p>др Наташа Кочиш Тубић, научни сарадник, ужа научна област Генетика, 30.09.2015., Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду - члан</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Драгана (Милош) Шњегота</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 31. мај 1985. Бања Лука, Босна и Херцеговина</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив</p> <p>Департман за биологију и екологију, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, Мастер академске студије биологије, модул</p>

Зоологија, Мастер биолог

4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија

2013. година, Доктор наука – биолошке науке

5. Назив факултета, назив мастер тезе, научна област и датум одбране:

Депарتمان за биологију и екологију, Природно-математички факултет,
Универзитет у Новом Саду
„Генетичка варијабилност таксона *Merodon Avidus Rossi* (Diptera: Syrphidae)”
Биологија (Генетика), 20.03.2013.

6. Научна област из које је стечено академско звање мастер: Биологија

III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Генетичка структура и филогеографски положај популације вука (*Canis lupus* L. 1758) Босне и Херцеговине

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графика и сл.

Докторска дисертација „Генетичка структура и филогеографски положај популације вука (*Canis lupus* L. 1758) Босне и Херцеговине” кандидаткиње Драгане Шњегота обухвата анализу (1) генетичке структуре популације вука (*Canis lupus* L. 1758) на територији Босне и Херцеговине и (2) филогеографског положаја ове популације у европском контексту. У докторској дисертацији анализиран је узорак популације вука са територије Босне и Херцеговине. Генетичка варијабилност и структурираност популације, одређена је на основу анализе 18 микросателитских локуса нуклеарне ДНК, а филогеографске анализе су спроведене анализирањем секвенци дела контролног региона (CR) мтДНК.

Дисертација је написана на 164 стране и подељена је у 10 поглавља (Увод - 4 стране, Преглед литературе – 21 страна, Циљеви – 2 стране, Радне хипотезе – 2 стране, Материјал и методе – 18 страна, Резултати – 39 страна, Дискусија – 21 страна, Закључак – 3 стране, Прилози – 24 стране, Литература – 30 страна). Дисертација садржи 10 табела, 31 слику, 4 прилога и 275 литературних навода. На почетку дисертације налази се Захвалница, Садржај, Листа илустрација, Листа табела, Листа прилога и Листа скраћеница. На крају је дата кратка Биографија кандидаткиње и Кључна документацијска информација на српском и енглеском језику.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У поглављу **УВОД** дат је сажет приказ популационо - генетичких истраживања вука, са освртом на проблематику и основни циљ истраживања докторске дисертације; дати су основни подаци о статусу врсте на територији Босне и Херцеговине којима је објашњена неопходност овог истраживања. Такође, указано је на важну улогу вука у екосистемима.

Комисија сматра да је поглавље Увод концизно и да по садржају адекватно уводи у проблематику докторске дисертације.

Поглавље **ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ** садржи 4 потпоглавља. У првом потпоглављу представљена је систематска припадност врсте, еволутивни развој и биологија врсте, те тренутна дистрибуција врсте на светском нивоу. У другом потпоглављу указано је на: (i) значај увођења и примену молекуларних маркера и метода у истраживање популација дивљачи, (ii) њихове предности и недостатке, уз (iii) посебан осврт на примењене молекуларне маркере у овом истраживању. Затим, у трећем потпоглављу, хронолошки је приказана примена молекуларних маркера у популационо генетичким истраживањима вука, након чега је у последњем, четвртном потпоглављу дат сажет приказ утицаја глацијација и интерглацијација на филогеографски образац испитиване врсте.

Комисија оцењује да је поглавље Преглед литературе систематично и свеобухватно, и да су јасно наведене све релевантне информације.

У поглављу **ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА** представљени су следећи циљеви:

1. утврђивање нивоа генетичке варијабилности вукова Босне и Херцеговине анализирањем 18 микросателитских локуса и амелогенина (локуса специфичног за детерминацију пола) нуклеарне ДНК и дела контролног региона (CR-1) мтДНК;
2. детекција просторног обрасца генетичке варијабилности вукова Босне и Херцеговине анализирањем микросателитских локуса
3. анализа сродства између јединки вукова са територије Босне и Херцеговине применом микросателитских локуса;
4. детекција генетичких сигнала проласка популације вука Босне и Херцеговине кроз уско грло;
5. одређивање ефективне величине популације (N_e) вукова Босне и Херцеговине;
6. дефинисање хаплотипова мтДНК код вукова са територије Босне и Херцеговине и дефинисање филогеографског положаја вукова Босне и Херцеговине у европском контексту.

Комисија сматра да су циљеви истраживања јасно дефинисани.

У поглављу **РАДНЕ ХИПОТЕЗЕ**, на основу досадашњих ставова представљених у поглављу преглед литературе и дефинисања циљева истраживања, постављене су

следеће хипотезе:

1. примењени аутозомални микросателитски локуси, доступни у комерцијалном киту - *The Canine Genotypes™ Panel 1.1 kit* (Finnzymes, Thermo Fisher Scientific, Vantaa, Finland) адекватни су и показују задовољавајући ниво полиморфности неопходан за: анализу генетичке варијабилности, детекцију популационе структуре, анализу сродства, детекцију укрштања у сродству и уочавање проласка популације вука Босне и Херцеговине кроз генетичко уско грло;
2. примењени прајмери (CR1 i CR2R) адекватни су за продуковање секвенци дела контролног региона мтДНК, довољно информативних за детекцију нивоа генетичке варијабилности, детекцију мтДНК хаплотипова и филогеографске анализе;
3. применом оба молекуларна маркера могуће је детектовати ниво генетичке варијабилности проучаваних вукова са територије Босне и Херцеговине, за коју се очекује да ће бити у складу са резултатима варијабилности које су детектоване у претходним анализама у динарско - балканској популацији, у односу на остале европске популације вука;
4. популација вука Босне и Херцеговине, као и динарско - балканска популација вука, показују локалну структурираност и дистрибуцију мтДНК хаплотипова у две хаплогрупе, што је детектовано и за популацију вука на нивоу Европе;
5. популација вука Босне и Херцеговине прошла је кроз генетичко уско грло у скоријој прошлости, а историјска демографска реконструкција указује да се експанзија хаплогрупе 2 десила много раније у прошлости у односу на експанзију хаплогрупе 1, која се веже за период последњег глацијалног максимума;
6. резултати добијени у овом истраживању информативни су за успостављање правилног менаџмента врсте и креирања плана заштите вука Босне и Херцеговине.

Комисија сматра да су радне хипотезе правилно дефинисане у складу са досадашњим истраживањима популација вука Европе и у складу са одабраним приступом у анализи генетичког диверзитета и структуре популације вука Босне и Херцеговине.

Поглавље **МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ** подељено је на два основна потпоглавља. У оквиру првог потпоглавља наведени су подаци о величини анализираног узорка и периоду узорковања, а затим је образложен начин обраде и анализе узорака вука Босне и Херцеговине. Локалитети узорковања приказани су на мапи. У другом делу наведеног поглавља, детаљно је описана методологија која је коришћена у истраживању:

1. описани су протоколи примењени у (i) изолацији ДНК из узорака мишићног ткива вука, те (ii) амплификацији анализираних региона генома, визуелизацији продукта амплификације и припреми за секвенционирање
2. детаљно су објашњене коришћене методе обраде података на основу молекуларних маркера, уз приказ и објашњење примењених параметара у сваком

од програмских пакета.

Комисија сматра да је поглавље Материјал и методе детаљно, свеобухватно и да обезбеђује све неопходне податке, који омогућавају понављање исте методологије у сличним студијама.

У поглављу **РЕЗУЛТАТИ** су кроз три основна потпоглавља и помоћу слика и табела представљени сви резултати истраживања. У првом потпоглављу детаљно су приказани и образложени резултати анализе микросателитских локуса популације вука са територије Босне и Херцеговине: ниво генетичке варијабилности, просторни образац генетичке варијабилности, сродство, вредности ефективне величине популације и урађена је анализа проласка популације кроз генетичко уско грло. Затим, у наредном потпоглављу, приказан је просторни образац генетичке варијабилности вука Босне и Херцеговине у динарско - балканском контексту, утврђен на основу микросателитских локуса тако што је узорцима популације вука Босне и Херцеговине додат и узорак популације вука Србије. У следећем, трећем, потпоглављу, представљени су резултати анализе варијабилности контролног региона мтДНК у популацији вука Босне и Херцеговине, као и филогеографска анализа мтДНК хаплотипова у анализираној популацији вука, али и популацијама које су претходно анализирани на територији Европе, па је тако реконструисана демографска историја врсте.

Комисија сматра да су резултати истраживања систематично изложени, јасно приказани и адекватно сумирани.

У поглављу **ДИСКУСИЈА** резултати су детаљно интерпретирани и дискутовани уз поређење са резултатима претходних истраживања. Само поглавље је подељено на 4 потпоглавља. У првом потпоглављу дискутовано је о нивоу генетичке варијабилности популације вука Босне и Херцеговине, утврђене на основу анализе микросателитских локуса и секвенци дела контролног региона мтДНК. Указано је на умерено висок ниво генетичке варијабилности у популацији вука Босне и Херцеговине, као и на вишу генетичку варијабилност динарско - балканске популације вука у односу на остале европске популације. Поред тога, уочено је и повећавање генетичке варијабилности у правцу југозапад - североисток. У другом потпоглављу дискутовано је о популационој и филогеографској структурираности популације вука. У овом потпоглављу, наглашено је да је применом микросателитских локуса утврђена структурираност популације вука Босне и Херцеговине и показано је постојање два генетичка кластера. Слаба статистичка подржаност ових резултата указала је на могућу структурираност вука на вишем нивоу, што је и утврђено додатном анализом динарско - балканског сета података. У овој анализи уочено је да се популација вука са територије Босне и Херцеговине одваја од популације вука са територије Србије, што указује на то да динарско - балканска популација вука није јединствена, као што се претходно мислило. Поред тога, указано је на висок ниво сродства између јединки у популацији вука Босне и Херцеговине, као и неподударност утврђених група сродника са уоченим обрасцем структурираности. Филогеографске анализе су указале на очекивану дистрибуцију хаплотипова у две хаплогрупе које су утврђене и у претходним истраживањима. У

трећем потпоглављу дискутована је реконструкција демографске историје врсте уз примећено смањење ефективне величине популације. У последњем потпоглављу детаљно је продискутован значај и примена добијених резултата за успостављање правилног менаџмента врсте и креирање плана заштите, а указано је и на значај мониторинга популације вука на одређеним локацијама на територији Босне и Херцеговине.

Комисија сматра да је поглавље дискусија систематично организовано, да су сви резултати адекватно продискутовани и образложени.

У поглављу ЗАКЉУЧАК, на основу добијених резултата дефинисани су закључци, који су у складу са постављеним циљевима и хипотезама докторске дисертације.

Поглавље **ПРИЛОЗИ** садржи 5 прилога, који омогућавају лакше праћење резултата истраживања.

У поглављу **ЛИТЕРАТУРА** наведено је 275 литературних навода који су цитирани у дисертацији. Сви литературни наводи су уско везани за проблематику истраживања.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Резултати истраживања докторске дисертације објављени су у следећим научним радовима:

М22, Рад у истакнутом међународном часопису

1. **Dragana Šnjegota**, Milomir Stefanović, Nevena Veličković, Duško Ćirović, Mihajla Djan (2018) Genetic characterization of grey wolves (*Canis lupus* L. 1758) from Bosnia and Herzegovina: implications for conservation. Conservation Genetics 19(3): 755-760, **IF: 2.025 (2018)**

М33, Саопштење са међународног скупа штампано у целини

1. **Dragana Šnjegota**, Mihajla Djan, Nevena Veličković, Milomir Stefanović, Igor Trbojević, Duško Ćirović (2016) Genetic variability and population structure of grey wolf (*Canis lupus*) from Bosnia&Herzegovina. Balkan Journal of Wildlife Research, 3(1) 7-11.
2. **Dragana Šnjegota**, Mihajla Djan, Nevena Veličković, Dunja Popović, Igor Trbojević, Dragana Obreht, Duško Ćirović (2014) Genetic variability of grey wolf (*Canis lupus*) population in Bosnia and Herzegovina. Proceedings of 3rd International Symposium on Hunting with Abstract book - "Modern aspects of sustainable management of game populations". Zemun-Belgrade, 26-28 September. p 144-148.

М34, Саопштење са међународног скупа штампано у изводу

1. **Dragana Šnjegota**, Milomir Stefanović, Nevena Veličković, Duško Ćirović, Mihajla Đan (2018) Population genetic studies of grey wolves (*Canis lupus* L. 1758) from Bosnia and Herzegovina. Wolf-human coexistence in the Alps and in Europe. Abstract Book of the International Final Conference of the LIFE

WOLFALPS project, Trento, Italy. p 84.

2. **Dragana Šnjegota**, Nevena Veličković, Igor Trbojević, Milomir Stefanović, Dragana Obreht, Duško Ćirović D, Mihajla Đan (2015) Microsatellite and mtDNA variability in grey wolf (*Canis lupus*) population from Bosnia & Herzegovina. Book of Abstracts from Third Symposium of Biologists and Ecologists of Republic of Srpska. Faculty of Science and Mathematics, University of Banja Luka, November 12-14, Banja Luka, Republic of Srpska, p 28 **M34**
3. Mihajla Djan M, Dunja Popović, **Dragana Šnjegota**, Nevena Veličković, Dragana Obreht, Vladimir Maletić, Igor Trbojević, Jelena Burazerović, Duško Ćirović (2014) Demographic history of the Dinaric-Balkan grey wolves revealed by mtDNA control region sequences. Book of abstracts - V Congress of the Serbian Genetic Society. 28 September – 02 October 2014. Belgrade, Serbia p 184. **M34**

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

На основу резултата истраживања, кандидаткиња изводи следеће закључке:

- аутозомални микросателитски локуси који су коришћени у анализи генетичке варијабилности, детекцији популационе структуре, анализи сродства, детекцији укрштања у сродству и уочавању проласка вукова Босне и Херцеговине кроз генетичко уско грло, показали су одговарајући ниво полиморфизма на основу чега су добијени резултати горе наведених анализа;
- одабраним сетом прајмера за амплификацију дела контролног региона мтДНК вука, продуковане су довољно информативне секвенце на основу којих су детектовани јединствени хаплотипови вука Босне и Херцеговине, те је утврђен филогеографски положај вукова Босне и Херцеговине у европском контексту;
- применом молекуларних маркера детектован је умерено висок ниво генетичке варијабилности проучаване популације који је у складу са градијентом хетерозиготности вука на нивоу Европе у правцу југ - север, те резултатима претходних студија који су указали да је ниво генетичке варијабилности динарско - балканске популације међу највећим у читавој Европи;
- претходна истраживања динарско - балканске популације вука указала су на присуство локалне структурираности у наведеној популацији, што је детектовано и у овом истраживању применом микросателитских локуса како за популацију вука са подручја Босне и Херцеговине, тако и за читаву динарско - балканску популацију. Уочено је груписање јединки вука Босне и Херцеговине у два генетичка кластера што, с обзиром на слабу статистичку подржаност, највероватније указује на присуство структуре на вишем нивоу. Претходно наведено је детектовано анализама популационе структуре дела динарско - балканске популације вука, где је уочена диференцијација вукова из Босне и Херцеговине и Србије у одвојене генетичке кластере;
- за вука Босне и Херцеговине нису детектовани статистички значајни сигнали проласка популације кроз генетичко уско грло у скоројој

<p>прошлости;</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализама секвенци дела контролног региона мтДНК узорка вукова из Босне и Херцеговине уочена је дистрибуција хаплогрпа у две, у литератури описане хаплогрпе (хаплогрпа 1 и хаплогрпа 2) без јасног алопатријског обрасца; • анализама секвенци дела контролног региона мтДНК узорка вука Европе уочено је да се демографска експанзија хаплогрпе 2 десила много раније у прошлости у односу на период експанзије хаплогрпе 1; • резултати добијени у овом истраживању су веома апликативни и представљају добру основу за успостављање одрживог менаџмента и креирања плана заштите на нивоу Босне и Херцеговине, и шире на нивоу читаве динарско - балканске популације.
<p>VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА</p> <p>Резултати приказани у дисертацији јасни су и свеобухватни. Сlike, табеле и прилози на адекватан начин олакшавају сагледавање резултата чије је тумачење јасно приказано и логички повезано. Кроз детаљну дискусију резултата изведени су закључци који дају директне одговоре на постављене циљеве докторске дисертације. Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачење резултата истраживања. На основу извештаја тестирања докторске дисертације на плагијаризам коришћењем софтвера iThenticate (https://www.ithenticate.com/) и на основу прегледа 19135 речи, пронађено је 39 преклапања из 16 различитих извора и утврђен је индекс сличности (енгл. similarity index) од 3% (према упутству произвођача све вредности испод 15% представљају оригиналан рад), што потврђује оригиналност докторске дисертације.</p>
<p>IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</p> <p>Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:</p>
<p>1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме</p> <p>Комисија оцењује да је докторска дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.</p>
<p>2. Да ли дисертација садржи све битне елементе</p> <p>Дисертација садржи све битне елементе: јасно дефинисану проблем и значај истраживања, преглед постојећих истраживања и научне заснованости истраживања, јасно дефинисане циљеве и постављене радне хипотезе, приказ материјала и методологије рада, систематичан приказ резултата и адекватну дискусију у светлу постојећих истраживања. Закључци су правилно изведени на основу добијених резултата и приказан је списак коришћене литературе.</p>

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Резултати докторске дисертације представљају оригинални научни допринос у сагледавању нивоа генетичке варијабилности популације вука (*Canis lupus* L. 1758) Босне и Херцеговине, као и разрешење филогеографског статуса популације у Европском контексту. Истраживање у оквиру докторске дисертације је прво истраживање генетичке структуре популације вука Босне и Херцеговине применом молекуларних маркера. Добијени резултати су неопходни за успостављање одрживог менаџмента врсте и креирање плана заштите вука на територији Босне и Херцеговине, што је изузетно важно јер вук на територији Босне и Херцеговине није законом заштићена врста и сврстан је у категорију ловне дивљачи. Из тог разлога ова докторска дисертација има изузетан значај у истраживању и очувању биодиверзитета на нивоу Босне и Херцеговине, пре свега динарско - балканске популације вука, али и целокупне популације вука у Европи.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Комисија сматра да докторска дисертација нема недостатака који би утицали на тачност резултата истраживања и изведене закључке.

Комисија оцењује да је дисертација написана у складу са постављеним циљевима, да су одабране адекватне методе, да су резултати јасни и исцрпни, а дискусија у складу са добијеним резултатима.

X ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

Комисија предлаже да се докторска дисертација „Генетичка структура и филогеографски положај популације вука (*Canis lupus* L. 1758) Босне и Херцеговине” кандидаткиње Драгане Шњегота прихвати, а кандидаткињи одобри одбрана.

Нови Сад, 30. 01. 2019.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Невена Величковић, доцент, председник,
Природно-математички факултет, Универзитет у Новом
Саду

др Михајла Ђан, редовни професор, ментор
Природно-математички факултет, Универзитет у Новом
Саду

др Стојко Видовић, редовни професор, члан
Медицински факултет, Универзитет у Бањалуци

др Душко Ћировић, доцент, члан
Биолошки факултет, Универзитет у Београду

др Наташа Кочиш Тубић, научни-сарадник, члан
Природно-математички факултет, Универзитет у Новом
Саду