

**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ**

**ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ**

**ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**  
**кандидата Елеоноре В. Бошковић**

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију <b>18.07.2019. год., Електронска Седница Наставно-научног већа Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду</b></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><b>др Јелена Вукојевић</b>, редовни професор, ужа научна област: Алгологија и микологија, датум избора: 25.04.2005. год., Биолошки факултет, Универзитет у Београду, <b>председник</b>.</p> <p><b>др Маја Караман</b>, ванредни професор, ужа научна област: Микробиологија, датум избора: 15.05.2015. год., Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, <b>ментор</b>.</p> <p><b>Др Владислава Галовић</b>, виши научни сарадник; ужа научна област: Биотехничке науке, научна дисциплина: Генетика и оплемењивање шумског и украсног дрвећа, датум избора: 27.05.2019. год., Институт за низијско шумарство и животну средину, Универзитет у Новом Саду, <b>ментор</b>.</p> <p><b>Др Ивица Тамаш</b>, научни сарадник, ужа научна област: Микробиологија, датум избора: 21.12.2016. год., Природно-математички факултет у Новом Саду; Универзитет у Новом Саду, <b>члан</b></p> <p><b>Др Наташа Кочиш Тубић</b>, научни сарадник, ужа научна област: Генетика, датум избора: 30.09.2015. год., Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, <b>члан</b>.</p> <p><b>Др Зоран Галић</b>, научни саветник, ужа научна област Биотехничке науке, научна дисциплина: шумарство, датум избора: 27.03.2013. год., Институт за низијско шумарство и животну средину, Универзитет у Новом Саду, <b>члан</b>.</p>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: <b>Елеонора, Владо, Бошковић (рођ. Чапеља)</b></p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: <b>03.05.1987. Нови Сад, Хероја Пинкија 75</b></p>

<p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив</p> <p><b>Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, Департман за биологију и екологију, дипломске академске – мастер студије, мастер биолог, модул: Молекуларна биологија</b></p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија <b>2012. год., Доктор наука – Биолошке науке</b></p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: –</p>
<p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: –</p>
<p><b>III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b></p> <p><b>"Молекуларни и морфолошки диверзитет популација гљива родова <i>Marasmius</i> Fr. 1836, <i>Mycetinis</i> Earle 1909 и <i>Gymnopus</i> (Pers.) Gray 1821 у шумским екосистемима Националних паркова Србије и Црне Горе"</b></p>
<p><b>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b> Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикана и сл.</p> <p>Ова докторска дисертација, написана на 131 страни, садржи 8 поглавља, 49 слика, 31 табелу, 129 литературна навода и 10 прилога.</p> <p><b>Прво поглавље – Увод</b> (2 стране). Приказује увод у проблематику истраживања дисертације.</p> <p><b>Друго поглавље – Општи део</b> (36 страна) У првом потпоглављу дати су подаци о систематици, животном циклусу, популационој структури и филогенији раздела Basidiomycota, са посебним освртом на агарикоидну групу гљива. Друго потпоглавље даје детаљан приказ молекуларних метода корићених у овој дисертацији. У трећем потпоглављу дат је детаљан преглед родова и врста испитиваних у овом раду.</p> <p><b>Треће поглавље – Циљ рада</b> (1 страна). Обухвата преглед општих и специфичних циљева.</p> <p><b>Четврто поглавље – Материјал и методе</b>(16 страна). Садржи 5 потпоглавља, у складу са претходно дефинисаним циљевима истраживања.</p> <p><b>Пето поглавље – Резултати и дискусија</b> (33 стране). Укључује све експериментално добијене резултате и њихову дискусију.</p> <p><b>Шесто поглавље – Закључци</b>(2 стране). Релевантни закључци (изнети у целини) сачинени су у складу са постављеним циљевима.</p> <p><b>Седмо поглавље – Литература</b> (8 страна). Списак литературе садржи 129 литературна навода.</p>

## V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

**Наслов** – јасно формулисан и индикативан, у складу са тематиком и садржајем дисертације.

**Садржај** – представља преглед основних поглавља и потпоглавља дисертације чиме омогућава ефикасну претрагу, као и јасан преглед свих битних целина.

**Увод** – пружа увод у проблематику истраживања и даје сажет опис самих поглавља дисертације.

**Комисија сматра да је наслов рада прецизно формулисан, садржај прегледан, а увод концизан и информативан.**

**Општи део**– подељен је у 3 потпоглавља. Прво потпоглавље обухвата приказ основних карактеристика гљива раздела Basidiomycota, укључујући њихову систематику, опште карактеристике и структуру ћелија, животне циклусе и процесе полног начина размножавања. Поред тога, дат је увид у њихову популациону структуру и проблем дефинисања јединки, као и основе филогеније агарикоидних гљива и филогенетске односе у оквиру рода *Marasmius*. У другом потпоглављу приказане су основне молекуларне методе које се користе у таксономији, екологији и популационој генетици макрогљива, са посебним освртом на методе ISSR (eng. Inter Simple Sequence Repeats) и секвенционирање познатих региона генома гљива од којих су у овом истраживању коришћена три маркера (ITS, LSU и EF-1 $\alpha$ ). У трећем делу је дат преглед испитиваних родова макрогљива: *Marasmius* Fr. 1836, *Mycetinis* Earle 1909 и *Gymnopus* (Pers.) Gray 1821, као и анализираних врста: *Marasmius rotula* ( Scop.) Fr., *Marasmius bulliardii* Quél., *Marasmius torquescens* Quél., *Marasmius oreades* (Bolton) Fr., *Marasmius anomalus* Lash, *Marasmius epiphyloides* (Rea) Sacc. & Trotter (Pers.) Fr., *Mycetinis alliaceus* (Jacq.) Earle ex A.W. Wilson & Desjardin, *Gymnopus androsaceus* (L.) Della Maggiora & Trassinelli.

**Комисија сматра да општи део пружа адекватан приказ проблематике ове докторске дисертације.**

**Циљеви истраживања**, су јасно дефинисани, и представљени као специфични циљеви:

- Одређивање макроскопских и микроскопских карактеристика плодних тела анализираних врста и њихове варијабилности између популација
- Одређивање утицаја климатских фактора (температура ваздуха, релативна влажност ваздуха, моментална влажност земљишта, количина атмосферских падавина и pH земљишта) на варијабилност морфолошких карактера у испитиваним популацијама
- Идентификација јединки, применом молекуларне методе (ISSR)
- Одређивање бројности и распрострањења јединки на одређеним локалитетима у оквиру националних паркова Србије (НП Копаоник, НП Тара, Стара планина) и Црне Горе (НП Биоградска гора)
- Одређивање основних популационо-генетичких параметара (Fst индекс, AMOVA, UPGMA)
- Анализа филогенетских односа у оквиру анализираних врста рода *Marasmius*
- Процена стања популација и предлог даљих смерница за истраживање биодиверзитета анализираних и других врста макрогљива

**Комисија сматра да су циљеви рада ове докторске дисертације јасно и коректно дефинисани.**

**Експериментални део**– детаљно су описане све фазе рада. Обухвата приказ метода за сакупљање материјала, приказ испитиваних локалитета, приказ метода за морфолошку и молекуларну анализу (изолација ДНК, ланчана реакција полимеризације (енг. Polymerase chain reaction, PCR), електрофореза, ISSR метода (енг. Inter Simple Sequence Repeats), секвенционирање познатих региона генома) и приказ метода и програма коришћених за обраду података.

**Комисија сматра да примењене методе, као савремене и адекватне, омогућавају добијање валидних научно-истраживачких резултата. Осим тога, експериментално добијени подаци коректно су статистички обрађени.**

**Резултати и дискусија** – садрже 5 потпоглавља.

У првом потпоглављу приказани су резултати морфолошке анализе свих 8 испитиваних врста – опис, фотографије и цртежи микроморфолошких карактера дати су за све анализиране врсте, док је за врсте које су сакупљене у већем броју (више од 10) дат приказ мерења макроморфолошких података.

У другом потпоглављу приказани су резултати статистичке обраде макроморфолошких карактера у популацијама врста *M. alliaceus* и *G. androsaceus*.

У трећем потпоглављу дати су резултати идентификације јединки ISSR методом за популације *M. alliaceus*, *G. androsaceus* и *M. rotula*. Добијени резултати упоређени су са резултатима сличних истраживања која су се већином бавила истраживањима ектомикоризних врста гљива с обзиром на одсуство релевантних литературних података за сапротрофне врсте (којима и припадају анализиране врсте).

У четвртном потпоглављу приказани су резултати одређивања параметара генетичке варијабилности за популације врста *M. alliaceus* и *G. androsaceus*. Дискусија је базирана на подацима о генетичкој варијабилности код других врста макрогљива, с обзиром на то да у литератури нема података о испитиваним врстама.

У петом потпоглављу приказани су резултати филогенетске анализе врста у оквиру рода *Marasmius* које су присутне у Европи. Дискусија се заснива на поређењу добијених резултата са филогенетским истраживањима рода *Marasmius* из других крајева света.

Посебан значај ове докторске дисертације огледа се у продубљивању знања о популацијама сапротрофних макрогљива припадника родова *Marasmius*, *Mycetinis* и *Gymnopus* које су релативно слабо истражене код нас (Србија), али и у свету. За подручје шумских екосистема Националних паркова Србије и Црне Горе представљају прелиминарна истраживања. Такође, по први пут филогенетска анализа је обухватала представнике свих секција рода *Marasmius* присутних у Европи, што није био случај у досадашњим филогенетским истраживањима овог рода.

**Комисија сматра да су резултати приказани прегледно и систематично, те да су убедљиво продискутовани, у складу са доступним литературним подацима.**

**Закључци** – сумирају чињенице изложене у претходном поглављу

**Комисија сматра да су закључци, утемељени на добијеним експерименталним подацима, коректно изведени.**

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

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01. јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

**Радови и саопштења проистекли из истраживања у оквиру рада на докторској дисертацији**

**M<sub>23</sub> Рад у међународном часопису**

1. **Bosković E**, Galovic V, Karaman M. 2019. Spatial distribution of genets in populations of Saprotrophic basidiomycetes, *Mycetinis alliaceus*, *Marasmius rotula* and *Gymnopus androsaceus*, from Serbian and Montenegrin forests. Archives of Biological Sciences 25–25, doi:10.2298/abs190218025b.

**M<sub>51</sub> Рад у водећем националном часопису**

1. **Bošković E**, Karaman M, Galović V. 2017. Spatial distribution of saprotrophic fungi *Marasmius rotula* on Mt. Stara planina, Zbornik Matice srpske za prirodne nauke 133:143-150.

**M<sub>34</sub> Саопштење са међународног скупа штампано у изводу**

1. **Bošković E**, Karaman M, Galović V. 2018. Distribution of individuals in population of Basidiomycetes *Mycetinis alliaceus*, *Marasmius rotula* and *Gymnopus androsaceus* from Serbian and Montenegro forests, 7th Balkan Botanical Congress, 10-14 September, Novi Sad, Serbia, pp. 193

**M<sub>64</sub> Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу**

1. **Bošković E**, Галовић В, Стојковић К, Караман М. 2018. Просторна дистрибуција и бројност генета у популацијама врсте *Gymnopus androsaceus*, Други конгрес биолога Србије, 25-30 септембар, Кладово, Србија, стр. 202

**VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

- Анализом морфолошких података испитиваних врста утврђено је да су добијени подаци у складу са подацима из литературе (Antonín и Noordeloos, 2010).
- Врста која је најчешће налажена на испитиваним локалитетима током 3 године истраживања је *Mycetinis alliaceus*
- РСА анализом популација врсте *M. alliaceus* (Копаник, Биоградска гора и Стара планина) је показано да долази до делимичног издвајања популације Стара планина у односу на испитиване морфолошке карактере, а код популације са локалитета Биоградска гора уочена је највећа хетерогеност у испитиваним карактерима.
- РСА анализом популација врсте *G. androsaceus* са два различита локалитета (Тара и Копаник), уочено је да нема јасног издвајања популација, односно испитиване популације су показале хетерогеност у испитиваним морфолошким карактерима
- Анализом корелација између мерених морфолошких карактера и фактора средине уочено је да код врсте *M. alliaceus* постоји статистички значајна ( $p < 0.05$ ) позитивна корелација између влажности ваздуха и количине падавина и пречника и дужине шешира, док је статистички значајна ( $p < 0.05$ ) негативна корелација уочена између средње температуре ваздуха, влажности и рН вредности земљишта.  
Код врсте *G. androsaceus* уочена је статистички значајна позитивна корелација количине падавина са пречником шешира, док је код осталих фактора (средња температура ваздуха, релативна влажност ваздуха, влажност земљишта и рН) уочена статистички значајна ( $p < 0.05$ ) негативна корелација са пречником шешира.
- Одређивањем броја и величине генета ISSR методом у популацијама врста *M. alliaceus*, *M. rotula* и *G. androsaceus* утврђено је да ове врсте формирају релативно мале генете (од неколико десетина цм до 15м) који се налазе у релативној близини једни од других (неколико м)
- Одређивањем параметара молекуларног диверзитета (AMOVA, Fst) код популација врста *M.*

*alliaceus* и *G. androsaceus* утврђено је да су популације обе испитиване врсте значајно генетички диференциране ( $F_{st}$  вредности веће од 0.25) односно да постоји мали проток гена између њих

- Такође, код врсте *M. alliaceus* уочено је да је груписање популација на UPGMA дендрограму у сагласности са груписањем које је добијено по Еуклидијевим дистанцама. Код обе анализе уочено је да су популације са Копаоника и Биоградске горе ближе у односу на популацију са Старе планине која се јасно издваја у посебан кластер, па се може претпоставити да је варијабилност морфолошких карактера код испитиваних популација врсте *M. alliaceus* претежно генетички детерминисана.

- У овом истраживању генерисано је 40 нових ДНК секвенци од тога 16 секвенци ITS региона, 13 секвенци LSU региона и 11 EF-1 $\alpha$  секвенци које су добијене из 6 врста гљива (*Marasmius rotula*, *Marasmius bulliardii*, *Marasmius oreades*, *Marasmius anomalus*, *Marasmius torquescens*, *Marasmius epiphyloides*). Добијене секвенце су похрањене у GenBank базу и додељени су им следећи приступни бројеви: МК226496 – МК226511 за ITS секвенце, МК238544 – МК238556 за LSU секвенце МК327525 – МК327535 за EF-1 $\alpha$  секвенце.

- Филогенетска анализа ITS/LSU и ITS/LSU/EF-1 $\alpha$  секвенци у овом раду, подржава тренутно прихваћено груписање Европских врста рода *Marasmius* у секције на основу макро- и микроморфолошких карактера. Међутим, добијени резултати не подржавају у потпуности груписање нижих инфрагенеричких категорија (подсекција и серија). Такође, подсекцијска класификација европских *Marasmius* врста анализираних у овом раду не представља монофилетске линије.

Закључци истраживања спроведених у оквиру ове докторске дисертације јасно указују да се на постављене циљеве успешно одговорило у целисти.

#### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Кандидат **Елеонора Бошковић** резултате своје докторске дисертације представила је у виду логичких целина, на систематичан и прегледан начин. Конкретно, исти су приказани у виду текста и слика, табеларно и графички, у складу са уобичајном праксом у научно-истраживачком раду. Адекватно су интерпретирани и критички продискутовани. Коначно, изведени су валидни закључци који одговарају постављеним циљевима.

На основу извештаја тестирања докторске дисертације на плагијаризам коришћењем софтвера iThenticate (<https://www.ithenticate.com/>) и на основу прегледа 25267 речи, пронађено је 65 преклапања из 46 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.

**Стога, Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.**

## X КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

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.

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

**Комисија констатује да једокторска дисертација кандидата Елеоноре Бошковић урађена и написана у складу са пријавом њене теме.**

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Ова докторска дисертација садржи све битне елементе. Током њене израде кандидат је показао висок степен познавања проблематике истраживања; начинио је обимни преглед савремених литературних навода; коректно је поставио циљеве рада; применио је адекватне и савремене методе истраживања; статистички обрађене резултате јасно је приказао и критички их продискутовао; коначно, на основу истих, извео је конкретне закључке.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

У дисертацији је анализиран молекуларни и морфолошки диверзитет сапротрофних макрогљива шумских екосистема Националних паркова Србије и Црне Горе код врста припадника родова *Marasmius*, *Mycetinis* и *Gymnopus*, које су до сада релативно слабо проучене у свету и код нас.

Статистичка анализа макроморфолошких карактера и корелација мерених карактера са климатским подацима до сада није рађена код врста *M. alliaceus* и *G. androsaceus*.

Посебан допринос огледа се у томе што су добијени подаци о бројности, величини и просторној дистрибуцији јединки у популацијама врста *M. alliaceus*, *M. rotula* и *G. androsaceus* о којима до сада није било података у научној литератури (осим за врсту *G. androsaceus*, применом методе соматске инкомпатибилности која није у потпуности адекватна (Jacobson и сар. 1993)).

Такође, подаци о параметарима молекуларног диверзитета (Fst индекс, AMOVA, UPGMA) у популацијама врста *M. alliaceus* и *G. androsaceus* нису присутни у доступној литератури.

Филогенетска анализа урађена у овој дисертацији обухватала је представнике свих секција рода *Marasmius* присутних у Европи (sect. *Marasmius*, *Hygrometrici*, *Globulares* и *Epiphylli*), што није био случај у досадашњим филогенетским истраживањима овог рода током последњих деценија (Tan и сар. 2009, Wannathes и сар. 2009, Shayн сар. 2017), у којима су проучаване врсте рода *Marasmius* из тропских региона.

Из свега наведеног може се закључити да се комбиновањем молекуларних и морфолошких података о популацијама врста *M. alliaceus* и *G. androsaceus*, током овог истраживања, омогућило боље познавање популација испитиваних врста (бројност и дистрибуција јединки у шумским екосистемима, варијабилност карактера, генетичка варијабилност).

Подаци добијени у овој дисертацији представљају основ за даља истраживања, с обзиром на то да су врсте гљива које су анализиране у овом раду широко распрострањене, честе и њихова плодна тела се могу наћи у већем броју у различитим шумским екосистемима, па могу да представљају добар модел за анализу популација сапротрофних макрогљива генерално у свету, а не само у нашим шумским екосистемима.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

**Комисија констатује да у овој докторској дисертацији нису уочени било какви недостаци који би могли да утичу на квалитет резултата истраживања и изведене закључке.**

## **X ПРЕДЛОГ:**

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

На основу укупне оцене докторске дисертације и увида у самостални научно-истраживачки рад кандидата **Елеонора В. Бошковић**, Комисија са посебним задовољством предлаже Наставно-научним већима Департмана за биологију и екологију Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду да се докторска дисертација под насловом: "**Молекуларни и морфолошки диверзитет популација гљива родова *Marasmius* Fr. 1836, *Mycetinis* Earle 1909 и *Gymnoporus* (Pers.) Gray 1821 у шумским екосистемима Националних паркова Србије и Црне Горе**" прихвати, а кандидату **Елеонори Бошковић** одобри одбрана.

## ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

---

**др Јелена Вукојевић**

редовни професор, Биолошки факултет, Универзитете у Београду, **председник**

---

**др Маја Караман**

ванредни професор, ПМФ, Универзитет у Новом Саду, **ментор**

---

**др Владислава Галовић**

виши научни сарадник, Институт за низијско шумарство и животну средину, Универзитет у Новом Саду, **ментор**

---

**др Ивица Тамаш**

научни сарадник, ПМФ, Универзитет у Новом Саду, **члан**

---

**др Наташа Кочиш Тубић**

научни сарадник, ПМФ, Универзитет у Новом Саду, **члан**

---

**Др Зоран Галић**

научни саветник, Институт за низијско шумарство и животну средину, Универзитет у Новом Саду, **члан**