



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ  
Број: 01-10642/1  
Датум: 25.11.2015.  
Б Е О Г Р А Д

На основу члана 154. Статута Факултета, а у складу са Извештајем Комисије бр. 7765/3 од 08.10.2015. год, Наставно-научно веће Универзитета у Београду-Шумарског факултета, на седници одржаној 25.11.2015. год, доноси

### О Д Л У К У

Усваја се израђена докторска дисертације кандидата **Милене Стефановић** под насловом: „**Варијабилност терпенског састава и морфолошких карактеристика четина *Taxus baccata* L. у Србији**“.

Образује се Комисија за јавну одбрану, у саставу:

1. Др Срђан Бојовић, научни саветник Универзитета у Београду-Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић“,
2. Др Драгица Обратов-Петковић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета,
3. Др Мирјана Оцокољић, ванредни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета,
4. Др Матилда Ђукић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета,
5. Др Биљана Николић, виши научни сарадник Института за шумарство у Београду.

### Образложење

Универзитет у Београду је својим актом 02 број: 61206-4577/2-13 од 12.11.2013. год. дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Милене Стефановић под називом: „Варијабилност терпенског састава и морфолошких карактеристика четина *Taxus baccata* L. у Србији“.

Кандидат је објавио следеће научне радове:

- Popović Z., Stefanović M., Smiljanić M., Matić R., Kostić M., Vidaković V., Voјović S. (2012): Sex expression in Serbian dendroflora: A case study of *Fraxinus ornus* var. *angustifolia*. Archives of Biological Sciences, 64(1):107-111.
- Voјović, S., Jurc, M., Ristić, M., Popović, Z., Matić, R., Vidaković, V., Stefanović, M. and Jurc, D. (2015): Essential Oil Variability in Natural Populations of *Pinus mugo* Turra from the Julian Alps. Chemistry and Biodiversity (Reg. No. C15029). pp 1-11. ISSN/ISBN: ISSN 1612-1872. DOI: DOI 10.1002/cbdv.201500029. M 22

Дана 23.09.2015. год, кандидат Милена Стефановић предала је Факултету израђену докторску дисертацију. Комисија за оцену докторске дисертације предложила је ННВ-у да се предметна дисертација прихвати и одобри одбрана, те је одлучено као у диспозитиву ове одлуке.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду–Већу научних области, члановима Комисије, именованој, Служби за наставу и студентска питања, декану, писарници.

Председник Наставно-научног већа  
Проф. др РАТКО РИСТИЋ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА  
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

**Предмет:** Оцена израђене докторске дисертације дипл. инжењера пејзажне архитектуре и хортикултуре Милене Стефановић

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
Одлуком Наставно-научног већа Шумарског факултета у Београду бр. 01-8101/1 од 29.09.2015. године, одређена је Комисија за оцену израђене докторске дисертације дипл. инжењера пејзажне архитектуре и хортикултуре Милене Стефановић, под насловом: <b>“ВАРИЈАБИЛНОСТ ТЕРПЕНСКОГ САСТАВА И МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ЧЕТИНА <i>Taxus baccata</i> L. У СРБИЈИ ”</b> , у саставу:
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Др Срђан Бојовић, научни саветник Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић“, Универзитета у Београду;</li><li>2. Др Драгица Обратов-Петковић, редовни професор Универзитета у Београду, Шумарски факултет;</li><li>3. Др Мирјана Оцокољић, ванредни професор Универзитета у Београду, Шумарски факултет;</li><li>4. Др Матилда Ђукић, редовни професор Универзитета у Београду, Шумарски факултет;</li><li>5. Др Биљана Николић, виши научни сарадник, Институт за шумарство у Београду</li></ol>
Чланови Комисије су проучили достављену докторску дисертацију, оценили њену научну вредност и подносе следећи
<b>ИЗВЕШТАЈ</b>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТКИЊИ</b>
Милене А. Стефановић Рођена 08.08.1983. у Београду, Савски венац, Србија
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
<b>ВАРИЈАБИЛНОСТ ТЕРПЕНСКОГ САСТАВА И МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ЧЕТИНА <i>Taxus baccata</i> L. У СРБИЈИ</b>
<b>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
Докторска дисертација Милене Стефановић, дипл. инжењера пејзажне архитектуре и хортикултуре, написана је у складу са Упутством за обликовање штампане и електронске верзије докторске дисертације Универзитета у Београду, на 169 страна куцаног текста, са укупно 73 слика, 23 табеле, 3 прилога

и 259 библиографских јединица. Дисертација је подељена у 7 поглавља: **Увод** (1-2. стр.); **Предмет истраживања** (3-26. стр.); **Циљеви рада и полазне хипотезе** (27-28. стр.); **Материјал и методе** (29-39. стр.); **Резултати и дискусија** (40-132. стр.); **Закључци** (133-139. стр.) и **Литертура** (140-169. стр.). У оквиру дисертације дати су: сажетак на српском и енглеском језику, кључне речи, садржај и биографија аутора.

#### **V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

У **1. Уводу** кандидат истиче значај истраживања диверзитета биљних врста и наводи референце које то поткрепљују. Истраживања међупопулационе варијабилности у погледу морфолошких, физиолошких, хемијских и генетичких карактеристика су нарочито значајна када су у питању угрожене врсте и представљају полазну основу за спровођење мера конзервације. Популације тисе у Србији су слабо истражене и постоји свега неколико студија или записа о њиховом постојању. Испитивање варијабилности природних популација тисе у Србији коришћењем морфолошких и хемијских маркера представљало би допринос екологији, заштити и очувању ове реликтне, значајне и ретке дрвенасте врсте, како на подручју Србије, тако и на глобалном нивоу.

Поглавље **2. Предмет истраживања** подељено је у 6 подпоглавља. У подпоглављима **2.1. Опис врсте, распрострањење и историја** и **2.2. Екологија врсте** кандидаткиња износи основне податке о врсти која је предмет овог истраживања. *Taxus baccata* L. је терцијарни реликт и аутохтона, строго заштићена врста у Србији. Бројне студије сведоче да су природне популације тисе ишчезле на многим локалитетима широм Европе и Медитерана и да је њен ареал сведен на мале изоловане популације или групе стабала. Популације тисе масовно су опустошене у периоду од 13. до 16. века због потребе производње дугих лукова. Због јединствених карактеристика тисовине, ови лукови су представљали најјаче оружје у средњем веку. Опустошене популације тисе широм Европе до данас нису обновљене. Кандидаткиња, на основу проучавања литературе, наводи да су главни разлози који ограничавају обнављање природних популација тисе: хербивори, предатори семена, неповољни микростанишни услови за развој младих биљака, генетичка изолација и интраспецијска компетиција. У Србији се популације тисе налазе на изолованим локалитетима, обично у клисурама и кањонима, на стрмим планинским косинама. Изолација популација током дугог временског периода доводи до ограниченог протока гена, инбридинга и генетичког дрифта. Може се претпоставити да се мале и изоловане популације тисе у Србији карактеришу смањеним генетичким потенцијалом што повећава ризик од њиховог ишчезавања. Тиса је интересантна у погледу полности, јер као дводома врста представља реткост међу четинарима. У подпоглављу **2.3. Полност** описан је репродуктивни систем тисе. Кандидаткиња наводи да се у истраживањима варијабилности хемијских и морфолошких карактеристика треба узети и полни аспект у обзир. Бројне студије су показале да постоји већа вероватноћа за ишчезавање дводомих врста у односу на врсте са другачијим репродуктивним

системима. Као разлог за то наводи се да полови имају неједнака енергетска улагања у раст и репродукцију. У стресним условима средине женске јединке имају већу стопу морталитета. Однос полова у популацијама тисе често је нарушен и може бити показатељ стресних услова. У подпоглављу **2.4. Таксономија** кандидаткиња је дала преглед класификација рода *Taxus* L. и фамилије *Taxaceae* S.F. Gray различитих систематичара од 1920. године до данас. Тиса припада реду *Pinales* Gorozh., али се карактерише одређеним специфичностима у односу на ову групу биљака (одсуство смоних канала и шишарица). Према најновијој класификацији, род *Taxus* L. обухвата 24 врсте и 55 варијетета, сврстаних у три групе: *Wallichiana*, *Baccata* и *Sumatrana*. Међутим, многи аутори сматрају да се врсте рода *Taxus* L. могу подвести под једну - *Taxus baccata* L. коју карактерише широк опсег морфолошке пластичности. У подпоглављу **2.5. Испарљиве хемијске компоненте**, кандидаткиња је дала дефиниције примарних и секундарних метаболита, етарских уља и терпена (**2.5.1. Дефиниција и значај**). Етарска уља или неке њихове компоненте имају примену у хемотаксономији. Терпени се често користе у истраживањима диверзитета и географске варијабилности врста, нарочито код четинара. Многе врсте се одликују изузетним диверзитетом терпена. Организми (биљке) који производе велики број хемијских једињења имају веће шансе да повећају виталност, јер што је већи хемијски диверзитет, већа је шанса да се произведе потенцијално биолошки активно једињење. Кандидаткиња у одељку **2.5.2. Варијабилност испарљивих компоненти** набраја факторе који утичу на производњу секундарних метаболита код биљака. Конструкција модела који предвиђају количине секундарних метаболита у различитим еколошким условима представља велики изазов. Бројне студије су спроведене у циљу да се испитају варијације у саставу етарског уља код различитих врста између популација. Код многих врста установљена је велика варијабилност између и унутар популација, као и специфичност појединих популација у погледу састава етарског уља. Главни циљ ових истраживања је да се прошири знање о диверзитету и таксономији ових врста. Кандидаткиња је дала преглед досадашњих истраживања испарљивих компоненти рода *Taxus* L. у одељку **2.5.3. Досадашња истраживања испарљивих компоненти рода *Taxus* L.** Постоји свега неколико студија о испарљивим компонентама рода *Taxus* L., од тога само три на врсти *Taxus baccata* L. У одељку **2.5.4. Веза испарљивих компоненти и климатских фактора**, описано је раније истраживање у коме је испитана зависност конституената етарског уља рузмарина од биоклиматских, географских и орографских карактеристика. У наведеним истраживањима утврђено је да географски положај популације представља важан фактор који утиче на хемијски састав етарског уља. Подпоглавље **2.6. Морфолошке карактеристике четина** подељено је у 3 целине. Кандидаткиња је описала морфолошке карактеристике четина и стоминог апарата *Taxus baccata* L. и дала преглед досадашњих истраживања димензија четина тисе, распореда и густине стома, у одељцима **2.6.1. Морфолошке карактеристике четина *Taxus baccata***

**L. и 2.6.2. Досадашња истраживања морфолошких карактеристика четина рода *Taxus L.*** Ранија истраживања на природним популацијама тисе у Пољској и Украјини су показала да женске јединке имају већу дужину и површину четина, као и густину стома. Са становишта морфолошких карактеристика четина, популације тисе у Србији нису истражене. У одељку **2.6.3. Морфолошке карактеристике и еколошки фактори** кандидаткиња је дала преглед низа истраживања у којима се густина и величина стома испитују као адаптивни одговори биљних врста на промене у спољашњој средини. Густина стома се може сматрати еколошким индикатором у погледу влажности средине. У ранијим истраживањима утврђено је да постоји позитивна корелација између годишњег прираста женских јединки тисе са количином падавина у јуну и јулу. То је период интензивног раста, када су мушке јединке завршиле цветање, док код женских јединки почиње процес развоја и сазревања семена и арилуса. Опште правило је да су женске јединке углавном захтевније у погледу влажности од мушких.

У поглављу **3. Циљеви рада и полазне хипотезе** кандидаткиња је дефинисала општи циљ истраживања, а то је формирање научне основе за спровођење мера конзервације популација тисе у Србији. Посебни циљеви истраживања су: утврђивање састава и садржаја етарског уља из четина тисе из природних популација у Србији; утврђивање међупопулационе варијабилности састава и садржаја етарског уља из четина тисе у Србији; утврђивање разлика у саставу и садржају етарског уља између мушких и женских јединки тисе; утврђивање зависности садржаја појединих компоненти етарског уља тисе од температуре ваздуха, количине падавина и надморске висине; утврђивање морфолошких карактеристика четина тисе из природних популација у Србији; утврђивање међупопулационе варијабилности морфолошких карактеристика тисе у Србији; утврђивање разлика у морфолошким карактеристикама између мушких и женских јединки тисе; позиционирање популација тисе из Србије у односу на остале истраживане популације у региону у погледу морфолошких карактеристика и утврђивање зависности појединих морфолошких карактеристика четина од температуре ваздуха, количине падавина и надморске висине. У истраживањима кандидаткиња је пошла од следећих хипотеза: природне популације тисе у Србији се разликују према саставу и садржају етарског уља из четина; мушке и женске јединке тисе се разликују према саставу и садржају етарског уља из четина; садржај појединих компоненти етарског уља тисе зависи од температуре ваздуха, количине падавина и надморске висине; природне популације тисе у Србији се разликују према морфолошким карактеристикама четина; мушке и женске јединке тисе се разликују према морфолошким карактеристикама четина и морфолошке карактеристике четина тисе зависе од температуре ваздуха, количине падавина и надморске висине.

Поглавље **4. Материјал и методе** се састоји од 6 подпоглавља. У подпоглављима **4.1. Истраживане популације** и **4.2. Величина узорка**, кандидаткиња је описала станишне карактеристике истраживаних популација и

начин избора узорка. Материјал је узоркован из три природне популације тисе, са следећих локалитета: Пожар (КО Растиште, Национални парк „Тара“), резерват природе „Јелак“ (КО Брзеће, Национални парк „Копаоник“) и споменик природе „Лазарев кањон“ (КО Злот, планина Малиник). За сваку популацију, кандидаткиња је навела податке о надморској висини, географској ширини и дужини, експозицији, нагибу, подлози, климатским карактеристикама, величини узорка и датуму узорковања. У даљем тексту, за описане популације, користиће се скраћени називи: „Тара“, „Копаоник“ и „Малиник“. Истраживањем је обухваћено 7 јединки тисе (3 женске и 4 мушке) из популације Тара. Из популација Копаоник и Малиник, узорци су прикупљени са по 22 стабла из сваке популације (11 женских и 11 мушких). У подпоглављу **4.3. Екстракција етарског уља** кандидаткиња је описала поступак екстракције етарског уља из четина *Taxus baccata* L. Екстракција је обављена поступком дестилације воденом паром по Clevenger-у. Са сваког од 47 стабала из три популације прикупљено је око 1200 g гранчица са четинама, а за сваки узорак урађене су 4 сукцесивне екстракције (по 300 g) у трајању од 3 h. У изоловано уље додат је растварач пентан и раствор профильтриран преко анхидрованог натријум сулфата. Ратворено уље чувано је у виалама на температури од 4°C до гасно хроматографске анализе. Састав етарског уља тисе испитан је гасном хроматографијом (GC-FID) и комбинацијом гасне хроматографије и масене спектрометрије (GC-MS). Аналитички услови гасно хроматографске анализе су описани у подпоглављу **4.4. Испитивање састава и садржаја етарског уља**. За идентификацију компонената етарског уља су коришћени програми Automated Mass Spectral Deconvolution and Identification System (AMDIS ver. 2.1.) и Agilent Technologies ChemStation, библиотеке Wiley275 и NIST/NBS, као и поређење ретенционих индекса са литературним вредностима. Након идентификације компонената приступило се одређивању њихове процентуалне заступљености. За сваки узорак, одређена је процентуална заступљеност компоненти на основу површине пикова хроматограма у Microsoft Office Excel-у. Кандидаткиња је у подпоглављу **4.5. Испитивање морфолошких карактеристика четина** описала поступак мерења морфолошких карактеристика. За испитивање морфолошких карактеристика *Taxus baccata* L. узорци су прикупљени са 51 јединке из три природне популације у Србији, које су обухватиле 47 јединки код којих је испитан састав етарског уља и по две додатне јединке из популација Копаоник и Малиник. Гранчице са четинама су узорковане из доњег и средишњег дела круне, равномерно са свих страна. За одређивање дужине, ширине и површине, четине су скениране и измерене у програму ImageJ. Број редова стома на једној половини наличја четине и густина стома мерени су уз помоћ светлосног микроскопа „Leica Galen III“ са камером „Topica TP - 5001“ (са објективом увећања 10x). Површина четина је снимљена на скенирајућем електронском микроскопу Jeol JSM-6390LV са увећањима 150x и 1200x. У подпоглављу **4.6. Статистичка анализа**, кандидаткиња је описала методе и технике обраде података. Статистичка обрада података рађена је у програмима: STATISTICA



10, STATA 12 и Microsoft EXCEL 2010.

У поглављу **5. Резултати и дискусија** кандидаткиња је приказала и дискутовала резултате истраживања у 4 подпоглавља. У подпоглављу **5.1. Резултати испитивања етарског уља из четина тисе** изнети су резултати истраживања хемијског састава етарског уља (одељак **5.1.1. Хемијски састав етарског уља из четина тисе**), варијабилности садржаја етарског уља (одељак **5.1.2. Варијабилност садржаја етарског уља**) и зависности садржаја компоненти етарског уља од климатских фактора (**5.1.3. Повезаност садржаја хемијских компоненти и климатских фактора**). У етарском уљу 47 јединки тисе из три природне популације у Србији детектована је 91 компонента, од којих је 87 идентификовано. У саставу етарског уља преовлађују алифатични алкохоли (43.31%), терпени (19.34%), алифатични угљоводоници (13.18%) и алифатични алдехиди (11.09%). Кетони, масне киселине, деривати каротеноида, естри и ароматична једињења заступљени су у мањем проценту. Неидентификована једињења чине 1.96% уља. Најзаступљенија терпенска фракција за све три популације су оксигеновани монотерпени (13.99%). Укупни монотерпени (угљоводонични и оксигеновани) чине 14.41%, а укупни сесквитерпени (угљоводонични и оксигеновани) чине 2.31% етарског уља тисе. У природним популацијама тисе у Србији најзаступљенија једињења су алифатични алкохоли 1-октен-3-ол (23.48%) и (*Z*)-3-хексенол (11.46%), као и оксигеновани монотерпен миртенол (11.38%). У свим популацијама најзаступљенија испарљива компонента је 1-октен-3-ол. У популацији Тара, 1-октен-3-ол чини 15.56%, (*Z*)-3-хексенол чини 6.84% и миртенол 13.30% етарског уља. У популацији Копаоник, 1-октен-3-ол, (*Z*)-3-хексенол и миртенол су заступљени у процентима од 27.55%, 4.77% и 12.88%, респективно, док су у популацији Малиник наведене компоненте заступљене у процентима од 22.18%, 19.78% и 9.22%, респективно. Кандидаткиња је испитала унутарпопулациону (**5.1.2.1. Унутарпопулациона варијабилност садржаја етарског уља из четина тисе**) и међупопулациону варијабилност садржаја етарског уља (**5.1.2.2. Међупопулациона варијабилност садржаја етарског уља из четина тисе**). Међупопулациона варијабилност испитана је помоћу једнофакторске анализе варијансе (ANOVA), анализе главних компоненти (PCA), кластер анализе (CA) и канонијске дискриминационе анализе (CDA). Нормалност 91 хемијске компоненте из етарског уља проверена је  $\chi^2$  тестом ( $p \geq 0.05$ ) у програму STATISTICA 10. ANOVA је показала да се 8 једињења (од укупно 17 која имају нормалну расподелу) статистички значајно разликује према заступљености међу популацијама ( $p < 0.05$ ): *n*-октанал,  $\beta$ -линалол,  $\beta$ -циклоцитрал, (*E*)- $\beta$ -јонон, еикозанал, *trans*-феругинол, трикозанал и хексакозан. Као „post-hoc“ тест коришћен је Bonferroni тест са корекцијом. Разлике у садржају једињења која имају нормалну расподелу између женских и мушких јединки испитане су t-тестом за независне узорке. Статистички значајне разлике између женских и мушких јединки су утврђене само за садржај  $\alpha$ -пинена у популацији Малиник ( $p = 0.023$ ), као и на нивоу све три популације заједно ( $p = 0.006$ ). Анализа главних компоненти је урађена на сету од 22

изабране варијабле које представљају хемијске компоненте заступљене у проценту већем од 0.5%. На плану прве и друге главне осе видљиво је раздвајање популација Копаоник и Малиник у односу на другу главну осу. На плану друге и треће главне осе може се уочити раздвајање популација Тара и Малиник у односу на трећу главну осу. Са графичких приказа анализе могу се уочити једињења којима обилују поједине популације. Јединке са Таре обилују садржајем хексахидрофарнезил ацетона, пентакозана, гераниола и миртенола, јединке са Копаоника садржајем 1-октен-3-ола, 1-октен-3-она, 3-октанона, *n*-нонанала, палмитинске киселине и јуницедранола, а јединке са Малиника садржајем н.к. 1, (Z)-3-хексенола, фитола и хептадекана. Статистички значајне разлике (Mann-Whitney *U* test:  $p < 0.05$ ) утврђене су у садржају: пентакозана, 1-октен-3-ола, 1-октен-3-она, 3-октанона, *n*-нонанала, палмитинске киселине, јуницедранола, (Z)-3-хексенола и хептадекана. СА је потврдила резултате РСА, тј. да су према хемијском саставу сличније популације Тара и Копаоник, док се популација Малиник разликује. Регресионом анализом испитана је линеарна зависност између климатских фактора (температуре, падавина и надморске висине) и појединих компоненти етарског уља (**5.1.3. Повезаност садржаја хемијских компоненти и климатских фактора**). Микроклиматски услови у којима расту популације значајно утичу на варијабилност садржаја етарског уља. Климатске карактеристике локалитета на којима се налазе истраживане популације тисе су добијене на основу географских координата из WorldClim базе глобалних климатских слојева у просторној резолуцији од око 1 km<sup>2</sup>. За природне популације тисе у Србији, 19 биоклиматских варијабли је добијено из WorldClim базе података уз помоћ DIVA-GIS 7.5 софтвера. Анализирано је укупно 15 компонената у односу на биоклиматске варијабле (BIO1-BIO19), минималну и максималну температуру за октобар (када је извршено узорковање), просечну количину падавина за октобар, минималну, максималну и средњу температуру за јесење месеце, просечну количину падавина за јесење месеце и надморску висину. Утврђена је статистички значајна линеарна зависност између биоклиматских варијабли везаних за температуру ваздуха и садржаја анализираних компоненти етарског уља. Значајно предвиђање садржаја највећег броја хемијских компоненти дају варијабле BIO8 (средња температура највлажнијег квартала), BIO10 (средња температура најтоплијег квартала), tmin\_okt (минимална температура за октобар) и tmin\_jes (минимална температура за јесење месеце). Једињења која у највећој мери варирају у односу на варијабле везане за температуру ваздуха су  $\beta$ -линалол, 1-октен-3-он и *n*-нонанал. Линеарна зависност између биоклиматских варијабли везаних за количину падавина и садржаја анализираних компоненти је нешто слабија. Значајно предвиђање садржаја највећег броја хемијских компоненти имају BIO16 (количина падавина у највлажнијем кварталу) и BIO18 (количина падавина у најтоплијем кварталу). Једињења која највише варирају у односу на варијабле везане за количину падавина су (Z)-3-хексенол и  $\beta$ -циклоцитрал. Значајне корелације су утврђене за надморску висину и садржаје великог број анализираних једињења. У односу на надморску висину, највише варирају

садржаји (*Z*)-3-хексенола, 1-октен-3-она и *n*-нонанала. У подпоглављу **5.2. Дискусија резултата испитивања етарског уља из четина тисе** кандидаткиња је правилно упоредила резултате истраживања са резултатима досадашњих истраживања о испарљивим компонентама рода *Taxus L.* Статистичка анализа је показала да се природне популације тисе у Србији разликују према садржају етарског уља из четина. Утврђено је да јединке са Таре садрже значајно више  $\beta$ -линалола, еикозанала и трикозанала у етарском уљу у односу на јединке са Копаоника и Малиника. Јединке са Копаоника садрже значајно већи проценат 1-октен-3-она, 3-октанона, *n*-нонанала, палмитинске киселине, као и значајно мањи проценат (*Z*)-3-хексенола и пентакозана у етарском уљу из четина у односу на јединке са Таре и Малиника. Јединке са Малиника садрже значајно више (*Z*)-3-хексенола, а значајно мање палмитинске киселине и јуницедранола у етарском уљу у односу на друге две испитиване популације. Једињења етарског уља која су најјаче корелисана са биоклиматским варијаблама везаним за температуру ваздуха су  $\beta$ -линалол, 1-октен-3-он и *n*-нонанал. Са порастом максималне температуре у октобру (*tmax\_окт*) и у јесењим месецима (*tmax\_јес*) и са повећањем годишњег температурног опсега (BIO7) повећава се садржај монотерпена  $\beta$ -линалола у популацијама. Са порастом минималне температуре најхладнијег периода (BIO6), минималне температуре за октобар (*tmin\_окт*) и за јесење месеце (*tmin\_јес*) се повећава се садржај кетона 1-октен-3-она и алдехида *n*-нонанала у популацијама. Једињења етарског уља која су најјаче корелисана са биоклиматским варијаблама везаним за количину падавина су (*Z*)-3-хексенол и  $\beta$ -циклоцитрал. Са повећањем количина падавина у највлажнијем периоду (BIO13) и сезонских варијација у количини падавина (BIO15), садржај (*Z*)-3-хексенола расте, а садржај  $\beta$ -циклоцитрала опада. Са повећањем количине падавина у најсувљем кварталу (BIO17), садржај (*Z*)-3-хексенола опада, а садржај  $\beta$ -циклоцитрала расте. Једињења етарског уља која су најјаче корелисана са надморском висином су (*Z*)-3-хексенол, 1-октен-3-он и *n*-нонанал. Са порастом надморске висине, концентрације 1-октен-3-она и *n*-нонанала расту, а садржај (*Z*)-3-хексенола опада.

У подпоглављу **5.3. Резултати испитивања морфолошких карактеристика четина *Taxus baccata L.*** изнети су резултати истраживања морфолошких карактеристика четина тисе (одељак **5.3.1. Морфолошке карактеристике четина *Taxus baccata L.* у популацијама у Србији**), варијабилности морфолошких карактеристика четина (одељак **5.3.2. Унутар и међу-популациона варијабилност морфолошких карактеристика четина тисе**) и зависности морфолошких карактеристика од климатских фактора (**5.3.3. Повезаност морфолошких карактеристика и климатских фактора**). Кандидаткиња је приказала резултате мерења за дужину, ширину и површину четина, однос дужине и ширине четина, специфичну површину четина, број редова стома на једној половини четине и густину стома. Варијабилност морфолошких карактеристика четина тисе из три природне популације у Србији испитана је следећим анализама: једнофакторском и двофакторском

анализом варијансе (ANOVA), Kruskal-Wallis тестом, анализом главних компоненти (PCA) и кластер анализом (CA). Нормалност расподеле морфолошких карактеристика испитана је  $\chi^2$  тестом ( $p \geq 0.05$ ) у програму STATISTICA 10. Мерена својства, осим површине четина, имају нормалну расподелу. Двофакторском анализом варијансе је испитан утицај популације (географског порекла) и пола на дужину четине, ширину четине, однос дужине и ширине, специфичну површину четине и број редова стома на једној половини четине. Утицај популације (географског порекла) на густину стома испитан је једнофакторском анализом варијансе. Разлике између популација за својство површина четина испитане су Kruskal-Wallis тестом. Кандидаткиња је резултате анализа представила табеларно и графички. Досадашња истраживања морфолошких карактеристика четина *Taxus baccata* L. су прикупљена и систематизована, заједно са истраживањима из дисертације. На основу средњих вредности морфолошких карактеристика за различите популације из Европе и Медитерана, као и на основу података за географску ширину и дужину истраживаних популација, урађена је PCA. На плану прве и друге главне осе може се уочити раздвајање истраживаних популација *Taxus baccata* L. на основу морфолошких карактеристика. Највише су издвојене популације из Макаронезије (са Азорских острва и Мадеире). Ове популације се карактеришу највећом густином стома, а најмањом дужином и површином четина и најмањим односом дужине и ширине четина у односу на остале истраживане популације. Другу групу чине популације из медитеранског региона (Италија, Грчка и Алжир), које имају мању густину стома од макаронезијских популација, а већу у односу на популације из континенталне Европе. Наведене популације имају највећу ширину четина у односу на све остале истраживане популације, а мању дужину и површину четина и мањи однос дужине и ширине четина у односу на популације из континенталне Европе. *Taxus baccata* L. из Велике Британије се одваја у односу на остале популације на плану прве и друге главне осе, али је ближа популацијама из континенталне Европе него макаронезијским и медитеранским популацијама. Она се карактерише мањом дужином, ширином и површином четина, а већим односом дужине и ширине четина у односу на популације из континенталне Европе. Популације тисе из Србије су према морфолошким карактеристикама најсличније истраживаним популацијама из Пољске и Украјине. Оне се карактеришу нешто мањом дужином, ширином и површином четина и мањим односом дужине и ширине четина, али зато већом густином стома у односу на популације из Пољске и Украјине. Као и PCA, све методе кластер анализе су показале постојање 4 групе популација тисе. На основу морфолошких карактеристика, популације тисе из Србије су најсличније популацијама из Пољске и Украјине. Нешто удаљеније су популације из Велике Британије, затим са Медитерана, а највише се издвајају популације из Макаронезије. СА за три природне популације тисе у Србији је показала да су према морфолошким карактеристикама (дужини, ширини и површини четине, односу дужине и ширине четине, броју редова стома на једној половини наличја четине и густини стома) сличније популације

Тара и Малиник, док се популација Копаоник разликује. Регресионом анализом испитана је линеарна зависност између климатских фактора (температуре и падавина) и морфолошких карактеристика женских јединки тисе, као и линеарна зависност између климатских фактора и морфолошких карактеристика мушких јединки тисе у истраживаним популацијама. За потребе истраживања, 19 биоклиматских варијабли је добијено из WorldClim базе података уз помоћ DIVA-GIS 7.5 софтвера. Морфолошке карактеристике женских јединки анализирани су у зависности од биоклиматских варијабли (BIO1-BIO19), надморске висине, средњих температура за август и септембар и просечних количина падавина за јун и јул. Морфолошке карактеристике мушких јединки анализирани су у зависности од биоклиматских варијабли (BIO1-BIO19) и надморске висине. На основу резултата прости линеарне регресије може се закључити да су код женских јединки тисе, дужина, ширина, површина и специфична површина четина и број редова стома статистички значајно корелисани са великим бројем биоклиматских варијабли. Код мушких јединки тисе, статистички значајне корелације утврђене су само за ширину четине и број редова стома са одређеним биоклиматским варијаблама. Морфолошке карактеристике које највише варирају у односу на биоклиматске варијабле су дужина, површина и специфична површина четина код женских јединки. Биоклиматске варијабле које објашњавају највећи проценат варијабилности у морфолошким карактеристикама су BIO1 (средња годишња температура), BIO8 (средња температура највлажнијег квартала), BIO10 (средња температура најтоплијег квартала), BIO16 (количина падавина у највлажнијем кварталу), BIO18 (количина падавина у најтоплијем кварталу), t\_avg (средња температура за август), t\_sept (средња температура за септембар) и rad\_jul (просечна количина падавина за јул). Код женских јединки тисе, дужина четине је морфолошка карактеристика која је најјаче корелисана са надморском висином. Код мушких јединки, карактеристика која је најјаче корелисана са надморском висином је ширина четине. У подпоглављу **5.4. Дискусија резултата испитивања морфолошких карактеристика четина тисе** кандидаткиња је дискутовала резултате истраживања морфолошких карактеристика. Просечна дужина двогодишњих четина *Taxus baccata* L. за природне популације у Србији износи 22.14 mm. Мушке и женске јединке тисе се статистички значајно разликују према дужини четина. Женске јединке имају значајно дуже четине од мушких у популацијама Тара и Малиник, као и на нивоу све три популације заједно. Популације тисе у Србији се статистички значајно разликују према дужини четина. Најдуже четине имају јединке са Таре (23.96 mm), затим са Малиника (23.10 mm), а најкраће јединке са Копаоника (20.59 mm). Просечна ширина двогодишњих четина за природне популације тисе у Србији износи 2.35 mm. Утврђене су статистички значајне разлике у ширини четина између мушких и женских јединки тисе. Женске јединке имају значајно шире четине од мушких у популацији Тара и на нивоу све три популације заједно. Популације тисе у Србији се статистички значајно разликују према ширини четине. Најшире четине имају јединке са Таре (2.53

mm), затим са Малиника (2.40 mm), а најуже јединке са Копаоника (2.23 mm). Просечна површина двогодишњих четина *Taxus baccata* L. у природним популацијама у Србији износи 47.18 mm<sup>2</sup>. Мушке и женске јединке се статистички значајно разликују према површини четина у свим истраживаним популацијама, као и на нивоу све три популације заједно. Површина четина већа је код женских јединки у свим истраживаним популацијама. Утврђено је да се популације тисе у Србији статистички значајно разликују према површини четина. Пропорционално дужини и ширини четина, највећу површину четина имају јединке са Таре (54.83 mm<sup>2</sup>), затим са Малиника (49.58 mm<sup>2</sup>), а најмању површину четина имају јединке са Копаоника (42.34 mm<sup>2</sup>). Просечан однос дужине и ширине четина за популације тисе у Србији износи 9.47. Мушке и женске јединке тисе се статистички значајно разликују према односу дужине и ширине четина. Овај однос је значајно већи код женских јединки са Таре и на нивоу све три популације заједно. Такође, утврђено је да се истраживане популације тисе статистички значајно разликују према односу дужине и ширине четина. Највећи однос дужине и ширине четина измерен је за популацију Малиник (9.64), затим Тара (9.49), а најмањи за популацију Копаоник (9.29). Просечна специфична површина четина за популације тисе у Србији износи 42.89 cm<sup>2</sup>/g. Разлике у специфичној површини четина између мушких и женских јединки нису утврђене. Истраживане популације тисе се статистички значајно разликују према специфичној површини четина. Јединке са Копаоника (38.49 cm<sup>2</sup>/g) имају статистички значајно мању специфичну површину четина у односу на јединке са Таре (49.85 cm<sup>2</sup>/g) и Малиника (45.07 cm<sup>2</sup>/g). Популације тисе у Србији у просеку имају 8.5 редова стома на једној половини наличја четине. Мушке и женске јединке се статистички значајно разликују према броју редова стома. Пропорционално ширини четина, женске јединке имају значајно већи број редова стома на једној половини наличја четине од мушких у популацији Тара, и на нивоу све три популације заједно. Између истраживаних популација тисе постоје статистички значајне разлике у броју редова стома. Јединке са Копаоника имају значајно мање редова стома (у просеку 8.09) у односу на јединке са Таре (у просеку 8.62) и Малиника (у просеку 8.88). Просечна густина стома за популације тисе у Србији износи 135.16 по mm<sup>2</sup>. Популације тисе у Србији се статистички значајно разликују према густини стома. Јединке са Таре имају значајно мању густину стома (у просеку 128.91 по mm<sup>2</sup>) у односу на јединке са Копаоника (у просеку 133.54 по mm<sup>2</sup>) и Малиника (у просеку 138.78 по mm<sup>2</sup>). Такође, јединке са Малиника имају значајно већу густину стома у односу на јединке са Копаоника. Густина стома се може сматрати еколошким индикатором у погледу влажности средине. Са повећањем влажности смањује се густина стома. Највећу годишњу количину падавина добија популација Тара (951 mm), затим Копаоник (911 mm), а најмању Малиник (808 mm). Такође, највећу просечну годишњу влажност ваздуха има Тара (83%), затим Копаоник (79.8%), а најмању Малиник (78.5%). У популацији Малиник, која има најмању количину падавина, забележена највећа густина стома, док је у популацији Тара, која има највећу количину

падавина, забележена најмања густина стома. Према наведеном, разлике у густини стома у популацијама тисе у Србији могу се сматрати морфолошким адаптацијама на различите услове влажности средине. Ранија истраживања су показала да женске јединке тисе карактерише већа дужина и површина четина, као и густина стома. Ово истраживање је то потврдило. Женске јединке тисе у Србији имају значајно већу дужину, ширину и површину четина, однос дужине и ширине четина, број редова стома и густину стома у односу на мушке јединке. Разлике у физиологији и морфологији између мушких и женских јединки објашњавају се разликама у репродуктивним улагањима. Статистичка анализа је показала да се популације тисе у Србији разликују према морфолошким карактеристикама. Највише специфичности има популација Копаник, која се карактерише мањом дужином, ширином, површином и специфичном површином четина, мањим односом дужине и ширине четина и мањим бројем редова стома у односу на популације Тара и Малиник. Најјача зависност од биоклиматских варијабли утврђена је за дужину, ширину, површину и специфичну површину четина и број редова стома код женских јединки тисе. Код мушких јединки, слабија зависност од биоклиматских варијабли утврђена је само за ширину четина и број редова стома. Морфолошке карактеристике четина код женских јединки тисе позитивно су корелисане са биоклиматским карактеристикама везаним за температуру ваздуха. Са порастом средње годишње температуре (BIO1), средње температуре највлажнијег квартала (BIO8), средње температуре најтоплијег квартала (BIO10), средње температуре за август и средње температуре за септембар повећава се дужина, површина и ширина четина и број редова стома код женских јединки тисе. Биоклиматске варијабле везане за количину падавина су слабије корелисане са морфолошким карактеристикама четина. Са порастом количине падавина у највлажнијем кварталу (BIO16), количине падавина у најтоплијем кварталу (BIO18) и просечне количине падавина за јул повећава се дужина, површина и ширина четине и број редова стома код женских јединки тисе. Значајне корелације су утврђене између надморске висине и дужине четине код женских јединки, као и надморске висине и ширине четине код мушких јединки тисе. Са порастом надморске висине се смањују дужина четина код женских и ширина четина код мушких јединки тисе.

У поглављу **6. Закључци** кандидаткиња је правилно извела закључке, у складу са постављеним циљевима истраживања и хипотезама. Кандидаткиња закључује да се природне популације тисе у Србији разликују према садржају етарског уља. Најзаступљенија једињења су алифатични алкохоли 1-октен-3-ол (23.48%) и (Z)-3-хексенол (11.46%) и оксигеновани монотерпен миртенол (11.38%). Најзаступљеније класе једињења су алифатични алкохоли (43.31%), затим терпени (19.34%), алифатични угљоводоници (13.18%) и алифатични алдехиди (11.09%). Најзаступљенију фракцију терпена чине монотерпени (14.41%), а затим дитерпени (2.52%). Према садржају етарског уља сличније су популације Тара и Копаник, док се популација Малиник разликује. Јединке са Таре садрже значајно више  $\beta$ -линалола, еикозанала и трикозанала у етарском

уљу у односу на јединке са Копаоника и Малиника. Јединке са Копаоника садрже значајно већи проценат 1-октен-3-она, 3-октанона, *n*-нонанала, палмитинске киселине, као и значајно мањи проценат (*Z*)-3-хексенола и пентакозана у етарском уљу из четина у односу на јединке са Таре и Малиника. Јединке са Малиника садрже значајно више (*Z*)-3-хексенола, а значајно мање палмитинске киселине и јуницедранола у етарском уљу у односу на друге две испитиване популације. Регресиона анализа је идентификовала конституенте етарског уља тисе који показују најјачу линеарну зависност од биоклиматских фактора и који притом представљају потенцијалне хемијске маркере за географску диференцијацију популација. Кандидаткиња закључује да су садржаји  $\beta$ -линалола, 1-октен-3-она, *n*-нонанала, (*Z*)-3-хексенола и  $\beta$ -циклоцитрала под јаким утицајем абиотичких фактора (климатских карактеристика и надморске висине), док су садржаји осталих компоненти, који се такође значајно разликују међу истраживаним популацијама, вероватно под јачим утицајем биотичких фактора. Кандидаткиња је закључила да се природне популације тисе у Србији разликују према морфолошким карактеристикама. Највише специфичности има популација Копаоник, која се карактерише мањом дужином, ширином, површином и специфичном површином четина, мањим односом дужине и ширине четина и мањим бројем редова стома у односу на популације Тара и Малиник. Разлике у густини стома у популацијама тисе у Србији могу се сматрати морфолошким адаптацијама на различите услове влажности средине. У популацији Малиник, која има најмању количину падавина и најмању релативну влажност ваздуха, забележена највећа густина стома, док је у популацији Тара, која има највећу количину падавина и највећу релативну влажност ваздуха, забележена најмања густина стома. Мушке и женске јединке у популацијама тисе у Србији разликују према морфолошким карактеристикама. Женске јединке тисе у Србији имају значајно већу дужину, ширину и површину четина, однос дужине и ширине четина, број редова стома и густину стома у односу на мушке јединке. Кандидаткиња је закључила да је повећање димензија четина код тисе са порастом температуре забележен за велики број температурних биоклиматских варијабли, што указује на постојање једног универзалног тренда, независног од сезонских варијација. У том смислу, димензије четина можемо посматрати само у односу на основну температурну варијаблу – средњу годишњу температуру (BIO1). Ово истраживање је потврдило хипотезу изнесену у ранијим истраживањима да се са повећањем температуре ваздуха повећавају димензије четина, али само код женских јединки. Пошто су позитивне корелације између димензија четина и температурних биоклиматских варијабли слабије изражене код мушких јединки, може се закључити да се одговор на средњу годишњу температуру ваздуха разликује међу половима *Taxus baccata* L. Опште правило је да су женске јединке код дводомих врста углавном захтевније у погледу влажности од мушких. Ова дисертација потврђује да су женске јединке тисе захтевније у погледу влажности, као и да се та зависност мења дуж сезонског градијента. Димензије четина (дужина, ширина и површина) код женских јединки тисе се



повећавају са повећањем количине падавина у највлажнијем кварталу (BIO16), количине падавина у најтоплијем кварталу (BIO18) и просечне количине падавина за јул. Наведене биоклиматске варијабле односе се на највлажнији и најтоплији период, што би у Србији одговарало периоду од маја до септембра, дакле период сазревања семена код тисе. Кандидаткиња је у дисертацији изнела претпоставку да се са повећањем количине падавина у периоду сазревања семена повећавају димензије четина код женских јединки тисе коју би требало потврдити додатним истраживањима морфологије четина на другим популацијама из Србије и Европе. Позитивне корелације између димензија четина и биоклиматских варијабли везаних за количину падавина су слабије изражене код мушких јединки, па је стога кандидаткиња закључила да се одговор на количину падавина разликује међу половима *Taxus baccata* L. и да та разлика варира дуж сезонског градијента. Из наведеног, следи закључак да су женске јединке осетљивије на промене климе и носе више информација о клими, па самим тим могу бити више погођене стресним условима средине. Кандидаткиња закључује да у популацијама које се налазе ван свог еколошког оптимума може доћи до постепеног изумирања женских јединки чиме може бити угрожена равнотежа полова и полна репродукција доведена у питање. У поглављу 7. **Литература** кандидаткиња је према абецедном реду навела референце које је цитирала у раду. Увидом у коришћену литературу може се закључити да кандидаткиња поседује шире познавање области, као и да је свеобухватно проучила проблематику истраживања. У дисертацији је цитирано 259 библиографских јединица домаћих и страних аутора.

#### **VI РАДОВИ ИЗ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Bojović, S., Jurc, M., Ristić, M., Popović, Z., Matić, R., Vidaković, V., **Stefanović, M.**, Jurc, D. 2015. Essential Oil Variability in Natural Populations of *Pinus mugo* Turra from the Julian Alps. *Chemistry&Biodiversity*: u štampi.

**Stefanović, M.**, Mitrović, S., Obratov-Petković, D., Vidaković, V., Popović, Z., Matić, R., Bojović, S. 2013. Reprezentativnost uzorka pri oceni varijabilnosti sadržaja terpena kod munike. *Glasnik Šumarskog fakulteta* 107: 193-204.

#### **VII РАДОВИ ИЗ УЖЕ НАУЧНЕ ОБЛАСТИ:**

Matić, R., Stamenković, S., Popović, Z., **Stefanović, M.**, Vidaković, V., Smiljanić, M., Bojović, S. 2015. Tree responses, tolerance and acclimation to stress: Does current research depend on the cultivation status of studied species? *Scientometrics*: u štampi (DOI 10.1007/s11192-015-1726-z).

Bojović, S., Matić, R., Popović, Z., Smiljanić, M., **Stefanović, M.**, Vidaković, V. 2014. An overview of forestry journals in the period 2006–2010 as basis for ascertaining research trends. *Scientometrics* 98: 1331-1346.

Popović, Z., **Stefanović, M.**, Smiljanić, M., Matić, R., Kostić, M., Vidaković, V.,

Bojović, S. 2012. Sex expression in Serbian dendroflora – a case study of *Fraxinus ornus* var. *angustifolia*. *Archives of Biological Sciences* 64: 107-111.

**Stefanović, M.**, Smiljanić, M., Cindrić, M., Matić, R., Popović, Z., Bojović, S. 2011. Tree sex expression. 19th Symposium of the Serbian Plant Physiology Society, 13-15 June 2011, Banja Vrujci-Serbia, Abstract 118.

**Stefanović, M.**, Obratov-Petković, D., Bojović, S. 2010. Analysis of scientific information: studies of sycamore maple. First Serbian Forestry Congress – Future with Forests, 11-13 November 2010, Belgrade-Serbia, Abstract 153.

#### **VIII KONAČNA OЦENA ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

На основу детаљне анализе, чланови Комисије констатују да је израђена докторска дисертације Милене Стефановић, дипл. инжењера пејзажне архитектуре и хортикултуре и сарадника Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ Универзитета у Београду, под насловом “ВАРИЈАБИЛНОСТ ТЕРПЕНСКОГ САСТАВА И МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ЧЕТИНА *Taxus baccata* L. У СРБИЈИ”, оригиналан и самосталан научни рад. Кандидаткиња је систематично проучила литературу везану за предмет истраживања и правилно упоређивала резултате својих истраживања са истраживањима других аутора. Дефинисани циљеви истраживања су у потпуности остварени и постављене хипотезе правилно испитане. За обраду података коришћене су одговарајуће статистичке методе, а резултати истраживања приказани су текстуално, табеларно и графички. Закључци су правилно изведени и у потпуности произилазе из добијених резултата. Дисертација представља значајан допринос науци у области екофизиологије шумског дрвећа јер:

- Проучава природне, недовољно истражене популације тисе у Србији са становишта хемијског састава и морфолошких карактеристика;
- Представља прво истраживање варијабилности популација тисе у односу на садржај етарског уља;
- Представља допринос разумевању комплексне екологије тисе;
- Представља научну основу за конзервацију природних популација ове реликтне, аутохтоне и угрожене врсте у Србији.

Резултати дисертације су верификовани на међународном нивоу. Комисија је констатовала да су публиковани радови у међународном часопису са SCI листе категорије M22 и водећем научном часопису националног значаја категорије M51:

Bojović, S., Jurc, M., Ristić, M., Popović, Z., Matić, R., Vidaković, V., **Stefanović, M.**, Jurc, D. 2015. Essential Oil Variability in Natural Populations of *Pinus mugo* Turra from the Julian Alps. *Chemistry&Biodiversity*: u štampi, и

**Stefanović, M.**, Mitrović, S., Obratov-Petković, D., Vidaković, V., Popović, Z., Matić, R., Bojović, S. 2013. Reprezentativnost uzorka pri oceni varijabilnosti sadržaja terpena kod munike. *Glasnik Šumarskog fakulteta* 107: 193-204,

написани на основу резултата истраживања у оквиру дисертације.

**IX ПРЕДЛОГ:**

Имајући у виду научну вредност резултата ове дисертације, као и начин на који су они презентовани и објашњени, Комисија предлаже Наставно-научном већу Шумарског факултета, Универзитета у Београду, да прихвати позитивну оцену израђене докторске дисертације кандидаткиње Милене Стефановић под насловом “ВАРИЈАБИЛНОСТ ТЕРПЕНСКОГ САСТАВА И МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ЧЕТИНА *Taxus baccata* L. У СРБИЈИ ”, и омогући даљу процедуру која предстоји јавној одбрани на Шумарском факултету у Београду.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

У Београду,

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

---

др Срђан Бојовић, научни саветник,  
Институт за биолошка истраживања  
„Синиша Станковић“, Универзитет у Београду

---

др Драгица Обратов-Петковић,  
редовни професор, Шумарски факултет,  
Универзитет у Београду

---

др Мирјана Оцокољић, ванредни професор,  
Шумарски факултет, Универзитет у Београду

---

др Матилда Ђукић, редовни професор,  
Шумарски факултет, Универзитет у Београду

---

др Биљана Николић, виши научни сарадник,  
Институт за шумарство у Београду