

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Број:03-2623/3
Датум:18.05.2015.

На основу члана 130. Статута Шумарског факултета а у вези члана 30. и члана 21. Правилника о докторским студијама, Декан Шумарског факултета доноси следећу

О Д Л У К У

Израђена докторска дисертација М.Сс Дијане Чортан под насловом:

„Процена варијабилности природних популација црне тополе (*Populus nigra* L.) на подручју Војводине применом генетичких маркера“

са Извештајем Комисије ставља се на увид јавности у Библиотеци и интернет страници Факултета са роком од **30 дана**.

Одлуку доставити: Библиотеци Факултета, истаћи на огласну таблу и сајт факултета, писарници, Служби за наставу и студентска питања.

ДЕКАН
Проф.др МИЛАН МЕДАРЕВИЋ

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ИЗРАЂЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Орган који је именовao (изабрао) комисију и датум: Наставно-научно веће Шумарског факултета Универзитета у Београду, одлука број 01-3276/1 од 29.04.2015. године.</p> <p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датум избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Др Мирјана Шијачић-Николић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета, Ужа научна област: Семенарство, расадничарство и пошумљавање, изабрана 14.12.2011. године2. Др Драгица Вилотић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета, Ужа научна област: Семенарство, расадничарство и пошумљавање, изабрана 19.03.2003. године3. Др Милан Кнежевић, редовни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета, Ужа научна област: Екологија шума, заштита и унапређење животне средине, изабран 11.06.2003. године4. Др Владан Иветић, доцент Универзитета у Београду-Шумарског факултета, Ужа научна област: Семенарство, расадничарство и пошумљавање, изабран 01.12.2010. године5. Др Саша Орловић, научни саветник Института за низијско шумарство и животну средину, Ужа научна област: Генетика и оплемењивање шумског дрвећа и жбуња, изабран 01.02.2005. године.
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Чортан (Раде) Дијана</p> <p>2. Датум и место рођења, општина, држава: 24.04.1986., Вировитица, Република Хрватска</p> <p>3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе/мастер рада: Кандидаткиња је мастер рад под насловом „Могућност примене ГИС технологије у гајењу шума на примеру одељења 41 у ГЈ Апатински рит“ одбранила 30.09.2011.године на Шумарском факултету Универзитета у Београду.</p> <p>4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука/мастера:</p>

Шумарство
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
„Процена варијабилности природних популација црне тополе (<i>Populus nigra</i> L.) на подручју Војводине применом генетичких маркера“
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p>Докторска дисертација Дијане Чортан, мастер инжењер шумарства, садржи укупно 213 страница текста подељених у 9 поглавља, која садрже укупно 79 табела, 13 графикона, 5 карата и 17 слика у тексту и 10 слика у прилогу. Списак релевантне литературе везане за област истраживања садржи 303 наведене референце. Поговља су структурирана тако да представљају посебне и логички повезане целине:</p> <p>1. УВОД (1-43 стр.) са подпоглављима: 1.1. Основне карактеристике рода <i>Populus</i> L., 1.2. Систематика врсте, 1.3. Распрострањеност врсте, 1.4. Основне карактеристике црне тополе (<i>Populus nigra</i> L.), 1.5. Преглед досадашних истраживања, које је подељено на: 1.5.1. Истраживања морфолошких карактеристика листова, 1.5.2. Истраживања анатомских карактеристика листова и 1.5.3. Истраживања применом молекуларних маркера;</p> <p>2. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА (44-45 стр.);</p> <p>3. ЦИЉ И ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА (46-47 стр.);</p> <p>4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА (48-74 стр.) са подпоглављима: 4.1. Еколошки услови истраживаних популација, 4.2. Анализа морфолошких карактеристика листова, 4.3. Анализа анатомских карактеристика листова, 4.4. Анализа варијабилности SSR маркера и 4.5. Статистичка обрада података;</p> <p>5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА (75-153 стр.) са подпоглављима: 5.1. Варијабилност морфометријских карактеристика листова, које је подељено на: 5.1.1. Унутарпопулациона варијабилност и 5.1.2. Међупопулациона варијабилност, 5.2. Варијабилност анатомских карактеристика листова, које је подељено на: 5.2.1. Густина стома, 5.2.1.1. Унутарпопулациона варијабилност, 5.2.1.2. Међупопулациона варијабилност, 5.2.2. Димензије стома и коефицијент облика, 5.2.2.1. Унутарпопулациона варијабилност, 5.2.2.2. Међупопулациона варијабилност и 5.3. Варијабилност на основу микросателитних-SSR маркера, које је подељено на 5.3.1. Унутарпопулациона варијабилност и 5.3.2. Међупопулациона варијабилност;</p> <p>6. ДИСКУСИЈА (154-176 стр.);</p> <p>7. ЗАКЉУЧЦИ (177-181 стр.);</p> <p>8. ЛИТЕРАТУРА (182-203 стр.) и</p> <p>9. ПРИЛОЗИ (204-213 стр.).</p> <p>Дисертација садржи резиме на српском и енглеском језику, биографију аутора и следеће прилоге: Прилог 1: Изјава о ауторству, Прилог 2: Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације и Прилог 3: Изјава о коришћењу.</p>

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У поглављу **1. УВОД** кандидаткиња констатује да црна топола (*Populus nigra* L.) представља једну од најзначајнијих врста алувијалних станишта у Европи, која је последњих деценија потпуно маргинализована те се суочава са озбиљним претњама по питању свог опстанка. Три су кључна угрожавајућа фактора, која редукују природне популације ове врсте. Први фактор угрожавања јесте нестанак влажних екосистема услед људских активности, који представљају основна станишта ове врсте. Природна станишта тополя нестају под притиском пољопривредних и шумарских активности, али и урбанизације која захтева све више простора. Поред тога, регулација сливова доводи до поремећаја регенерационих капацитета врста и подстиче замену популација тополя популацијама тврдих лишћара. Други важан угрожавајући фактор јесте претерана експлоатација неких врста тополя и подизање брзорастућих засада хибридни тополя у циљу задовољења потреба људске популације за дрветом меких лишћара. На крају, интрогресија култивисаних клонова и других врста тополя је потенцијална претња природним популацијама црне тополе. Поред егзотичних хибрида тополя, који представљају претњу по генофонд и одрживост природних популација, различити варијетети црне тополе присутни у читавој Европи могу угрозити опстанак природних популација.

Кандидаткиња наводи да су некада широко распрострањена подручја ритских шума у долинама наших река, чији је главни индикатор била црна топола, данас углавном органичена на простор између речних корита и насипа. Нове природне шуме се све мање појављују, док одрасле састојине све више старе. Из тих разлога црна топола постаје предмет многобројних истраживања како би се очувао постојећи генофонд, упознала његова варијабилност и интензивирала реинтродукција ове врсте на њена природна станишта.

Након изношења основних карактеристика врсте, њене систематике и распрострањења, кандидаткиња у овом поглављу, даје преглед досадашњих истраживања на нивоу морфолошких карактеристика листова, анатомских карактеристика листова и истраживања применом молекуларних маркера.

У поглављу **2. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА** кандидаткиња полази од констатације да на подручју Војводине, према општој основи газдовања шумама и ваншумског зеленила АП Војводине (Радосављевић, 2009), у односу на укупну површину шума у Војводини, црна топола обухвата 1,9% док еуроамеричке тополе обухватају 20,5% површине под шумама. Имајући у виду релативно скроман генофонд црне тополе на подручју Војводине кандидаткиња је за предмет својих истраживања одабрала четири природне популације које се налазе у сливовима три највеће реке Војводине (Дунав, Сава и Тиса): популација А која се налази у горњем току Дунава (локалитет Бачки Моноштор); популација Б уз Тису (локалитет Тител); популација Ц уз Саву (локалитет Кленак) и популација Д која се налази у доњем току Дунава (локалитет Ковин) кроз Србију.

У поглављу **3. ЦИЉ И ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА** кандидаткиња наводи да је циљ предметне докторске дисертације дефинисан у правцу процене генетичке варијабилности унутар и између одабраних природних

популација црне тополе. Одабране популације представљају остатке некадашњих природних популација, у којима се црна топола још увек задржала те представња одређен генофонд који репрезентују претежно стара стабла, а природно обнављање готово да не постоји. Упознавање генетичке варијабилности ових популација, применом морфолошких, анатомских и молекуларних маркера, представља полазну основу за конзервацију и усмерено коришћење расположивог генофонда, даље оплемењивање врсте и њену реинтродукцију.

Кандидаткиња наводи следеће полазне хипотезе:

- На подручју Војводине дошло је до редукције станишта црне тополе (*Populus nigra* L.), што је условило редукцију њених природних популација које су дефрагментисане, са великим учешћем старијих стабала, slabим природним обнављањем и генофондом који је знатно редукован;
- Применом морфолошких, анатомских и молекуларних маркера може се доћи до свеобухватне слике генетичке структуре и варијабилности унутар и између анализираних популација црне тополе (*Populus nigra* L.);
- Постоји значајан степен унутарпопулационе варијабилности црне тополе (*Populus nigra* L.) на нивоу истраживаних популација;
- Постоји значајан степен међупопулационе варијабилности анализираних популација црне тополе (*Populus nigra* L.);
- Процена варијабилности анализираних популација црне тополе (*Populus nigra* L.) допринеће даљем раду на конзервацији и усмереном коришћењу расположивог генофонда и оплемењивању ове врсте.

У поглављу **4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА** кандидаткиња износи еколошке услове истраживаних популација те методе рада на процени варијабилности унутар и између популација применом различитих генетичких маркера. Коришћене методе и објашњене статистичке процедуре за обраду података су јасно приказане.

Анализе на нивоу морфолошких маркера обухватиле су девет основних (дужина и ширина листа, дужина петелке, угао између првог нерва и хоризонтале, ширина листа на 1cm од самог врха листа, растојање између основе листа и најширег дела листа, дужина целог листа, број нерава са леве стране листа, број нерава са десне стране листа) и три изведене карактеристике листова (односи ширине и дужине листа, ширине врха и дужине листа, удаљеност базе до најширег дела листа и дужина листа).

Применом анатомских маркера анализирано је пет основних (густина стома, димензије стома – дужина и ширина ћелија затварачица и стоматалног отвора) и три изведене карактеристике стома листа (кофицијент облика стома, потенцијални индекс пропустљивости стома, однос густине стома лица и наличја), посебно на листовима сенке и листовима светлости, као и посебно на лицу и наличју листа.

Применом молекуларних маркера обављена је анализа дванаест микросателитних маркера у циљу процене неутралне варијабилности.

Лабораторијска истраживања која се односе на процену генетичке варијабилности на нивоу морфолошких маркера обављена су у лабораторији Катедре за семенарство, расадничарство и пошумљавање Шумарског факултета

Универзитета у Београду. Процена варијабилности применом анатомских маркера обављена је у лабораторији Катедре за Заштиту шума Шумарског факултета Универзитета у Београду и у лабораторији за анатомију и морфологију биљака, Департмана за биологију и екологију Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду, док је процена варијабилности на нивоу молекуларних маркера урађена на Шумарском генетичком институту у Хамбургу (*The Johann Heinrich von Thünen Institute-Institute of Forest Genetics, Grosshansdorf, Hamburg*).

Статистичка обрада података добијених анализом морфолошких и анатомских маркера урађена је у програмским пакетима *Statistica* version 8.0. (Statsoft Inc, 2007) и *Statgraphics*[®] Centurion×VI version 16.1.11. За утврђивање унутарпопулационе и међупопулационе варијабилности на основу измерених морфолошких и анатомских параметара, коришћени су основни параметри дескриптивне статистике: минимална и максимална вредност, средња вредност, стандардна девијација и варијациони коефицијент. Једнофакторијалном анализом варијансе (ANOVA) је процењена статистичка значајност разлика унутар и између испитиваних популација за сваки од измерених параметара, док су *Tukey HSD* тестом утврђене разлике унутар и између популација. Методама мултиваријантне статистичке анализе приказан је однос између истраживаних популација. Кластер анализом је утврђена удаљеност односно блискост између анализираних популација *Single linkage* методом, док је дискриминантном анализом анализиран однос међу испитиваним популацијама и оцењена дискриминациона моћ испитиваних карактера.

Процена варијабилности на молекуларном нивоу истраживања урађена је помоћу неколико специјализованих програма: **GDA_NT** (*Genetic Data Analysis & Numerical Tests* version 2, Bernd Degen, Thünen-Institute of Forest Genetics, Germany), **Arlequin** version 3.5.1.2. (Excoffier i Lischer 2010), **GenALex** version 6.5 (Peakall and Smouse 2005), **PAST** Version 2.17 (*Paleontological Statistics*, Hammer *et al.*, 2001), **FSTAT** version 2.9.3.2 (Goudet 2002), **IBDWS** (*Isolation by Distance, Web Service*) version 3.23 (Jansen *et al.* 2005). Генетичку варијабилност по популацији и по локусу кандидаткиња је проценила на основу тоталног броја алела (N_a), броја ефективних алела (N_e), броја јединствених алела, богатства алела (A), опсега алелног варирања (O). Потом је израчуната хетерозиготност, уочена (H_o) и очекивана (H_e) и одступање од *Hardy-Weinberg* равнотеже користећи Марковљев ланац при процени вероватноће. Процењене су вредности фиксационих индекса (F_{st} , F_{is} , F_{it}) како би се утврдио узрок постојања евентуалне неравнотеже у популацији, а проток гена међу истраживаним популацијама процењен је на основу вредности F_{st} ($N_m = 0.25 * (1 - F_{st}) / F_{st}$). Како би утврдио извор генетичког варирања између и у оквиру популација кандидаткиња је урадила анализу молекуларне варијансе (AMOVA). Анализа генетичке дистанце између популација урађена је на основу процене генетичке дистанце по NEI-ју (1972, 1978) и поређењем парова популација по F_{st} вредностима. У циљу процене блискости, односно удаљености анализираних популација на индивидуалном нивоу урађена је PCoA анализа, а за утврђивање удаљености/блискости на популационом нивоу урађена је кластер анализа, при чему је *Single linkage* метод коришћен као метод агломерације тј. груписања. С

обзиром на то да је утврђено да су анализирани популације просторно блиске, кандидаткиња је урадила Мантелов тест (*Analysis of Isolation by Distance*), како би довела у корелацију просторне и генетичке дистанце истраживаних популација.

У поглављу **5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА** кандидаткиња логичним редоследом, прегледно и систематично, кроз текст, табеле и графиконе износи резултате својих истраживања.

Варијабилност морфометријских карактеристика листова указује на веома изражену варијабилност већине анализираних карактеристика листова, која је већа на унутарпопулационом него на међупопулационом нивоу. Приказана је на нивоу сваке популације као и на међупопулационом нивоу.

Варијабилност анатомских карактеристика листова, густина стома, димензије стома и коефицијент облика, приказани су на нивоу четири анализираних популације и на међупопулационом нивоу. Добијени резултати указују на варијабилност анализираним анатомских карактеристика листова која је израженија на унутарпопулационом него на међупопулационом нивоу.

Резултати истраживања генетичке структуре природних популација црне тополе на подручју Војводине, применом 12 микросателитских локуса, представљени су као унутарпопулациона варијабилност и међупопулациона варијабилност. Процена генетичке варијабилности посебно је обављена по популацији и по локусу на основу тоталног броја алела (N_a), броја јединствених алела, броја ефективних алела (N_e), богатства алела (A) и опсега алелног варирања (O). Све укупан забележен број алела је 179, у просеку 10.292 алела по локусу. Локус са највећим бројем алела је WPMS_9 са укупно 23 детектована алела, у просеку 15 алела по популацији. Најмање алела има локус WPMS_16 и то свега 8 алела, у просеку 6 алела по популацији. Забележене просечне вредности броја алела по локусима и по популацијама биле су у опсегу 8.667 до 11.417, при чему је популација А показала најмању варијабилност а популација Д највећу. На свеукупном нивоу процењена је висока унутарпопулациона и ниска међупопулациона варијабилност црне тополе на истраживаном подручју, што указује на значај размене генетичког материјала, чиме се руше разлике између популација а јача варијабилност унутар популација.

Тумачење резултата заснива се на чврстим теоријским основама и адекватном избору досадашњих истраживања. Добијени резултати протумачени су методолошки коректно и критички сагледани у контексту досадашњих истраживања и теоријског оквира истраживања.

У поглављу **6. ДИСКУСИЈА** кандидаткиња резултате својих истраживања логички доводи у везу са до сада публикованим резултатима сличних истраживања на нивоу морфолошких, анатомских и молекуларних карактеристика црне тополе и других врста.

У поглављу **7. ЗАКЉУЧЦИ** кандидаткиња систематизовано, кроз тезе, износи закључке до којих је дошла након спроведених истраживања.

Поглавље **8. ЛИТЕРАТУРА** садржи ваљан избор релевантних и актуелних референци, усмерених на истраживачку проблематику. Кандидаткиња наводи 303 референце које је користила приликом писања докторске дисертације од који су 3 аутоцитати који се односе на проблематику која је обрађена у докторској дисертацији. Референце су доследно презентоване у предвиђеном

формату.

У поглављу **9. ПРИЛОЗИ** кандидаткиња са 10 фотографија представља природна станишта црне тополе, стабла црне тополе у различитим фазама раста као и у фази распадања. У прилогу су и прикази продуката амплификације на примеру неколико коришћених прајмера.

Комисија констатује да садржај наведених поглавља има логичан след који чини једну целину која је писана јасним и прецизним језиком уз изношење свих неопходних података и објашњења.

VI ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

На основу изнетих резултата спроведених истраживања и дискусије у којој су добијени резултати коментарисани и упоређивани са до сада публикованим резултатима сличних истраживања, кандидаткиња износи следеће закључке:

- Најмању варијабилност морфометријских параметара листа између тест стабала у свим истраживаним популацијама показују параметри који су најподложнији факторима животне средине, а то су ширина (б) и дужина листа (а), укупна дужина листа (г) и однос дужине и ширине листа (ба), док највећу варијабилност показују параметри за које се сматра да су под јаким генетичком контролом, а то су ширина листа на 1 cm од самог врха листа (е), дужина петелке (ц), растојање између основе листа и најширег дела листа (ф) као и угао између првог нерва и хоризонтале (д);
- Резултати анализе варијансе морфометријских параметара листа показују постојање статистички значајних разлика на унутарпопулационом нивоу, тј. између стабала посебно у свакој популацији на нивоу значајности $p \leq 0.001$. Разлике између популација нису статистички значајне за већину анализираних параметара (дужина листа – а, дужина петелке – ц, ширина листа на 1 cm од самог врха, дужина целог листа – г и сви изведени параметри – ба, еа, фа, $p \geq 0.05$);
- Према канонијској дискриминантној анализи популација А – горњег тока Дунава се јасно раздваја од популације Ц – Саве и Д – доњег тока Дунава према првој СДА оси посматрања, а морфометријски параметри који највише доприносе разликама између ових популација су: дужина листа (а), ширина листа (б) и однос дужине и ширине листа (ба);
- Највећу варијабилност унутар тест стабала истраживаних популација показује ширина отвора стоме лица (бл) и наличја (бн) листа, као и густина стома, што је у директној вези са микростанишним условима, док је најмања варијабилност констатована код дужине стома лица (Ал) и наличја (Ан), што указује на то да је ова карактеристика стабилнија тј. да није под снажним утицајем околине;
- Густина стома на лицу листа је била знатно мања од густине стома наличја листа, чији однос износи у просеку 0.29, док су димензије стома лица и наличја сличних вредности. Негативна корелација густине и величине стома, која није статистички значајна, запажена је код истраживаних популација. Разлике у густини и димензијама стома листа

светлости и сенке црне тополе су минималне, где лист светлости у просеку показује незнатно већу густину и димензије стома од листа сенке;

- Резултати анализе варијансе стоматалних карактеристика листова црне тополе показују постојање статистички значајних разлика на унутарпопулационом нивоу тј. између стабала посебно у свакој популацији на нивоу значајности $p \leq 0.001$ и $p \leq 0.05$. Разлике између популација нису статистички значајне за већину анализираних параметара, док су статистички значајне разлике између популације утврђене код параметара листа светлости за дужину отвора стома лица листа (ал) и коефицијент облика отвора стома лица листа (КО аб л), а код листова сенке за дужину отвора стоме лица (ал) и наличја (ан) листа, коефицијент облика отвора стоме лица (КО аб л) и наличја (КО аб н);

- Према канонијској дискриминантној анализи где се популације А – горњег тока Дунава и Б – Тисе јасно раздвајају од популација Ц – Саве и Д – доњег тока Дунава према првој СДА оси посматрања, а анализирани стоматални параметри који највише доприносе разликама између ових популација су: дужина стома лица (Бл), дужина отвора стоме наличја (Бн) и коефицијент облика отвора стома наличја листа (КО аб н);

- Популација А – горњег тока Дунава се истиче најмањом забележеном варијабилношћу, као и најмањим бројем алела, најмањим бројем ефективних алела, најмањим богатством алела као и најмањим бројем јединствених алела. Насупрот ње налази се популација Д – доњег тока Дунава која се одликује највећом утврђеном варијабилношћу, највећим бројем алела, највећим алелским богатством као и највећим бројем јединствених алела;

- Хетерозиготност у оквиру истраживаних популација је прилично висока што имплицира на велику варијабилност на нивоу популација. Упоредивањем ових хетерозиготности на нивоу појединачних популација и на свеукупном нивоу, запажа се да је уочена хетерозиготност (0.70313) мања од очекиване (0.80777), што упућује на позитивну вредност F_{is} индекса ($F_{is} > 0$), а тим и утицај инбридинга;

- F_{is} вредности у истраживаним популацијама имају позитивне вредности ($F_{is} > 0$) које су незнатно веће од нуле (у опсегу од 0.12291 до 0.13661; $p = 0.0000$), на основу којих се може закључити да инбридинг постоји, али још увек није значајно заступљен, тако да је варијабилност на унутарпопулационом нивоу и даље значајна. Вредности F_{st} по локусу су у распону од 0.140 (PMGC_2550) до 0.005 (PMGC_2163), док укупна израчуната вредност износи 0.043. Ова вредност указује на низак ниво диференцијације између популација али свакако статистички значајно различит од нуле ($p = 0.0000$);

- АМОВА је показала да је најмањи део варијабилност од свега 4.31% утврђен између истраживаних популација, варијабилност између индивидуа у оквиру популација била је 12.16%, док је највећа варијабилност потиче од унутариндивидуалног варирања и износи 83.53%;

- Највеће N_{ei} и F_{st} генетичке дистанце су забележене између популација А

– горњег тока Дунава и Ц – Саве (0.397 и 0.045) показујући тако највећу диференцираност између тих популација, а најмање дистанце између популација Б – Тисе и Д – доњег тока Дунава (0.188 и 0.020), које указују на највећу генетичку сличност између тих популација;

- Кластер анализа заснована посебно на анализи морфометријских и стоматалних параметара листа као и на молекуларној анализи показује исте резултате, при чему се популацију Б – Тисе и Д – доњег тока Дунава групише у један кластер као насличније популације, док се популације А – горњег тока Дунава и популација Ц – Саве накнадно везују за постојећи кластер и представљају најудаљеније популације, од којих се популација А – горњег тока Дунава највише издваја;
- Корелација између просторног распореда истраживаних популација и њихових Nei генетичких дистанци, анализирана помоћу Мантеловог теста, показује позитивну корелацију која није статистички значајна ($p=0.5590$; $r=0.2540$), што значи да просторна удаљеност између истраживаних популација не утиче на њихову генетичку диференцираност.
- Истраживане популације црне тополе на подручју Војводине налазе се у истим климатским условима и сличним стаништима на обалама највећих река Војводине, тако да се добијена унутарпопулациона варијабилност на свим истраживаним нивоима може бити узрокована изразитом хетерогеношћу анализираних генотипова ових популација.
- Висока унутарпопулациона и ниска међупопулациона варијабилност може да укаже и на значајну размену генетског материјала, чиме се руше разлике између популација а јача варијабилност унутар популација.

Комисија констатује да су закључци до којих је кандидаткиња дошла формулисани прецизно и презентовани прегледно те да су утемељени на резултатима до којих је кандидаткиња дошла самостално током својих истраживања.

VII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Резултати до којих је кандидаткиња дошла у току својих истраживања презентовани су на 78 страна куцаног текста, логичним редоследом, прегледно и систематично са 56 табела и 13 графикана.

У табелама су приказани:

- дескриптивни показатељи варијабилности анализираних карактеристика истраживаних популација;
- резултати *Tukey* тестова (за ниво сигнификантности од $p \leq 0,05$) за анализирани морфолошке и анатомске карактеристике истраживаних популација;
- резултати анализе варијансе за анализирани морфолошке и анатомске карактеристике истраживаних популација;
- резултати χ^2 теста значајности добијених кањонских оса, средине канонијских варијабли као и стандардизовани коефицијенти а мултиваријантну анализу анализираних морфолошких и анатомских карактеристика истраживаних популација;

- резултати процене генетичке варијабилности на основу тоталног броја алела (N_a), броја ефективних алела (N_e), броја јединствених алела, богатства алела (A), опсега алелног варирања (O), уочене (H_o) и очекиване (H_e) хетерозиготности;
- резултати фиксационих индекса, *Hardy-Weinberg* равнотеже и анализе молекуларне варијансе;
- резултати Nei и F_{st} генетичке дистанце.

На графиконима је приказана:

- варијабилност анализираних морфолошких и анатомских карактеристика паралелно за све истраживане популације;
- дистрибуција индивидуа унутар популација на основу анализираних морфолошких, анатомских (CDA) и молекуларних карактеристика истраживаних популација ($PCoA$);
- удаљеност истраживаних популација црне тополе на основу мултиваријационе кластер анализе морфолошких, анатомских и молекуларних маркера;
- резултати корелације генетичке и просторне дистанце, на основу Мантел теста.

Начин приказивања добијених резултата се може окарактеристи као савремен, прегледан и илустративан. Добијени резултати су правилно протумачени и адекватно упоређени са резултатима досадашњих истраживања других аутора у поглављу 7. ДИСКУСИЈА која је написана на 22 стране.

VIII КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

На основу напред изнетог у овом извештају Комисија констатује да је докторска дисертација кандидаткиње Дијане Чортан написана у складу са наводима у пријави теме. Недостаци докторске дисертације који су могли утицати на резултате истраживања нису уочени.

Дисертација садржи све битне елементе: насловну страну са српском и енглеском језику, информације о ментору и члановима комисије, изјаву захвалности, резиме на српском и енглеском језику, садржај, текст рада по поглављима, литературу, биографију аутора, изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

Истраживања спроведена у оквиру ове докторске дисертације, представљају значајан допринос упознавању генетичке варијабилности црне тополе на унутарпопулационом и међупопулационом нивоу. Спроведена истраживања доприносе упознавању степена варијабилности преосталог генофонда природних популација ове врсте на подручју Војводине, што представља добру полазну основу за даље процесе конзервације и усмереног коришћења расположивог генофонда и оплемењивање врсте.

Имајући у виду да се, као услов за одбрану докторске дисертације, поставља објављен рад у часопису међународног значаја, Комисија констатује да је кандидат овај услов испунио. Кандидат је коаутор два рада у часописима категорије M23, од којих један садржи резултате истраживања из докторске

дисертације а други је у непосредној вези са њом.

IX ПРЕДЛОГ:

На основу начињеног извештаја и изнете оцене докторске дисертације, Комисија сматра да је докторска дисертација мастер инжењера шумарства Дијане Чортан, методски успешно обрађена и да третира актуелну материју на нивоу неопходном карактеру рада. Истраживања су методски и обимом у потпуности обављена у складу са пријављеном темом, за коју је Веће Научних области Биотехничких наука, Универзитета у Београду дало сагласност.

Полазећи од свих наведених чињеница, Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Шумарског факултета да докторску дисертацију кандидаткиње Дијане Чортан под насловом **„Процена варијабилности природних популација црне тополе (*Populus nigra* L.) на подручју Војводине применом генетичких маркера“** прихвати за јавну одбрану ради стицања научног степена доктора биотехничких наука-област шумарске науке.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. Др Мирјана Шијачић-Николић, редовни професор
Универзитета у Београду - Шумарског факултета

2. Др Драгица Вилотић, редовни професор
Универзитета у Београду – Шумарског факултета

3. Др Милан Кнежевић, редовни професор
Универзитета у Београду - Шумарског факултета

4. Др Владан Иветић, доцент Универзитета у
Београду - Шумарског факултета

5. Др Саша Орловић, научни саветник Института за
низијско шумарство и животну средину

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај бразложење односно разлоге бог којих не жели да потпише извештај.