

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ  
Број:03-625/3  
Датум:17.03.2016.

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 Марине Нонић под насловом:

**„Унапређење масовне производње лисно-декоративних култивара букве калемљењем»**

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 РАТКО РИСТИЋ

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ИЗРАЂЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p><b>1. Орган који је именовao (изабрао) комисију и датум:</b> Наставно-научно веће Шумарског факултета, Универзитета у Београду, Одлука број 01-2/26 од 24.02.2016. године.</p> <p><b>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:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Др Мирјана Шијачић-Николић, редовни професор Универзитета у Београду - Шумарског факултета, ужа научна област: Семенарство, расадничарство и пошумљавање, датум избора: 14.12.2011. године, Универзитет у Београду - Шумарски факултет</li><li>2. Др Михаило Грбић, редовни професор Универзитета у Београду - Шумарског факултета, ужа научна област: Пејзажна архитектура и хортикултура, датум избора: 29.04.2004. године, Универзитет у Београду - Шумарски факултет</li><li>3. Др Драгица Вилотић, редовни професор Универзитета у Београду - Шумарског факултета, ужа научна област: Семенарство, расадничарство и пошумљавање, датум избора: 19.03.2003. године, Универзитет у Београду - Шумарски факултет</li><li>4. Др Владан Иветић, ванредни професор Универзитета у Београду - Шумарског факултета, ужа научна област: Семенарство, расадничарство и пошумљавање, датум избора: 17.06.2015. године, Универзитет у Београду - Шумарски факултет</li><li>5. Др Милан Матаруга, редовни професор Универзитета у Бањој Луци - Шумарског факултета, ужа научна област: Шумарска генетика и оснивање шума, датум избора: 03.10.2014. године, Универзитет у Бањој Луци - Шумарски факултет</li></ol>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p><b>1. Име, име једног родитеља, презиме:</b> Марина (Жељко) Нонић</p> <p><b>2. Датум и место рођења, општина, држава:</b> 28.02.1985. године, Мајданпек, Република Србија</p> <p><b>3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе/мастер рада:</b></p> <p><b>4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука/мастера:</b></p>

### III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

„Унапређење масовне производње лисно-декоративних култивара букве калемљењем”

### IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација Марине Нонић, дипломираног инжењера пејзажне архитектуре и хортикултуре, садржи укупно 281 страну, од којих је 253 стране текста, 19 страна прилога и 9 страна на којима се налазе биографија и библиографија кандидата, као и изјаве о ауторству, о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјава о коришћењу.

Докторска дисертација садржи 127 табела, 29 слика, 38 графикона, 7 шема, 4 карте и 20 фото-таблица. Списак релевантне литературе, везане за област истраживања, садржи 255 референци.

На почетку текста докторске дисертације, налазе се кључне документационе информације и резиме, на српском и енглеском језику, са кључним речима, као и пописи скраћеница, карти, слика, шема, табела, фото-таблица и графикона.

Текст је подељен у 10 поглавља, која су структурирана тако да представљају посебне, али логички повезане целине:

#### **1. УВОД (1–11 стр.)**

- 1.1. Систематски положај и распрострањеност букве
- 1.2. Морфолошке карактеристике букве
- 1.3. Формулација проблема
- 1.4. Хетеровегетативно размножавање – калемљење

#### **2. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА (12–13 стр.)**

#### **3. ЦИЉ И ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА (14–15 стр.)**

#### **4. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА (16–28 стр.)**

#### **5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА (29–75 стр.)**

- 5.1. Избор матичних стабала
- 5.2. Морфолошко-анатомске анализе матичних стабала
  - 5.2.1. Анализа морфолошких карактеристика листова
  - 5.2.2. Анализа морфолошких карактеристика пупољака
  - 5.2.3. Анализа варијабилности стома
  - 5.2.4. Статистичка обрада података морфолошко-анатомских анализа
- 5.3. Хетеровегетативно размножавање (калемљење) букве
  - 5.3.1. Припрема за калемљење
  - 5.3.2. Методе калемљења
  - 5.3.3. Садња и даља нега калемова
  - 5.3.4. Анализа варијабилности калемова
- 5.4. Анализа фенолошких промена матичних стабала и калемова приликом пролећних и јесењих осматрања
- 5.5. Анализа садржаја фотосинтетичких пигмената матичних стабала и калемова
- 5.6. Анализа садржаја антоцијана у листовима матичних стабала и калемова
- 5.7. Генетичка карактеризација компонената калемљења применом

- микросателитских маркера
- 5.7.1. Сакупљање узорака и екстракција DNK
- 5.7.2. PCR реакција
- 5.7.3. Електрофореза на агарозном гелу
- 5.7.4. Капиларна електрофореза
- 5.7.5. Статистичка обрада података
- 5.8. Анализа ставова расадничара о производњи култивара букве
  - 5.8.1. Прикупљање података
  - 5.8.2. Обрада података
- 6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА (76–217 стр.)**
- 6.1. Фенотипске карактеристике матичних стабала
- 6.2. Морфолошко-анатомска варијабилност матичних стабала
  - 6.2.1. Варијабилност морфолошких карактеристика листова
  - 6.2.2. Варијабилност морфолошких карактеристика пупољака
  - 6.2.3. Варијабилност густине и димензија стома
- 6.3. Резултати производње лисно-декоративних култивара букве калемљењем
  - 6.3.1. Варијабилност процента пријема и преживљавања калемова
  - 6.3.2. Варијабилност квантитативних и квалитативних карактеристика калемова
- 6.4. Варијабилност на основу пролећних и јесењих фенолошких осматрања матичних стабала и калемова
  - 6.4.1. Варијабилност на основу пролећних фенолошких осматрања
  - 6.4.2. Варијабилност на основу јесењих фенолошких осматрања
- 6.5. Варијабилност садржаја фотосинтетичких пигмената у листовима матичних стабала и калемова
  - 6.5.1. Варијабилност садржаја пигмената у првој анализи
  - 6.5.2. Варијабилност садржаја пигмената у другој анализи
  - 6.5.3. Варијабилност садржаја пигмената у трећој анализи
  - 6.5.4. Упоредни приказ варијабилности садржаја пигмената
- 6.6. Варијабилност садржаја антоцијана у листовима матичних стабала и калемова
  - 6.6.1. Варијабилност садржаја антоцијана у првој анализи
  - 6.6.2. Варијабилност садржаја антоцијана у другој анализи
  - 6.6.3. Варијабилност садржаја антоцијана у трећој анализи
  - 6.6.4. Упоредни приказ варијабилности садржаја антоцијана
- 6.7. Варијабилност на основу микросателитских маркера
  - 6.7.1. Варијабилност на нивоу природних популација мезијске букве
    - 6.7.1.1. Унутарпопулациона варијабилност мезијске букве
    - 6.7.1.2. Међупопулациона варијабилност мезијске букве
  - 6.7.2. Варијабилност на нивоу матичних стабала
  - 6.7.3. Индекс сличности између компонената калемљења
- 6.8. Ставови расадничара о производњи декоративних култивара букве
  - 6.8.1. Резултати квантитативне анализе ставова расадничара
  - 6.8.2. Резултати квалитативне анализе ставова расадничара
  - 6.8.3. Резултати SWOT анализе производње култивара букве у Србији

**7. ДИСКУСИЈА** (218–230 стр.)

**8. ЗАКЉУЧЦИ** (231–235 стр.)

**9. ЛИТЕРАТУРА** (236–253 стр.)

**10. ПРИЛОЗИ** (254–272 стр.).

Након прилога, дате су (273–281 стр.) биографија и библиографија аутора, као и следеће изјаве: Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације и Изјава о коришћењу.

Дисертација је написана ћиричним писмом, у складу са Упутством за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду.

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

У поглављу **1. УВОД** (1–11 стр.), кандидаткиња полази од чињенице да се различити хлорофилни мутанти шумског дрвећа користе као полазни материјал за производњу декоративних култивара, на чему заснива своја истраживања. Поред значаја који има као шумска врста, европска буква је позната и због своје декоративности и бројних украсних култивара, који се одликују различитом обојеношћу листова (од жутих, жуто-белих, ружичастих, зелено-ружичастих, до тамно црвених, итд.), обликом листова, обликом крошње, као и разним комбинацијама поменутих особина.

У истом поглављу, у циљу формулације проблема, кандидаткиња наводи да је асортиман култивара дрвенастих врста у савременим ценозама насеља Србије сиромашан, у поређењу са старим парковима (Тисовић, Осokoljić, 2000/а). Ово објашњава чињеницом да су недовољно размножавани у нашим расадницима, као и оријентацијом пејзажних архитеката на коришћењу садног материјала аутохтоних врста.

Украсни култивари европске букве (*Fagus sylvatica* L.) нашли су примену у просторима различитих намена – као солитерна стабла или групе стабала у парковима, ботаничким баштама, арборетумима, приватним двориштима, резиденцијалним вртovima; у виду живих ограда, итд.

Највећи број култивара букве се по боји и/или облику листова разликује од основне врсте. Познати лисно-декоративни култивари европске букве су: *Fagus sylvatica* 'Albomarginata', *Fagus sylvatica* 'Aspleniifolia', *Fagus sylvatica* 'Ansorgei', *Fagus sylvatica* 'Bicolor Sartini', *Fagus sylvatica* 'Birr Zebra', *Fagus sylvatica* 'Cristata', *Fagus sylvatica* 'Greenwood', *Fagus sylvatica* 'Interrupta Purpurea', *Fagus sylvatica* 'Luteofolia', *Fagus sylvatica* 'Luteovariegata', *Fagus sylvatica* 'Purpurea', *Fagus sylvatica* 'Purpurea Latifolia', *Fagus sylvatica* 'Purpurea Tricolor', *Fagus sylvatica* 'Rotundifolia', *Fagus sylvatica* 'Tricolor', *Fagus sylvatica* 'Zlatia', итд.

Култивари европске букве су издвојени и на основу специфичног хабитуса: жалосне форме (*Fagus sylvatica* 'Pendula', *Fagus sylvatica* 'Aurea Pendula', *Fagus sylvatica* 'Purpurea Pendula'), стубасте форме (*Fagus sylvatica* 'Dawyck', *Fagus sylvatica* 'Dawyck Gold', *Fagus sylvatica* 'Dawyck Purple', *Fagus sylvatica* 'Red Obelisk', *Fagus sylvatica* 'Fastigiata Purpurea') и патуљасте форме (*Fagus sylvatica* 'Purpurea Nana'), итд. Кандидаткиња закључује да су декоративни култивари европске букве веома ретки у Србији, те да је њихов релативно мали број констатован на територији града Београда (*Fagus sylvatica* 'Pendula', *Fagus sylvatica* 'Purpurea', *Fagus sylvatica* 'Tricolor', *Fagus sylvatica* 'Purpurea Tricolor',

*Fagus sylvatica* 'Dawysck'). Поред тога, често се декларисане особине клона не испољавају јасно, па постоји оправдана сумња да су те индивидуе у ствари генеративно потомство клона, или су калем гранчице узете са генеративно размножених индивидуа.

Из наведених разлога, потребно је истражити могућности унапређења масовне производње садница лисно-декоративних култивара *Fagus sylvatica* L., применом калемљења, са циљем њихове веће примене у Србији.

У поглављу **2. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА** (12–13 стр.), кандидаткиња наводи да су предмет истраживања у докторској дисертацији:

1. матична стабла: девет стабала лисно-декоративних култивара европске букве и једно стабло мезијске букве, са подручја Београда, која су представљала извор племки за калемљење;
2. саднице мезијске букве, коришћене као подлоге приликом калемљења, из природног подмлатка и произведене у расаднику, пореклом из четири популације у Србији;
3. калемови лисно-декоративних култивара европске букве и калемови мезијске букве, настали као резултат вегетативног размножавања матичних стабала;
4. ставови представника расадника украсног дрвећа и жбуња о производњи декоративних култивара букве у Србији.

Култивари су издвојени на основу квалитативних својстава листова, а за детерминисање је употребљен кључ за одређивање украсних култивара букве (Puschner, Brus, 2008).

Истраживањем су обухваћена стабла три култивара:

- *Fagus sylvatica* 'Purpurea',
- *Fagus sylvatica* 'Tricolor',
- *Fagus sylvatica* 'Purpurea Tricolor'.

Једно стабло мезијске букве, *Fagus moesiaca* (Domin, Maly) Czechott., издвојено је као контрола за сва истраживања која су обављена на нивоу матичних стабала. Стабло је представљало и извор племки за калемљење, тако да је послужило као контрола приликом калемљења и анализа на нивоу калемова.

Издвојена матична стабла су, због извесне међусобне фенотипске варијабилности унутар истраживаних култивара, за потребе ових истраживања, условно названа ортетама (укупно је издвојено 10 ортета) и представљала су полазни материјал за даље вегетативно размножавање. Скупови свих рамета, које су настале хетеровегетативним размножавањем 10 ортета, чине 10 клонова.

У поглављу **3. ЦИЉ И ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА** (14–15 стр.), кандидаткиња наводи да је примарни циљ докторске дисертације унапређење производње лисно-декоративних култивара букве, применом хетеровегетативног размножавања.

Да би се постављени циљ остварио, обављен је низ активности, на различитим нивоима, од којих је свака имала свој појединачни циљ.

На нивоу матичних стабала, истраживања су имала за циљ:

1. утврђивање варијабилности матичних стабала на различитим нивоима;

2. утврђивање садржаја фотосинтетичких пигмената и антоцијана у листовима матичних стабала;
3. генетичку карактеризацију матичних стабала применом микросателита;

На нивоу истраживања везаних за избор подлога, постављени су циљеви:

4. генетичка карактеризација природних популација мезијске букве, на нивоу садница које су коришћене као подлоге приликом калемљења;
5. процена унутар и међупопулационе варијабилности мезијске букве, применом микросателита.

На нивоу производње култивара калемљењем, постављени су циљеви:

6. утврђивање могућности унапређења масовне производње лисно-декоративних култивара букве калемљењем;
7. одређивање оптималног времена и начина калемљења;
8. утврђивање индекса сличности између компонената калемљења;
9. сагледавање ставова произвођача украсног дрвећа о могућностима расадничке производње лисно-декоративних култивара букве у Србији;

На нивоу произведених калемова, истраживања су имала за циљ:

10. утврђивање процента пријема и преживљавања калемова на нивоу клона;
11. утврђивање развоја калемова и фенотипске експресије лисно-декоративних карактеристика;
12. утврђивање садржаја фотосинтетичких пигмената и антоцијана у листовима калемова.

У поглављу **4. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА** (16–28 стр.), кандидаткиња наводи да се оплемењивањем мезијске букве (*Fagus toesiaca* /Domin, Maly/ Czeczott.) у Србији најдетаљније бавио Јовановић М. (1971), који је применио и анализирао различите методе вегетативног размножавања и унапређења ове врсте (применом селекције, хибридизације, индукованих мутација).

Кандидаткиња износи и резултате истраживања других аутора, констатујући да су се истраживања о декоративним култиварима букве односила, углавном, на опис култивара (Wyman, 1964; Dönig, 1994; Тошић, 2005, 2006/a, 2006/b; Hatch, 2007; Puschner, Brus, 2008), анализе морфо-анатомских карактеристика листова (Vilotić *et al.*, 2006; Čaňová, *et al.*, 2008), анализу пигмената у листовима (Hrkić Ilić *et al.*, 2012), наследљивост црвене и жуте боје листа у генеративном потомству (Heinze, Geburek, 1995; Тошић, 2006/a) и калемљење неколико култивара букве (Тошић, 2006/a; Cerar, 2010).

Кандидаткиња констатује да детаљна истраживања о оплемењивању букве као декоративне врсте и унапређењу масовне производње њених култивара, у Србији, нису довољно заступљена.

У поглављу **5. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА** (29–75 стр.), кандидаткиња наводи да су истраживања, спроведена на нивоу:

- матичних стабала, која су послужила за сакупљање калем гранчица;

- садница мезијске букве, које су коришћене као подлоге за калемљење;
- калемова, произведених применом различитих метода калемљења.

Део истраживања је обављен и са представницима расадника украсног дрвећа и жбуња, на територији Србије.

Истраживања се могу поделити на теренска и лабораторијска.

**Теренска истраживања** су обављена на територији Београда, где су издвојена матична стабла и прикупљен материјал за планиране анализе; у стакленику и расаднику Шумарског факултета у Београду, где су постављени огледи за планирана истраживања; на локалитетима у североисточној и централној Србији, са којих су узете подлоге за калемљење, као и у одабраним расадницима декоративног садног материјала у Србији, где су испитани ставови њихових представника о производњи украсних култивара букве.

**Лабораторијска истраживања** су обављена у лабораторијама Шумарског факултета у Београду (морфолошке анализе листова и пупољака матичних стабала, анализа варијабилности стома и утврђивање старости матичних стабала) и Лабораторији за генетику, семенартство, физиологију и оплемењивање биљака Института за шумарство у Београду (утврђивање садржаја пигмената у листовима матичних стабала и калемова). Генетичка истраживања, применом молекуларних маркера, обављена су у лабораторијама Федералног истраживачког и образовног центра за шуме, природне непогоде и пејзаж, у Бечу, Аустрија (*Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft – BFW, Wien, Austria*), на Одсеку за генетику – Јединица за истраживања генома.

Подаци, добијени у оквиру наведених истраживања, статистички су обрађени у различитим софтверима: *Statgraphics Plus 5.0*, *Statistica 6.0.*, *CEQ 8000 Analysis Software (Beckman Coulter)*, *GenALEx 6.5 (Genetic Analysis in Excel Software)* (Peakall, Smouse, 2006; 2012), *SPSS ver. 20*.

### 5.1. Избор матичних стабала

Матична стабала различитих лисно-декоративних култивара европске букве издвојена су на територији града Београда. Имајући у виду веома мали број оваквих стабала, задовољавајућих фенотипских карактеристика и здравственог стања, одабрано је девет матичних стабала култивара европске букве и једно стабло мезијске букве, која су послужила као полазни материјал за истраживања.

Матична стабла се налазе на територији две градске општине – Савски венац (Дедиње) и Чукарица (Баново брдо и Жарково). Издвојена су три лисно-декоративна култивара европске букве: *Fagus sylvatica* 'Purpurea', *Fagus sylvatica* 'Tricolor' и *Fagus sylvatica* 'Purpurea Tricolor', као и стабло мезијске букве, ради поређења. Стабла су оцењена помоћу образаца за бонитирање плус стабала.

### 5.2. Морфолошко-анатомске анализе матичних стабала

Анализа морфолошких карактеристика листова и пупољака, као и анализа варијабилности стома, урађена је на нивоу десет издвојених матичних стабала.

Анализа **морфолошких карактеристика листова** матичних стабала обављена је на узорку од укупно 1000 хербаризованих листова (по 100 листова са сваког од 10 матичних стабала). Анализирано је седам морфолошких карактеристика листова матичних стабала:

- дужина лисне плоче;



- ширина листа у најширем делу;
- дужина петељке;
- ширина основе листа на 1 cm удаљености од базе петељке;
- број нерава – лево;
- број нерава – десно;
- размак између трећег и четвртог нерва – лево.

Анализирана су и три изведена параметра:

- укупна дужина листа;
- однос дужине петељке и дужине лисне плоче;
- облик основе листа, који представља однос између ширине листа у најширем делу и ширине основе листа на 1 cm од базе петељке.

Мерење **морфолошких карактеристика пупољака** матичних стабала обављено је употребом дигиталног нонијуса, са тачношћу од 0,01 mm, на узорку од 1000 пупољака (по 100 пупољака са сваког од 10 матичних стабала).

Мерена су два параметра:

- дужина пупољка;
- ширина пупољка у најширем делу.

Након мерења основних параметара, њихове вредности су употребљене за рачунање изведеног параметра – коефицијента издужености пупољка (однос дужине и ширине пупољка).

У циљу **утврђивања варијабилности стома**, анализирани су димензије и густина стома. Листови су са сваког стабла сакупљени са јужне-југозападне стране круне, са приближно исте висине (око 6 m). Сакупљање листова вршено је у јутарњим часовима (између 10 и 11 часова), због неједнаке отворености стома током дана, по ведром и сунчаном времену, без ветра. Припремљено је 90 трајних препарата (по девет за свако стабло). Узимање отисака вршено је са наличја листа. Поступак препарирања листа вршен је у лабораторији, под контролисаним условима, јер јачи ветар, висока температура или изненадна тама могу утицати на затварање стома (Brewer, 1992; Batos *et al.*, 2010).

Примењен је метод отиска или „колодијум метод” (Wolf, 1950). Анализа је урађена помоћу микроскопа са уграђеном камером (MAGNUM-T/Trinocular Microscope) и специјализованог софтвера. Стоме су анализирани између трећег и петог лисног нерва.

Анализирана су три основна параметра:

- дужина стома у  $\mu\text{m}$ ;
- ширина стома у  $\mu\text{m}$ ;
- густина стома = број стома по јединици површине ( $\text{mm}^2$ ).

Након анализе основних, израчунат је и изведени параметар, коефицијент облика стома, који је дефинисан као однос ширине и дужине стома, у процентима, а изражава ниво спљоштености стома (Batos *et al.*, 2010).

Одређивање густине стома рађено је на увећању окулару и објектива од 10 x (10 x 10 = 100 x), а димензије стома на увећању окулару од 10 x и објектива од 40 x (10 x 40 = 400 x). Димензије стома су мерене на пет стома по отиску, а бројање стома на три случајно одабрана видна поља, по отиску епидермиса.

Прикупљени подаци, укупно 10000 мерења за листове (7 мерених + 3 изведена параметра x 100 листова x 10 стабала) и 3000 мерења за пупољке (2

мерена + 1 изведен параметар x 100 пупољака x 10 стабала), као и подаци мерења стома, обрађени су у програму *Statgraphics Plus 5.0* и *Statistica 6.0*.

Урађени су: дескриптивна статистика, једнофакторијална анализа варијансе (енгл. *One-way Analysis of Variance – ANOVA*) и Фишеров тест најмање значајне разлике (енгл. *Fisher's Least Significant Difference Test – LSD test*).

Сличности и разлике између анализираних матичних стабала утврђене су помоћу кластер анализе, при чему је коришћен метод простог повезивања (енгл. *Single Linkage, Nearest Neighbor Clustering*).

### **5.3. Хетеровегетативно размножавање (калемљење) букве**

Хетеровегетативно размножавање (калемљење) букве обављено је у расаднику Шумарског факултета у Београду, где су 2011. и 2013. године, формирана огледна поља, уз употребу подлога мезијске букве различитог порекла (из четири популације у Србији) и старости. Калем гранчице за формирање племки су сакупљене са свих 10 матичних стабала.

Постављање првог огледа (прво калемљење), обављено је у априлу 2011. године (06.04.2011.). Примењено је копутирање на подлоге у леји расадника Шумарског факултета и на подлоге у посудама. Други оглед (друго калемљење), постављен је у марту 2013. године (13. и 20.03.2013.), када је примењено калемљење на подлоге у посудама и подлоге са голим кореном, обављено у стакленику Шумарског факултета. Приликом постављања оба огледа, примењено је калемљење одвојеном гранчицом (копутирање), употребом две различите методе: обично спајање и триангулација (клинасто калемљење).

Нега калемова је подразумевала: заливање, прихрањивање, заштиту од болести и штеточина, уклањање корова, обезбеђивање засене у летњим месецима и уклањање везива након срашћивања подлоге и племке.

Евидентиран је пријем свих калемова у првој години и проценат преживљавања током четири сукцесивне године, на калемовима произведеним 2011. године.

Анализа квантитативних и квалитативних својстава калемова урађена је на комплетном узорку. Мерене су висине калемова (од супстрата до врха племке, са тачношћу од 1 cm) и пречници у кореновом врату (коришћењем дигиталног нонијуса, са тачношћу од 0,01 mm), уз евидентирање броја листова, при чему је извршена и анализа квалитативних карактеристика (боја листова).

### **5.4. Анализа фенолошких промена матичних стабала и калемова приликом пролећних и јесењих осматрања**

Фенолошка истраживања су обухватила пролећна и јесења осматрања промена на матичним стаблима и калемовима, на нивоу свих 10 матичних стабала, као и на нивоу 10 клонова произведених 2011. године и 10 клонова произведених 2013. године. Праћење пролећних (образовање листова) и јесењих фенолошких промена (промена боје и сушење листова), обављено је током две сукцесивне године (2012. и 2013. године), у периоду април-мај, односно, октобар-новембар.

Фенолошке промене матичних стабала и калемова произведених 2011. године праћене су током обе године (2012. и 2013. године), док је на калемовима произведеним 2013. године обављено праћење фенологије у пролеће друге

године. Осматрање фенологије је обављено у пет термина (2012. и 2013. године).

За пролећно фенолошко осматрање употребљене су фенофазе описане у истраживањима која су спровели von Wühlisch *et al.* (1995), Gračan *et al.* (2006) и Schüler *et al.* (2012), уз одређене модификације. Сличан протокол је дефинисан у COST Action E52 „*Evaluation of the Genetic Resources of Beech for Sustainable Forestry*”, за примену у оквиру мреже европских провенијеничних тестова букве. За јесење фенолошко осматрање, употребљене су фенофазе описане у истраживању Јовановић М. (1971), уз одређене модификације.

#### **5.5. Анализа садржаја фотосинтетичких пигмената матичних стабала и калемова**

Утврђивање садржаја фотосинтетичких пигмената (хлорофила *a*, *b* и каротеноида) у листовима матичних стабала и калемова букве (калемљених 2011. године), урађено је у циљу евидентирања евентуалних сличности и разлика између представника три култивара, али и у оквиру истих индивидуа (ортета), у различитим периодима током вегетације (са размаком од приближно два месеца).

Узорци листова за утврђивање садржаја пигмената, сакупљани су три пута током вегетационог периода 2014. године, са размаком од приближно два месеца (28. мај, 30. јул и 25. септембар). Листови су са висине од око 6 m, помоћу сечке, прикупљени са свих десет матичних стабала (која представљају ортете у овом истраживању), из спољашњег дела круне, са западне стране. Истог дана су, у расаднику Шумарског факултета, сакупљени листови са десет калемљених садница, које представљају рамете (по једна рамета за сваку од 10 ортета - матичних стабала). Овај поступак је поновљен у сваком термину.

Мерење апсорпције фотосинтетичких пигмената, обављено је у Лабораторији за генетику, семенарство, физиологију и оплемењивање биљака Института за шумарство у Београду, употребом спектрофотометра *SPEKOL 11*.

Концентарције пигмената одређене су спектрофотометријском методом (Lisjak *et al.*, 2009) и израчунате према Holm-у (1954) и Wettstein-у (1957).

Добијени подаци су обрађени у *Microsoft Excel* програму, применом одговарајућих формула, као и у *Statgraphics Plus 5.0* програму, у коме су испитане корелационе везе између садржаја пигмената и урађена је кластер анализа.

#### **5.6. Анализа садржаја антоцијана у листовима матичних стабала и калемова**

Црвена боја листа култивара европске букве *Fagus sylvatica* 'Purpurea', је, према наводима Robinson, Smith (1968) и Heinze, Geburek (1995), последица повећаног садржаја антоцијана, као и у листовима друга два култивара (*Fagus sylvatica* 'Tricolor' и *Fagus sylvatica* 'Purpurea Tricolor'), која су представљала предмет истраживања у овој докторској дисертацији. Из овог разлога је, поред концентрација фотосинтетичких пигмената, утврђен и садржај антоцијана у листовима десет матичних стабала и десет калемова, који су настали њиховим размножавањем.

Садржај укупних антоцијана одређен је тзв. „*single*” рН методом, према којој је измерена апсорбанција раствора антоцијана при рН 1,0, пропорционална садржају укупних антоцијана (Kostić, 2013).

Садржај мономерних антоцијана утврђен је применом рН диференцијалне методе, која се заснива на њиховој особини да су црвено обојени при рН 1,0, а безбојни при рН 4,5, због структуралних промена, услед којих показују другачију апсорпцију светлости. Овај концепт су, према Francis (1989) и Giusti, Wrolstad (2001), први увели Sondheimer, Kertesz, 1948. године, користећи вредности рН 2,0 и рН 3,4 за одређивање садржаја антоцијана у брусници. Fuleki, Francis (1968/a, 1968/b) су, потом, за анализу антоцијана исте врсте користили рН 1,0 и 4,5, а метода је описана и у другим литературним изворима: Wrolstad (1976); Wrolstad *et al.* (1970, 1982, 1995); Guisti, Wrolstad (2001), итд.

Мерење апсорпције антоцијана, обављено је, такође, у Лабораторији за генетику, семенарство, физиологију и оплемењивање биљака Института за шумарство у Београду, употребом спектрофотометра марке *SPEKOL 11*.

Добијени подаци су обрађени у *Microsoft Excel* програму, применом одговарајућих формула, као и у *Statgraphics Plus 5.0* софтверу, у коме су испитане корелационе везе између садржаја антоцијана и фотосинтетичких пигмената и урађена је кластер анализа.

#### **5.7. Генетичка карактеризација компонената калемљења применом микросателитских маркера**

Генетичка карактеризација компонената калемљења – подлога мезијске букве, пореклом из четири природне популације у Србији (Бољетинска река, Црни врх 2, Злотске шуме и Гоч-Гвоздац) и 10 матичних стабала, која су послужила као извор племки за калемљење, урађена је применом молекуларних маркера – микросателита (енгл. *Single Sequence Repeats – SSRs*). Укупно је анализирано 190 генотипова. За потребе ових истраживања, успешно је амплификовано пет микросателитских маркера: *csolfagus\_31*, *csolfagus\_19*, *mfc5*, *sfc\_0036* и *DE576\_A\_0*. Узорци (дормантни пупољци) су сакупљени на терену и припремљени за лабораторијске анализе. Кандидаткиња је урадила екстракцију ДНК, из сувог биљног материјала, при чему је употребљен *Invisorb Spin Plant Mini Kit* (STRATEC Molecular GmbH, Germany), према протоколу из упутства произвођача. Проверена је концентарција и квалитет ДНК, након чега је следила PCR реакција, уз тестирање продуката амплификације на агарозном гелу. Продукти су анализирани помоћу капиларне електрофорезе, уз читавање добијених података у софтверу и њихову статистичку обраду.

Процена генетичке варијабилности по популацији и по локусу, у *GenAlEx 6.5* софтверу, одређена је на основу различитих параметара. Утврђен је тотални број алела по локусу ( $N_a$ ), број ефективних алела ( $N_e$ ), очекивана хетерозиготност ( $H_e$ ), уочена хетерозиготност ( $H_o$ ), Shannon информациони индекс диверзитета ( $I$ ), коефицијент инбридинга, фиксацијски индекс ( $F$ ), унутарпопулациони коефицијент инбридинга ( $F_{is}$ ), коефицијент међупопулационе генетичке диференцијације ( $F_{st}$ ), укупан индекс фиксације ( $F_{it}$ ) и проток гена ( $Nm$ ).

Урађена је анализа молекуларне варијансе (енгл. *Analysis of Molecular Variance – AMOVA*), како би се утврдио проценат генетичких варијација на три нивоа: између популација, између индивидуа у оквиру популација, као и у оквиру индивидуа у целокупном узорку. Утврђен је и степен значајности одступања од *Hardy-Weinberg* равнотеже, за сваку популацију.

Генетичка диференцијација између парова популација утврђена је на основу  $Nei$  генетичке дистанце и  $Nei$  генетичке дистанце без претпоставки ( $Nei$ , 1978),  $PhiPT$  вредности парова популација, као и на основу  $Fst$  вредности, што је приказано у виду матрица. Визуелизација генетичких дистанци између четири популације букве урађена је помоћу анализе главних координата (енгл. *Principal Coordinate Analysis – PCoA*). Поређење генетичких и географских дистанци урађено је применом Мантеловог теста.

Индекс сличности –  $S$  (Sheen, 1972), израчунат је на основу очитаних вредности по локусима, са циљем да се утврди генетичка сличност (блискост) између основних компонената калемљења - подлоге и племке, као предуслов за успех калемљења. Добијене вредности овог индекса, за употребљене подлоге и племке, упоређене су са конкретним резултатима калемљења на терену (пријемом и преживљавањем калемова). Такође, овај индекс је употребљен за генетичку карактеризацију матичних стабала, како би се утврдиле сличности међу култиварима, као и у поређењу са мезијском буквом.

Кандидаткиња је комплетна генетичка истраживања обавила у лабораторијама Федералног истраживачко-образовног центра за шуме, природне непогоде и пејзаж, на Одсеку за генетику – Јединица за истраживања генома, у Бечу, Аустрија.

#### **5.8. Анализа ставова расадничара о производњи култивара букве**

За утврђивање ставова расадничара о стању и могућностима производње декоративних култивара букве, примењене су анализа и синтеза, индукција и дедукција, као и научно испитивање. Као технике научног испитивања, коришћени су анкета „од врата до врата” и појединачни, усмерени интервју. Статистичка метода је коришћена као општа научна метода, приликом обраде података прикупљених анкетирањем, док је квалитативна анализа употребљена приликом анализе података прикупљених интервјуисањем.

Да би се испитали унутрашњи и спољашњи (тзв. фактори окружења) фактори производње декоративних култивара букве у Србији, урађена је SWOT анализа. На основу упоредне анализе интерних снага и слабости и екстерних шанси и претњи, у оквиру SWOT анализе, могуће је утврдити најповољније опције за унапређење производње.

У истраживању су коришћени стратификован случајни узорак и попис. Како се највећи број расадника налази у региону Шумадије и Западне Србије, ова подручја су одабрана за испитивање ставова расадничара о производњи декоративних култивара букве. Анкетирање је спроведено са представницима 65 расадника, који су пристали да учествују у прикупљању података. Након спровођења прве фазе, одабрани су представници расадника са којима је реализована друга фаза прикупљања података (новембар, 2013.), појединачним, усмереним интервјуом. Спроведен је попис и одабрано је 10 представника расадника који су, у првој фази истраживања, истакли да производе култиваре букве. Статистичка обрада података извршена је у програму *SPSS ver. 20*. За утврђивање учесталости вредности категоријских променљивих, коришћена је анализа фреквенција, а за испитивање разлике у добијеним и очекиваним фреквенцијама, примењен  $\chi^2$  тест значајности пропорција (Malhotra, 2007).

У поглављу **6. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА** (76–217 стр.), кандидаткиња, логичним редоследом, прегледно и систематично, кроз текст, табеле и графиконе, износи резултате својих истраживања, илуструјући их сликама и фото-таблицама.

Резултати спроведених истраживања приказани су на нивоу:

- матичних стабала;
- подлога букве;
- произведених калемова;
- ставова представника расадника.

У поглављу **7. ДИСКУСИЈА** (218–230 стр.), кандидаткиња резултате својих истраживања логички доводи у везу са, до сада публикованим, резултатима сличних истраживања.

У поглављу **8. ЗАКЉУЧЦИ** (231–255 стр.), кандидаткиња систематизовано, кроз тезе, износи закључке до којих је дошла након спроведених истраживања.

Подробнија оцена поглавља 6, 7 и 8 дата је у делу извештаја **VI ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**.

Поглавље **9. ЛИТЕРАТУРА** (236–253 стр.) садржи релевантне и актуелне референце, усмерене на истраживачку проблематику. Кандидаткиња наводи 247 референци, које је користила приликом писања докторске дисертације, од којих су 11 аутоцитати, који се односе на проблематику која је обрађена у докторској дисертацији. Референце су доследно презентоване у предвиђеном формату.

У поглављу **10. ПРИЛОЗИ** (254–272 стр.), дати су табеларни и графички прикази, слике, као и други прилози, структурирани у складу са материјом изложеном у претходним поглављима.

Комисија констатује да садржај наведених поглавља има логичан след, који чини једну целину, која је писана јасним и прецизним језиком.

## **VI ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

На основу истраживања, која су спроведена у оквиру ове докторске дисертације, кандидаткиња износи следеће закључке:

1. На територији Београда постоји генофонд лисно-декоративних култивара букве (различите боје листа), са израженом варијабилношћу, анализираном на више различитих нивоа. Стабла која су издвојена на основу већег успеха калемљења у овим истраживањима могу послужити као извор полазног материјала за масовну производњу садница, јер поред показане компатибилности имају и све карактеристике култивара за који су декларисана. Резултатима анализе варијабилности матичних стабала, условно је потврђена прва хипотеза, о постојању генофонда лисно-декоративних култивара букве, са израженом варијабилношћу, на територији Београда.
2. Највеће димензије листова (дужина и ширина) констатоване су код култивара *Fagus sylvatica* 'Purpurea' (матична стабла 5 и 7), а најмање на

- листовима култивара *Fagus sylvatica* 'Purpurea Tricolor' (матична стабла 9 и 10). Стабла култивара *Fagus sylvatica* 'Tricolor' и мезијске букве (*Fagus moesiaca* /Domin, Maly/ Czeczott.), према димензијама листова, налазе се на прелазу између екстремних варијаната. Димензије листова могу се сматрати својством култивара, које су генетички условљене, али могу да варирају под утицајем еколошких фактора, колико то генотип клона дозвољава (норма реакције).
3. Највеће димензије пупољака (дужина и ширина) констатоване су код стабла 5 (култивар *Fagus sylvatica* 'Purpurea') и стабла 10 (култивар *Fagus sylvatica* 'Purpurea Tricolor'), док су ниске вредности забележене код стабла 4 (*Fagus moesiaca* /Domin, Maly/ Czeczott.) и стабла 9 (култивар *Fagus sylvatica* 'Purpurea Tricolor'). Може се претпоставити да димензије пупољака нису специфичност култивара, с обзиром да су стабла истог култивара издвојена на основу високих и ниских вредности, већ особина која је више условљена деловањем фактора спољашње средине.
  4. Димензије стома су се статистички значајно разликовале између анализираних култивара. Стоме најмањих димензија (дужина и ширина) евидентирани су на листовима култивара *Fagus sylvatica* 'Purpurea'. Најдуже стоме констатоване су на листовима култивара *Fagus sylvatica* 'Purpurea Tricolor', а најшире на листовима мезијске букве. Стоме на листовима култивара *Fagus sylvatica* 'Tricolor' налазиле су се на прелазу између највећих и најмањих вредности. Густина стома није била карактеристика култивара, већ се разликовала и у оквиру култивара, што може бити условљено и факторима средине, положајем листа, итд.
  5. Приликом калемљења спроведеног 2011. године, на подлогама мезијске букве у производним посудама, констатован је висок пријем калемова: >80% код клонова *Fagus sylvatica* 'Tricolor' и *Fagus sylvatica* 'Purpurea Tricolor', >70% код клонова *Fagus sylvatica* 'Purpurea'. Процент преживљавања калемова на крају прве године раста био је знатно нижи: <40% преживелих клонова са панашираним листовима и 30-60% клонова црвенолисног култивара.
  6. Приликом калемљења спроведеног 2011. године, на петогодишњим подлогама, произведеним у леји расадника Шумарског факултета, констатован је већи просечан успех на крају прве године (58,9%), као и наредне три сукцесивне године (>50%), у поређењу са калемљењем на подлогама у посудама, старости 1+0. Хипотеза о постојању разлика у пријему и преживљавању калемова у зависности од старости подлога је делимично доказана, али је успех више зависио од порекла подлога и њихове генетичке сличности (компатибилности) са племкама.
  7. Црвенолисна стабла 1 и 7 (*Fagus sylvatica* 'Purpurea') представљају добар извор полазног материјала за калемљење генеративних подлога веће старости, методом триангулације, јер је евидентиран константно висок проценат преживљавања (77,8%), приликом четири сукцесивне године, а матично стабло 9 је добар извор калем гранчица за производњу садница култивара *Fagus sylvatica* 'Purpurea Tricolor'. На основу високог пријема и преживљавања клонова ових стабала, делимично је потврђена друга

- хипотеза, о могућности унапређења масовне производње лисно-декоративних култивара букве калемљењем, на бази евидентираних матичних стабала, јер се нису сва стабла показала једнако добрим извором полазног материјала. Истовремено, мезијска буква, као подлога, показала је високу компатибилност са украсним култиварима европске букве, што је од великог значаја за праксу.
8. Калемљење спроведено 2013. године, на подлогама са голим кореновим системом, није показало задовољавајуће резултате, с обзиром да је, на нивоу 10 клонова, констатован низак проценат преживљавања (<40%) у првој години. Оваквим резултатом потврђена је трећа хипотеза, да подлоге букве произведене из семена у расаднику, показују боље резултате при калемљењу, од подлога из природног подмлатка.
  9. На основу квантитативних карактеристика калемова произведених 2011. године, на подлогама у посудама и у леји расадника, констатоване су највеће средње вредности висине, пречника у кореновом врату и броја листова код клонова *Fagus sylvatica* 'Purpurea' и код мезијске букве, а најмање вредности код клонова *Fagus sylvatica* 'Tricolor' и *Fagus sylvatica* 'Purpurea Tricolor'.
  10. На основу резултата пролећних и јесењих фенолошких осматрања, обављених 2012. и 2013. године, констатоване су мале разлике између десет стабала. Матично стабло 7 (*Fagus sylvatica* 'Purpurea') издвојено је као стабло које раније почиње са листањем и раније одбацује листове, у односу на остала стабла. Констатована је и разлика у резултатима фенолошких осматрања између клонова произведених 2011. и 2013. године, односно, код клонова произведених 2013. године констатован је каснији почетак образовања листова, у односу на клонове произведене 2011. године.
  11. У листовима матичних стабала и калемова констатована је највећа концентрација хлорофила *a* и хлорофила *b* у летњем периоду, а каротеноида у јесењем периоду, док се садржај антоцијана у листовима константно смањивао од пролећне ка јесењој анализи. Садржај фотосинтетичких пигмената био је већи у листовима матичних стабала, у поређењу са садржајем у листовима калемова. Садржај антоцијана, приликом прве две анализе, био је виши у листовима младих калемљених садница, у поређењу са листовима адултних стабала.
  12. На основу генетичке карактеризације компонената калемљења, применом микросателитских маркера, констатовано је да се популација 4 (Гоч-Гвоздац) издваја у односу на остале 3 анализиране популације мезијске букве (одакле су пореклом подлоге). Свих девет стабала лисно-декоративних култивара европске букве показало највећу сличност са популацијом 3 (Злотске шуме), док је само код стабла 4 (мезијска буква) евидентирана већа сличност са популацијом 4 (Гоч-Гвоздац).
  13. Вредности индекса сличности између 180 различитих комбинација подлога мезијске букве и племки, биле су прилично ниске (у просеку 20,57%), што је резултирало и ниским просечним успехом пријема/преживљавања (19%) калемова произведених 2013. год. Овима се



потврђује значај избора генетички сличних подлога и племки за успех калемљења, чиме је доказана и четврта полазна хипотеза, да генетичка сличност/различитост између компонената калемљења утиче на пријем и развој калемова.

14. На основу резултата анализе ставова расадничара о производњи декоративних култивара букве у Србији, констатовано је да је она недовољно развијена (производња се реализује у 10 расадника, од 65 анкетираних), чиме је потврђена и последња, шеста полазна хипотеза. Култивари букве чине, у просеку, 5% укупног асортимана у расадницима у којима је производња оваквих садница заступљена.
15. Представници расадника су веома заинтересовани да у будућности масовно производе декоративне култиваре букве, али су као главну препреку навели недостатак тржишта и слабу потражњу оваквих култивара, углавном, због недовољне информисаности купаца. Решење ових проблема виде у субвенцијама за производњу ових садница и обезбеђивању сигурнијег тржишта, уз већу примену култивара од стране јавних комуналних предузећа у градовима Србије.

На основу калемљења спроведених 2011. и 2013. године, изведене су препоруке за унапређење производње лисно-декоративних култивара букве:

- оптимално време калемљења је прва декада априла месеца (у зависности од временских услова);
- племке сакупити седам дана пре калемљења и чувати их у фрижидеру;
- користити племке са активним пупољцима, из горње трећине крошње;
- калемљење на подлогама у земљишту је успешније од калемљења на подлоге у посудама или са голим кореном;
- за калемљење су погодне подлоге произведене у расаднику, старости 1+0, које су пресађене у производне посуде у години пре калемљења;
- најбољи резултати постигнути су употребом генеративних подлога старости 4–5 година, које је потребно калемити директно у земљи;
- калемљење на подлогама са голим кореном није препоручљиво;
- за везивање споја подлоге и племке користити калем траке, а избегавати гумице;
- методе обичног спајања и триангулације показале су добар успех приликом калемљења култивара букве на подлоге мезијске букве.

Комисија констатује да су закључци, до којих је кандидаткиња дошла, формулисани прецизно и презентовани прегледно, те да су утемељени на резултатима до којих је дошла самостално током спроведених истраживања, па представљају оригиналан допринос науци и струци.

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

Резултати, до којих је кандидаткиња дошла у току својих истраживања, презентовани су на 142 стране куцаног текста, логичним редоследом, прегледно и систематично, са 117 табела, 38 графикона, једном картом, 13 слика и четири фото-таблице.

У табелама је приказано следеће:

- фенотипске карактеристике 10 матичних стабала;
- дескриптивни показатељи варијабилности, резултати анализе варијансе и LSD теста за анализиране карактеристике листова, пупољака и стома матичних стабала;
- проценат пријема и преживљавања калемова;
- дескриптивни показатељи варијабилности, резултати анализе варијансе и LSD теста за висину, пречник у кореновом врату и број листова свих калемова;
- варијабилност квалитативних карактеристика калемова – боја листа;
- варијабилност на основу пролећних и јесењих фенолошких осматрања матичних стабала;
- дескриптивни показатељи варијабилности, резултати анализе варијансе и LSD теста за пролећна и јесења фенолошка осматрања калемова;
- садржај фотосинтетичких пигмената и антоцијана у листовима матичних стабала и калемова, на основу три анализе;
- корелационе матрице на основу анализа фотосинтетичких пигмената и антоцијана;
- параметри генетичке варијабилности у популацији, фреквенција алела анализираних SSR локуса, сигнификантност одступања од *Hardy-Weinberg* равнотеже и генетичке дистанце између индивидуа мезијске букве, појединачно представљени за сваку од четири популације;
- параметри генетичке међупопулационе варијабилности и резултати анализе молекуларне варијансе, F-статистика и процена протока гена, за четири популације мезијске букве у Србији;
- генетичка диференцијација парова популација на основу: Nei генетичке дистанце, Nei генетичке дистанце без претпоставки, PhiPT вредности и *Fst* вредности;
- матрица парова матичних стабала на основу индекса сличности;
- индекси сличности између одабраних подлога мезијске букве и племки са сваког од 10 матичних стабала, уз приказ пријема и преживљавања насталих калемова, као и између култивара европске букве и четири природне популације мезијске букве;
- општи подаци о расадницима (посебно о онима у којима се производе и у којима се не производе декоративни култивари букве) и подаци о производњи декоративних култивара букве, уз SWOT анализу производње култивара букве у Србији.

На графиконима су представљени:

- дендрограми кластер анализе морфолошких карактеристика листова, пупољака и стома матичних стабала; квантитативних карактеристика калемова; пролећних и јесењих фенолошких осматрања матичних стабала и калемова; садржаја фотосинтетичких пигмената и антоцијана у листовима матичних стабала и калемова;
- корелације садржаја фотосинтетичких пигмената, као и корелације садржаја укупних антоцијана и фотосинтетичких пигмената

приликом три анализе;

- упоредни прикази садржаја фотосинтетичких пигмената, као и садржаја укупних и мономерних антоцијана, у листовима матичних стабала и калемова приликом три анализе;
- фреквенција алела за сваки од пет локуса (по популацијама);
- резултати РСoА анализе, базирани на координатама 1 и 2;
- корелација између географских и Nei генетичких дистанци на основу Мантеловог теста;
- дендрограми кластер анализе, на основу генетичких дистанци и просечних вредности индекса сличности матичних стабала.

На карти су приказане локације десет матичних стабала, издвојених на територији Београда.

На сликама је приказано следеће:

- варијабилност пупољака десет матичних стабала;
- изглед калемова произведених у леји расадника и у производној посуди, као и квалитативне карактеристике појединих калемова (за сваки култивар и мезијску букву);
- урод на матичним стаблима црвенолисне букве, уз упоредни приказ листова, плодова и семена мезијске и црвенолисне букве;
- изглед матичног стабла број 1 у мају и октобру 2012. године;
- различита обојеност листова матичних стабала, приликом три анализе фотосинтетичких пигмената и антоцијана.

У фото-таблицама је приказано следеће:

- варијабилност листова матичних стабала;
- варијабилност стома три култивара европске букве и мезијске букве;
- изглед калемова приликом првог осматрања пријема 2011. године.

Начин приказивања добијених резултата може се 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 13 страна.

## **VIII КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

На основу напред изнетог, Комисија констатује да су истраживања методски и обимом обављена у складу са пријављеном темом, за коју је Веће Научних области Биотехничких наука, Универзитета у Београду дало сагласност (Одлука број 61206-417/2-13, од 19.02.2013. године). Недостаци докторске дисертације, који су могли утицати на резултате истраживања, нису уочени.

Дисертација садржи све битне елементе: насловну страну на српском и енглеском језику, информације о ментору и члановима комисије, изјаву захвалности, резиме на српском и енглеском језику, садржај, попис скраћеница, попис карти, слика, шема, табела, фото-таблица и графикона, садржај, текст рада по поглављима, литературу, биографију и библиографију аутора, изјаву о ауторству, изјаву о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

На основу детаљне анализе свих поглавља израђене докторске дисертације кандидаткиње дипломираног инжењера Марине Нонић, Комисија закључује да докторска дисертација представља оригиналан и самосталан научно-истраживачки рад и да резултати, поред научне вредности, имају и практичну применљивост.

Истраживања спроведена у оквиру ове докторске дисертације представљају значајан допринос унапређењу масовне производње лисно-декоративних култивара букве калемљењем. Истраживања показују да на територији Београда постоје лисно-декоративни култивари букве, који могу да послуже као полазни материјал за унапређење масовне производње украсних садница. Издвајање индивидуа у оквиру истог култивара, прелиминарно названих ортетама, показало се оправданим, с обзиром на испољене разлике у декоративности калемљених биљака. Ове индивидуе требало би регистровати као матичњаке и са њих перманентно узимати калем гранчице, чиме би се обезбедила висока униформност клона, нарушавана само факторима спољашње средине и утицајем подлоге. Спроведена истраживања потврђују значај правилног избора метода и времена калемљења. Истраживања обављена на нивоу молекуларних маркера указују да је генетичка сличност компонената калемљења битан предуслов за успех хетеровегетативног размножавања, што је потврђено и резултатима практичног калемљења. Тренутно се декоративни култивари букве у Србији, производе у малом броју расадника, са незнатним учешћем ових садница у њиховом укупном асортиману, али ставови расадничара указују на могућност унапређења масовне производње, уколико би постојали већа заинтересованост на тржишту и одговарајуће мере подршке.

Дефинисана тема, постављени циљеви, одабрана методологија и добијени резултати, уз јасне смернице за даљи рад, представљају пионирски подухват у области унапређења масовне производње лисно-декоративних култивара букве калемљењем.

Имајући у виду да се, као услов за одбрану докторске дисертације, поставља објављен рад у часопису међународног значаја, Комисија констатује да је кандидаткиња овај услов испунила. Кандидаткиња је коаутор три рада у часописима међународног значаја, категорије М22 и М23, који се баве тематиком из уже научне области, при чему је у једном раду, објављеном у часопису категорије М23 (*Genetika*), предмет истраживања била буква, која, заједно са својим култиварима, представља предмет истраживања и у овој докторској дисертацији. Рад је наведен у оквиру прегледа досадашњих истраживања, а резултати су употребљени у дискусији докторске дисертације. Такође, још један рад, у коме се третира генетички диверзитет и масовна производња шумског репродуктивног материјала, прихваћен је за штампу у часопису категорије М22 (*iForest*).

Научна и стручна јавност упозната је са делом резултата истраживања из докторске дисертације, публиковањем: једног рада у водећем часопису националног значаја; три саопштења са међународног скупа штампаних у целини и четири саопштења са међународног скупа штампаних у изводу (М34).

## IX ПРЕДЛОГ

На основу начињеног извештаја и изнете оцене докторске дисертације, Комисија сматра да је докторска дисертација дипломираног инжењера Марине Нонић, методски успешно обрађена и да третира актуелну материју, на нивоу неопходном за карактер рада.

Полазећи од свих наведених чињеница, Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Шумарског факултета да докторску дисертацију кандидаткиње Марине Нонић, под насловом „Унапређење масовне производње лисно-декоративних култивара букве калемљењем” прихвати за јавну одбрану, ради стицања научног степена доктора биотехничких наука – област шумарске науке.

## ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

---

др Мирјана Шијачић-Николић, редовни професор  
Универзитета у Београду - Шумарског факултета

---

др Михаило Грбић, редовни професор  
Универзитета у Београду - Шумарског факултета

---

др Драгица Вилотић, редовни професор  
Универзитета у Београду - Шумарског факултета

---

др Владан Иветић, ванредни професор  
Универзитета у Београду - Шумарског факултета

---

др Милан Матаруга, редовни професор  
Универзитета у Бањој Луци - Шумарског факултета

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 због којих не жели да потпише извештај.