

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Број:03-926/3
Датум:07.04.2017.

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 дипл.инж Јоване Деветаковић под насловом:

„Генетички потенцијал веза (*Ulmus laevis* Pall.) за производњу наменског садног материјала“

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.

Д Е К А Н
Проф.др РАТКО РИСТИЋ

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ИЗРАЂЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
1. Орган који је именовао (изабрао) Комисију и датум: Наставно-научно веће Шумарског факултета, Универзитета у Београду, Одлука бр. 01-2/28 од 29.03.2017. године. 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: - Др Владан Иветић, ванредни професор Универзитета у Београду – Шумарског факултета, уже научна област: Семенарство, расадничарство и пошумљавање, датум избора: 17.06.2015. године - Др Драгица Станковић, виши научни сарадник Универзитета у Београду – Шумарског факултета, уже научна област: Екологија шума и заштита животне средине, датум избора: 30.05.2012. године - Др Мирјана Шијачић-Николић, редовни професор Универзитета у Београду – Шумарског факултета, уже научна област: Семенарство, расадничарство и пошумљавање, датум избора: 14.12.2011. године - Др Михаило Грбић, редовни професор Универзитета у Београду – Шумарског факултета, уже научна област: Пејзажна архитектура и заштите животне средине, датум избора: 2005. године - Др Владан Поповић, научни сарадник Института за шумарство у Београду, уже научна област: Семенарство, расадничарство и пошумљавање, датум избора: 17.12.2014. године
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
1. Име, име једног родитеља, презиме: Јована (Раде) Деветаковић 2. Датум и место рођења, општина, држава: 23.09.1986. године, Београд, општина Барајево, Република Србија 3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе/мастер рада: 4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука/мастера:
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
„Генетички потенцијал веза (<i>Ulmus laevis</i> Pall.) за производњу наменског садног материјала“
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ
Докторска дисертација Јоване Деветаковић, дипломираног инжењера шумарства, садржи укупно 244 страна. Докторска дисертација садржи 70 табела, 24 слике и 37 графикана. Списак релевантне литературе, везане за област истраживања, садржи 393 референце.

На почетку текста докторске дисертације, налазе се кључне документационе информације и резиме, на српском и енглеском језику, са кључним речима.

Текст је подељен у 8 поглавља, која су структурирана тако да представљају посебне, али логички повезане целине:

1. УВОД (Стр. 1-20)
 - 1.1. Преглед досадашњих истраживања
2. ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА (Стр. 21-25)
 - 2.1. Велико ратно острво
 - 2.2. Популација веза на Великом ратном острву
3. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА И ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ (Стр. 26)
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА (Стр. 27-76)
 - 4.1. Теренска истраживања
 - 4.1.1. Истраживање популације веза на Великом ратном острву
 - 4.1.2. Селекција тест стабала
 - 4.1.3. Сакупљање уroda на нивоу тест стабала
 - 4.1.4. Оснивање теста потомства
 - 4.1.4.1. Карактеристике климе
 - 4.1.4.2. Карактеристике земљишта
 - 4.1.5. Анализа развоја једногодишњих, двогодишњих, трогодишњих и четворогодишњих садница у тесту потомства
 - 4.1.6. Избор станишта за оснивање теренских огледа
 - 4.1.7. Оснивање теренских огледа
 - 4.1.7.1. Карактеристике климе
 - 4.1.7.2. Карактеристике земљишта
 - 4.1.7.3. Распоред садње
 - 4.1.8. Процена преживљавања и развоја садница у теренски огледима
 - 4.2. Лабораторијска истраживања
 - 4.2.1. Анализа морфолошких карактеристика плодова и семена тест стабала
 - 4.2.2. Анализа квалитета уroda тест стабала
 - 4.2.3. Анализа моролошких карактеристика листова тест стабала
 - 4.2.4. Анализа садржаја тешких метала у земљишту и листовима тест стабала
 - 4.2.5. Анализа варијабилности применом молекуларних маркера
 - 4.2.6. Анализа развоја једногодишњих садница из теста потомства
 - 4.2.7. Анализа развоја четворогодишњих садница
 - 4.2.8. Статистичка обрада података
5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ (Стр. 77-179)
 - 5.1. Ниво популације
 - 5.1.1. Карактеристике популације веза на Великом ратном острву
 - 5.1.2. Варијабилност молекуларних маркера
 - 5.2. Ниво тест стабала
 - 5.2.1. Фенотипске карактеристике
 - 5.2.2. Квалитет уroda
 - 5.2.3. Морфолошке карактеристике плодова и семена
 - 5.2.4. Морфолошке карактеристике листова
 - 5.2.5. Садржај тешких метала у листовима
 - 5.3. Ниво half-sib линија

- 5.3.1. Морфолошке карактеристике једногодишњих садница
- 5.3.2. Морфолошке карактеристике двогодишњих садница
- 5.3.3. Морфолошке карактеристике трогодишњих садница
- 5.3.5. Преживљавање садница на нивоу half-sib линија у првој години након садње на терену
- 5.3.6. Раст и утицај квалитета садница различитих half-sib линија прве године након садње на терену
- 5.3.7. Потенцијал веза за производњу биомасе

6. ЗАКЉУЧЦИ (Стр. 180-182)

7. ЛИТЕРАТУРА (Стр. 183-231)

8. ПРИЛОЗИ (Стр. 232-244)

На крају је дата биографија 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** (Стр. 1-20), кандидат наводи систематско место врсте, станишне услове које насељава, као и морфолошке и еколошке особине веза.

Вез (*Ulmus laevis* Pall.) припада роду *Ulmus* L. који обухвата 45 врста дрвећа које расту широм северне земљине хемисфере. Истраживања садржаја флавоноида код врста из рода *Ulmus* L. указују на већу блискост веза са америчким, него са другим европским врстама брестова. Ареал веза се простире од источне Француске преко средње Европе до централне Русије на истоку, северна граница су му Балтичко море и Сибир, а јужна граница су Пиринејско и Балканско полуострво (EUFORGEN 2008). Вез достиже висину до 35 m и пречник до 1,5 m, а може да доживи и старост од 400 година. Најчешће се јавља у низијским шумама, равницама и речним долинама (Јовановић 2007), на надморским висинама до 300 m (Collin, 2003), али се може наћи и на надморској висини од 1100 m на Пиринејском полуострву (Venturas et al., 2013).

У подпоглављу **1.1 Преглед досадашњих истраживања**, кандидат даје преглед досадашњих истраживања о популацијама веза и потребом за његовом конзервацијом, генетичком диверзитету и варијабилности веза, употреби молекуларних маркера и природних биљних генома, наменској производњи и квалитету садног материјала, производњи и употреби садног материјала веза, производњи биомасе, фиторемедијацији и усвајању тешких метала.

Вез се најчешће налази у малим фрагментисаним популацијама, нарочито на рубним деловима свог ареала (Collin et al., 2000). Оваква структура популација је донекле условљена и типом станишта на којима вез расте (Whiteley, 2004), односно ограниченом површином плавних шума уз обале река. Ипак, приметан је тренд смањења броја и величина популација веза на целом његовом ареалу, из чега произилази потреба за његовом конзервацијом.

У другој половини XX века вршена су истраживања варијабилности листова у оквиру рода *Ulmus* широм Европе (Jeffers, 1999), а у Србији је истраживана варијабилност урода и листова у популацијама на Ади Циганлији и у Кленку (Isajev, 1979). Варијабилност применом молекуларних маркера веза до сада није испитивана у Србији, али је била предмет неких истраживања у Европи.

Молекуларни маркери, а нарочито микросателити представљају моћан алат за истраживање генетичког диверзитета и варијабилности организама, на нивоу сва три генома код биљака: једарном или нуклеарном (nuDNA), хлоропластном (cpDNA) и митохондријском (mtDNA).

Основна идеја концепта наменске производње садног материјала је да је квалитет садница одређен њиховим успехом на терену (преживљавањем и растом), а не стандардним параметрима квалитета који се мере у расаднику (Landis, 2003). Концепт наменске производње садног материјала обухвата морфолошке и физиолошке показатеље квалитета садница који су под директним утицајем расадничке праксе (Mexal, Landis, 1990), али који директно утичу на успех садница након садње на терену (Ivetić et al., 2016a).

Вез је према биоеколошким карактеристикама погодан за пошумљавање плавних терена и алувијума бујичних водотока, међутим, у ту сврху се изузетно ретко користи јер се предност даје врбама и тополама. Све учесталији проблеми поплава широм Европе, посебно у долинама великих река, указују на потребу за променама у досадашњем начину решавања овог проблема и указују на вез као једну од потенцијалних аутохтоних европских врста за садњу на типовима влажних станишта (Glenz et al., 2006; Kramer et al., 2008). У пракси најчешћи начин производње садница је генеративним путем (Stilinović et al., 1987), међутим као и остали брестови и код веза је могуће вегетативно размножавање (Grbić, 1992; Deiller et al., 2003).

Засади кратке опходње за производњу биомасе представљају значајан извор обновљиве енергије (Tubby, Armstrong, 2002; Facioto et al., 2009), и бележе раст, како по површинама на којима се оснивају, тако и по броју врста које се користе. Најчешће врсте у употреби су врбе и тополе, али поред њих треба тестирати и повећавати учешће других врста, јер се на тај начин смањују бројни ризици везани за оснивање монокултура на великим површинама (Ivetić, Vilotić, 2014).

Засади кратке опходње могу бити оснивани и на земљиштима контаминираним тешким металима у сврху фиторемедијације, а најчешће се користе врбе (Pulford, Watson, 2003; Dimitriou, Aronsson, 2005). Идеална врста за фиторемедијацију требало би да се одликује високом продукцијом биомасе и високим степеном толеранције и акумулације на загађиваче (Ebbs, Kochian, 1997).

У поглављу **2. ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА (Стр. 21-25)**, кандидат наводи да је заступљеност веза у шумама Србије мала и према последњој Националној инвентури шума (2008) вез учествује са мање од 1% према бројности и запреминском прирасту у укупном шумском фонду. Кандидат даље даје детаљан опис Великог ратног острва и типова шума на њему, као и детаљан опис популације веза. Популацију веза на Великом ратном острву чини 89 стабала. Вез расте у сва три типа шуме која се јављају на овом подручју. Стабла су распоређена у групе које су углавном сконцентрисане на средишњем делу острва. Највећи број стабала налази се у депресијама у непосредној близини канала Галијаш.

У поглављу **3. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА И ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ (Стр. 26)**, кандидат наводи да је циљ овог истраживања тестирање генетичког потенцијала веза са Великог ратног острва, као полазне основе за производњу шумског садног материјала за посебне намене: конзервацију врсте, производњу биомасе и акумулацију тешких метала. При томе, кандидат поставља следеће алтернативне хипотезе:

- Генофонд популације веза на Великом ратном острву је довољно велики за селекцију стабала за наменску производњу садног материјала.
- Вез има велики потенцијал за производњу биомасе.
- Вез има велики потенцијал за акумулацију тешких метала.

- Постоји потенцијал веза за оснивање наменских шумских засада на влажним стаништима.

У поглављу **4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА (Стр. 27-76)**, кандидат на 49 страна детаљно и разумљиво описује коришћен материјал и примењене методе овог мултидисциплинарног истраживања. Истраживања су спроведена на нивоу популације, тест стабала и half-sib линија и спроведена су у оквиру: (1) теренских истраживања и (2) лабораторијских истраживања.

У оквиру **(1) теренских истраживања**, извршено је следеће: **(а)** истраживање популације веза на Великом ратном острву, **(б)** селекција тест стабала; **(в)** сакупљање уroda на нивоу тест стабала; **(г)** оснивање теста потомства, уз претходно испитивање карактеристика климе и земљишта; **(д)** анализа развоја једногодишњих, двогодишњих, трогодишњих и четворогодишњих садница у тесту потомства; **(ђ)** избор станишта за оснивање теренских огледа, **(е)** оснивање теренских огледа, уз претходно испитивање карактеристика климе и земљишта, и утврђивање распореда садње; и **(ж)** процена преживљавања и развоја садница у теренским огледима.

У оквиру **(2) лабораторијских истраживања**, извршено је следеће: **(а)** анализа морфолошких карактеристика плодова и семена тест стабала; **(б)** анализа квалитета уroda тест стабала; **(в)** анализа моролошких карактеристика листова тест стабала; **(г)** анализа садржаја тешких метала у земљишту и листовима тест стабала; **(д)** анализа варијабилности применом молекуларних маркера; **(ђ)** анализа развоја једногодишњих садница из теста потомства и **(е)** анализа развоја четворогодишњих садница.

Сви подаци до којих се дошло директним мерењима, као и изведени параметри статистички су обрађени у програму Statistica 7.0. Израчунати су параметри описне статистике (средње, минималне и максималне вредности, варијанса и стандардна девијација), утицај half - sib линија и материнских стабала испитан је једнофакторијалном анализом варијансе (one-way ANOVA, $p < 0,05$), а груписање средњих вредности различитих група одређено је применом Tukey HSD post-hoc теста. Међусобни однос мерених и изведених карактеристика изражен је Пирсоновим коефицијентом корелације (R).

Подаци добијени применом молекуларних маркера подвргнути су биоинформатичкој обради, при чему су за сваки локус и популацију процењени следећи параметри генетичког диверзитета: **(а)** степен полиморфних локуса; **(б)** пропорција полиморфних локуса; **(в)** укупан број алела - A; **(г)** ефективни број алела - A_e; **(д)** просечан број алела по локусу; **(ђ)** добијена хетерозиготност - H_o; и **(е)** очекивана хетерозиготност - H_e. Затим је извршена процена инбридинг коефицијента (F_{is}), одступање дистрибуције фреквенци од очекивања према Hardy-Weinberg - овој равнотежи (Hardy-Weinberg equilibrium-HWE), као и неравнотежа везаности (linkage disequilibrium, LD) између свих парова микросателитских локуса. За процену генетичке диференцијације и структурирања популација коришћено је неколико метода. Рајрова (Wright-ова) F (F_{st}) статистика описује хијерархијску организацију (структурирање) генетичке варијабилности у простору која настаје услед ограниченог протока гена између популација. Други метод који је коришћен за испитивање генетичке диференцијације популације је AMOVA (анализа молекуларне варијансе, Excoffier et al., 1992) којим се молекуларна варијабилност разлаже на неколико компоненти и утврђује који део укупне молекуларне варијабилности отпада на разлике између група, а који на разлике унутар група. За процене наведених параметара коришћени су програми ARLEQUIN 3.5.1.2 (Excoffier et al., 2005), GENEPOP 4.0 (Rousset, 2008) и GenAlEx 6.5 (Peakall, Smouse, 2006). Трећи метод који је коришћен за утврђивање генетичке диференцијације/структурирања популација је Бајесова метода

(Bayesian metod, BM) која се не заснива на коефицијентима генетичке сличности већ на различитим моделима сродности индивида и моделима фреквенци алела, те је стога ово кластер анализа заснована на моделима. Анализа је изведена коришћењем програма STRUCTURE 2.2 (Pritchard et al., 2000). Демографске промене у популацији на Великом ратном острву, односно, потенцијално нагло смањење бројности током последњих 2Ne-4Ne (тзв. пролазак кроз уско грло, *bottleneck*) су утврђене применом програма BOTTLENECK (Piry et al., 1999). Ефективна величина популација је одређена употребом програма NeEstimator V2.01 (Do et al., 2014). Хомологија нуклеотида у оквиру свих испитиваних хлоропластних региона је утврђена поравнањем (*alignment*) коришћењем програма Muscle (Edgar, 2004) у саставу програма MEGA 5.04 (Tamura et al., 2011). Детектовано је присуство/одсуство мутација у испитиваним регионима.

У поглављу 5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ (Стр. 77-179) кандидат на 102 стране износи резултате добијене у овом истраживању и пореди их са резултатима других истраживања. Резултати су презентовани на јасан начин, а дискусија се одликује научним стилем, што чини добру основу за касније логичко закључивање. Као најважнији резултати овог истраживања, могу се издвојити следећи:

1. Испитивана популација се одликује високим нивоом генетичког диверзитета на нивоу једарног и хлоропластног генома. Анализе спроведене применом микросателита на нивоу једарног генома указују да у популацији нема инбридинга и укрштања у сродству и да није пролазила кроз нагла смањења бројности у прошлости. На нивоу хлоропластног генома, такође је утврђен висок ниво варијабилности, иако су истраживања спроведена на малом броју индивида (4 стабла) и анализом само 4 хлоропластна региона, који до сада нису тестирани код ове врсте.
2. Добро здравствено стање и разнодобна структура ове популације указују на велики потенцијал за одрживост и природно подмлађивање, као и на успешну фенотипску селекцију без угрожавања генетичког диверзитета. Популација веза на Великом ратном острву може се сматрати добрим кандидатом за *in situ* конзервацију врсте и као добра основа за даљу производњу наменског садног материјала.
3. Високи ниво генетичке варијабилности потврђен је и анализом морфолошких карактеристика плодова и семена, као и листова одабраних тест стабала.
4. Постоји јак утицај генотипа на акумулацију свих испитиваних тешких метала (цинка, олова, никла, мангана и гвожђа у листовима тест стабала).
5. Квалитет уroda у посматраној години је задовољавајући са аспекта производње садног материјала.
6. Мерењем висина и пречника садница током три године у тесту потомства и током једне године у теренским огледима, утврђена је снажна генетичка контрола на нивоу half-sib линија, али без јасног издвајања супериорне half-sib линије током читавог периода праћења.
7. Квалитет произведеног садног материјала је задовољавајући, а сама производња је у складу са уобичајеном расадничком праксом у шумским расадницима и не захтева посебан приступ овој врсти у односу на друге лишћарске саднице.
8. У оба теренска огледа забележен је изузетно висок проценат преживљавања садница, чак до 90 %, без спровођења мера неге.
9. Класирање садница по висини и пречнику, као неструктивним и лако мерљивим морфолошким особинама, показало је да саднице из класе великих

и средњих задржавају предност у димензијама прве године након садње на терену, иако мање саднице остварују бржи раст.

10. Принос биомасе веза који је остварен током посматраног трогодишњег периода износи 10 t/ha суве масе, што је изнад вредности које у многим случајевима остварују најчешће коришћене врсте у ову сврху.

У поглављу **6. ЗАКЉУЧЦИ (Стр. 180-182)**, кандидат систематизовано и таксативно износи логичне закључке које је извео на основу дискусије својих резултата са резултатима других истраживања.

У поглављу **7. ЛИТЕРАТУРА (Стр. 183-231)**, кандидат износи списак од 393 релевантне референце које су у непосредној вези са истраживаном проблематиком.

У поглављу **8. ПРИЛОЗИ (Стр. 232-244)**, кандидат даје 7 прилога који доприносе бољем разумевању примењених метода и добијених резултата. Дати су следећи прилози: (1) Преглед критеријума за процену квалитета стабала и Преглед критеријума за процену степена угрожености и могућности природног обнављања, (2) Евидентирана, премерена и оцењена стабла веза у популацији на Великом ратном острву, (3) Шема садње у теренском огледу на Великом ратном острву, (4) Шема садње у теренском огледу у Бостаништу, (5) Упутство за одређивање садржаја горње и доње топлотне вредности угља/дрвета, (6) Упутство за одређивање садржаја пепела у угљу/дрвету, и (7) Упутство за одређивање садржаја хигроскопне (аналитичке) влаге у аналитичком узорку угља/древта.

VI ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

На основу спроведених истраживања и дискусије, кандидат закључује следеће:

Популација веза на Великом ратном острву пружа добру основу за конзервацију врсте и производњу наменског садног материјала. Популацију чини 89 стабала доброг здравственог стања, а њена разнородна структура указује на велики потенцијал за одрживост и природно подмлађивање.

Резултати молекуларно-генетичких анализа показују да се популација веза са Великог ратног острва одликује високим нивоом генетичког диверзитета на нивоу једарног и хлоропластног генома. На нивоу једарног генома закључено је да у популацији нема инбридинга и укрштања у сродству и да није пролазила кроз нагла смањења бројности у скоријој прошлости, што све заједно говори о томе да је ова популација добар кандидат за *in situ* конзервацију и пружа добру основу за наменску производњу садног материјала.

Супротно ранијим истраживањима варијабилности хлоропластног генома код веза, који указују на јако ниску варијабилност овог генома, у популацији на Великом ратном острву детектоване су 2 мутације, код свега 4 тестиране индивидуе веза. Ово указује да генетичка варијабилност на нивоу хлоропластног генома код веза може бити већа, али да до данас није детектована услед малог броја испитиваних региона овог генома. Такође, чињеница да је уочена делеција код индивидуе веза која може бити триплоидна, а да је код диплоидних индивидуа детектована инсерција на датој позицији указује да се ова мутација може користити за тестирање нивоа плоидије код веза. Међутим, за извођење поузданих закључака, због малог броја тестираних индивидуа, неопходна су даља истраживања.

Постојећа популација веза на Великом ратном острву пружа добру основу за успешну фенотипску селекцију без угрожавања нивоа генетичког диверзитета.

Урод стабала веза на Великом ратном острву у посматраној години показује задовољавајућу клијавост, како у лабораторијским тако и у пољским условима. Између клијавости и масе хиљаду семена различитих тест стабала постоји статистички значајна разлика.

Плодови и семе веза са Великог ратног острва већи су од просечних пријављених вредности у литератури. Постоје статистички значајне разлике у крупноћи плодова и семена између тест стабала.

Листови различитих тест стабала према свим посматраним особинама листа, статистички се значајно разликују. Међутим, како су димензије листова у великој зависности од положаја листа на стаблу и положаја стабла у шуми, као и од године у којој се образују, ради извођења поузданих закључака о утицају генотипа на величину и димензије листова, као и друге морфолошке особине, неопходно је више година за редом спроводити оваква истраживања.

Концентрација тешких метала у земљишту на Великом ратном острву не представља опасност за настанак видљивих оштећења на биљкама које расту на овом подручју. Узорци земљишта узети у шуми и узорци узети у непосредној близини шуме, не показују значајна одступања. Имајући у виду да је Велико ратно острво проглашено за Предео изузетних одлика мониторинг загађености овог подручја је неопходан.

Садржај тешких метала у листовима тест стабала налази се у опсегу нормалних вредности. У литератури до сада нису пријављене просечне вредности садржаја тешких метала код ове врсте, тако да незнатно повећање концентрације неких тешких метала код појединих стабала, не може се сматрати значајним. Разлике у концентрацијама тешких метала између свих тест стабала су присутне и статистички значајне, што је последица утицаја генотипа, који се јасно огледа у разликама између стабала која расту на свега неколико метара удаљености једно од другог и показују значајна одступања у концентрацијама тешких метала.

Једногодишње саднице веза су према својим димензијама, пречником и висином, мање од димензија пријављених у литератури за једногодишње саднице. Мањи пречници једногодишњих садница су последица велике густине у леји и издуживања услед међусобне конкуренције, док су мање висине последица изостанка ђубрења. Сви морфолошки показатељи квалитета садница (висина, пречник, маса надземног дела и корена, Ролеров кофицијент једрине, однос масе надземног дела и масе корена и индекс квалитета садница) указују на јак утицај велике густине сетве на развијеност садница.

Током сва три периода раста у тесту потомства утврђена је снажна генетичка контрола на нивоу half-sib линија, али ниједна half-sib линија се не може издвојити као супериорна у све три године. Саднице су показале очекивану динамику раста и проценат преживљавања садница у овом периоду је био изузетно висок и поред неповољних климатских услова.

Висок проценат преживљавања забележен је и након садње на терену. У оба теренска огледа најчешћи узрок пропадања садница су дивљач и механичка оштећења. Класирање садница веза на основу висина и пречника дало је добре резултате. Саднице из различитих класа показале су различиту динамику раста у зависности од иницијалних димензија. Ово указује на могућност класирања садница веза на основу морфолошких и неструктивних показатеља квалитета, као што су висина и пречник. На оба локалитета, саднице из класе великих и средњих задржале су своју предност и поред изузетно брзог раста садница из класе малих. Прираст пречника и висина

садница веза у оба теренска огледа није могуће довести у везу са припадношћу одређеној half-sib линији.

Вез има велики потенцијал за употребу у енергетским засадима кратке опходње. Продукција биомасе у трогодишњем циклусу је знатно већа од вредности пријављених за друге брестове и налази се у оквиру просечних вредности приноса суве материје по хектару пријављених за друге често коришћене врсте у засадима кратке опходње. Употребом биомасе веза произведене на површини од 1 ha, у току једне године, може се заменити сагоревање 4 t лож уља и на тај начин поред економске остварити и изузетна социо-еколошка добит. У будућности би требало да се размотре начини и могућности производње садног материјала за оснивање засада кратке опходње, као и приноси на различитим типовима станишта.

VII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Резултати до којих је кандидат дошао током својих истраживања презентовани су на 244 страна куцаног текста, логичним редоследом, прегледно и систематично, 1 шемом, са 67 табела, 37 графикана и 24 слика. Списак релевантне литературе, везане за област истраживања, садржи 393 референцу.

На шеми је приказан:

- Шема 1: Преглед спроведених истраживања

У табелама су приказани:

- Табела 1: Просечне температуре ваздуха и падавине на месечном нивоу за 2011, 2012 и 2013. годину на метеоролошким станицама Београд-Опсерваторија и Сопот
- Табела 2: Физичке особине земљишта
- Табела 3: Хемијске особине земљишта
- Табела 4: Просечне месечне температуре ваздуха и падавине у току 2014. године на метеоролошким станицама Земун-Војни пут, Београд-Опсерваторија и Сопот
- Табела 5: Физичке особине земљишта у теренском огледу на Великом ратном острву
- Табела 6: Хемијске особине земљишта у теренском огледу на Великом ратном острву
- Табела 7: Физичке особине земљишта у теренском огледу у Бостаништу
- Табела 8: Хемијске особине земљишта у теренском огледу у Бостаништу
- Табела 9: Преглед и карактеристике одабраних микросателитских локуса
- Табела 10: Преглед одабраних хлоропластних региона и њихових прајмера
- Табела 11: Протоколи за PCR амплификацију одабраних хлоропластних региона
- Табела 12: Преглед параметара генетичког диверзитета посматрано по локусима
- Табела 13: Преглед параметара генетичког диверзитета посматрано по сетовима података, I сет података обухвата локусе Ulm2 и UR188a, II сет података обухвата локусе Ulm2, Ulm9 и UR188a
- Табела 14: Анализа молекуларне варијансе (AMOVA) на нивоу првог сета података (локуси Ulm2 и UR188a) за популације веза на Великом ратном острву и Ади Циганлији

- Табела 15: Анализа молекуларне варијансе (AMOVA) на нивоу другог сета сета података (локуси Ulm2, Ulm9 и UR188a) за популације веза на Великом ратном острву и Ади Циганлији
- Табела 16: Ефективна величина популације на Великом ратном острву и Ади Циганлији
- Табела 17: Тест стабла веза на Великом ратном острву
- Табела 18: Резултати анализе клијавости и маса хиљаду семенки веза
- Табела 19: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за клијавост семена
- Табела 20: Међусобни однос клијавости и масе хиљаду семенки (MXC) изражен Пирсоновим коефицијентом корелације (R), ($p < 0,01$)
- Табела 21: Морфолошке карактеристике плодова са 14 тест стабала веза
- Табела 22: Морфолошке карактеристике семена са 14 тест стабала веза
- Табела 23: Међусобни однос мерених морфолошких карактеристика плодова и семена изражен Пирсоновим коефицијентом корелације (R)
- Табела 24: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике плодова и семена
- Табела 25: Ширина и дужина листа са 14 тест стабала веза
- Табела 26: Дужина асиметрије и петелјке листа са 14 тест стабала веза
- Табела 27: Броја зубаца на краћој и дужој страни листа са 14 тест стабала веза
- Табела 28: Број нерава на краћој и дужој страни листа са 14 тест стабала веза
- Табела 29: Међусобни однос посматраних карактеристика листова 14 тест стабала веза исказан Пирсоновим коефицијентом корелације (R)
- Табела 30: Анализа варијансе за морфолошке особине листова
- Табела 31: Садржај тешких метала у листовима 13 тест стабала веза
- Табела 32: Анализа варијансе за садржај тешких метала у листовима
- Табела 33: Међусобни однос концентрација тешких метала у земљишту и листовима веза исказан Пирсоновим коефицијентом корелације (R)
- Табела 34: Варијабилност пречика и висине једногодишњих (1+0) садница 14 half-sib линија веза
- Табела 35: Варијабилност масе надземног дела и масе корена једногодишњих (1+0) садница 14 half-sib линија веза
- Табела 36: Међусобни однос мерених морфолошких карактеристика једногодишњих (1+0) садница 14 half-sib линија веза
- Табела 37: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике једногодишњих (1+0) садница 14 half-sib линија веза
- Табела 38: Варијабилност индекса квалитета садница, односа масе надземног дела и корена и Ролеровог коефицијента једрине за једногодишње (1+0) саднице 14 half-sib линија веза
- Табела 39: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за индекс квалитета садница, однос масе надземног дела и масе корена и Ролеров коефицијент једрине за једногодишње (1+0) саднице 14 half-sib линија веза
- Табела 40: Варијабилност пречика и висине двогодишњих (1+1) садница 13 half-sib линија веза
- Табела 41: Варијабилност прираста пречника и висина двогодишњих (1+1) садница 13 half-sib линија веза
- Табела 42: Међусобни однос мерених морфолошких карактеристика двогодишњих (1+1) садница 13 half-sib линија веза
- Табела 43: Варијабилност Ролеровог коефицијента једрине двогодишњих (1+1) садница 13 half-sib линија веза

- Табела 44: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике двогодишњих (1+1) садница 13 half-sib линија веза
- Табела 45: Преживљавање садница у току другог периода раста у тесту потомства
- Табела 46: Варијабилност пречика и висине трогодишњих (1+2) садница 13 half-sib линија веза
- Табела 47: Варијабилност прираста пречника и висина трогодишњих (1+2) садница 13 half-sib линија веза
- Табела 48: Међусобни однос мерених морфолошких карактеристика трогодишњих (1+2) садница 14 half-sib линија веза
- Табела 49: Варијабилност Ролеровог коефицијента једрине трогодишњих (1+2) садница 13 half-sib линија веза
- Табела 50: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике трогодишњих садница 14 half-sib линија веза
- Табела 51: Преживљавање садница у току трећег периода раста у тесту потомства
- Табела 52: Преживљавање садница на теренском огледу Велико ратно острво и Бостаниште
- Табела 53: Варијабилност пречника и висине садница у теренском огледу на Великом ратном острву пре првог периода раста
- Табела 54: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике садница пре првог периода раста у теренском огледу на Великом ратном острву
- Табела 55: Варијабилност пречника и висине садница у теренском огледу на Великом ратном острву након првог периода раста
- Табела 56: Варијабилност прираста пречника и прираста висине садница у теренском огледу на Великом ратном острву у првој години након садње
- Табела 57: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике садница на крају првог периода раста у теренском огледу на Великом ратном острву
- Табела 58: Међусобни однос мерених морфолошких карактеристика садница 14 half-sib линија веза на крају првог периода раста на теренском огледу на Великом ратном острву
- Табела 59: Средња вредност висина (H) и пречника (D) садница, класе и њихове граничне вредности, процентуално учешће класа у укупном узорку, висина (H1) и пречник (D1) на почетку периода раста за сваку од класа и висина (H2) и пречник (D2) на крају првог периода раста, у загради су дате вредности стандарде девијације (SD) у теренском огледу на Великом ратном острву
- Табела 60: Варијабилност пречника и висине садница у теренском огледу Бостаниште пре првог периода раста
- Табела 61: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике садница у теренском огледу Бостаниште
- Табела 62: Варијабилност пречника и висине садница у теренском огледу Бостаниште након првог периода раста
- Табела 63: Варијабилност прираста пречника и прираста висине садница у теренском огледу Бостаниште након првог периода раста
- Табела 64: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике садница на крају првог периода раста у теренском огледу Бостаниште

- Табела 65: Међусобни однос мерених морфолошких карактеристика садница 13 half-sib линија веза на крају првог периода раста на теренском огледу Бостаниште
- Табела 66: Средња вредност висина (H) и пречника (D) садница, класе и њихове граничне вредности, процентуално учешће класа у укупном узорку, висина (H1) и пречник (D1) на почетку периода раста за сваку од класа и висина (H2) и пречник (D2) на крају првог периода раста, у загради су дате вредности стандарде девијације (SD) у теренском огледу у Бостаништу
- Табела 67: Варијабилност пречика и висине четворогодишњих (1+3) садница 13 half-sib линија веза
- Табела 68: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике четворогодишњих (1+3) садница 13 half-sib линија веза
- Табела 69: Међусобни однос мерених морфолошких карактеристика четворогодишњих садница
- Табела 70: Просечан принос биомасе у зависности од врсте

На графиконима су приказани:

- Графикон 1: Распоред падавина и средњих температура по месецима на метеоролошкој станици Београд-Опсерваторија
- Графикон 2: Средња, минимална и максимална температура ваздуха током пролећа 2012. године у Београду
- Графикон 3: Средња, минимална и максимална температура ваздуха током лета 2012. године у Београду
- Графикон 4: Средња, минимална и максимална температура ваздуха током лета 2013. године у Београду
- Графикон 5: Средња, минимална и максимална температура ваздуха током јесени 2013. године у Београду
- Графикон 6: Распоред падавина и средњих температура ваздуха по месецима на метеоролошкој станици Београд-Опсерваторија
- Графикон 7: Средња, минимална и максимална температура ваздуха током пролећа 2014. године у Београду
- Графикон 8: Кумулативна количина падавина током пролећа 2014. године у Београду
- Графикон 9: Средња, минимална и максимална температура ваздуха током лета 2014. године у Београду
- Графикон 10: Кумулативна количина падавина током лета 2014. године у Београду
- Графикон 11: Средња, минимална и максимална температура ваздуха током јесени 2014. године у Београду
- Графикон 12: Кумулативна количина падавина током јесени 2014. године у Београду
- Графикон 13: Старосна структура популације
- Графикон 14: Дебљинска структура популације
- Графикон 15: Висинска структура популације
- Графикон 16 (лево): Дистрибуција $LnP(K)$ за K 1-4
- Графикон 17 (десно): Процена ΔK према методи Evanno et al. (2005)
- Графикон 18: Садржај цинка у земљишту
- Графикон 19: Садржај олова у земљишту
- Графикон 20: Садржај никла у земљишту
- Графикон 21: Садржај мангана у земљишту

- Графикон 22: Садржај гвожђа у земљишту
- Графикон 23: Упоредни приказ концентрације цинка на локалитетима у шуми и ван шуме
- Графикон 24: Упоредни приказ концентрације олова на локалитетима у шуми и ван шуме
- Графикон 25: Упоредни приказ концентрације никла на локалитетима у шуми и ван шуме
- Графикон 26: Упоредни приказ концентрације мангана на локалитетима у шуми и ван шуме
- Графикон 27: Упоредни приказ концентрације мангана на локалитетима у шуми и ван шуме
- Графикон 28: Међусобна зависност иницијалне висине и висине и пречника на крају првог периода раста у теренском огледу на Великом ратном острву
- Графикон 29: Међусобна зависност иницијалног пречника и пречника и висине на крају првог периода раста у теренском огледу на Великом ратном острву
- Графикон 30: Проценат прираста висина садница по класама током првог периода раста у теренском огледу на Великом ратном острву
- Графикон 31: Проценат прираста пречника садница по класама током првог периода раста у теренском огледу на Великом ратном острву
- Графикон 32: Међусобна зависност иницијалне висине и висине и пречника на крају првог периода раста у теренском огледу у Бостаништу
- Графикон 33: Међусобна зависност иницијалног пречника и пречника и висине на крају првог периода раста у теренском огледу на Великом ратном острву
- Графикон 34: Проценат прираста висина садница по класама током првог периода раста у теренском огледу у Бостаништу
- Графикон 35: Проценат прираста пречника садница по класама током првог периода раста у теренском огледу у Бостаништу
- Графикон 36: Корелација између пречника у нивоу кореновог врата и масе у сувом стању четворогодишњих садница
- Графикон 37: Корелација између пречника на 20 cm висине и масе у сувом стању четворогодишњих садница

На сликама су приказани:

- Слика 1: Ареал веза
- Слика 2: Кора и стабло са „даскастим“ корењем (лево) и листови веза (десно)
- Слика 3: Положај Великог ратног острва
- Слика 4: Просторни распоред стабала веза у популацији на Великом ратном острву
- Слика 5: Просторни распоред тест стабала на Великом ратном острву
- Слика 6: Површина на којој је основан тест потомства (44°30'54.68"N, 20°25'41.81"E)
- Слика 7: Изглед леја након сетве (лево), прекривања семена (средина) и младе биљке у леји јула 2011. године (десно)
- Слика 8: Изглед теста потомства у рано пролеће 2012. Године
- Слика 9: Тест потомства у јесен 2012. године (лево) и јесен 2013. године (десно)
- Слика 10: Тест потомства у јесен 2014. године
- Слика 11: Отворен педолошки профил на земљишту на ком је основан тест потомства
- Слика 12: Извађене саднице (лево) и саднице припремљене за транспорт (десно)

- Слика 13: Педолошки профил на теренском огледу Велико ратно острво (лево) и Бостаниште (десно)
- Слика 14: Положај теренских огледа на Великом ратном острву и у Бостаништу
- Слика 15: Мерене морфолошке карактеристике плодова и семена: Др-дужина плода, Šр-ширина плода, Ds-дужина семена, Šs-ширина семена
- Слика 16: Мерене морфолошке карактеристике листова: Dl-дужина листа, Šl-ширина листа, Др-дужина петелјке, Да-дужина асиметрије, Nn1-број нерава са краће стране, Nn2-број нерава са дуже стране, Nz1-број зубаца са краће стране, Nz2-број зубаца са дуже стране
- Слика 17: Распоред тест стабала са којих је узет узорак листова (бројеви) и локалитета (кругови) са којих је узето земљиште за анализу садржаја тешких метала
- Слика 18: Распоред стабла са којих су сакупљени узорци у популацијама веза на Великом ратном острву и Ади Циганлији
- Слика 19: STRUCTURE анализа са другим сетом података (K=2; run-10)
- Слика 20: STRUCTURE анализа са другим сетом података (K=3; run-10)
- Слика 21: STRUCTURE анализа са другим сетом података (K=4; run-10)
- Слика 22: Део поравнатог региона *trnL-trnF* у коме се јавља дужинска мутација
- Слика 23: Део поравнатог региона *rps16-trnK* у коме се јавља мутација типа транзиције
- Слика 24: Садница којој је изгуљена кора и која је почела да се суши на Великом ратном острву (лево) и преломљена садница у Бостаништу (десно), (обе фотографије снимљене маја 2014. након поплава)

VIII КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

На основу изнетог у овом извештају, Комисија констатује да је докторска дисертација кандидата Јоване Деветаковић, дипломираног инжењера шумарства, 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 на 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 потенцијала веза за потребе наменске производње садног материјала, производње биомасе, фиторемедијације, као и утврђивањеу потреба за конзервацијом ове врсте плавних шума. Брз раст, велики проценат преживљавања и релативно једноставна производња репродуктивног материјала указују на могућност плантажног гајења веза на већим површинама плавних шума. Велики генетички диверзитет указује на могућност оплемењивања ове врсте на циљна својства.

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, објавивши 3 SCI рада из категорије М 23 и 1 из категорије М 22. Објављени радови се баве тематиком везаном за ову докторску дисертацију.

IX ПРЕДЛОГ

На основу начињеног извештаја и изнете оцене докторске дисертације, Комисија сматра да је докторска дисертација дипломираног инжењера шумарства **Јоване Деветаковић** 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 кандидата **Јоване Деветаковић** под насловом „Генетички потенцијал веза (*Ulmus laevis* Pall.) за производњу наменског садног материјала“ прихвати за јавну одбрану ради стицања научног степена доктора биотехничких наука-област шумарске науке.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Владан Иветић, ванр. проф.
Универзитета у Београду – Шумарског факултета

Др Драгица Станковић, виши научни сарадник
Универзитета у Београду – Шумарског факултета

Др Мирјана Шијачић-Николић, ред. проф.
Универзитета у Београду – Шумарског факултета

Др Михаило Грбић, редовни професор Универзитета у
Београду – Шумарског факултета

Др Владан Поповић, научни сарадник Института за
шумарство у Београду
