

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ

Јована Деветаковић

**ГЕНЕТИЧКИ ПОТЕНЦИЈАЛ БЕЗА
(*Ulmus laevis* Pall.) ЗА ПРОИЗВОДЊУ
НАМЕНСКОГ САДНОГ МАТЕРИЈАЛА**

докторска дисертација

Београд, 2017

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF FORESTRY

Jovana Devetaković

**GENETIC POTENTIAL OF EUROPEAN WHITE ELM
(*Ulmus laevis* Pall.) FOR TARGET SEEDLING
PRODUCTION**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2017

МЕНТОРИ:

Др Владан Иветић, ванредни професор
Универзитет у Београду
Шумарски факултет

Др Станковић Драгица виши научни сарадник
Универзитет у Београду
Шумарски факултет

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Мирјана Шијачић-Николић, редовни професор
Универзитет у Београду
Шумарски факултет

Др Михаило Грбић, редовни професор
Универзитет у Београду
Шумарски факултет

Др Владан Поповић, научни сарадник
Институт за шумарство
Београд

ДАТУМ ОДБРАНЕ:

Докторат посвећујем својим родитељима

Захвалница

На крају овог поглавља свог живота, а на прагу новог и надам се још бољег, најмање што могу да урадим јесте да се захвалим свима онима који су ми помогли да до овде дођем.

На првом месту желим да захвалим својим менторима, др Владану Иветићу и др Драгици Станковић, који су пре свега били добри пријатељи пуни вере у кандидата, а потом и посвећени ментори. Велику захвалност дугујем и др Мирјани Шијачић-Николић на разумевању и несебичној подршци коју ми је пружала од самог почетка до самог краја истраживања. Захваљујем се др Михаилу Грбићу и др Владану Поповићу који су својим добронамерним и корисним саветима и предлозима помогли да ова дисертација буде завршена овако како данас изгледа. Посебну захвалност дугујем др Јелени Алексић на помоћи пруженој током рада у лабораторији и током интерпретацији резултата из области молекуларних маркера. Иако није била члан ни једне од комисија, несебично ми је помогла, чиме је себе ставила међу остале чланове комисије у мојим очима.

Захваљујем се свим члановима Кадедре Семенарства, расадничарства и пошумљавања на разумевању и подршци коју су ми несебично и радо пружали током читавог истраживања.

Захваљујем се колегама дипл. инж Бојану Митровићу, дипл. инж Марији Милосављевић, др Зорану Максимовићу и дипл. инж Владимиру Васићу који су увек налазили времена да пруже помоћ приликом рада на терену.

Захваљујем се ЈКП "Зеленило-Београд", Сектору за Заштићена природна добра на техничкој подршци током оснивања теренских огледа и даљих мерења. Посебно захваљујем дипл.инж Марици Кецман на разумевању и залагању.

Захваљујем се Секретаријату за заштиту животне средине града Београда на финансијској подршци, имајући у виду да је део истраживања обављен у оквиру пројекта „Заштита и усмерено коришћење генофонда ретких и угрожених врста Великог ратног острва“.

На крају, желим да захвалим својој породици и пријатељима на разумевању и пруженој подршци. Захваљујем се родитељима који су веровали у мене и подржавали ме током читавог школовања. Захваљујем се свом супругу на стрпљењу, разумевању и вери у мене. Хвала му за све речи охрабрења без којих сигурно не бих успела. Захваљујем се својој ћерки што ми је дала снагу да истрајем.

Аутор

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

Резиме

Вез (*Ulmus laevis* Pall.) је врста која уобичајено расте у комплексу алувијално-хигрофилних шума, чест је дуж великих водотока и толерантан је на периодично плављење. Природне популације ове врсте су редуковане по бројности, као и по бројности стабала у њима, услед измена влажних станишта и ширења холанске болести брестова. Вез је означен као угрожена врста у неким европским земљама, као и у Србији. Једна од очуваних и релативно бројних популација веза налази се на Великом ратном острву на ушћу Саве и Дунава, поред Београда. Популација броји 89 стабала, која су групимично распоређена по целом острву.

Истраживања у популацији веза на Великом ратном острву су извршена на нивоу популације, тест стабала и потомства, односно half-sib линија, које су праћене у тесту потомства и у два теренска огледа.

Резултати молекуларно-генетичких анализа показују да се популација 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 индивидуа (4 стабла) и анализом само 4 хлоропластна региона, који до сада нису тестирани код ове врсте. 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.

Анализом морфолошких карактеристика плодова и семена, као и листова одабраних тест стабала потврђено је присуство високог нивоа генетичке варијабилности. Извршена је анализа садржаја тешких метала цинка, олова, никла, мангана и гвожђа у листовима тест стабала и утврђен је јак утицај генотипа на акумулацију свих тешких метала. Међутим, Велико ратно острво није оптерећено тешким металима и нема опасности за настанак оштећења на биљним врстама које овде расту, а услед тога није могуће издвојити стабло, односно индивиду која је специфично толерантна или изузетно добро акумулира неки од тешких метала. Богат генофонд веза у овој популацији пружа могућност за даљу селекцију и оплемењивање на толерантност према тешким металима и могућу употребу ове врсте у фиторемедијацији.

Квалитет уroda у посматраној години је задовољавајући са аспекта производње садног материјала. 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. 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. У оба теренска огледа забележен је изузетно висок проценат преживљавања садница, чак до 90 %, без спровођења мера неге. Класирање садница по висини и пречнику, као недеструктивним 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. Висок проценат преживљавања и интензиван пораст садница у теренским огледима указују на потенцијал веза за пошумљавање влажних станишта и његову ширу употребу у ову сврху.

Током раста садница у тесту потомства, остварени пречници и висине указују да се ради о врсти брзог раста која је погодна за оснивање засада кратке

опходње. 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 овом истраживању примењена је изразито густа садња (преко 70000 биљака по ha), на земљишту типа смонице, без заливања и спровођења мера заштите од корова, што наводи на потребу за даљим истраживањима. Оснивањем засада кратке опходње овом врстом на различитим типовима станишта уз примену адекватних мера неге могу се постићи и већи приноси.

Кључне речи: вез, наменска производња садног материјала, генетички потенцијал, биомаса

Genetic potential of European white elm (*Ulmus laevis* Pall.) for target seedling production

Summary

European white elm (*Ulmus laevis* Pall.) is most common in riparian forests around large rivers and it is tolerant to short-term flooding. Natural populations of this species are reduced due to the damages of changed wetlands and pandemics of Dutch elm disease. European white elm is marked as an endangered species in some European countries, as well as in Serbia. One of the surviving and relatively numerous European white elm populations are located on The Veliko Ratno Ostrvo Island at the confluence of the Sava and the Danube, near Belgrade. Population consist of 89 trees, which are grouped across the island.

In this study we conducted research on 3 levels: population level, test trees level and level of progeny i.e. half-sib lines which are observed for three years in progeny test and one year in two field trails.

Results of molecular-genetic analysis show a high level of variability of nuclear and chloroplast genome. Analysis of the nuclear genome using microsatellites indicates population without inbreeding and incest, and without bottleneck in the past. Researches of the chloroplast genome are conducted on only 4 individuals and tested chloroplast regions were not used earlier on European white elm, but high variability is evidenced. Good health and different ages of trees in populations indicate high potential for sustainability and natural regeneration, as well as phenotype selection without vulnerability of genetic diversity. European white elm population on The Veliko Ratno Ostrvo Island can be consider as a good candidate for *in situ* conservation and future target seedlings production.

Analysis of morphological attributes of fruits, seeds, and leaves confirm genetic variability. Concentration of heavy metals, zinc, lead, nickel, manganese and iron, in leaves of test trees show high genotype influence on accumulation. However, this area

is not contaminated and there are no dangers of the occurrence of damage on plants which grow on The Veliko Ratno Ostrvo Island. This is main reason because we cannot determine tree with specific tolerance or accumulator tree, but abundant genepool provides possibility for future selection and breeding on heavy metal tolerance, also as possibility for using European white elm for phytoextraction.

Yield quality during the observed year is satisfying in terms of seedlings production. Diameter and height are measured three years in progeny test and one year on the field. High genetic control on the level of half-sib lines is established, but clearly separation of superior half-sib line is not possible. Seedlings quality is satisfying and seedlings productions are usual for forest nurseries. A high percent of seedling survival, up to 90 % without weed control, were recorded on both field trials. Classifying seedlings based on height and diameter, and non-destructive and easily measurable morphological attributes, showed that large and medium-sized seedlings retain an advantage in dimensions of the first year after planting in the field, even though smaller seedlings grow faster. High survival rate and intense growth indicate the potential of European white elm for wetlands afforestation and it's wider use for this purpose.

Measurement diameter and height values, during the growth of seedlings in progeny test, suggested that European white elm is a fast grow species, which is suitable for short rotation plantations. The yield of biomass that has been made during a three year period amounts to 10 t/ha dry weight, which is above the value of yield biomass production of the usual species used for this purpose. In this research, extremely dense planting was applied (over 70000 plants/ha), on the vertisol soil type, without irrigation and weed control, which indicate the need for future research. Short rotation plantations of European white elm, on different soil types, with the application of appropriate measures of care, can be achieved by higher yields.

Keywords: European white elm, target seedling production, genetic potential, biomass

САДРЖАЈ

1. УВОД	1
1.1. Преглед досадашњих истраживања	4
2. ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА	21
2.1. Велико ратно острво	21
2.2. Популација веза на Великом ратном острву	25
3. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА И ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ	26
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА	27
4.1. Теренска истраживања	28
4.1.1. Истраживање популације веза на Великом ратном острву	28
4.1.2. Селекција тест стабала	28
4.1.3. Сакупљање урода на нивоу тест стабала	29
4.1.4. Оснивање теста потомства	29
4.1.4.1. Карактеристике климе	33
4.1.4.2. Карактеристике земљишта	40
4.1.5. Анализа развоја једногодишњих, двогодишњих, трогодишњих и четворогодишњих садница у тесту потомства	43
4.1.6. Избор станишта за оснивање теренских огледа	43
4.1.7. Оснивање теренских огледа	44
4.1.7.1. Карактеристике климе	45
4.1.7.2. Карактеристике земљишта	53
4.1.7.3. Распоред садње	55
4.1.8. Процена преживљавања и развоја садница у теренским огледима	57
4.2. Лабораторијска истраживања	58
4.2.1. Анализа морфолошких карактеристика плодова и семена тест стабала	58
4.2.2. Анализа квалитета урода тест стабала	58
4.2.3. Анализа моролошких карактеристика листова тест стабала	59
4.2.4. Анализа садржаја тешких метала у земљишту и листовима тест стабала	60
4.2.5. Анализа варијабилности применом молекуларних маркера	62
4.2.6. Анализа развоја једногодишњих садница из теста потомства	74

4.2.7. Анализа развоја четворогодишњих садница	75
4.2.8. Статистичка обрада података	76
5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ	77
5.1. Ниво популације	77
5.1.1. Карактеристике популације веза на Великом ратном острву	77
5.1.2. Варијабилност молекуларних маркера	77
5.2. Ниво тест стабала	100
5.2.1. Фенотипске карактеристике	100
5.2.2. Квалитет урода	102
5.2.3. Морфолошких карактеристике плодова и семена	105
5.2.4. Морфолошке карактеристике листова	110
5.2.5. Садржај тешких метала у листовима	117
5.3. Ниво half-sib линија	132
5.3.1. Морфолошке карактеристике једногодишњих садница	132
5.3.2. Морфолошке карактеристике двогодишњих садница	141
5.3.3. Морфолошке карактеристике трогодишњих садница	147
5.3.5. Преживљавање садница на нивоу half-sib линија у првој години након садње на терену	152
5.3.6. Раст и утицај квалитета садница различитих half-sib линија прве године након садње на терену	154
5.3.7. Потенцијал веза за производњу биомасе	172
6. ЗАКЉУЧЦИ	180
7. ЛИТЕРАТУРА	183
8. ПРИЛОЗИ	232

БИОГРАФИЈА

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

1. УВОД

Вез (*Ulmus laevis* Pall.) припада роду *Ulmus* L. који обухвата 45 врста дрвећа које расту широм северне земљине хемисфере, од Северне Америке на западу, преко целе Европе до Југоисточне Азије на истоку и Централне Америке и Средоземља на југу. Род *Ulmus* L. припада фамилији *Ulmaceae* Mirb., потфамилија *Ulmoideae* (Mirb.) Arn., (Wigrefe et al., 1998).

Род *Ulmus* L. је подељен на два подрода (Wigrefe et al., 1994) у оквиру којих су издвојене по три секције са најважнијим врстама:

1. подрод *Oreoptelea* (Spach) Planchon

секција *Blepharocarpus* (Dumort) - *U. americana*, ***U. laevis***

секција *Chaetoptelea* (Liebm.) C. Schneider - *U. mexicana*, *U. alata*

секција *Trichoptelea* C. Schneider - *U. crassifolia*, *U. serotina*,

U. thomasii

2. подрод *Ulmus*

секција *Lanceifolia* (C. Schneider) Grudz. - *U. lanceifolia*

секција *Microptelea* (Spach.) Benth. et Hook. - *U. parvifolia*

секција *Ulmus* L. (syn. *Madocarpus* Dumort) - ***U. minor***, ***U. glabra***,

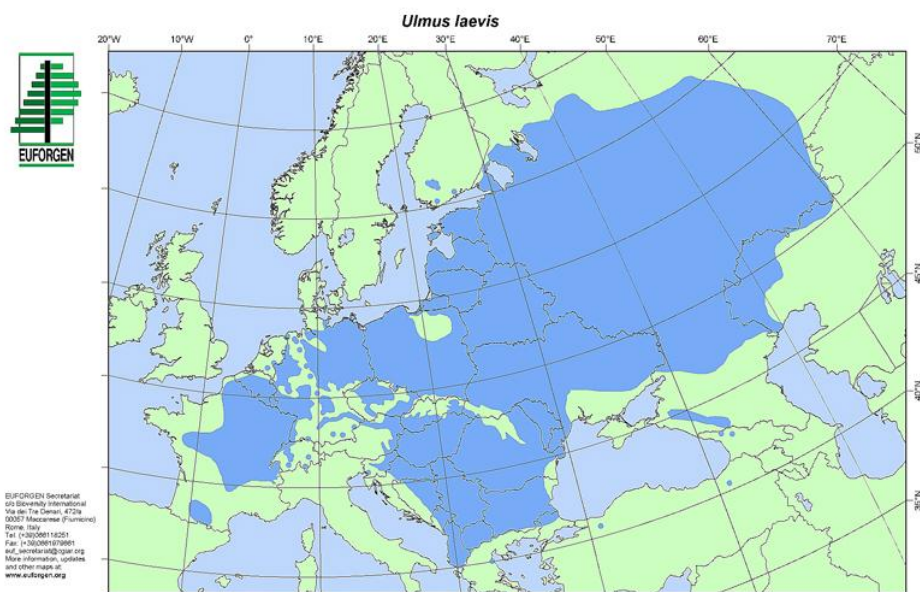
U. glauscencens, *U. japonica*, *U. rubra*

Истраживања садржаја флавоноида код врста из рода *Ulmus* L. указују да је род пореклом из централне Азије и указују на већу блискост веза са америчким врстама брестова, него са другим европским врстама, пољским брестовима (*U. minor* Mill.) и планинским брестом (*U. glabra* Huds.), (Bate-Smith, Richens, 1973).

Вез је најчешће коришћено народно име, али га називају још и везика, везовина и бели брест (Simonović, 1959). По међународној номенклатури за врсте усвојено је име *Ulmus laevis* Pallas (1784), (GBIF, 2016), поред ког се данас у литератури може наћи већи број синонима: *Ulmus sativa* Du Roi (1772); *Ulmus*

pedunculata Fougereaux (1787); *Ulmus effusa* Willdenow (1787); *Ulmus octandra* Schkuhr (1791); *Ulmus racemosa* Borkhausen (1800); *Ulmus acuta* Dimortier (1827); *Ulmus alba* Kiteibel (1811); *Ulmus celtidea* (Rogowitch) Litwinow (1908); *Ulmus simplicidens* Wolf (1923).

Ареал веза се простире од источне Француске преко средње Европе до централне Русије на истоку, северна граница му је Балтичко море и Сибир, а јужна граница су Пиринејско и Балканско полуострво (Слика 1), (EUFORGEN 2008).



Слика 1: Ареал веза

(http://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Documents/Maps/JPG/Ulmus_laevis.jpg)

Вез достиже висину до 35 m и пречник до 1,5 m, а може да доживи и старост од 400 година. Корен је добро развијен са мноштвом бочних коренова, а код старијих стабала је присутно "даскасто" корење које почиње од приданка стабла (Слика 2). Развија широку крошњу са танким и viseћим гранама. Кора код старијих стабала је испуцала у танке плочице и љушти се. Гранчице су танке светлосмеђе и сјајне. Лисни пупољци су шиљати, тамносмеђи, голи са љуспама светлијих врхова. Лист је асиметричан, оштрог врха, двоструко тестерасто на зубљен, на лицу глатке површине, а на наличју кратко длакав. Цветови се

јављају на кончастим дршкама дугим до 2 cm, у лабавим праменовима. Перигон је звонасто раширен са 8 режњева и 6-8 прашника чије су антере љубичасте боје. Цвета у рано пролеће пре листања или упоредо са листањем (Jovanović, 2007). Плод је спљоштена орашица која сазрева у мају исте године након цветања и опада одмах по сазревању. Семе се налази у средини плода који је светло жуте боје и по ободу је трепавичасто длакав. Семе је без ендосперма (Regent, 1980).

Вез (*Ulmus laevis* Pall.) се најчешће јавља у низијским шумама, равницама и речним долинама (Jovanović, 2007), чест је на обалама дуж великих водотока и толерантан је на периодично плављење (Collin, 2002). Најчешће расте као дрво другог реда у заједници са врбама, тополама, али и лужњаком и пољским јасеном са којима чини плавне шуме тврдих лишћара (Jović et al., 2009; Härdtle et al., 1996). Најчешће се јавља 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).

Вез је пријављен као врста осетљива на загађење ваздуха (Buniševac, 1951). Дрво веза нема високу економску вредност (Vajda, 1952), али обезбеђује друге социо-економске функције. Лист веза је коришћен за исхрану стоке, а кора као материјал за штављење и бојење (Šmelcerović, 2006). Поред тога утврђено је да екстракт коре веза инхибира даљи развој рака дојке и леукемије (Hartmann et al., 2011). Међутим, вез је нарочито значајан јер представља једну од неколико врста дрвећа које расту на плавним стаништима. Шуме на плавним стаништима, каква заузима и вез, су нарочито важне јер учвршћују речне обале и тиме умањују њихову ерозију, са једне стране, а смањују количину седимената који се слива у реке, са друге стране (Whiteley, 2004).



Слика 2: Кора и стабло са „даскастим“ корењем (лево) и листови веза (десно)

1.1. Преглед досадашњих истраживања

Популације веза и потреба за конзервацијом

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. Поред измена влажних станишта услед култивације за узгој топола и пољопривредну производњу (Collin, 2003; Hook, 2006), на редукцију бројности веза, као и других брестова утицале су епифетоције холандске болести бреста (DED), (Brasier, 2000; Mittempergher, Santini, 2004; Karadžić, 2010). Нека истраживања су показала да је вез отпорнији на DED од других европских брестова (Sacchetti et al., 1990; Webber, 2000; Pajares et al., 2004), али да су такође многе популације веза у централној и источној Европи у прошлости биле погођене болешћу (Collin, 2003). Karadžić, (2010) наводи да је од брестова који расту у Србији, вез отпорнији од пољских брестова, али осетљивији од брдског бреста. Ови чиниоци довели су до редукције броја популација и стабала у њима, тако да се сматра да је у Немачкој преостало само 1% од некадашњих брестова (Mackenthun, 2004). Слична ситуација је и у Белгији (Фландрија) где се вез налази у виду појединачних стабала окружених пољопривредним културама (Vander Mijnsbrugge et al., 2005).

Тренд смањења бројности веза и даљег дефрагментисања његових популација наводи на потребу за конзервацијом ове врсте (Ericksson, 2001; Koskela, 2003; Collin et al., 2004). Вез се налази на листи угрожених врста у више европских земаља (REFORGEN, 2003) и у Србији је означен као ретка и угрожена врста (Banković et al., 2009).

Основу за конзервацију шумских генетичких ресурса представља генетички диверзитет природних популација (Šijačić-Nikolić, Milovanović, 2010).

Познавање нивоа генетичког диверзитета и генетичке диференцијације популација је од велике важности за дефинисање програма и стратегија конзервације које за циљ имају одржање генетичке варијабилности (Eriksson, 2001; Goodall-Copestake et al., 2005). Та сазнања су неопходна и за дефинисање еволутивно значајних јединица и јединица за менаџмент (Mortiz, 2002). Према Collin et al., (2004), за конзервацију веза препоручено је више *in situ* и *ex situ* метода, при чему је предност дата *in situ* методама у свим случајевим где је то применљиво. Криопрезервација се наводи као једна од метода која је релативно незахтевна и јефтина, а једна криобанка је већ основана од 444 клона из рода *Ulmus*, пореклом из девет Европских земаља (Harvengt et al., 2004).

Генетички диверзитет - варијабилност

Генетички диверзитет обезбеђује основу за адаптацију и отпорност на стрес и промену животне средине, те је самим тим неопходан за дугорочни опстанак шума (Booy et al., 2000; Schaberg et al., 2008). Термин генетички диверзитет се односи на појаву да индивидуе једне врсте немају исти генотип, због чега се разликују у појави и понашању (Koski, 2000). Велика генетичка варијабилност и велике могућности за селекцију дозвољавају природној селекцији да резултује адаптацијом (Savolainen et al., 2007). Што је више варијабилности, веће су шансе да ће бар нека индивидуа имати алелну варијанту која је погодна за нове, измењене услове животне средине. Низак генетички диверзитет има за последицу јачу и мање предвидљиву интеракцију популације са околином, док висок генетички диверзитет обезбеђује већу и безбеднију биолошку продукцију (Lindgren, 2016). Жељени ниво генетичког диверзитета у наменској производњи шумског репродуктивног материјала и пошумљавању зависи од циљева газдовања, дужине опходње и нивоа оплемењивања врсте (Ivetić et al., 2016b).

Иако се дрвеће одликује високим степеном генетичког диверзитета, већина варијабилности шумских врста се налази унутар популација, док

међупопулациона компонента варијабилности ретко прелази 5% (Leonardi, Menozzi, 1995; Larsen, 1996). Због тога је у овом раду генетички диверзитет веза испитиван кроз варијабилност морфолошких и молекуларних маркера на нивоу half-sib линија који се најчешће користи за вештачко оснивање шума (Ivetić et al., 2016b). Број half-sib линија приликом пошумљавања одређује степен генетичког диверзитета и способност адаптације у новој састојини или плантажи.

Варијабилност морфолошких особина веза у Србији истраживана је популацијама на Ади Циганлији и у Кленку у околини Шапца. Током ових истраживања испитивана је варијабилност урода и листова веза (Isajev, 1978). У другој половини XX века вршена су истраживања варијабилности листова у оквиру рода *Ulmus* широм Европе (Jeffers, 1999).

Варијабилност применом молекуларних маркера веза до сада није испитивана у Србији, али је била предмет неких од истраживања у Европи. Прва истраживања спроведена применом алозима показала су низак ниво генетичког диверзитета веза у односу на друге врсте брестова у Француској (Machon et al., 1995). Применом алозима утврђена је висока генетичка диференцијација испитиваних популација као и изолација приликом опрашивања од осталих брестова што је највероватније утицало на смањење нивоа генетичког диверзитета (Machon et al., 1997). Ниска генетичка варијабилност у популацији и висок степен генетичке диференцијације између популација у Финској је утврђена такође применом алозима (Mattila, Vakkari, 1997), док су Gehle, Krabel, (2002), утврдили извештајан степен варијабилности алозима у популацијама и између популација у Немачкој. Нешто касније развијени микросателитски маркери послужили су за даља истраживања унутар популационе и међупопулационе варијабилности. Осим микросателитских маркера развијених за вез (Whiteley, 2003b), успешно су коришћени и маркери развијени за друге врсте брестова (Collada et al., 2004; Zalapa et al., 2008). Анализом хлоропластне ДНК констатован је низак степен генетичког диверзитета, уз издвајање само три хаплотипа код веза (Whiteley, 2004), док Petitt et al., (2003), у истраживањима која су обухватила 25 популација пољских и брдског бреста у Европи налазе 41 хаплотип.

Биљни геноми и молекуларни маркери

За разлику од животиња и људи биљке садрже три генома: једарни или нуклеарни геном (nuDNA) и два органеларна генома - хлоропластни (cpDNA) и митохондријски (mtDNA) геном који су ендосимбиотског порекла и разликују се од нуклеарног генома у низу особина.

Једарни геном виших биљака се одликује изузетно великом варијабилношћу у погледу величине, организације и структуре. Све скривеносеменице садрже релативно комплексан нуклеарни геном са генима расутиим у више хромозома. Број хромозома, степен груписања гена, као и сама величина хромозома могу се веома разликовати чак и код блиско сродних врста. Чак и код најмањих генома, као код *Arabidopsis* (око 140 Mb), више од 20% ДНК се састоји од различитих репетитивних елемената типа транспозона, као и различитих типова једноставних тандемских поновака, укључујући и сателитску ДНК и микросателите (Kellogg, Bennetzen, 2004).

Микросателити, познати и као понављања једноставних секвенци (*simple sequence repeats* - SSR), варијабилни број тандемских поновака (*variable number tandem repeats*- VNTR) и кратка тандемска понављања (*short tandem repeats* - STR), (Selkoe, Toonen, 2006), су специфични фрагменти ДНК који су присутни у сва три биљна генома (Soranzo et al., 1999; Powell et al., 1995a). Они се одликују карактеристичном структуром коју чине веома конзервативни гранични или бочни региони (*flanking region*) и мотив 1 - 6 нуклеотида који се тандемски понавља у већем броју копија. Број поновака мотива је обично 5-40, али су детектовани и микросателити са већим бројем поновака. Минисателити, који су откривени пре микросателита, се одликују сличном структуром, али са том разликом да је код њих мотив сачињен од већег броја нуклеотида (Ramel, 1997). Микросателити се на основу структуре мотива могу поделити на: (I) савршене (чисте) - код њих се мотив понавља одређен број пута нпр. (AT)₂₀, (II) несавршене (прекинуте) - код њих је тандемски поновљенасеквенца мотива прекинута убацивањем нуклеотида који се не понављају нпр. (AT)₁₂GC(AT)₈ и (III) композитни

(комбиновани)-код њих постоји два или више различитих мотива који се понављају одређен број пута, а могу бити савршени или несавршени нпр. $(AT)_7(GC)_6$ или $(AT)_7CT(GC)_6$, (Hoshino Akemi et al., 2012). Микросателити се према броју нуклеотида који чине мотив могу поделити на: мононуклеотидне, динуклеотидне, тринуклеотидне, тетрануклеотидне, пентануклеотидне и хексануклеотидне микросателите, од којих се динуклеотидни, тринуклеотидни и тетрануклеотидни најчешће користе у молекуларно-генетичким студијама. Уједно, динуклеотидни микросателити представљају најчешћи тип микросателита код већине биљних и животињских врста, и углавном су присутни у протеин некодирајућим регионима генома (Li et al., 2002). Тринуклеотидни и хексануклеотидни микросателити се много чешће јављају у протеин кодирајућим регионима (Toth et al., 2000), а мононуклеотидни микросателити су чести у хлоропластном геному (Powell et al., 1995b). Микросателити који се налазе у некодирајућем делу генома називају се геномски микросателити (gSSR), и сматра се да нису под утицајем селекције, односно да варијабилност у броју поновака настаје искључиво услед мутација. Микросателити које се налазе у кодирајућем делу генома као и микросателити који се налазе у такозваним UTR регионима (5'-UTR и 3'-UTR) који подлежу транскрипцији, али не и транслацији могу се сврстати у посебну групу EST (*Expressed Sequence Tagged*) микросателита (Varshney et al., 2005).

С обзиром да су гранични или бочни региони микросателита високо конзервативни, прајмери, односно, олигонуклеотиди који се дизајнирају за умножавање микросателитских локуса путем ланчане реакције полимеразе (PCR, *polymerase chain reaction*), се обично дизајнирају тако да се везују управо за бочни регион, на удаљености од најмање 50 нуклеотида од мотива (Selkoe, Toonen, 2006). На овај начин обезбеђује се умножавање само једног микросателитског локуса са једним паром прајмера, те се стога микросателити сматрају унилокус и високо специфичним маркерима. Број поновака мотива на микросателитском локусу је врло информативан податак. Што је варијабилнији број поновака на одређеном микросателитском локусу, то указује на то да ће на датом локусу

постојати већи број алела (генетичких варијанти) и такви локуси се сматрају високо полиморфним и информативним. У случају диплоидних организама који су хомозиготни за неки микросателитски локус, на том локусу ће бити детектован само један алел, зато што се исти број поновака налази на том локусу на оба хромозома. Код диплоидних организама који су хетерозиготни за неки микросателитски локус, на том локусу ће бити детектована два алела различитих дужина, који имају различити број поновака мотива. С обзиром да се могу разликовати хомозиготне од хетерозиготних индивидуа, микросателити се сврставају у групу кододоминантних молекуларних маркера (Powell et al., 1996).

Микросателити се такође сматрају хиперваријабилним молекуларним маркерима услед веома високе стопе мутација од 10^{-2} - 10^{-4} , по локусу, по генерацији (Schlötterer, 2004). До настанка нових алела на микросателитским локусима долази услед "проклизавања" ДНК током репликације (Tachida, Iizuka, 1992), као и рекомбинацијама између ланаца ДНК (Harding et al., 1992). Први тип мутација настаје током репликације ДНК, када полимераза услед репликације монотоног мотива "проклиза" и не реплицира исти број поновака. Новосинтетисани ланац може садржати мањи или већи број поновака у односу на број поновака матрице. Веће промене у броју поновака настају услед рекомбинације између ланаца ДНК током *crossing-overa* када један од ланаца добија већи, а други мањи број поновака. Уколико до наведених мутација долази на локусима у некодирајућем делу генома, ове мутације неће доводити до фенотипских промена, и оне су углавном селективно неутралне. Међутим уколико се мутације у броју поновака дешавају у кодирајућим деловима генома може доћи до промена у саставу протеина који су кодирани датим геном, што у неким случајевима може довести до настанака неких болести код људи (Kashi et al., 1997).

До данас је предложен велики број модела еволуције микросателита услед „проклизавања“ ДНК током репликације који објашњавају како се повећава и смањује број поновака на микросателитским локусима, а најшире прихваћени су (Selkoe, Toonen, 2006):

- *Infinite Allele Model* (IAM) - од алела са одређеним бројем поновака може настати алел са било којим бројем поновака.

- *Stepwise Mutation Model* (SMM) - од алела са одређеним бројем поновака може настати само алел који садржи +/- 1 број поновака.

- *Two-Phase Mutation Model* (TPM) - нови алели настају углавном путем SMM (*Stepwise Mutation Model*), али могу повремено настати и путем IAM (*Infinite Allele Model*), при чему овај одел најреалније приказује еволуцију микросателита.

Услед високе стопе мутација, микросателити су веома погодни за истраживања - интра и интерпопулационе варијабилности (Provan et al., 1999).

Осим наведених предности микросателита као молекуларних маркера (хиперваријабилност, специфичност, кододоминантност), постоје и одређени недостаци:

- Потребно је доста времена како би добри, односно поуздани и полиморфни микросателити били детектовани у геному. Поред тога бочни региони су понекад високо специфични тако да прајмери развијени за једну врсту не могу бити коришћени чак ни код блиско сродних врста што у многоме отежава и поскупљује рад са овом врстом маркера (Peakall et al., 1998). То није случај са EST микросателитима који се одликују мањом варијабилношћу али су трансферабилни (применљиви на сродне врсте), (Varshney et al., 2005).

- Услед мутација у месту везивања прајмера или њихових делеција (Callen et al., 1993), у неким случајевима не долази до амплификације датог микросателита те се на датом локусу не добија ни један алел, што се означава као нулти алел.

- У случају хетерозигота код којих постоји један алел са малим, а други алел са јако великим бројем поновака, постоји велика вероватноћа да методе које се користе за детектовање алела не могу да детектују дужи алел са већим бројем поновака. Ова појава се назива доминација кратких алела (*large allele dropout*), и доводи до тога да се индивидуе које су хетерозиготи погрешно третирају као хомозиготи за краћи алел.

- Понекад присуство *stutter band*-ова, који су карактеристични за микросателите, отежавају одређивање правог броја поновака (Buchnan et al., 2005).

- Претпоставка да алели исте дужине имају исти број поновака не мора увек бити тачна, јер постојање инсерција или делеција у бочним регионима не може бити занемарено. Тачан број поновака може бити одређен само секвенционирањем, односно утврђивањем примарног распореда нуклеотида алела. Ова појава не мора бити присутна у оквиру исте популације али се често може срести код генеколошки (често и географски) удаљених индивидуа или популација, а позната је као хомоплазија (Estoup et al., 2002).

У оквиру популационо - генетичких студија се користе локуси који се одликују високом стопом мутација, односно полиморфношћу услед чега су микросателити нуклеарног генома нашли веома широку примену последњих деценија. Са друге стране у филогеографским и филогенетским студијама се овакви локуси петко користе не само због високе стопе мутација која није погодна за истраживања на вишим таксономским нивоима већ и због хомоплазије. Иако се у наведеним студијама могу користити региони сва три биљна генома, најширу примену су нашли некодирајући региони хлоропластне ДНК (McCauley, 1994) док је коришћење генетичких информација садржаних у митохондријској ДНК нешто мање због специфичних својстава биљног генома.

Митохондријски геном виших биљака је хаплоидан и одликује се изузетно ниском стопом еволуције примарне секвенце нуклеотида која је неколико пута нижа од стопе еволуције хлоропластног генома и око 10-20 пута нижа од стопе еволуције једарног генома (Wolfe et al., 1987). Такође се одликује и сложеном организацијом, као и честим структурним променама и интрамолекулским рекомбинацијама што је, заједно са релативно ниском стопом мутација, довело до тога да се овај геном раније веома ретко користио у истраживањима на молекуларном нивоу код биљака (Sperisen et al., 2001; Aleksić, 2016). Ипак, током протекле деценије, публикован је значајан број радова у којима су митохондријски маркери успешно коришћени у циљу решавања

филогенетских односа (Lockwood et al., 2014), у филогеографским студијама (Naydenov et al., 2007; Aleksic, Geburek, 2010; Jarmilo-Corea, 2010), као и популационо-генетичким истраживањима (Sinclair et al., 1999; Sperisen et al., 2001; Milovanović et al., 2007). Митохондријски геном се код виших биљака готово увек наслеђује матернално, за разлику од хлоропластне ДНК која се код голосеменица наслеђује патернално, а код скривеносеменица матернално (Birky, 1995).

У истраживањима различитог типа код виших биљака се много чешће користи варијабилност хлоропластног генома (Newton et al., 1999). Хлоропластна ДНК која се код скривеносеменица наслеђује преко мајке тако је нашла најширу примену у филогеографским истраживањима код лишћара (Demesure et al., 1996; Dumolin-Lapègue et al., 1997; King, Ferris, 1998; Ferris et al., 1998; Petit et al., 2003). Поред тога, карактеристике хлоропластног генома, као што су релативно стабилна структура, хаплоидна природа, одсуство рекомбинација и унипарентерално наслеђивање, омогућиле су дизајнирање тзв. "универзалних" прајмера који се могу користити код великог броја биљних врста (Haider, 2011; Small et al., 2004).

Наменска производња и квалитет садног материјала

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 је релативно нов, настао на основу морфолошког класирања садница током 1930-тих (Landis, 2011), развијен на основу истраживања квалитета садница (морфолошких и физиолошких параметара) током 1970-тих и 1980-тих (Landis, 2003), и током 2000-тих, поред садница, проширен на све типове репродуктивног материјала (Landis, 2011). Сам термин наменске (циљне) производње садница (*target seedling concept*) први пут је објављен на Симпозијуму „Target Seedling Symposium“, 1990. године (Rose et al., 1990), да би касније био проширен на термин наменске производње биљака (*target plant concept*), пролазећи кроз три развојне фазе: 1) развој на основу

морфолошких истраживања, 2) развој на основу физиолошких истраживања, и 3) проширење истраживања на све типове репродуктивног материјала, поред садница за пошумљавање (Dumroese et al., 2016).

Наменска производња садница је предмет бројних истраживања (Tinus, 1974; Tinus, McDonald, 1979; Duryea, Landis, 1984; Ritchie, 1984; Rose et al., 1990; Landis, 2003; Isajev et al., 2006; Landis, 2011; Ivetić, Devetaković, 2016), чији се основни закључци могу сумирати у следећем: 1) не постоји садница за све намене, 2) концепт је двосмеран јер захтева информације након пошумљавања, 3) не постоје строга правила већ се концепт мора стално унапређивати.

Концепт наменске производње садног материјала обухвата морфолошке и физиолошке показатеље 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). У концепту наменске производње садног материјала квалитет садница има централну улогу (Ivetić, 2013). Иако не гарантује успех садница на терену, процена квалитета садница има важну улогу у пошумљавању (Chavasse, 1980; Lavender et al., 1980; Burdett, 1983; Duryea, 1985; Rose et al., 1990; Mattsson, 1996; Mohammed, 1997; Grossnickle, 2012).

Морфолошки показатељи остају главно средство за процену квалитета садница (Tompson, 1985; Mexal, Landis, 1990; Puttonen, 1996). Бројна истраживања показују да морфолошки показатељи могу указати на успех садница након садње на терену (South et al., 1989; Sundstrom, Keane, 1999,; Ward et al., 2000; Rose, Ketchum, 2003; South et al., 2005; Mexal et al., 2009; Oliet et al., 2009; Grossnickle, 2012; Tsakaldimi et al., 2012; Ivetić et al., 2016a).

Најчешће коришћени показатељи квалитета шумских садница су висина и пречник кореновог врата (Stilinović, 1960; Mexal, Landis, 1990), пре свега зато што је њихово мерење лако, брзо и није деструктивно (Ivetić, 2013).

Најочљивија и најлакше детерминисана особина садница је висина (Ivetić, 2013). Висина садница се мери као растојање од ожиљка котиледона до основе терминалног пупољка на дормантним садницама или до врха изданка на активним садницама (Haase, 2007). Висина садница обично исказује позитивно

дејство на раст садница на терену, што се повезује са бројем листова/четина на изданку и њиховом укупном површином који директно утичу на фотосинтетички и транспирациони потенцијал. Управо из овог разлога висока садница неће бити пожељна на станишту оскудном влагом (Pinto, 2011; Pinto et al., 2011).

Пречник кореновог врата је вероватно најчешће коришћен морфолошки показатељ квалитета садница. Пречник је често показатељ издржљивости садница и величине кореновог система: саднице са већим пречником су стабилније, отпорније на савијање, напад инсеката и других животиња и боље заштићене од топлоте од садница са мањим пречником (Haase, 2011; Pinto et al., 2011; Ivetić, 2013).

Однос висина:пречник, који се још назива и Ролеров коефицијент једрине (Roller, 1977), добија се дељењем висине садница (y cm) са пречником кореновог врата (y mm) и представља величину без јединице мере, при чему прихватљива вредност зависи од захтева корисника. Висока вредност овог коефицијента указује на витке саднице које су подложније штетама током вађења, транспорта и садње, а потом и осетљивије на ветар, мраз и сушу (Ivetić, 2013; Haase, 2008).

Од деструктивних метода, најчешће се користи маса садница и однос масе надземног дела и корена. Маса садница се мери или у свежем или у сувом стању. У свежем стању је лакша за мерење, али у великој мери зависни од садржаја воде у биљном ткиву (Ivetić, 2013). Однос масе надземног дела и корена се чешће користи за саднице са голим кореном, а ређе за контејнерске (Ivetić, 2013). Неравнотежа односа масе надземног дела и корена је један од основних узрока шока приликом пресадње (Bernier et al., 1995). Овај однос ипак има ограничену употребну вредност, зато што се однос надземни:подземни део мења током времена и са величином биљке, због чега је тешко упоређивати и тумачити добијене податке (Ivetić, 2013). Генерално се може узети да код добро развијених садница са голим кореном однос масе надземног дела и корена треба да је 3:1 или мање, а исти однос може бити узет и у случају мерења запремина (Haase, 2008). Међутим код мерења масе надземног дела садница код лишћарских врста

треба бити обазрив и унапред дефинисати да ли се саднице мере са листовима или без листова (Stjepanović, Ivetić, 2013), а код мерења масе корена узети у обзир и степен фиброзности корена који није у јакој корелацији са масом, услед тога што крупније жиле имају већу масу, али фибрознији корен обезбеђује већу површину за усвајање воде и хранљивих материја и показује бољи потенцијал за раст након садње (Thompson, Schultz, 1995). Утицај развијености корена и његовог потенцијала за раст је потврђен као добар показатељ успеха садница на терену (Rose et al., 1997; Grossnickle, 2005; Pinto, 2009), али услед деструктивног и временски захтевног метода мерења у пракси се прибегава мерењима пречника и висина као једноставним и недеструктивним методама (Davis, Jacobs, 2005).

Један од најобухватнијих изведених показатеља квалитета садница је „индекс квалитета“, који су развили Dickson et al. (1960), а који укључује биомасу садница у комбинацији са висином и пречником (Binotto et al., 2010).

Производња и употреба садног материјала веза

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. У односу на аутохтоне брестове, последњих деценија се у Србији најчешће користи сибирски брест који је отпорнији на холандску болест брестова и погодан за противерозиона и мелиоративна пошумљавања, као и за подизање пољозаштитних појасева (Isajev et al., 2010), али који је са друге стране окарактерисан као инвазивна врста која наноси све веће штете у многим подручјима (Grbić, 2014). Све учесталији проблеми поплава широм Европе, посебно у долинама великих река, указују на потребе за променама у досадашњем начину решавања овог проблема и указују на вез као једну од потенцијалних аутохтоних европских врста за садњу на овим типовима влажних станишта (Glenz et al., 2006; Kramer et al., 2008). Jović et al. (1998), препоручују вез као пратећу врсту за пошумљавање станишта Шума беле врбе и тополе на

неразвијеним алувијалним и глејним земљиштима, као и станишта Шума лужњака и јове на семиглејним земљиштима.

Производња садног материјала веза, с обзиром на обим пошумљавања овом врстом, није обимно проучавана и слабо је заступљена у литератури. У пракси најчешћи начин је производња садница генеративним путем (Stilinović et al., 1987), међутим као и остали брестови и код веза је могуће вегетативно размножавање (Grbić, 1992; Deiller et al., 2003). Аутовегетативно размножавање једнонодусним резницама карактерише се као релативно јефтин начин производње садног материјала који омогућава да се од матичне биљке добије велики број клонова, што је нарочито погодно за програме оплемењивања, а доказано је као успешан начин репродукције код веза (Grbić, 2003). Култура ткива се такође показала као успешан метод за производњу садног материјала ове врсте (Grbić, 1992) и на овај начин је произведен материјал за оснивање клонског архива при Институту за низијско шумарство у Новом Саду (Aleksić, Orlović, 2004).

У комерцијалној употреби и као предмет сетве користе се цели плодови са семеном, без претходног обескриљавања (Regent, 1980). Семе се обично сеје непосредно по сакупљању након краткотрајног просушивања и не показује дормантност. Дужи периоди чувања су неповољни зато што семе лако губи клијавост (Regent, 1980; Stilinović, 1985; Isajev, Mančić, 2001). Тако семе сибирског бреста, које је по својим карактеристикама врло слично семену веза, чувано једну годину губи клијавост од 30 % до преко 80 % у зависности од начина чувања, а семе чувано две године готово да у потпуности изгуби клијавост (Grbić, 1982).

Размножавање веза из семена је релативно једноставно у расадничким условима јер не захтева специфичне мере неге. Семе које сазри истог пролећа по цветању, сеје се исте године по сакупљању, већ у мају месецу, у леје, а саднице проводе 1-2 године у сејалишту након чега се могу пресадити и школовати обично 3 - 4 године (Petrović, 1952; Stilinović et al., 1987).

Производња биомасе

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. Европска Унија планира да до 2020. године повећа учешће обновљивих извора у укупној производњи енергије на 20% (Gasol et al., 2008; Redei et al., 2011). До сада, највише их је подигнуто у Северној Европи, првенствено у Шведској 14000 - 16000 ha плантажа врба (Dimitriou, Aronsson, 2005; Mola-Yudego et al., 2014), а такође их има и у Италији (6000 ha, претежно тополе), Пољској и Великој Британији (по 3000 ha, претежно врбе) и у Немачкој (1500 ha, претежно тополе), (Dimitriou, Aronson, 2011). 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). Орах у плантажама са јовом (Tani et al., 2006) или тополом (Pelleri et al., 2013) брже расте и даје дрво бољег квалитета. Систем комбиноване производње биомасе у засадима кратке опходње и вредне дебловине у дрворедима (Alley coppice) има бројне предности у односу на једноставно подизање засада кратке опходње (Morhart et al., 2014). Бројна истраживања указују на потенцијал различитих врста и унутарврских таксона за производњу биомасе (Spinelli, 2007; Nassl O Di Nasso et al., 2010; Huber et al. 2014; Bianco et al. 2014).

Засади кратке опходње, односно плантаже за производњу биомасе подразумевају употребу брзорастућих врста дрвећа које се одликују великом изданачком снагом и способношћу да брзо образују мноштво избојака након сече. Опходње су краће него у традиционалном шумарству и цео систем (припрема земљишта, садња, контрола корова, сеча) више личе на пољопривреду него на шумарство.

Засади кратке опходње за производњу биомасе према начину оснивања и газдовања могу се поделити на две основне групе (Petersen, 2007):

- *Short Rotation Forestry* (SRF) – подразумева опходњу/ротацију од 8 до 20 година, а поред врба и топола, често се користе још и еукалиптуси, јасика, јова, јаворови, јасенови и багрем.

- *Short Rotation Coppice* (SRC) – подразумева опходњу/ротацију знатно краћу од претходне, која траје 2 до 4 године, и у оваквим засадима се најчешће саде врбе, тополе и багрем.

Засади кратке опходње треба да обезбеде годишњу продуктивност преко 10-12 тона/ха суве биомасе, уједначеност приноса и повољну цену производа (Petersen, 2007).

Фиторемедијација и усвајање тешких метала

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), што није лако постићи, јер се обично хиперакумулација одражава на смањен принос биомасе.

Могућност употребе дрвећа као потенцијалне вегетације на стаништима загађеним тешким металима је последњих деценија добила на значају (Aronsson, Perttu, 1994; Glimmerveen, 1996; Cheng, 2003; Rajakaruna et al., 2006; Capuana, 2011; Stanković, Devetaković, 2016). Као врсте погодне за коришћење у ову сврху наводе се врбе, тополе, јове и јаворови (Pulford, Watson, 2003), али често селекција клонова или хибрида унутар врсте даје изузетно добар резултат (Punshon, Dickinson, 1999; Hasselgren, 1999). У Србији је садржај тешких метала у биљкама и њиховој ризосфери испитиван на различитим врстама и локалитетима (Obratov-Petković et al., 2008; Stanković et al., 2009; 2011a; 2011b; 2015a; 2015b; 2015c; Vjedov, 2012). Поред тога, садржај тешких метала испитиван је и у

листовима и ризосфери веза (Devetaković et al., 2016a; Devetaković et al., 2016b).

Успех врста које могу опстати на земљиштима са високим концентрацијама тешких метала не мора увек бити објашњен специфичном толеранцијом на метал, некада толеранција може бити изазвана услед изложености на другу врсту стреса (суша или јако низак садржај хранљивих материја у земљишту). Механизам опстанка биљака на земљиштима загађеним тешким металима је сложен и није условљен само врстом. Усвајање тешких метала од стране биљака је пре свега условљено обликом у ком се метал налази, физичким (Kadović, Knežević, 2002; Tlustos et al., 2007) и хемијским особинама земљишта, као што су рН, капацитет апсорпције катјона, присуством органских материја и конкуренцијом или везивањем тешких метала за катјоне и анјоне из земљишта (Eltrop et al., 1991; Kadović, Knežević, 2002), али и присуством земљишних микроорганизама (Rovira et al., 1983; Brown, Wilkins, 1985; Wojarczuk et al., 2015). Позната је појава да врста која расте на земљишту оптерећеном тешким металима и иста врста која расте на незагађеном земљишту у експериментима раста могу да покажу различит степен толеранције. Разлог овоме је сложеност толеранције на тешке метале, која у себи садржи и генотипску и фенотипску компоненту. Током времена долази до селекције, али и до физиолошке адаптације у границама које одређује генотип, тако да је толеранција на тешке метале пластична, односно може бити изазвана, али и изгубљена (Baker, Walker, 1989).

2. ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА

Заступљеност веза у шумама Србије је мала и према последњој Националној инвентури шума (2008) вез учествује са мање од 1% према бројности и запреминском прирасту у укупном шумском фонду. Стабла веза заступљена су у нижим дебљинским разредима, до пречника 30 cm. Ова врста је сврстана у категорију ретких/угрожених врста (Banković et al., 2009). Стабла веза уобичајено се јављају у комплексу алувијално-хидрофилних шума као стабла првог или другог реда, а једна од очуваних и релативно бројних популација ове врсте налази се на Великом ратном острву.

2.1. Велико ратно острво

На ушћу Саве у Дунав налази се Велико ратно острво (20°26'00" N, 20°27'10" E), (Слика 3). Кроз средишњи део острва пружа се канал Галијаш. Острво је настало као седиментна и алувијално-акумулативна творевина услед успоравања и заустављања пешчаних наноса на ушћу Саве у Дунав.

Велико ратно острво има равничарски карактер, са просечном котом терена око 72 метра надморске висине, а цела површина острва благо је нагнута према истоку, у правцу тока Дунава. Укупна површина Великог ратног острва обухваћена је Газдинском јединицом „Велико ратно Острво“ укупне површине 207,11 ha, од чега шуме заузимају 119,41 ha. Острво је 2005. године дато на управљање ЈКП „Зеленило-Београд“, а исте године ставља се под заштиту као природно добро – Предео изузетних одлика (2007).

По флористичком саставу Велико ратно острво је веома богато, јер су обиље воде и топлоте омогућили веома бујну вегетацију у свим вертикалним спратовима вегетације. Присуство великог броја алохтоних (багремац, амерички јасен, пајавац) и културних врста (клон I-214), потврђују да је ово подручје у прошлости било под великим утицајем човека и различитих приступа у газдовању овим подручјем.



Слика 3: Положај Великог ратног острва

На Великом ратном острву у зависности од режима влажења, запажа се „галеријски“ распоред шума које се простиру и смењују у низовима, зависним од процента влаге у подлози.

У овој газдинској јединици издвојени су следећи типови шума:

Тип шуме беле врбе (*Salicetum albae* Issl.26) на β -глеју

Станишта шума беле врбе или местимични остаци природних састојина, налазе се у приобалном делу, на рецентном алувијалном наносу, који има еколошке карактеристике β -глеја. У спрату дрвећа доминира бела врба (*Salix alba* L.), а у спрату жбуња, нарочито у микродепресијама, местимично се појављују хигрофилне жбунасте врбе-бадемаста врба и ракита (*Salicetum alba-amygdalino-purpureae* на α/β - β глеју). Иначе, у спрату жбуња су субспонтано раширене егзоте: амерички јасен (*Fraxinus americana* L.), багремац (*Amorpha fruticosa* L.) и пајавац (*Acer negundo* L.). Приземно се местимично јављају изразити хигрофити мочварно-глејних земљишта.

β -глејеви притерасног дела алувијалне равни су глиновите иловаче до лаке глинуше, аGr–хоризонт се налази на дубини од 45-85 cm. Земљишта уз

водоток, у приобалном делу полоја, нешто су лакшег механичког састава, дубина Gr-хоризонта варира од 25-110 cm, а еколошки се понашају такође као β - глеј (у ствари ово је рецентни алувијални нанос).

Тип шуме беле врбе (*Salicetum albae* Issl.26) на рецентном, влажном и слојевитом алувијалном наносу

Састојине овог типа шуме се јављају у форланду и представљају примарну, пионирску вегетацију, на слојевитом алувијалном наносу. Влажење водом из речног корита је непрекидно и знатно. Спрат дрвећа је проређеног склопа, мале висине. Углавном се састоји од беле врбе, а примешано се јавља и црна топола. У зависности од трајања високе воде, спрат жбуња и приземне флоре је понегде развијен и бујан, а на неким местима изостаје. Слично се дешава и са подмлатком врбе. У другом спрату јављају се: бела врба, багремац, вез (*Ulmus laevis* Pall.), пољски брест (*Ulmus minor* Mill.), пољски јасен (*Fraxinus angustifolia* Vahl), итд. У спрату приземне флоре са највећом бројношћу и покровношћу заступљене су: водена паприка (*Persicaria hydropiper*(L.) Delabre), двозубица (*Bidens tripartitus* L.), вучја стопа (*Aristolochia clematitis* L.), скупљена киселица (*Rumex conglomeratus* Murray), водена метвица (*Mentha aquatica* L.), купина (*Rubus caesius* L.), црна помоћница (*Solanum nigrum* L.), барски чистац (*Stachys palustris*L.), вучја нога (*Lucopus europaeus* L.) и др.

Земљишни материјал представља рецентни, влажни, слојевити алувијални нанос. Веома често се смењују слојеви неуједначеног механичког састава, моћни по неколико cm. Наталожени алувијални материјал је претежно финији и састоји се најчешће од честица ситног песка и праха. Влажење земљишта водом из водотока је перманентно и знатно, што се види по јасно израженим оксидационим флекама у слојевима који садрже више глине.

Тип шуме беле и црне тополе (*Populetum albo-nigrae* Slav.52) на мозаику различитих алувијалних земљишта

Мешовите шуме црне и беле тополе на мозаику различитих алувијалних земљишта представљају завршни стадијум развоја плавних шума меких лишћара. То су флористички богате заједнице. Поред едификатора црне тополе (*Populus nigra* L.) и беле тополе (*Populus alba* L.), јављају се још у спрату дрвећа пољски јасен и вез. У спрату жбуња и приземне флоре такође се јавља већи број врста, претежно хигрофилних, али међу њима има и мезофита: крушина (*Frangula alnus* Mill.), свиб (*Cornus sanguinea* L.), једносемени глог (*Crataegus monogyna* Jacq.), црни глог (*Crataegus nigra* Waldst. et Kit.), удика (*Viburnum opulus* L.), купина (*Rubus caesius* L.), жутиловка велика (*Genista tinctoria* L.), обична бахорница (*Circaea lutetiana* L.), зеленкасти шаш (*Carex divulsa* Stokes) итд.

Земљишта су представљена нешто развијенијим и мање сувим прелазним алувијалним парарендзинама са хумусно акумулативним хоризонтом који је моћан 10-20 cm. Црна топола се јавља и код јачег влажења а бела топола се примарно јавља на најсувљим стаништима у алувијалној равни.

2.2. Популација веза на Великом ратном острву

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. Једна група сачињена од 7 стабала налази се на издигнутом и ређе плављеном тлу на самом почетку острва узводно од ушћа Саве у Дунав. На обалама острва јављају се појединачна стабла, али у знатно мањем броју изузев групе коју чини 13 стабала на Савској обали (Слика 4).



Слика 4: Просторни распоред стабала веза у популацији на Великом ратном острву

3. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА И ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Циљ овог истраживања је 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. Реализацијом постављеног циља допринеће се широј употреби ове врсте за оснивање наменских шумских засада као и конзервацији и усмереном коришћењу расположивог генофонда на овом подручју.

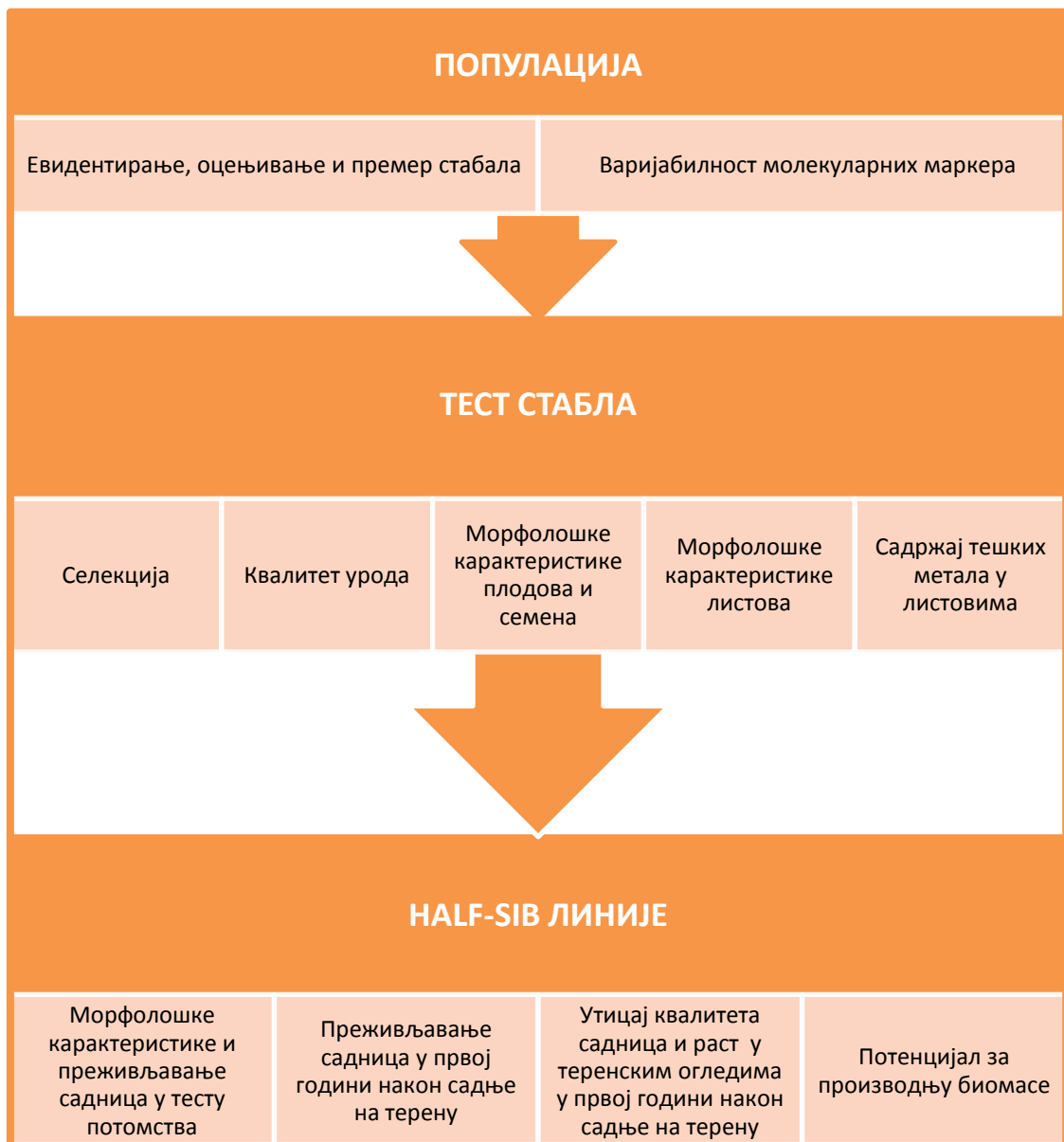
Постављене су следеће алтернативне хипотезе:

- 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.

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Истраживања у овом раду спроведена су на нивоу популације, тест стабала и half-sib линија (Шема 1) и могу бити подељена на: (1) теренска истраживања и (2) лабораторијска истраживања.

Шема 1: Преглед спроведених истраживања



4.1. Теренска истраживања

4.1.1. Истраживање популације веза на Великом ратном острву

Стабла веза на Великом ратном острву су геореференцирана употребом GPS пријемника и обележена. Извршено је мерење основних таксационих параметара, два унакрсна пречника из којих је изведен средњи пречник стабла (cm) и висина стабла (m). Пречници су мерени употребом мануелне пречнице са тачношћу 0,1 mm. Висине су мерене употребом висиномера VERTEX III, са тачношћу 1 cm. На узорку од 56 стабала утврђена је старост вађењем извртка уз помоћ Преслеровог сврдла.

4.1.2. Селекција тест стабала

На основу фенотипских карактеристика, обилности урода и просторног распореда стабала извршена је селекција тест стабала. Фенотипско оцењивање стабала извршено је употребом бонитетних образаца (Прилог 1.1 и 1.2), стаблима су оцењени: правост дебла, пунодрвност, рашљавост, механичка оштећења, чистоћа дебла од грана, здравствено стање и квалитет круне према критеријумима: дужини и развијености круне.

За тест стабла је одабрано 14 индивидуа, чији је просторни распоред приказан на слици (Слика 5).



Слика 5: Просторни распоред тест стабала на Великом ратном острву

4.1.3. Сакупљање урода на нивоу тест стабала

Урод са тест стабала је сакупљен у мају 2011. године, ручно дохватањем са земље, а са недоступних грана урод је сакупљен са платна, после трешења ручним алатом. Папирне врећице са сакупљеним семеном су обележене ради очувања идентитета семена, а затим је семе постављено на просушивање у затворену просторију у трајању од 7 дана. Семе је у слоју дебљине око 2 cm расуто на папирну подлогу и прегртано је једном до два пута у току дана.

4.1.4. Оснивање теста потомства

Тест потомства основан је на локалитету Манић у околини Барајева, око 30 km јужно од Београда (Слика 6). Површина на којој је основан тест потомства је њива у приватном власништву која је до тада активно коришћена у

пољопривредној производњи.

Припрема земљишта обухватила је јесење орање земљишта, а затим пролећно уситњавање тањирачом и потом фину обраду ротационом ситницицом.



Слика 6: Површина на којој је основан тест потомства (44°30'54.68"N,
20°25'41.81"E)

У другој половини маја 2011. године извршена је сетва семена омашке у издигнуте леје димензија 1 x 1,5 m. Укупно је формирано 42 леје, по 3 за сваку half-sib линију (14 half-sib линија x 3 понављања = 42 леје), (Слика 7). Посејано је 1000-1200 семена по m², што подразумева око 1800 семена по једној леји. Након сетве семе је у танком слоју прекривено мешавином песка и шумске земље у односу 1:1 (Слика 7).



Слика 7: Изглед леја након сетве (лево), прекривања семена (средина) и младе биљке у леји јула 2011. године (десно)

Семе, односно леје су заливане сваки дан до тренутка у ком све биљке у леји нису образовале секундарне листове, односно док положај листова са наспрамног није прешао у наизменични распоред, а потом је заливање вршено 2 - 3 пута недељно у зависности од количине атмосферских падавина. Саднице нису ђубрене и вршено је редовно плевљење од корова.

После прве сезоне раста, извршено је пресађивање садница у дормантном стању у рано пролеће 2012. године. Саднице су пресађене на исту парцелу где су биле леје, уз трапљење садница у трајању од 2 дана док није извршена припрема земљишта за садњу. Саднице једне half-sib линије сађене су у једном реду на међусобном растојању од 20 cm. Размак између редова износио је 70 cm (Слика 8).

Укупно је посађено 2700 садница (13 half-sib линија x 200 садница + 1 half-sib линија x 100 садница), од чега је за даља истраживања употребљено 2600 садница (13 half-sib линија x 200 садница). На основу лоше клијавости у теренским условима из даљих истраживања изузета је 1 half-sib линија. Саднице су током друге године у тесту потомства окопаване у циљу уклањања корова, а након развоја бочних грана и пораста у висину на даље није сузбијан коров, јер је његова појава била сведена на минимум због редукованог присуства светлости (Слика 9 и 10).



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

4.1.4.1. Карактеристике климе

Основани тест потомства налази се на широј територији града Београда тако да се општи климатски услови који владају у Београду могу пренети на локалитет Манић где је основан тест потомства.

Клима Београда и шире околине по својим карактеристикама је најближа континенталном типу и чини прелаз између климе која влада у Средоземљу и оне која влада у областима Карпата. Клима Београда је пре свега условљена макропроцесима у атмосфери, при синоптичким процесима који условљавају јак ветар, повећану облачност и пљускове, локални утицај је минималан. Локални утицај на хоризонталну расподелу поља температура и падавина долази до изражаја при антициклоналном типу времена. Негативне карактеристике климе београдског подручја огледају се кроз оштре и ветровите зиме са сувим и топлим летима. Клима је изражена у четири годишња доба, а хладни и топли периоди су обично правилно распоређени у свим годишњим добима. Климатски услови су такви да хладан и влажан ваздух често продире са запада, северозапада и севера, преко Панонске низије, условљавајући значајан пад температуре. Продор хладног ваздуха са североистока, из области Карпата, у зимском периоду године условљава хладно, ветровито и претежно суво време. Услед јачег југозападног висинског струјања изнад Балканског полуострва, у Београдској околини се осећа тзв. фенски ефекат, који условљава значајан пораст температуре. Обилне падавине доносе циклони из западног Средоземља који се премештају на северо-исток и на исток долином Саве и Дунава. Почетком маја јављају се продори влажног и хладног ваздуха који изазивају честе пљускове праћене грмљавином. Карактеристична је појава краћих или дужих сушних периода који се јављају крајем лета и честа појава тополог времена почетком јесени у народу позната као Михољско лето. Средња годишња температура ваздуха у Београду износи 11,6°C (период 1891-1990). Годишња висина падавина у Београду је 667,9 mm (период 1901-1990). Највеће количине падавина су у јуну, а мала вероватноћа за појаву кише је у фебруару. Током пролећа и лета, на

подручју Београда, падне највише кише. Годишња висина падавина је условљена пре свега рељефом, тако се бележи већа висина падавина на мерним станицама на вишим надморским висинама него у близини Саве и Дунава. Идући ка југу количина падавина расте. Може се запазити да током пролећа и лета, од 25 mm–75 mm више кише падне у граду него у његовој околини, док је та разлика у хладнијем делу године слабије изражена. На годишњем нивоу, количина падавина је задовољавајућа, али је проблем његова распоређеност по месецима, због чега у Београду често настају сушни периоди. Под овим периодима се подразумева пет узастопних дана без кише. Суша се јавља у јулу, августу и септембру, а такви периоди трају и до двадесет дана. Зиме у Београду су релативно благе ако нема дувања ветра, а овде се снег може очекивати од новембра до априла. Релативна влажност ваздуха у Београду у просеку је око 70%. Влажност ваздуха битно утиче на вегетацију и на друге климатске елементе. Бројни су фактори од којих зависи релативна влажност градског ваздуха. Издвајају се: изграђеност, присуство засада, водених токова и рељефа. И овде постоје разлике између градског језгра и његове околине, тако да је влага ваздуха на његовој периферији већа и за 7,5% (Unkašević, 1994).

Један од могућих начина за представљање карактера климе неког подручја јесте одређивање климатског индекса по методу *Thorntwaite*-а (Thorntwaite, 1948; Thorntwaite, Mather, 1955), према ком је просечна вредност општег климатског индекса на подручју Београда за период 1946-2013. године - 0,0224, а клима је субхумидна сувља (C1), (Maksimović, 2015).

У циљу што бољег упознавања са климатским условима који су владали током 2011, 2012 и 2013. године на подручју на коме је основан тест потомства, нарочито током периода раста садница (пролеће, лето и јесен), коришћени су подаци Републичког хидрометеоролошког завода Србије са две најближе метеоролошке станице: обична метеоролошка станица Сопот (44°31' N, 20°34' E, удаљена око 12 km ваздушном линијом) и главна метеоролошка станица Београд-Опсерваторија (44°48' N, 20°28' E, удаљена око 32 km ваздушном

линијом). Потреба за разматрањем података са обе метеоролошке станице условљена је непотпуним подацима са најближе метеоролошке станице у Сопоту.

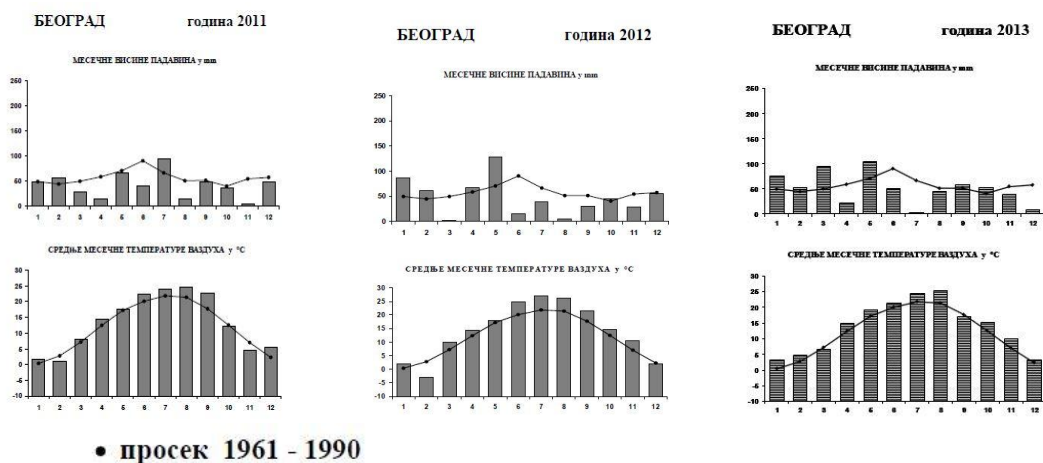
Средња температура ваздуха увек је нижа на станици Сопот, док се разлике у количини падавина минимално и неправилно разликују између поматраних станица (Табела 1).

Табела 1: Просечне температуре ваздуха и падавине на месечном нивоу за 2011, 2012 и 2013. годину на метеоролошким станицама Београд-Опсерваторија и

Сопот

	Београд-Опсерваторија		Сопот		
	ТЕМПЕРАТУРА (° C)	ПАДАВИНЕ (mm)	ТЕМПЕРАТУРА (° C)	ПАДАВИНЕ (mm)	
2011	ЈАНУАР	1,6	47,8	-0,2	36,2
	ФЕБРУАР	1,0	55,6	-0,2	49,6
	МАРТ	8,0	27,9	6,4	24,3
	АПРИЛ	14,4	14,1	12,2	34,1
	МАЈ	17,5	66,8	15,7	82,4
	ЈУН	22,2	41,1	20,2	39,7
	ЈУЛ	24,0	95,0	22,2	72,0
	АВГУСТ	24,7	14	22,7	10,8
	СЕПТЕМБАР	22,6	47,7	20,0	36,2
	ОКТОБАР	12,1	36,1	10,3	36,6
	НОВЕМБАР	4,4	5,0	2,9	3,8
	ДЕЦЕМБАР	5,4	48,0	3,6	49,0
	ГОДИШЊЕ	13,2	499,1	11,4	474,7
2012	ЈАНУАР	2,1	87,2	0,3	98,2
	ФЕБРУАР	-3,0	61,5	-4,0	77,3
	МАРТ	10,1	2,4	8,0	10,9
	АПРИЛ	14,5	66,9	12,2	83,6
	МАЈ	17,9	127,9	16,0	92,5
	ЈУН	24,9	16,0	22,2	9,9
	ЈУЛ	27,0	39,0	25,4	33,0
	АВГУСТ	26,3	4,5	23,5	6,6
	СЕПТЕМБАР	21,5	30,7	19,7	11,9
	ОКТОБАР	14,7	44,9	12,9	53,8
	НОВЕМБАР	10,5	28,1	9,1	30,8
	ДЕЦЕМБАР	2,0	55,1	1,0	78,6
	ГОДИШЊЕ	14,1	564,2	12,2	587,1
2013	ЈАНУАР	3,3	76,9	2,5	69,2
	ФЕБРУАР	4,6	53,4	3,5	68,6
	МАРТ	6,6	95,4	5,5	94,9
	АПРИЛ	15,0	21,3	12,8	27,0
	МАЈ	19,1	104,4	17,6	89,1
	ЈУН	21,4	50,1	20,1	42,0
	ЈУЛ	24,5	2,9	22,4	30,0
	АВГУСТ	25,3	44,3	23,5	36,6
	СЕПТЕМБАР	17,2	58,7	15,7	48,7
	ОКТОБАР	15,3	52,0	-	-
	НОВЕМБАР	10,1	40,0	23,5	45,1
	ДЕЦЕМБАР	3,2	7,9	15,0	11,1
	ГОДИШЊЕ	13,8	607,3	-	-

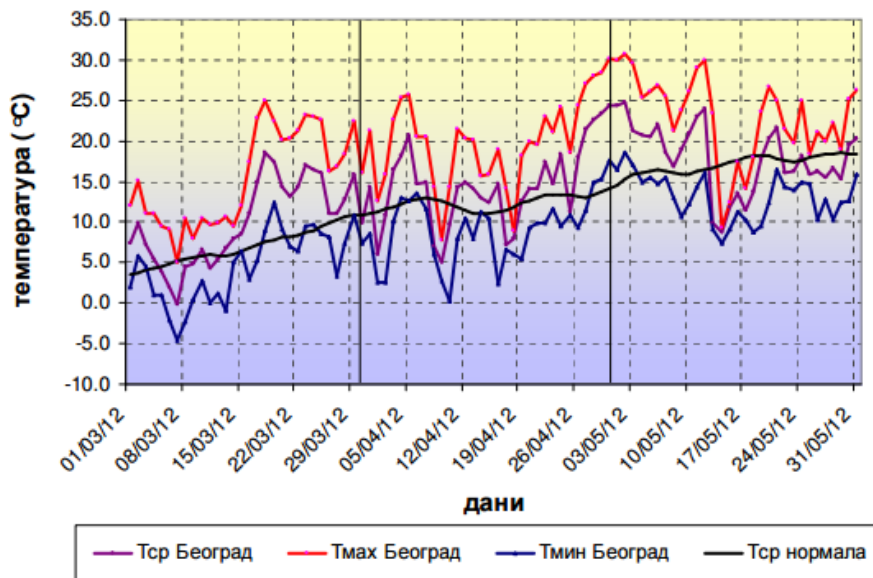
У све три посматране године у већини месеци измерене су средње месечне температуре веће од нормалних вредности (нормалне вредности се односе на референтни период 1961-1990), као и знатно ниже вредности месечних падавина нарочито у току летњих месеци (Графикон 1).



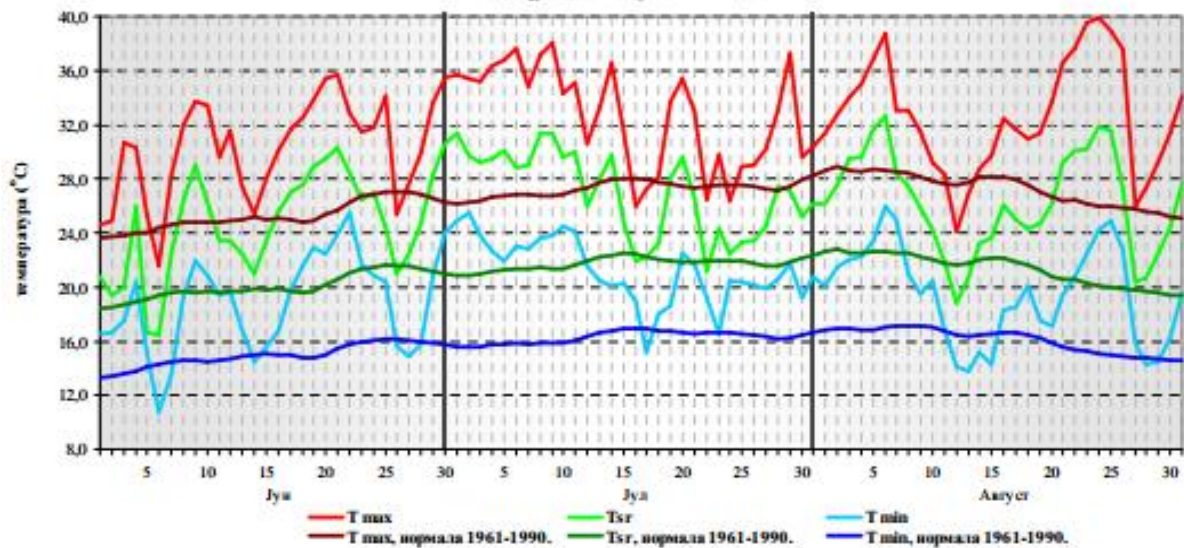
Графикон 1: Распоред падавина и средњих температура по месецима на метеоролошкој станици Београд-Опсерваторија (http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php)

У Србији је лето 2011. године оцењено као једно од 10 најтоплијих лета од када се спроводе мерења, са великим бројем тропских дана и ноћи посебно у северним крајевима земље и у Београду. Током јесени температура ваздуха се кретала у вредностима око нормале, али су падавине као и током лета, и током јесени биле испод нормалних вредности.

Пролеће 2012. године било је топлије од просечног у Београду и са нормалном сумом падавина за пролећне месеце (Графикон 2), након чега је уследило екстремно сушно и топло лето (Графикон 3), са 62 тропска дана и 52 тропске ноћи. Јесен је такође била екстремно топла са 30 летњих дана забележених у Београду, што је за 15 дана више од просека.



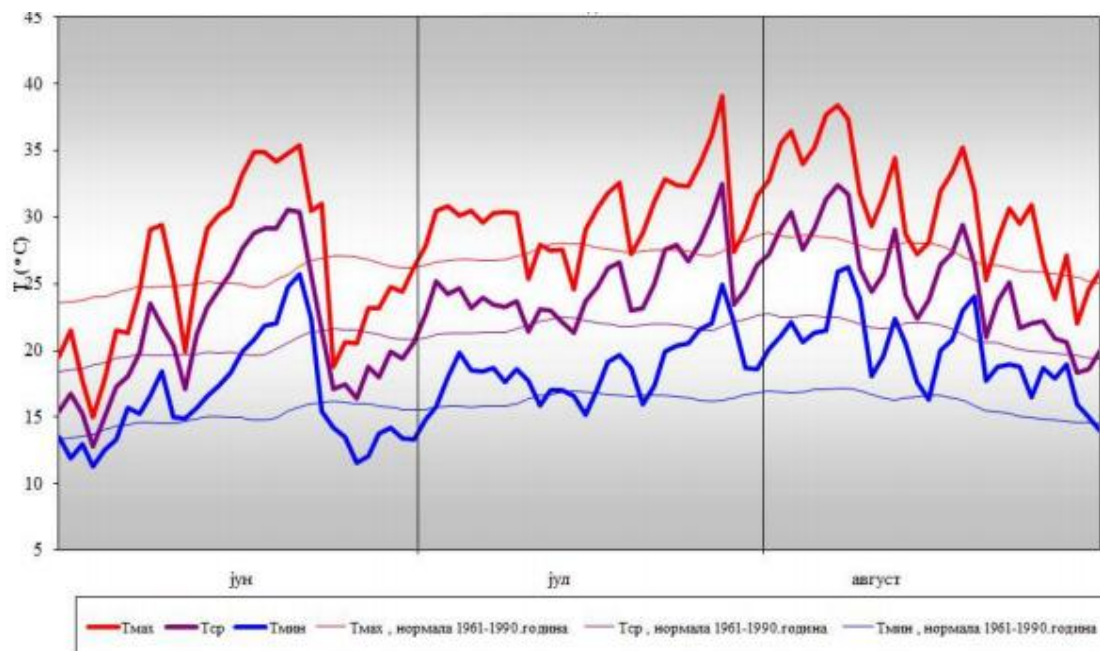
Графикон 2: Средња, минимална и максимална температура ваздуха током пролећа 2012. године у Београду
<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/p2012.pdf>



Графикон 3: Средња, минимална и максимална температура ваздуха током лета 2012. године у Београду
<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/p2012.pdf>

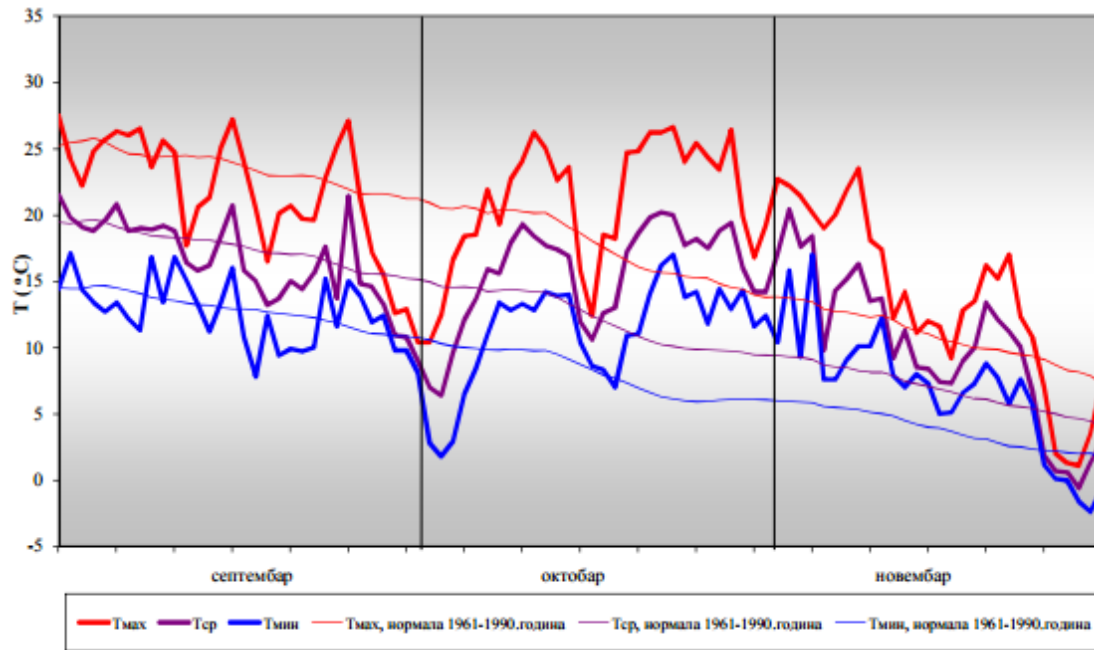
Пролеће 2013. године је било топло са падавинама нешто изнад нормалних вредности, након чега је уследило топло и сушно лето са температурама изнад нормалних вредности. У Београду је забележено 27

тропских ноћи (Графикон 4), након чега је уследила топла јесен са количином падавина изнад нормалних вредности (Графикон 5).



Графикон 4: Средња, минимална и максимална температура ваздуха током лета 2013. године у Београду

(<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/l2013.pdf>)



Графикон 5: Средња, минимална и максимална температура ваздуха током јесени 2013. године у Београду

(<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/j2013.pdf>)

4.1.4.2. Карактеристике земљишта

На површини на којој је основан тест потомства отворен је педолошки профил у циљу узимања узорака за анализу физичко-хемијских особина земљишта (Слика 11). На основу извршених лабораторијских анализа у Педолошкој лабораторији на Шумарском факултету Универзитета у Београду, земљиште је окарактерисано као бескарбонатна смоница. Физичке и хемијске особине земљишта приказане су у табелама (Табела 2 и Табела 3).

Према физичким особинама, односно према процентуалном учешћу глине, праха и песка као фракција, земљиште се може окарактерисати као прашкасто-глинивита иловача. Процент глине расте са дубином што утиче на тежи гранулометријски састав, тако да земљиште испод дубине од 60 cm има карактер прашкасте глинуше (Табела 2).



Слика 11: Отворен педолошки профил на земљишту на ком је основан тест потомства

Табела 2: Физичке особине земљишта

ДУБИНА (cm)	ХИГРОСКОПСКА ВОДА (%)	ГРАНУЛОМЕТРИЈСКИ САСТАВ ЗЕМЉИШТА (%)							
		КРУПАН ПЕСАК	СИТАН ПЕСАК		ПРАХ		ГЛИНА	УКУПАН	
		2,0-0,2 mm	0,2-0,06 mm	0,06-0,02 mm	0,02-0,006 mm	0,006-0,002 mm	< 0,002 mm	песак >0,02 mm	глина <0,02 mm
0-20	2,95	0,10	8,40	19,80	28,00	10,10	33,60	28,30	71,70
20-60	3,21	0,10	7,30	21,20	25,90	10,10	35,40	28,60	71,40
60-90	4,01	0,10	12,20	15,30	21,10	10,50	40,80	27,60	72,40

Степен засићености базама је висок, уз потпуно одсуство карбоната што указује на висок степен испирања земљишта. Киселост земљишта је повољна и креће се у границама слабо киселог земљишта у површинском слоју ка постепеном опадању киселости у дубљим слојевима профила. Садржај хумуса у земљишту је низак (испод 3% у површинском слоју) и са дужином опада. Према садржају азота, фосфора и калијума земљиште је такође сиромашно (Табела 3).

Табела 3: Хемијске особине земљишта

ДУБИНА (cm)	pH		Y1 mL NaOH/ 50g	АДСОРПТИВНИ КОМПЛЕКС			V	CaCO ₃	Хумус	C	N	C/N	ЛАКО ПРИСТУПАЧАН	
	H ₂ O	CaCl ₂		(T-S)	S	T							P ₂ O ₅	K ₂ O
	cmol/kg			%									mg/100g	
0-20	6,70	5,78	8,0	5,2	18,7	23,9	78,24	0,0	2,15	1,25	0,17	7,3	5,15	19,40
20-60	6,88	5,73	7,5	4,8	19,4	24,3	79,96	0,0	1,56	0,90	0,00		2,98	17,30
60-90	7,20	6,10	6,0	3,9	24,2	28,1	86,12	0,0	0,82	0,48	0,00		5,85	18,60

4.1.5. Анализа развоја једногодишњих, двогодишњих, трогодишњих и четворогодишњих садница у тесту потомства

На крају сваке од четири сезоне раста садница у тесту потомства, на узорку од 650 садница (50 по half-sib линији) мерени су пречници у нивоу кореновог врата (D (mm)) употребом дигиталног помичног кљунастог мерила са прецизношћу од 0,1 mm и висина надземног дела (H (cm)) употребом лењира (телескопске нумерисане летве) са прецизношћу од 1 cm. У току прве 3 године мерења су понављана на истим садницама. Садницама је одређен и Ролеров коефицијент једрине (Roller, 1977).

4.1.6. Избор станишта за оснивање теренских огледа

Избор локалитета за оснивање теренских огледа извршен је на основу карактеристика врсте и циљева истраживања. С обзиром на еколошке захтеве веза у обзир су узети влажни типови станишта које карактерише висок ниво подземне воде и повремено плављење.

За оснивање теренских огледа одабране су две површине, прва која се налази на Великом ратном острву ($44^{\circ}50'17''$ N, $20^{\circ}25'40''$ E) и друга смештена у близини површине на којој је основан тест потомства ($44^{\circ}30'54''$ N, $20^{\circ}25'02''$ E) у селу Манић, локалитет Бостаниште.

Површина на којој је основан теренски оглед на Великом ратном острву налази се у оквиру истоимене Газдинске јединице, према намени је предвиђена за пошумљавање и месимично је густо обрасла коровом. Налази се на издигнутом делу острва за које је карактеристично плављење само у периодима изразито високог водостаја Дунава, када читаво острво бива поплављено.

Друга површина представља напуштено пољопривредно земљиште у приватном власништву у селу Манић, локалитет Бостаниште. Налази се у долини,

једном својом страном оивичена је брдом, а удаљена је око 100 m од потока који понекад и више пута годишње плави.

4.1.7. Оснивање теренских огледа

За оснивање теренских огледа коришћене су саднице са голим кореном типа 1+2. Вађење садница је вршено ручним алатом, без бусена. Корен садница је покривен пластичном фолијом и повремено влажен од момента вађења до садње. Саднице су до локација теренских огледа транспортоване моторним возилом при чему су биле покривене (Слика 12).



Слика 12: Извађене саднице (лево) и саднице припремљене за транспорт (десно)

Садња је на Великом ратном острву извршена у новембру 2013. године. Површина је очишћена од корова употребом мулчера, а потом су садна места припремљена употребом сврдла и трактора као погонске машине. Саднице веза (1+2) посађене су у јаме пречника 30 cm и дубине 50 cm. Укупно је посађено 715 садница.

Садња садница у Бостаништу је извршена у марту 2014. године. Површина је очишћена од корова ручним крчењем, затим је извршено јесење орање и пролећно фино уситњавање земљишта тањирачом. Непосредно пред садњу отворена су садна места употребом тракторског сврдла. Саднице су посађене у јаме пречника 30 cm и дубине 50 cm, укупно је посађено 260 садница.

4.1.7.1. Карактеристике климе

Велико ратно острво налази се у ширем центру Београда, док се локалитет Бостаниште налази на широј територији града Београда тако да општи климатски услови могу бити подведени под климатске карактеристике Београда. У циљу бољег увида у климатске услове који су владали током 2014. године на местима оснивања теренских огледа, коришћени су подаци Републичког хидрометеоролошког завода са обичних метеоролошких станица Земун-Војни пут (44°51' N, 20°26' E, удаљена око 5 km ваздушном линијом од теренског огледа на Великом ратном острву) и Сопот (44°31' N, 20°34' E, удаљена око 12 km ваздушном линијом од Бостаништа) и главне метеоролошке станице Београд-Опсерваторија која је уједно и најближа главна метеоролошка станица од оба теренска огледа.

Поређењем просечних температура ваздуха на све три метеоролошке станице јасно се види разлика у вредностима која је током свих месеци највиша на мерној станици Београд-Опсерваторија, нешто нижа на мерној станици Земун-Војни пут, а најнижа у Сопоту (Табела 4), док разлике у количини падавина нису тако јасне и правилно распоређене.

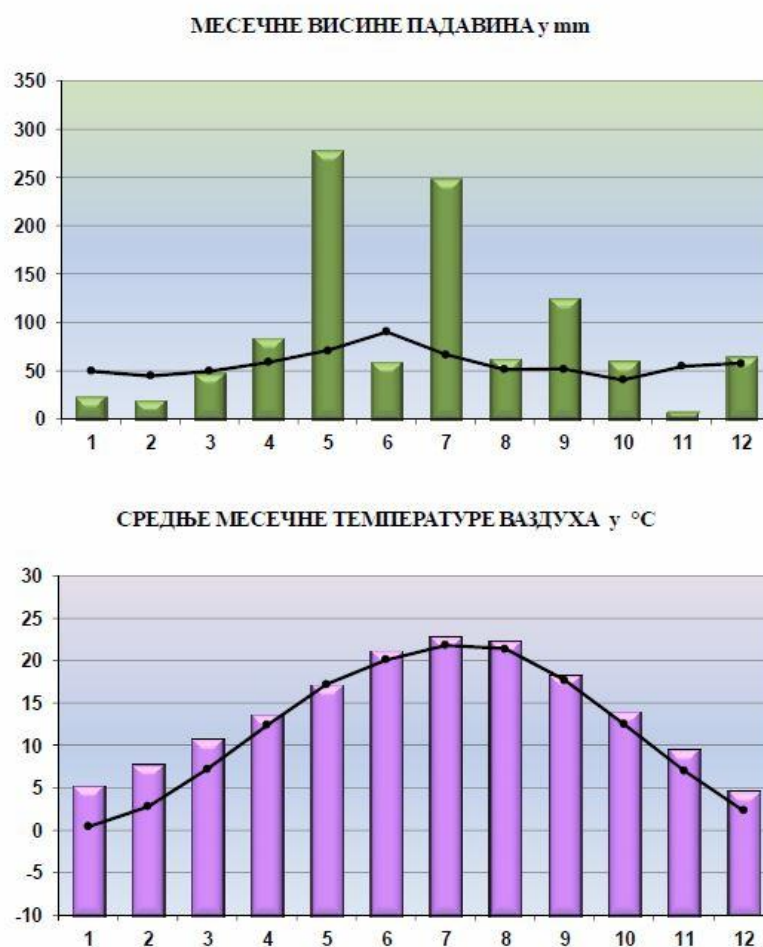
Током 2014. године средње месечне температуре ваздуха нису значајније одступале од нормалних вредности, осим у зимском периоду, док су месечне падавине бележиле знатна одступања, нарочито током пролећних и летњих месеци када су пале обилне кише (Графикон 6).

Табела 4: Просечне месечне температуре ваздуха и падавине у току 2014. године на метеоролошким станицама Земун-Војни пут, Београд-Опсерваторија и Сопот

2014. ГОДИНА	ЗЕМУН - ВОЈНИ ПУТ		БЕОГРАД - ОПСЕРВАТОРИЈА		СОПОТ	
	ТЕМПЕРАТУРА (° C)	ПАДАВИНЕ (mm)	ТЕМПЕРАТУРА (° C)	ПАДАВИНЕ (mm)	ТЕМПЕРАТУРА (° C)	ПАДАВИНЕ (mm)
ЈАНУАР	4,6	30,5	5,3	24,1	3,9	31,9
ФЕБРУАР	7,1	13,0	7,8	19,9	6,2	13,8
МАРТ	10,1	-	10,8	48,7	9,1	51,7
АПРИЛ	13,5	-	13,7	85,3	12,3	107,9
МАЈ	16,9	-	17,2	280,4	15,5	241,2
ЈУН	20,8	85,8	21,4	60,3	19,9	73,6
ЈУЛ	22,4	238,2	23,0	250,6	21,8	151,0
АВГУСТ	22,0	56,6	22,5	63,5	21,0	90,8
СЕПТЕМБАР	17,9	97,7	18,3	126,0	16,9	73,1
ОКТОБАР	13,7	57,0	14,1	61,2	12,6	59,7
НОВЕМБАР	9,6	4,7	9,6	8,8	8,3	16,5
ДЕЦЕМБАР	3,5	56,3	4,6	66,3	2,8	82,1
ГОДИШЊЕ	13,5	-	14,1	1095,1	12,6	993,3

БЕОГРАД

година 2014

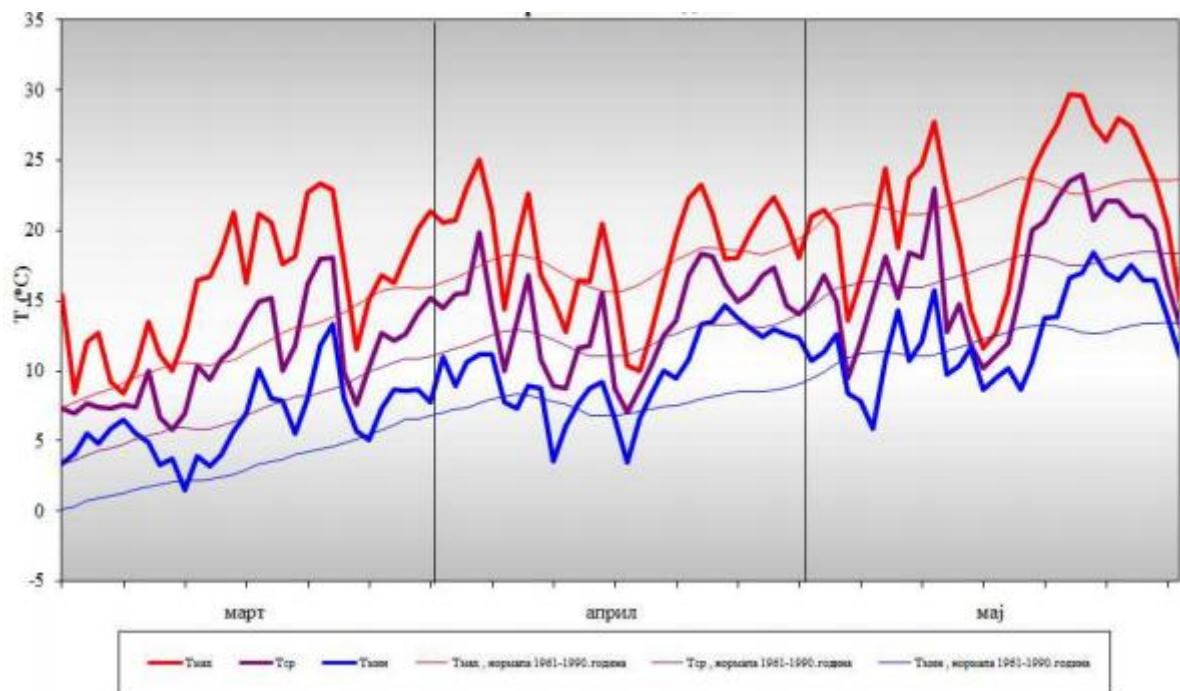


• просек 1961 - 1990

Графикон 6: Распоред падавина и средњих температура ваздуха по месецима на метеоролошкој станици Београд-Опсерваторија

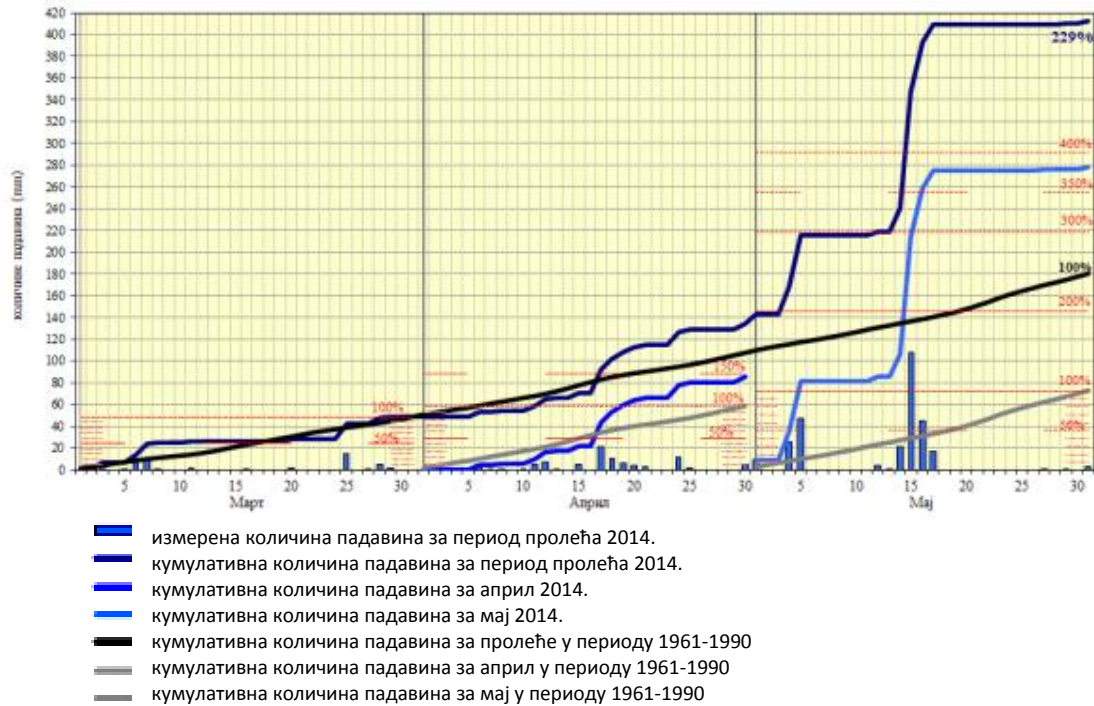
(http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteo_godisnjaci/Meteoroloski%20godisnjak%20%20-%20klimatoloski%20podaci%20-%202014.pdf)

Пролеће 2014. године је било топло и екстремно кишно. У Београду је током већег дела пролећа средња, минимална и максимална температура била изнад нормалних вредности, док је средином априла и средином маја била испод нормалних вредности (Графикон 7). Падавине су биле екстремно високе, током пролећних месеци је пало 412,5 mm/m² што је највећа количина падавина за овај период од када се врше мерења у Београду (Графикон 8).



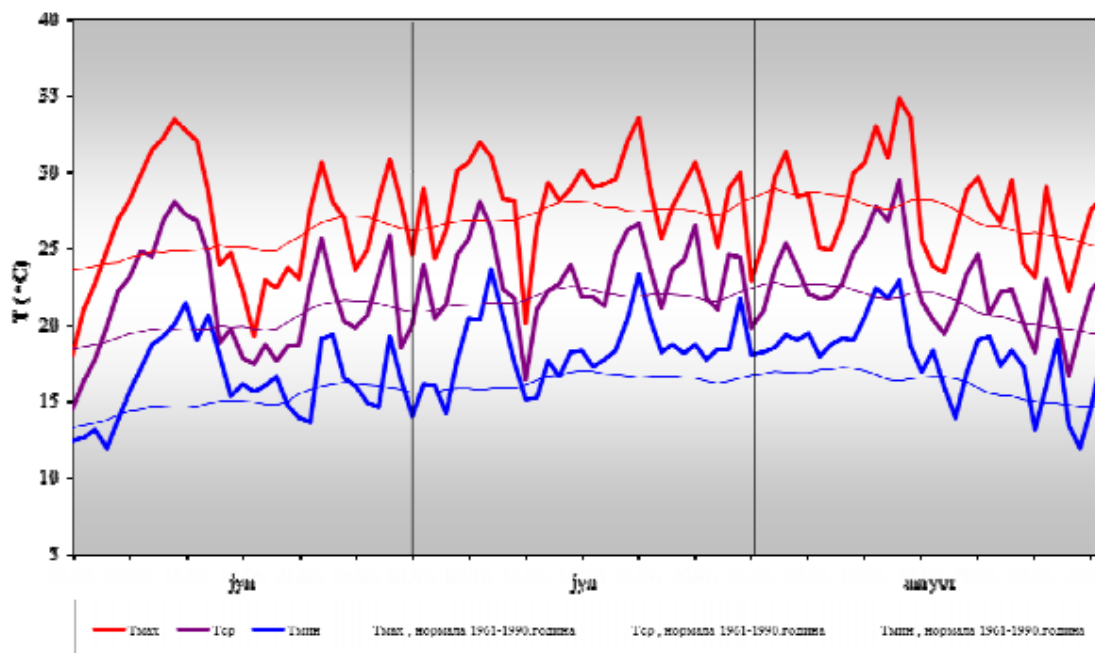
Графикон 7: Средња, минимална и максимална температура ваздуха током пролећа 2014. године у

Београду(<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/p2014.pdf>)



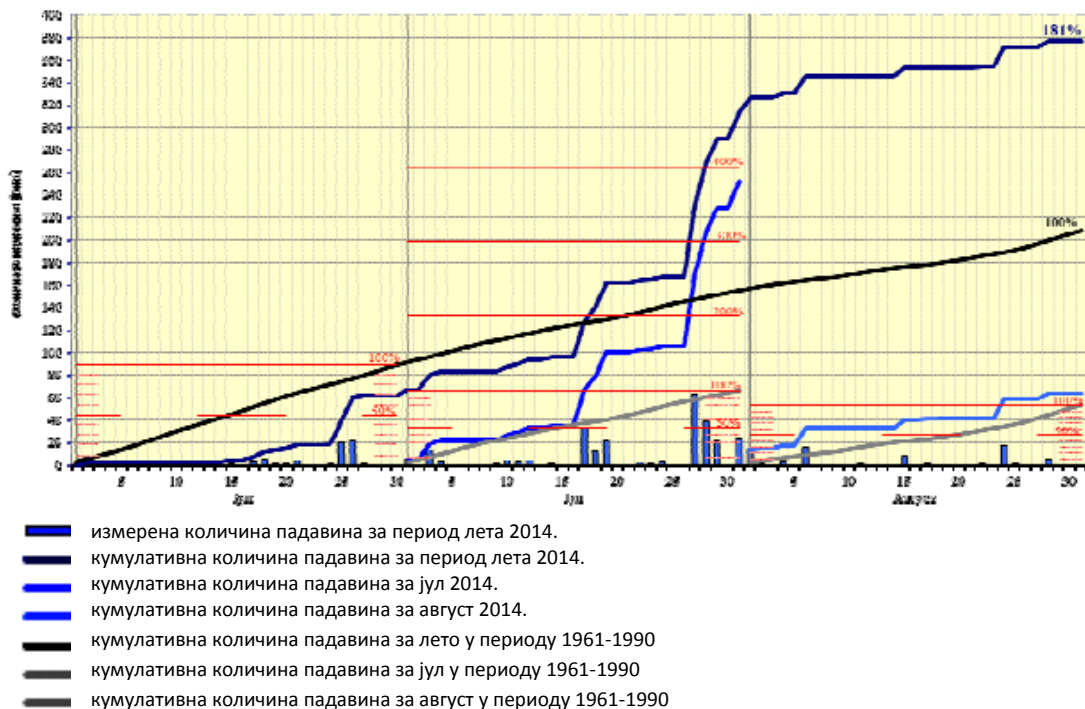
Графикон 8: Кумулативна количина падавина током пролећа 2014. године у Београду (<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/p2014.pdf>)

Током већег дела летњег периода, средња и максимална температура ваздуха значајно је варираола, док је минимална температура ваздуха углавном била изнад нормалних вредности (Графикон 9). Количина падавина је била висока и лето је имало карактер екстремно кишног за подручје Београда (Графикон 10).



Графикон 9: Средња, минимална и максимална температура ваздуха током лета 2014. године у Београду

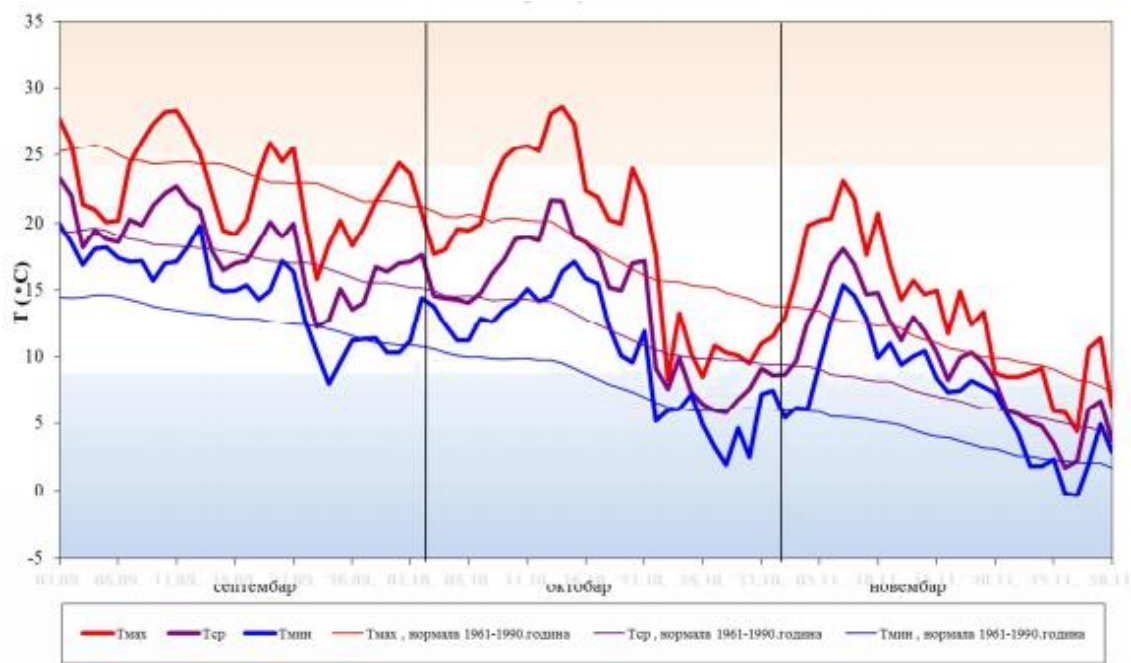
(<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/l2014.pdf>)



- измерена количина падавина за период лета 2014.
- кумулативна количина падавина за период лета 2014.
- кумулативна количина падавина за јул 2014.
- кумулативна количина падавина за август 2014.
- кумулативна количина падавина за лето у периоду 1961-1990
- кумулативна количина падавина за јул у периоду 1961-1990
- кумулативна количина падавина за август у периоду 1961-1990

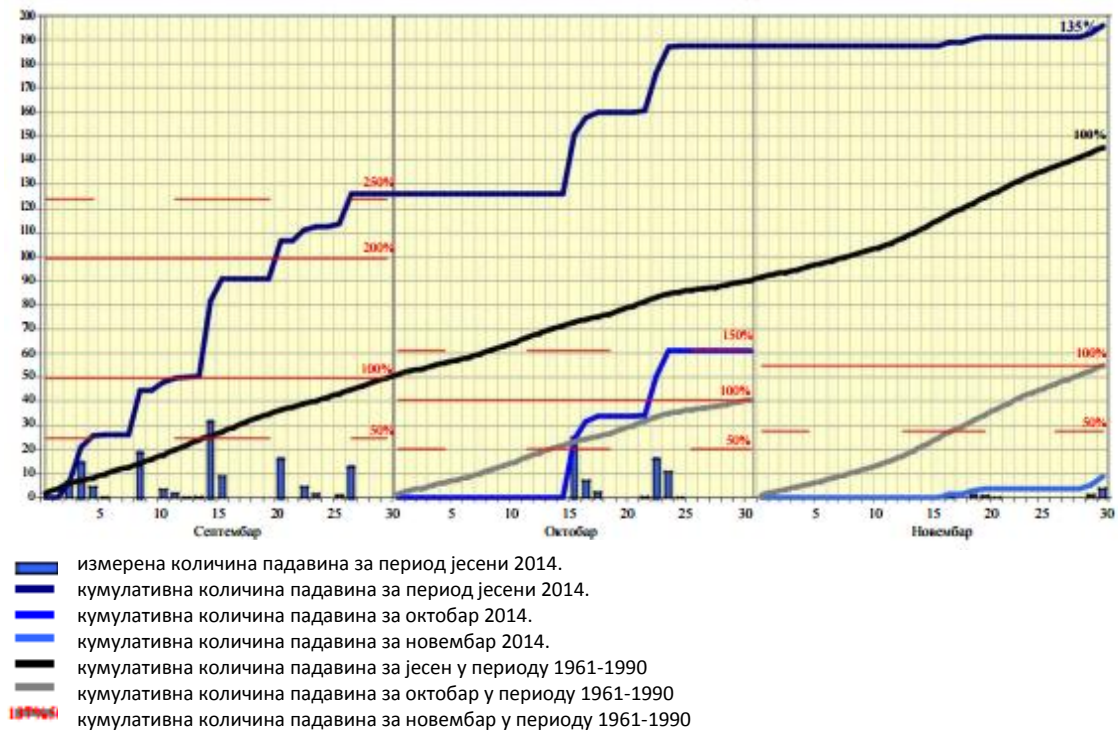
Графикон 10: Кумулативна количина падавина током лета 2014. године у Београду (<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/l2014.pdf>)

Током већег дела јесењег периода, средња, максимална и минимална температура ваздуха (Графикон 11), као и количина падавина (Графикон 12) биле су изнад нормалних вредности за подручје Београда.



Графикон 11: Средња, минимална и максимална температура ваздуха током јесени 2014. године у Београду

(<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/j2014.pdf>)



Графикон 12: Кумулативна количина падавина током јесени 2014. године у Београду (<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/i2014.pdf>)

4.1.7.2. Карактеристике земљишта

На површинама на којима су основани теренски огледи отворени су педолошки профили у циљу узимања узорака за анализу физичко-хемијских особина земљишта (Слика 13). На основу лабораторијских анализа које су извршене у Педолошкој лабораторији на Шумарском факултету Универзитета у Београду, земљиште на теренском огледу на Великом ратном острву окарактерисано је као флувисол, а земљиште на теренском огледу Бостаниште као амфиглејно земљиште.



Слика 13: Педолошки профил на теренском огледу Велико ратно острво (лево) и Бостаниште (десно)

Према физичким особинама земљиште на великом ратном острву можемо сврстати у групу песковитих иловача са постепеним прелазом ка иловастим пескушама идући у дубину профила (Табела 5).

Табела 5: Физичке особине земљишта у теренском огледу на Великом ратном острву

ДУБИНА (cm)	ХИГРОСКОПСКА ВОДА (%)	ГРАНУЛОМЕТРИЈСКИ САСТАВ ЗЕМЉИШТА (%)							
		КРУПАН ПЕСАК	СИТАН ПЕСАК		ПРАХ		ГЛИНА	УКУПНИ	
		2,0-0,2 mm	0,2-0,06 mm	0,06-0,02 mm	0,02-0,006 mm	0,006-0,002 mm	< 0,002 mm	песак > 0,02 mm	глина < 0,02 mm
0-10	1,38	0,00	61,60	11,10	10,90	6,20	10,20	72,70	27,30
10-20	1,00	0,00	66,60	12,10	7,80	3,50	10,00	78,70	21,30
20-40	0,78	0,00	72,50	10,30	4,50	5,70	7,00	82,80	17,20

Земљиште је повољних хемијских особна, садржаја хумуса, азота, фосфора, калијума и однос C/N, за земљиште типа флувисола. У овом случају на продуктивност земљишта већи утицај има режим подземне воде и гранулометријске особине земљишта (Табела б).

Табела 6: Хемијске особине земљишта у теренском огледу на Великом ратном острву

ДУБИНА (cm)	pH		γ1 mL NaOH/ 50g	АДСОРПТИВНИКО МПЛЕКС			CaCO ₃ (%)	Хумус (%)	C (%)	N (%)	C/N	ЛАКО ПРИСТУПАЧАН	
	H ₂ O	CaCl ₂		(T-S)	S	T						P ₂ O ₅	K ₂ O
			cmol/kg									mg/100g	
0-10	7,90	7,07	0,00	0,00	0,00	0,00	6,6	2,97	1,72	0,18	9,5	34,28	25,70
10-20	8,19	7,37	0,00	0,00	0,00	0,00	7,0	1,39	0,81	0,00		21,56	16,50
20-40	8,28	7,22	0,00	0,00	0,00	0,00	7,1	0,73	0,42	0,00		13,18	9,70

Земљиште у Бостаништу је тешког механичког састава, са процентуално високим учешћем глине чија се заступљеност идући у дубину још повећава, на основу чега ово земљиште можемо сврстати у групу прашкасто глиновитих иловача са тенденцијом прелаза ка прашкастим глинушама (Табела 7).

Табела 7: Физичке особине земљишта у теренском огледу у Бостаништу

ДУБИНА (cm)	ХИГРОСКОПСКА ВОДА (%)	ГРАНУЛОМЕТРИЈСКИ САСТАВ ЗЕМЉИШТА (%)							
		КРУПАН ПЕСАК	СИТАН ПЕСАК		ПРАХ		ГЛИНА	УКУПНИ	
		2,0-0,2 mm	0,2-0,06 mm	0,06-0,02 mm	0,02-0,006 mm	0,006-0,002 mm	< 0,002 mm	песак > 0,02 mm	глина < 0,02 mm
0-20	4,44	0,00	5,80	10,00	30,80	14,50	38,90	15,80	84,20
20-50	4,18	0,00	0,60	13,90	31,90	11,60	42,00	14,50	85,50

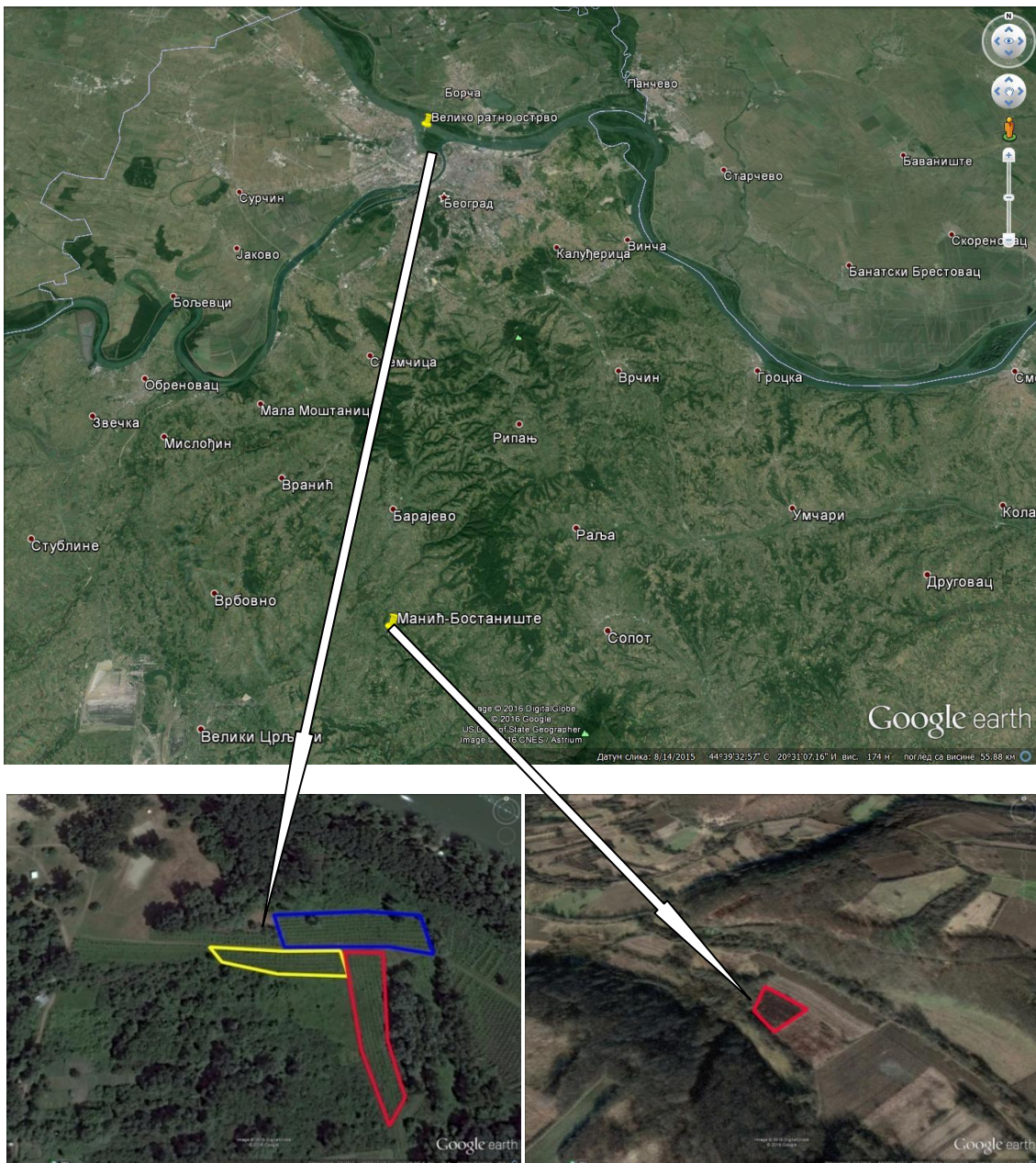
Према хемијским особинама земљиште у Бостаништу типа амфиглеја је задовољавајућих особина, са нешто нижим садржајем азота и фосфора (Табела 8).

Табела 8: Хемијске особине земљишта у теренском огледу у Бостаништу

ДУБИНА (cm)	pH		Y1 mL NaOH/ 50g	АДСОРПТИВНИ КОМПЛЕКС			V	CaCO ₃	Хумус	C	N	C/N	ЛАКО ПРИСТУПАЧАН	
	H ₂ O	CaCl ₂		(T-S)	S	T							P ₂ O ₅	K ₂ O
			cmol/kg									mg/100g		
0-20	7,92	7,24	1,50	0,98	36,40	37,4	97,4	0,0	3,3	1,89	0,23	8,2	3,84	23,30
20-50	8,15	7,25	0,00	0,00	0,00	0,00		1,2	1,6	0,92	0,00		1,62	17,70

4.1.7.3. Распоред садње

Оба теренска огледа основана су садницама свих 13 half-sib линија. Распоред садње је 3X3 m. Ради лакшег проналажења half-sib линија на терену примењен је "континуирани" експериментални дизајн. Редови су формиран тако што је у првом реду посађена по једна садница из сваке half-sib линије. Овакав распоред је настављен до краја реда, тако да је 14. садница у првом реду била садница из прве half-sib линије. Сваки следећи ред је започет садницом из half-sib линије која редно прати half-sib линију којом је завршен претходни ред, при чему редови нису били једнаких дужина (Слика 14, Прилог 3 и Прилог 4).



Слика 14: Положај теренских огледа на Великом ратном острву и у Бостаништу

4.1.8. Процена преживљавања и развоја садница у теренским огледима

Премер посађених садница вршен је у пролеће и у касну јесен 2014. године, при чему је садницама мерен пречник у нивоу кореновог врата D (mm) употребом дигиталног помичног кљунастог мерила са тачношћу од 0,1 mm и висина (H (cm)) употребом лењира (телескопске нумерисане летве) са прецизношћу од 1 cm. У тренутку мерења извршено је евидентирање преживелих садница.

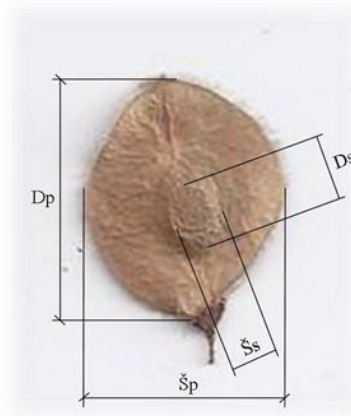
На основу средњих вредности (MV) и стандардне девијације (SD) пречника и висина мерених у време садње, саднице су разврстане у три класе: (Велике) $L > MV + SD$, (Средње) $M = MV \pm SD$, и (Мале) $S < MV - SD$. Средње вредности ових класа су коришћене за израчунавање двостране Пеарсонове корелације (r) између почетне вредности и вредности измерених након првог периода раста на терену. Процент прираста (%) у односу на почетне вредности висине и пречника је израчунат као $(H2/H1) \times 100 - 100$ и $(D2/D1) \times 100 - 100$.

У току периода раста садница на теренском огледу Велико ратно острво у периоду мај-септембар више пута је вршено машинско кошење корова око садница, док на теренском огледу Бостаниште нису вршене мере неге засада.

4.2. Лабораторијска истраживања

4.2.1. Анализа морфолошких карактеристика плодова и семена тест стабала

Од сакупљеног уroda са сваког тест стабала издвојен је узорак од 100 плодова са семеном у циљу анализирања варијабилности морфолошких карактеристика. Том приликом извршено је мерење дужине (D_p) и ширине (\check{S}_p) плода и дужине (D_s) и ширине (\check{S}_s) семена у mm (Слика 15).



Слика 15: Мерење морфолошке карактеристике плодова и семена: D_p -дужина плода, \check{S}_p -ширина плода, D_s -дужина семена, \check{S}_s -ширина семена

4.2.2. Анализа квалитета уroda тест стабала

Сакупљеном семену са тест стабала анализирана је клијавост у Лабораторији за испитивање семена и садница Шумарског факултета у Београду. Стандардни узорак (4x100 семенки) наклијаван је у петри посудама, на подлози од филтер папира, уз присуство дневне светлости у трајању од 14 дана. Узорак семена је редовно влажен до тачке засићења филтер папира, а потом је

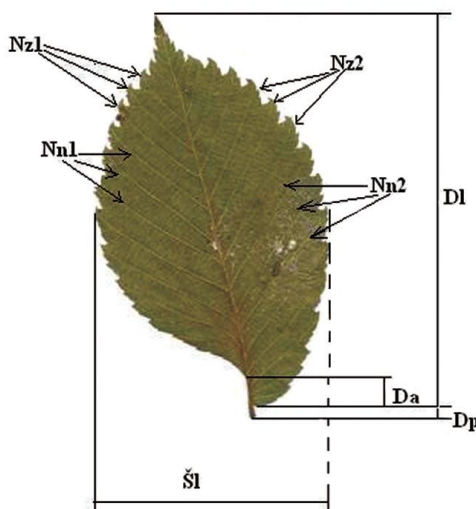
израчуната техничка клијавост семена, као проценат исклијалих од укупног броја семена.

Маса хиљаду семенки израчуната је стандардном формулом за израчунавање масе хиљаду семенки (Ivetić, 2013):

$$MXC = \sum 8X \times 1,25 ; \text{ где је } X \text{ маса } 100 \text{ семенки}$$

4.2.3. Анализа морфолошких карактеристика листова тест стабала

Узорак од по 100 листова са сваког тест стабла узет је у лето 2011. године. Листови су сакупљаени из нижих делова круна методом случајног узорка. Након сакупљања листови су хербаризовани, а потом су им измерене следеће морфолошке карактеристике: дужина листа (DI), ширина листа ($\check{S}I$), дужина петељке (Dp), дужина асиметрије (Da) - све у mm , број нерава са краће стране ($Nn1$), број нерава са дуже стране ($Nn2$), број зубаца са краће стране ($Nz1$) и број зубаца са дуже стране ($Nz2$) (Слика 16).



Слика 16: Мерене морфолошке карактеристике листова: DI -дужина листа, $\check{S}I$ -ширина листа, Dp -дужина петељке, Da -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

4.2.4. Анализа садржаја тешких метала у земљишту и листовима тест стабала

За анализу садржаја тешких метала у земљишту и листовима веза узорци су сакупљени у септембру 2014. године. Листови су сакупљени са 13 тест стабала. Сакупљано је 1-2 kg свежег биљног материјала са сваког стабла који је стављен у полиетиленске (пластичне) кесе. У исто време су узети и узорци земљишта испод круна стабала на различитим дубинама (0-10 cm, 10-20 cm и 20-40 cm) и по један узорак земљишта у непосредној близини стабала изван шуме из површинског слоја земљишта (0-10 cm). Тест стабла налазе се распоређена у групама тако да је узорак земљишта узет на укупно 10 локалитета (5 локалитета у шуми и 5 локалитета изван шуме), као што је приказано на слици (Слика 17). Узорци земљишта који су стављени у папирне кесе, и заједно са узорцима листова су истог дана однесени у сушару Шумарског факултета Универзитета у Београду ради стављања на сушење.

Листови и земљиште су сушени 2 недеље на собној температури, а потом уситњени, односно самлевени до степена финог праха. Тако припремљен биљни и земљишни материјал коришћен је за одређивање садржаја тешких метала: Zn - цинка, Pb - олова, Ni - никла, Mn - мангана и Fe - гвожђа.

Претходно уситњен материјал у ахатном авану је потом мокро спаљен раствором *aquaregia* (HNO₃: HCl, у запреминском односу 1:3) уз рефлукс 2 сата (према стандардним процедурама: ISO 11466:1005 Soil quality, 1995). Садржаји Zn, Pb, Ni, Mn и Fe у земљишту и биљном материјалу одређени су методом атомске апсорпционе спектрофотометрије, а мерења су вршена на инструменту Thermo M Series A instrument (USA).



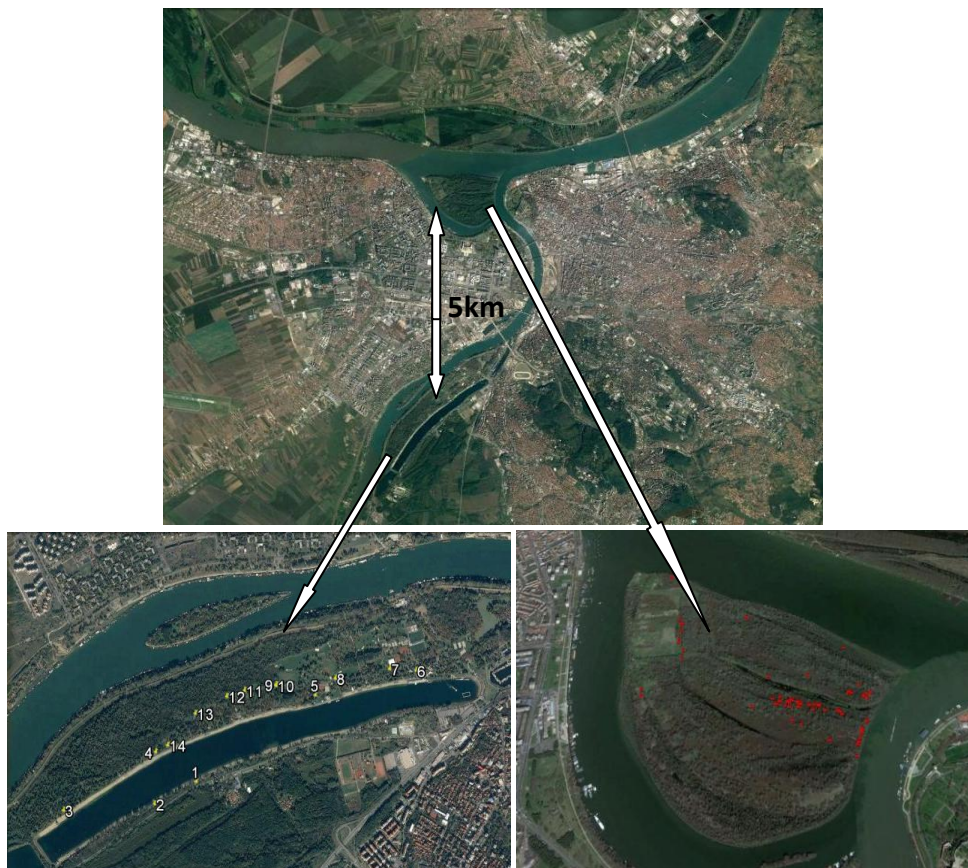
Слика 17: Распоред тест стабала са којих је узет узорак листова (бројеви) и локалитета (крugови) са којих је узето земљиште за анализу садржаја тешких метала

4.2.5. Анализа варијабилности применом молекуларних маркера

Индивиде из популације веза на Великом ратном острву су испитане на молекуларном нивоу применом анализе варијабилности два типа молекуларних маркера, једарних микросателита – SSRs (*simple sequence repeats*) и хлоропластних маркера – некодирајућих интергенских спејсера.

Узорци за молекуларне анализе (пупољци) су сакупљени са 81 стабла из популације на Великом ратном острву, а ради потпуније процене стања ове популације, односно утврђивања генетичке диференцијације популације, степена изолованости и протока гена, у анализи је укључено и 14 стабала из популације на Ади Циганлији која је удаљена око 5 km ваздушном линијом од анализиране популације (Слика 18). Пупољци су сакупљани током јануара и фебруара месеца 2016. године, док су узорци листова са стабала из популације на Ади Циганлији сакупљени у мају 2016. године. Пупољци и листови су након сакупљања сложени у обележене филтер врећице које су са силика гелом сложене у пластичне зип кесице ради исушивања.

Молекуларне анализе су извршене у Лабораторији за биотехнологију Шумарског факултета Универзитета у Београду.



Слика 18: Распоред стабла са којих су сакупљени узорци у популацијама веза на Великом ратном острву и Ади Циганлији

Изолација тоталне геномске ДНК

Осушени биљни материјал је одмерен у стерилне епендорф тубе од 2 ml у количини 20-30 mg након чега је извршено његово уситњавање на уређају Tissue Lyser II (Qiagen®). Хомогенизовани биљни материјал је чуван у замрзивачу при температури од -20°C до момента екстракције. Изолација тоталне геномске ДНК извршена је употребом reqGOLD Plant DNA Mini Kit - a (PEQLAB®) према упутству произвођача:

- У тубе са хомогенизованим биљним ткивом додато је по 400 μ l екстракционог пуфера PL1 и 15 μ l RNase A (20 mg/ml) која разлаже молекул РНК. Садржај је добро измешан на "Vortex" мешалици у трајању од 10 секунди.
- Добијена хомогена смеша је инкубирана 30 минута на температури од

65°C уз повремено мешање на мешалици (3-4 пута) у трајању од 10 секунди у циљу ослобађања молекула ДНК из ћелија.

- Након тога је додато по 100 µl пуфера PL2 и мешано је 5 секунди на мешалици.

- Преципитација је обављена стављањем на лед у трајању од 5 минута, а затим је охлађена смеша центрифугирана 5 минута на максималној брзини на центрифуги (10000 x g).

- Супернатант са ДНК је пренесен у колоне са микрофилтером (жути) постављеним на тубе за сакупљање запремине 2 ml и центрифугиран 1 минут при брзини од 10000 x g.

- Након одбацивања микрофилтера са дебријем у тубе са сакупљеним супернатантом је додато по 225 µl пуфера за везивање ДНК, *DNA Binding Buffer*, уз мешање пипетом.

- Садржај је из два пута наносен на колоне за везивање ДНК, *PerfectBind DNA*, уз центрифугирање у трајању од 1 минут при максималној брзини.

- Колоне са микрофилтером за везивање ДНК су пренете на нове тубе за сакупљање након чега је вршено испирање са 650 µl *DNA Wash Buffer*-а уз центрифугирање од 1 минут при брзини од 10000 x g. Поступак је поновљен 2 пута.

- Сушење микрофилтера је извршено преношењем колоне са микрофилтером за везивање ДНК на нове тубе за сакупљање и центрифугирањем 2 минута при брзини од 10000 x g.

- Колоне са микрофилтером за везивање ДНК су пренете на тубе од 1,5 ml са одстрањеном капицом, а одвајање ДНК са микрофилтера је извршено елуционим пуфером, *Elution Buffer*, тако што је 100 µl пуфера додато на колону и остављено 2 минута на собној температури, а потом центрифугирано 1 минут при брзини 6000 x g. Овај поступак је поновљен 2 пута.

- Изолована ДНК је пренесена у тубе са силиконским прстеном од 1,5 ml.

Одређивање чистоће ДНК изолата и прављење радних концентрација

Одређивање приноса (концентрације) и чистоће изолата ДНК извршено је мерењем абсорбанција на спектофотометру, при чему су узете у обзир абсорбанције на таласним дужинама од 230 nm, 260 nm и 280 nm. Максимум абсорбанције молекула ДНК има при дужини од 260 nm и на основу овог податка се врши прерачунавање концентрације ДНК у изолату, док однос адсорбанција 260/280 nm и 260/230nm указује на чистоћу изолата. Однос адсорбанција 260/230 nm треба да је у опсегу вредности 1,8-2,0, а ниже вредности указују на контаминацију полисахаридима и полифенолима, као и однос адсорбанција 260/280 nm који треба да је у истом опсегу вредности, јер ниже вредности указују на контаминацију протеинима, док више указују на постојање РНК у изолату (Varma et al., 2007).

Направљени су радни раствори ДНК концентрације 50 ng/μl које су у обележеним тубама са силиконским прстеном чуване на -20°C.

PCR амплификација одабраних SSR маркера и фрагмент анализа

Према подацима који се налазе у Банци гена (GeneBank) пријављено је 59 микросателитских локуса у оквиру рода *Ulmus* L., а на основу прегледа литературе (Табела 9) одабрано је 10 који су тестирани на панелу од 8 насумично изабраних индивидуа. Критеријуми за одабир микросателитних маркера су обухватили: структуру мотива (само микросателити са перфектним и прекинутим мотивом), број алела, ефективни број алела и очекивана хетерозиготност.

За PCR амплификацију појединачних локуса је као матрица коришћена тотална геномска ДНК у концентрацији 50 ng (1 μl) по реакцији, у тоталној запремини 25 μl. За PCR реакцију су поред ДНК коришћени: MM2X (Master Mix 2X, PROMEGA®, садржи: 50 јединица/ml *Taq* DNA полимеразе у реакционом пуферу (pH 8.5), 400μM dATP, 400μM dGTP, 400μM dCTP, 400μM dTTP, 3mM MgCl₂) - 12,5

µl, директни (F) и реверзни (R) прајмери (10 µM) по 0,25 µl и вода - 11 µl. PCR амплификација је урађена употребом Labnet MultiGene OptiMax Thermal Cycler 115V models (Labnet International, Inc.) према следећем протоколу: 1. иницијална денатурација на 95°C у трајању од 5 минута; 2. денатурација на 94°C у трајању од 45 секунди; 3. припајање прајмера на 55°C у трајању од 45 секунди; 4. екстензија на 72°C у трајању од 1минут; 5. финална екстензија 72°C у трајању од 5 минута, при чему су кораци 2, 3 и 4 поновљени 35 пута.

Успешност PCR амплификације сваког локуса је проверена електрофорезом на агарозном гелу. По 5 µl PCR продукта сваког узорка је помешано је са Midori green бојом (NIPPON Genetics EUROPE GmbH, Dueren, Germany) и нанесено на бунариће у 2% агарозном гелу. Ова боја интеркалира са молекулом ДНК и омогућава визуелизацију продукта под UV трансилуминатором. Агарозни гелови су били потопљени у раствор 1 X TBE пуфера, а електрофореза у трајању од 60 минута је обављена под напоном од 40 V и јачином струје од 130 A. Успешна је амплификовано само 5 локуса и то: Ulm2, Ulm9, Ulmi1-165, UR138 и UR188a.

Прајмери ових успешно амплификованих локуса су комерцијално обележени стандардним флуоросцентним бојама Applied Biosystem - а и то: директни (F) прајмер Ulm9 – зеленом бојом (VIC), Ulmi1-165 – црном бојом (NED), UR138 – плавом бојом (6_FAM), UR188a – црвеном бојом (PET) и реверзни (R) прајмер Ulm2 плавом бојом (6_FAM). Избор боја је извршен на основу очекиваних дужина (Табела 9), тако су UR138 и Ulm2 обојени истом бојом (6_FAM) због велике разлике у очекиваним дужинама фрагмената. Одабрани прајмери су амплификовани у мултиплекс реакцији амплификације са Type-it Kit - ом (QUIAGEN®). Амплификација је рађена у тоталној запремини 11 µl од чега је ДНК чинила 1 µl (50 ng), прајмер микс (5 директних (F) и 5 реверзних (R) прајмера (10 µM))-1,2 µl, вода - 2,8 µl и Type-it Kit - 6 µl према чијем протоколу је реакција и обављена: 1. иницијална денатурација на 95°C у трајању од 5 минута; 2. денатурација на 95°C у трајању од 30 секунди; 3. припајање прајмера на 60°C у трајању од 90 секунди; 4. екстензија на 72°C у трајању од 30 секунди; 5. финална

екстенција на 60°C у трајању од 30 минута, при чему су кораци 2, 3 и 4 поновљени 28 пута.

Добијени PCR продукти су раздвојени капиларном електрофорезом (фрагмент анализа) која је урађена комерцијално од стране Macrogen, Korea (Geumcheon-gu, Seoul, Korea, <http://dna.macrogen.com/eng/>) коришћењем 96-капиларног 3730xl DNK аутоматског секвенцера (Applied Biosystems, Inc. USA). Анализа електроферограма и утврђивање дужина PCR продуката су урађене применом програма GeneMapper (Applied Biosystems).

Табела 9: Преглед и карактеристике одабраних микросателитских локуса

ЛОКУС	МОТИВ	ПРАЈМЕР	ВРСТА	ОПСЕГ ДУЖИНА	He	Ho	A (n)	ПОРЕКЛО СТАБАЛА	ИЗВОР
<u>ulm2</u>	(CAG) ₈	F: 5' - GCGTCTCAGAACAACAGCTTCA - 3' R: 5' - GGCTGCAAGATTGAACTTGAT - 3'	Ulmus rubra	103 - 106	0,48	0,45	2 (20)	Кина	Zalapa et al., 2008
			Ulmus pumila	100	-	-	1 (15)	САД	
			Ulmus laevis	98 - 110	0,61	0,78	4 (14)	Шведска	Whiteley et al., 2003b
				-	0,57	0,63	4 (91)	Данска	Nielsen, Kjaer, 2010a
				-	0,25	0,13	3 (8)		
-	0,51	0,5	2 (20)	Холандија					
-	0,43	0,49	2 (110)	Шпанија	Venturas et al., 2013				
<u>ulm9</u>	(GA) ₂₃	F: 5' - GCATGAGCTTATTCTGTTATAG 3' R: 5' - GGCAAAAAGAAATCAGTATTAGG - 3' R*: 5' - GGCAAAAAGAAATCAGTATTAGG 3'	Ulmus laevis	140 - 182	0,74	0,64	5 (11)	Шведска	Whiteley et al., 2003b
			-	-	0,69	0,76	7 (91)	Данска	Nielsen, Kjaer, 2010a
			-	-	0,75	0,75	5 (8)		
			-	-	0,67	0,7	3 (20)	Холандија	
*МОДИФИКОВАНИ РЕВЕРЗНИ ПРАЈМЕР КОРИШЋЕН У НАШИМ АНАЛИЗАМА (Aleksić, neobjavljeno)									
<u>ulmi1-21</u>	(CT) ₁₀	F: 5' - GCGGTCTTACGTGAGCTTTC - 3' R: 5' - AAAGAGGCAGACGAAGATGG - 3'	Ulmus minor	204 - 220	-	-	5 (30)	Шпанија	Collada et al., 2004
			Ulmus glabra	202 - 228	0,66	0,93	8 (29)		
			Ulmus laevis	-	-	0,72	0,62	Шведска	
			Ulmus rubra	206 - 220	0,66	0,60	5 (20)	Кина	Zalapa et al., 2008
<u>ulmi1-98</u>	(CT) ₆ N ₁₄ (CT) ₇	F: 5' - AAATGGCCGGAATGTGTAC - 3' R: 5' - TGGGTGAGAGGACAAAGTAA - 3'	Ulmus rubra	143 - 165	0,47	0,45	4 (20)	Кина	Zalapa et al., 2008
			Ulmus pumila	122 - 136	-	-	6 (15)	САД	
			Ulmus minor	124 - 156	-	-	4 (30)	Шпанија	Collada et al., 2004
			Ulmus glabra	148 - 166	0,49	0,60	8 (29)		
			Ulmus laevis	166 - 170	0,78	0,14	2 (5)	Шведска	
				-	0,19	0,21	2 (91)	Данска	Nielsen, Kjaer, 2010a
				-	0,48	0,63	3(8)		
				-	0,51	0,75	2 (20)	Холандија	
-	0,39	0,41	3 (110)	Шпанија	Venturas et al., 2013				
<u>ulmi1-165</u>	(CT) ₉	F: 5' - CTCTCCATTGCTCCTCACC - 3' R: 5' - GAGGTGCCATAAGCCAAGAA - 3'	Ulmus minor	128 - 166	-	-	8 (28)	Шпанија	Collada et al., 2004
			Ulmus glabra	128 - 210	0,73	0,64	18 (29)		
			Ulmus laevis	154	0,93	0,83	1 (5)	Шведска	
			Ulmus rubra	147 - 188	0,84	0,90	4 (20)	Кина	Zalapa et al., 2008
			Ulmus pumila	152 - 180	-	-	8 (15)	САД	
<u>ulmi1-11</u>	(CT) ₁₂	F: 5' - CAACCTCTCTCCCATCCA - 3' R: 5' - CCGAGAACCAGAAAGGAGAA - 3'	Ulmus minor	240 - 246	-	-	3 (25)	Шпанија	Collada et al., 2004
			Ulmus glabra	na	0,68	0,76	na		
			Ulmus laevis	na	-	-	-	Шведска	
<u>UR138</u>	(GA) ₈	F: 5' - CTAGAACCCTTCGAAACC - 3' R: 5' - ACAAAAAGCCACACACCTC - 3'	Ulmus rubra	226 - 244	0,72	0,75	5 (20)	Кина	Zalapa et al., 2008
			Ulmus pumila	232 - 242	-	-	4 (15)	САД	
<u>UR158</u>	(TGTA) ₅	F: 5' - TTCTTCATAGGCGCTGAGGT - 3' R: 5' - TGCACCCTGTCAAAGCTAAA - 3'	Ulmus rubra	196 - 205	0,19	0,20	3 (20)	Кина	Zalapa et al., 2008
			Ulmus pumila	180 - 187	-	-	2 (15)	САД	
			Ulmus laevis	-	0,54	0,47	10 (110)	Шпанија	Venturas et al., 2013
<u>UR173a</u>	(CT) ₁₉	F: 5' - ATAAAGGACGCTAAGGCAGTCA - 3' R: 5' - AGACAACTCTTCGCCATCAAT - 3'	Ulmus rubra	156 - 178	0,75	0,95	8 (20)	Кина	Zalapa et al., 2008
			Ulmus pumila	146	-	-	1 (15)	САД	
<u>UR188a</u>	(AC) ₁₅	F: 5' - AAAACTAACGCTCCCTCC - 3' R: 5' - ATTCGCTTCAATTGCGAGT - 3'	Ulmus rubra	114 - 132	0,76	0,80	8 (20)	Кина	Zalapa et al., 2008
			Ulmus pumila	108	-	-	1 (15)	САД	
			Ulmus laevis	-	0,47	0,52	3 (91)	Данска	Nielsen, Kjaer, 2010a
				-	0	0	1(8)		
-	0,43	0,40	2 (20)	Холандија					

PCR амплификација одабраних хлоропластних региона и секвенцирање

На основу литературних података одабрано је 7 хлоропластних некодирајућих ДНК региона за тестирање на панелу од 4 индивидуе из популације на Великом ратном острву. Листа ДНК региона и прајмери за њихову амплификацију су приказани у табели (Табела 10). Одабир индивидуа је извршен на основу просторног распореда стабала у популацији и њиховог пречника, тако да су одабрана стабла 36, 43, 84 и 89.

Табела 10: Преглед одабраних хлоропластних региона и њихових прајмера

РЕГИОН	ПРАЈМЕР	ИЗВОР
<i>psbA-trnH</i>	F: <i>psbA</i> (5' - GTTATGCATGAACGTAATGCTC- 3') R: <i>trnH</i> (5' - CGCGCATGGTGGATTACAAATC- 3')	Tate, Simpson, 2003
<i>trnL-trnF</i>	F: c(5' - CGAAATCGGTAGACGCTACG- 3') R: f(5' - ATTTGAACTGGTGACACGAG- 3')	Taberlet et al., 1991
<i>trnT-trnF</i>	F: a(5' - CATTACAAATGCGATGCTCT- 3') R: f(5' - ATTTGAACTGGTGACACGAG- 3')	Taberlet et al., 1991
<i>rps16-trnK</i>	F: <i>rpS16x2F2</i> (5' - AAAGTGGGTTTTATGATCC - 3') R: <i>trnK</i> ^(UUU) x1:(5' - TAAAAAGCCGAGTACTCTACC- 3')	Shaw et al., 2007
<i>rpl32-trnL</i>	F: <i>trnL</i> ^(UAG) (5' - CTGCTTCCTAAGAGCAGCGT- 3') R: <i>rpl32-F</i> (5' - CAGTTCACAAAAAACGTAAGTTC- 3')	Shaw et al., 2007
<i>trnG-trnS</i>	F: <i>trnQ-f</i> (5' - GAACGAATCACACTTTACCAC - 3') R: <i>trnS-r</i> (5' - GCCGCTTGTAGTCCACTCAGC - 3')	Hamilton, 1999
<i>trnD-trnT</i>	F: <i>trnD</i> ^(GUC) (5' - ACCAATTGAACTACAATCC -3') R: <i>trnT</i> ^(GGU) (5' - CTACCACTGAGTAAAAAGGG - 3') *F: <i>trnDf400</i> (5' - ACCAATTGAACTACAATC -3') R: <i>trnT</i> ^(GGU) (5' - CTACCACTGAGTAAAAAGGG - 3')	Demesure et al., 1995 *Aleksić (neobjavljeno)

За PCR амплификацију је као матрица коришћена тотална геномска ДНК у концентрацији 50 ng (1 µl) по реакцији, у тоталној запремини 25 µl. За стандардну PCR реакцију су поред ДНК коришћени: MM2X (Master Mix 2X, PROMEGA®, садржи: 50 јединица/ml *Taq* DNA полимеразе у реакционом пуферу (pH 8.5), 400µM dATP, 400µM dGTP, 400µM dCTP, 400µM dTTP, 3mM MgCl₂) - 12,5 µl, директни (F) и реверзни (R) прајмери (10 µM) по 0,25 µl и вода - 11 µl. PCR амплификација је урађена употребом Labnet MultiGene OptiMax Thermal Cycler 115V models (Labnet International, Inc.)

према протоколима приказаним у табели (Табела 11).

Табела 11: Протоколи за PCR амплификацију одабраних хлоропластних региона

КОРАЦИ	1	2	3	4	5	БРОЈ ЦИКЛУСА 2-4
РЕГИОН	ИНИЦИЈАЛНА ДЕНАТУРАЦИЈА	ДЕНАТУРАЦИЈА	ПРИПАЈАЊЕ ПРАЈМЕРА	ЕКСТЕНЗИЈА	ФИНАЛНА ЕКСТЕНЗИЈА	
<i>psbA-trnH</i>	94°C, 5 мин	94°C, 1 мин	63°C, 1 мин	72°C, 1 мин	72°C, 10 мин	35
<i>trnL-trnF</i>	94°C, 10мин	94°C, 45 с	55°C, 45 с	72°C, 1,5 мин	72°C, 10 мин	35
<i>trnT-trnF</i>	94°C, 10 мин	94°C, 45 с	55°C, 45 с	72°C, 1,5 мин	72°C, 10 мин	35
<i>rps16-trnK</i>	94°C, 5 мин	94°C, 1 мин	53°C, 1 мин	72°C, 1 мин	72°C, 10 мин	35
<i>rpl32-trnL</i>	94°C, 5 мин	94°C, 1 мин	53°C, 1 мин	72°C, 1 мин	72°C, 10 мин	35
<i>trnG-trnS</i>	94°C, 5 мин	94°C, 1 мин	60°C, 1 мин	72°C, 1 мин	72°C, 10 мин	35
<i>trnD-trnT</i>	94°C, 5 мин	94°C, 1 мин	55°C, 45 с	72°C, 1,5 мин	72°C, 10 мин	35
<i>trnDf400-trnT</i>	94°C, 5 мин	94°C, 1 мин	55°C, 45 с	72°C, 1,5 мин	72°C, 10 мин	35

* мин -минут/минута; с - секунди

Присуство PCR продукта је проверено електрофорезом на 2% агарозном гелу. По 5 µl PCR продукта сваког узорка је помешано са Midori green бојом (NIPPON Genetics EUROPE GmbH, Dueren, Germany) и унесено у бунариће на агарозном гелу. Ова боја интеркалира са молекулом ДНК и омогућава визуелизацију продукта под UV трансилуминатором. Агарозни гелови су били потопљени у раствор 1 X TBE пуфера, а електрофореза у трајању од 60 минута је обављена под напоном од 40 V и јачином струје од 130 A. Успешно је амплификовано 4 хлоропластна ДНК региона: *psbA-trnH*, *trnL-trnF*, *rps16-trnK* и *rpl32-trnL*.

Утврђен је примарни редослед нуклеотида успешно амплификованих хлоропластних региона путем Сангер секвенцирања које је обављено комерцијално од стране MacroGen, Korea (Geumcheon-gu, Seoul, Korea, <http://dna.macrogen.com/eng/>) коришћењем 96-капиларног 3730xl DNK аутоматског секвенцера (Applied Biosystems, Inc. USA).

Биоинформатичка обрада података

Једарни микросателити

Потенцијално присуство нултих алела на микросателитским локусима, грешке које се могу јавити током генотипизације услед присуства *stutter* бендова као и доминација кратких алела (*large allele dropout*) је проверено коришћењем програма Micro-Checker (Van Oosterhout et al., 2004). За сваки локус и популацију процењени су следећи параметри генетичког диверзитета:

- Степен полиморфних локуса;

- Пропорција полиморфних локуса;

- Укупан број алела (A);

- Ефективни број алела (A_e) који се израчунава по формули $A_e = 1 / (1 - H_e)$ и представља онај број подједнако фреквентних алела који је неопходан да би се достигао ниво очекиване хетерозиготности (H_e) који је израчунат на основу фреквенци алела узорка. A_e практично не узима у обзир мало фреквентне алеле и на његову вредност утиче величина узорка те је стога A_e увек мањи од укупног броја алела (A).

- Просечан број алела по локусу;

- Добијена хетерозиготност (H_o) (*observed heterozygosity*) се израчунава на основу броја детектованих хетерозигота у популацији по формули $H_o = \text{број хетерозигота на локусу} / \text{укупан број индивидуа}$. Вредност овог параметра се креће од 0-1: 0 значи да у популацији нема хетерозигота, док 1 значи да су све индивидуе у популацији хетерозиготи.

- Очекивана хетерозиготност (H_e) (*expected heterozygosity* или *genetic diversity*) је процењен број свих индивидуа које би биле хетерозиготне на било ком случајно одабраном локусу. Очекивана хетерозиготност се разликује од добијене хетерозиготности по томе што се вредност H_e добија на основу добијених фреквенци

у узорку. Одступања између добијене и очекиване хетерозиготности говоре о томе да ли је популација у HWE и налазе се у распону од 0 до 1.

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.

Параметар који описује величину одступања добијених учесталости хетерозигота (H_o) од оних које би се очекивале у случају да је та популација у HWE (H_e) је коефицијент инбридинга, а израчунава се према формули: $F_{is} = 1 - H_o/H_e$ (вредности се налазе у распону од -1 до +1).

Ако је $F_{is}=0$, значи да је популација у Харди-Вајнберговој равнотежи (*Hardy-Weinberg equilibrium*-HWE). Вредност мања од 0 показује да у датој популацији постоји већи број хетерозигота, док позитивне вредности показују да дата популација има мање хетерозигота него што би се очекивало у случају да је популација у HWE. До одступања од HWE долази услед: грешке током генотипизације, мутација или миграција, укрштања у сродству, генетичког дрифта, селекције, структурирања популације (Wahlund-овефекат).

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. Услед ограниченог протока семена и полена између популација долази до тога да се јединке које су просторно ближе чешће укрштају. Последица тога је да су просторно блиске јединке и генетички сличније, а просторно удаљене индивидуе генетички мање сличне. Степен генетичке диференцијације популација се изражава преко параметра F_{st} , који има вредности од 0 до 1 (вредност 0 значи да испитиване популације нису међусобно генетички диференциране, а 1 значи да се јако разликују и да су максимално генетички диференциране). С обзиром да су степен генетичке

диференцијације популација и проток гена нераскидиво повезани, F_{st} параметар се може користити и за процену историјског протока гена, N_m , по формули $N_m = (1 - F_{st}) / (4F_{st})$ за диплоидне организме и острвски модел миграција између популација које су у HWE еквилибријуму (Wright, 1951). Вредност N_m параметра се креће од 0 до бесконачно (0 значи да нема протока гена између популација које су високо генетички диференциране, а бесконачно значи да популације неометано размењују гене/мигранте и да нису генетички диференциране). Сматра се да је N_m од 1 мигранта по генерацији довољно да спречи генетичку диференцијацију услед генетичког дрифта.

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 method, BM) која се не заснива на коефицијентима генетичке сличности већ на различитим моделима сродности индивидуа 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). У оквиру овог програма, се број независних генетичких група K утврђује применом Monte Carlo Markov Chain (MCMC) симулација и Бајесове методе (BM). За сваку MCMC симулацију задата је дужина "загревања ланца" (*burn-in*) и дужина ланца (*run length*) од по 100000 и рађено је по десет независних *run* - ова за сваки задати K који се кретао у опсегу 1 до 4. У свим симулацијама је коришћен *no admixture* модел сродности индивидуа, а за анализу је

коришћен *correlated allele frequencies* модел који дозвољава да фреквенце алела у различитим популацијама буду међусобно зависне у одређеном степену и стога донекле сличне. Програм у свакој симулацији за сваку индивидуу израчунава пресечну припадност задатим *gene pool*-овима (q_i) и на основу тога их сврстава у одговарајуће генетичке групе искључиво на основу њиховог генетичког профила.

Демографске промене у популацији на Великом ратном острву, односно, потенцијално нагло смањење бројности током последњих $2N_e$ - $4N_e$ (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).

Хлоропластне секвенце

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.

4.2.6. Анализа развоја једногодишњих садница из теста потомства

После првог периода раста узорак од 50 садница по half-sib линији извађен је из леја. На узорку од укупно 700 садница измерени су пречник у нивоу кореновог врата (D (mm)) и висина (H (cm)). Саднице су пресечене у кореновом врату и сушене 48 h на $68^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, (Ivetić, 2013), након чега је измерена маса надземног дела са листовима (m_s) и маса корена (m_r) у сувом стању са прецизношћу до 0,01g.

Садницама је одређен:

- Индекс квалитета садница - I_k , (Dicson et al., 1960), према следећој формули:

$$\frac{UMSSUS (g)}{\left(\frac{h (cm)}{d (mm)}\right) + \left(\frac{MNDSUS (g)}{MPDSUS (g)}\right)}$$

где је: UMSSUS - укупна маса садница у сувом стању, h - висина садница, d - пречник садница, MNDSUS - маса надземног дела у сувом стању, MPDSUS - маса корена у сувом стању.

- однос масе надземног дела и масе корена –

$$\frac{ms (g)}{mr (g)}$$

- Ролеров коефицијент једрине (Roller, 1977) – однос висине и пречника:

$$\frac{h (cm)}{d (mm)}$$

4.2.7. Анализа развоја четворогодишњих садница (1+3)

На крају четвртог периода раста садница у тесту потомства у Манићу узорак од 5 садница од 8 half-sib линија је пренесен у Лабораторију за испитивање семена и садница на Шумарском факултету Универзитета у Београду. Садницама је уз помоћ дигиталног помичног кљунастог мерила измерен пречник кореновог врата ($d_1(mm)$), пречник на 20 cm висине од кореновог врата ($d_{20} (mm)$), са прецизношћу од 0,1mm, висина садница ($h (cm)$), са прецизношћу на 1 cm, и маса садница у сувом стању ($m_s (g)$), након сушења у трајању од 48 h на $68^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$, (Ivetić, 2013), са прецизношћу од 0,1 g.

Узорак осушеног и измереног материјала предат је Служби за испитивање угља која се налази у оквиру РБ "Колубара" д.о.о из Лазаревца у циљу одређивања садржаја хигроскопне влаге ($V (%)$), садржаја пепела ($P (%)$) и топлотне моћи

узорака(Q (kJ/kg)). Протоколи према којима је одређиван садржај хигроскопне влаге, садржај пепела и топлотна моћ налазе се у прилогу (Прилог 5, Прилог 6 и Прилог7).

4.2.8. Статистичка обрада података

Сви подаци до којих се дошло директним мерењима, као и изведени параметри су статистички 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).

5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ

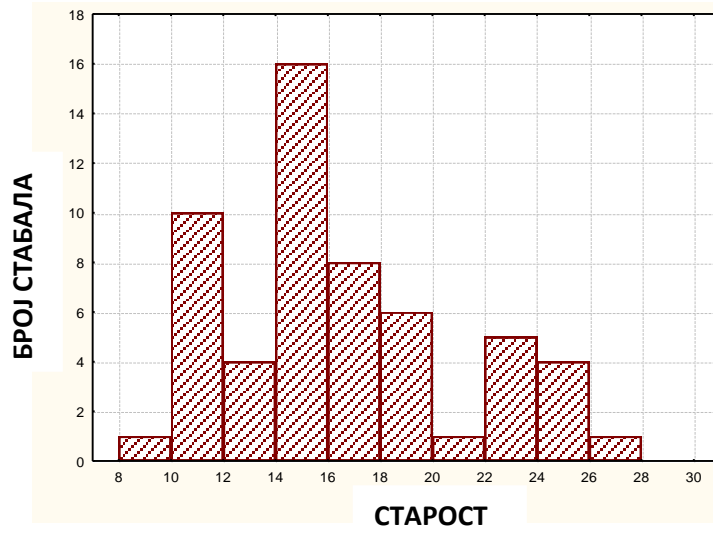
5.1. Ниво популације

5.1.1. Карактеристике популације веза на Великом ратном острву

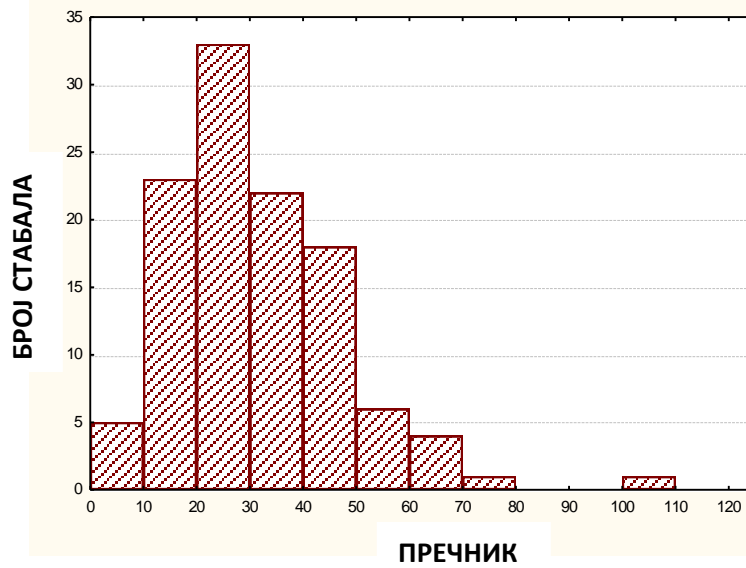
У популацији веза на Великом ратном острву забележено је укупно 89 индивидуа и здравствено стање популације је оцењено као добро. Сва евидентирана стабла су витална и не показују знакове болести, механичка оштећења нису изражена. Старост стабала налази се у распону од 10-27 година (Графикон 13). Средњи пречници налазе се у распону од 8-102 cm (Графикон 14), а висине стабала у распону 5-27 m (Графикон 15). Највећи број стабала је генеративног порекла, док 13 стабала показују изданачки карактер. Круне стабала су код највећег броја стабала оцењене као добре (Прилог 2), уз напомену да је код великог броја стабала круна преширока или ексцентрична што је условљено разређеним склопом.

Истраживана популација на Великом ратном острву не показује симптоме болести, стабла су здрава, витална и плодоносе, а по бројности погодна је за *in situ* конзервацију (Jensen, 1999).

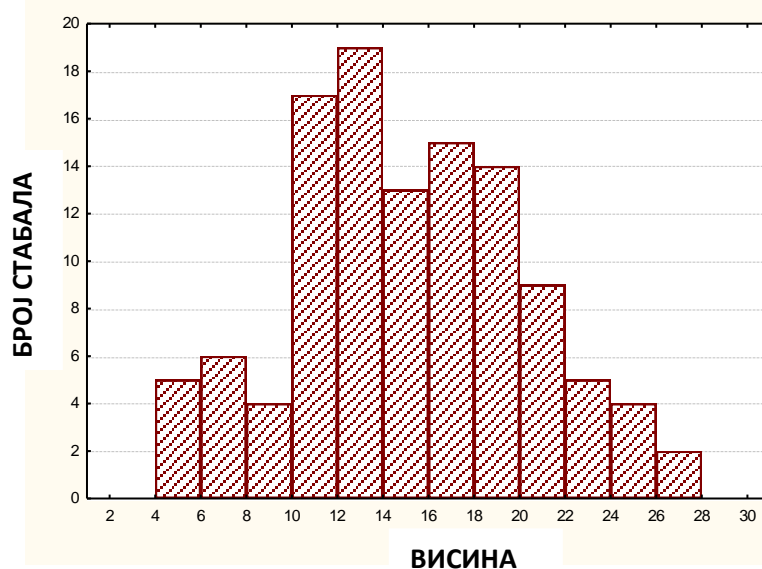
Заступљеност жбуња и закоровљеност су јако изражене на великом делу површине острва, тако да су стабла веза најчешће окружена веома густим спратом жбуња сачињеним претежно од багремца и купине који онемогућавају природно подмлађивање. Она стабла која су смештена на незакоровљеним површинама су углавном прва на удару плавних таласа који са собом односе и семе, тако да подмладак испод њих није забележен (Прилог 2).



Графикон 13: Старосна структура популације



Графикон 14: Дебљинска структура популације



Графикон 15: Висинска структура популације

Величина популације, односно број стабала који учествују у размножавању (ефективна величина популације) у највећој мери одређује ниво генетичког диверзитета који ће се пренети на следећу генерацију (Ivetić et al., 2016b). Мале популације су угрожене од генетичког дрифта и инбридинг депресије, што може довести до смањења генетичког диверзитета и виталности (Hensen, Oberprieler 2005; Chanzenga et al., 2011; Del Castillo et al., 2011; Nagamitsu et al., 2014). Како се генетички диверзитет може проценити преко ефективне величине популације (Wright, 1931), у неким земљама у употреби је овај параметар за прихватање репродуктивног материјала. На пример, за јавна пошумљавања у Британској Колумбији, минимална ефективна величина популација забележена у партији семена мора бити 10 (Stoehr et al., 2004), јер захвата 95% генетичког диверзитета популације (Nei, 1973; Yanchuk, 2001). Осим у индустријским плантажама, број half-sib линија, односно стабала са којих се сакупља семе, не би требало да буде мањи од 40 (OECD, 2013). Међутим, постоје и другачије препоруке према којима минимални број стабала треба да буде: 20 (Pacalaj et al., 2011), 133 (Ferreira et al., 2012), 4660 (Saenz-Romero et al. 2003). Како губитак адитивне варијансе (генетичке

варијабилности) у популацији ефективне величине од 50 износи 1% по генерацији (Eriksson, 2014), овај број стабала се често узима као минималан за сакупљање семена.

Бројност европских популација веза креће у распону од неколико усамљених до стотинак стабала (Mackenthun, 2013; Vakkari et al., 2009). Популација веза у околини Новог Сада послужила је као основа за пројекат конзервације ове врсте, иако је одабрано само 10 индивидуа погодних за размножавање (Aleksić, Orlović, 2004), на основу чега се може закључити да популација веза истраживана у овој докторској дисертацији по својој бројности пружа добру основу како за конзервацију врсте, тако и за наменску производњу садног материјала.

Узорак на ком је испитана старост стабала указује да се ради о младој популацији старости испод 30 година, али премером пречника и висина на свим стаблима уочавамо постојање мањег броја стабала са пречником од 60-80 cm, и једног стабла са пречником преко 100 cm, што указује на могућност присуства стабала веће старости. Стабла на којима је одређена старост налазе се у мање закоровљеном и приступачнијем делу острва, и иако овај узорак по броју прелази половину укупног броја стабала у популацији, не може се сматрати поузданим. Постојање популација брестова у којима су присутна стабла различитих старости забележено је и у Европи (Machenthun, 2004; Stoyanov, 2004; Nielsen, Kjær, 2010a; Venturas et al., 2013), што указује на разнодобност популација у којима вез расте. Разнодобна структура указује на природну обнову ове популације и њену одрживост, јер не постоји ризик од губитка генетичких ресурса уколико се шумска популација спонтано обнавља (Isajev et al., 2009). Мешање генетичког материјала стабала из различитих генерација помаже у очувању генетичког диверзитета (Kang et al., 2005), повећавајући адаптивни потенцијал (Ivetić et al., 2016b) и обезбеђујући пренос ретких алела у наредне генерације (Adams et al., 1998).

Одређени број стабала у популацији налази се у нижим дебљинским степенима, али подмладак није забележен у последњих неколико година. Узроци

изостанка подмлатка могу потицати од различитих фактора. У конкретном случају један од негативних чинилаца може бити закоровљеност тла која физички спречава развој младих биљака или плавна вода која има тенденцију појављивања крајем маја у време плодношења. Један од разлога изостанка подмлађивања у популацији може бити продукција семена слабе клијавости, што може бити изазвано различитим факторима који владају у самој популацији али и околини. Бројност популације и распоред стабала унутар популације, као и удаљеност од суседних популација исте врсте има велики значај када се ради о опрашивању (Lawrence, Marshall, 1997; Vijma, Woolliams, 2000; Kamm et al., 2010). Вез је врста која се опрашује ветром, а познато је да не подлеже лакој укрштању са другим врстама као ни самоопрашивању (Mittempergher, La Porta, 1991). Код популација мале величине које су изоловане, односно код којих не долази до размене генетичког материјала са околним популацијама током више генерација, може доћи до такозване генетичке ерозије услед генетичког дрифта. Такође, могућност за укрштање у сродству је већа, што утиче на виталност популације (Barrett, Kohn, 1991; Hedrick, 2004). Све наведено може изазвати изостанак плодношења или образовања семена слабе клијавости што директно утиче на репродукцију јединке и популације (Menges, 1991).

5.1.2. Варијабилност молекуларних маркера

Једарни микросателити

Од 10 једарних микросателитских локуса који су тестирани на панелу од 8 индивидуа, 5 локуса (Ulm2, Ulm9, Ulmi1-165, UR138 и UR188a) је успешно PCR амплификовано и коришћено за мултиплекс PCR амплификацију код преосталих индивидуа. Локуси Ulm2, Ulmi1-165, UR138 и UR188a су успешно PCR амплификовани код свих индивидуа, док локус Ulm9 није PCR амплификован код индивидуе 30.

Локуси UR138 и Ulmi1-165 показали су се као мономорфни са дужинама фрагмената 230 bp, односно 156 bp, изузев код индивидуе 30 где је локус UR138 имао дужину фрагмента 232 bp. Локуси UR138 и Ulmi1-165 као мономорфни изузети су из даље обраде података.

Код преосталих локуса је помоћу програма MicroChecker (Van Oosterhout et al., 2004) испитано присуство нултих алела, грешака које се могу јавити током генотипизације услед присуства *stutter* бендова као и доминације кратких алела (*large allele dropout*). Само код локуса Ulm9 је детектовано могуће присуство нултих алела услед незанемарљивог вишка хомозигота тако да су све даље анализе рађене са 2 сета података, односно, само са локусима Ulm2 и UR188a, а затим са сва три локуса (Ulm2, Ulm9 и UR188a). Такође из даљих анализа су искључена 2 стабла. Стабло под редним бројем 30 је искључено због појаве дистинктног алела на локусу UR138 који је мономорфан код свих испитиваних стабала веза и изостанка PCR амплификације на локусу Ulm9. Стабло број 89 је такође искључено из даљих анализа због детекције три алела на локусу Ulm2, што може указивати на дупликацију овог локуса код индивидуе 89 или на триплоидну природу ове индивидуе. С обзиром да постоје подаци о томе да код веза број гарнитура хромозома може бити и већи од две (Machon et al., 1995), присуство три алела на локусу је тумачено као индикација триплоидне природе ове индивидуе, а локус је укључен у анализу. У супротном,

односно у случају дупликације локуса Ulm2, он би морао бити искључен из даљих анализа због немогућности утврђивања хомологије алела.

Параметри генетичког диверзитета

Локус Ulm1-165 показао је потпуно одсуство варијабилности код веза, при чему је детектован само један алел дужине 156 bp, као и локус UR138 са дужином алела 230 bp. Пропорција полиморфних локуса износи 60%.

На локусу Ulm2 је детектовано укупно 5 алела, на узорку који обухвата 93 индивидуе, који се налазе у опсегу дужина од 90 до 105 bp. Број алела је 5, а ефективни број алела 2,556 у популацији на Великом ратном острву, односно 4, а ефективни број алела 2,481 у популацији на Ади Циганлији и у целом узорку број алела је 5, а ефективни број алела је 2,552. Фреквенце алела на овом и осталим коришћеним микросателитским локусима у обе популације и целом узорку дате су у табели (Табела 12). Најфреквентнији је алел дужине 105 bp у обе популације и целом узорку, а забележен је приватан и редак алел дужине 96 bp који се јавља само код стабла 55 у популацији на Великом ратном острву. Вредности параметара добијене хетерозиготности (H_o) су износиле 0,696 за популацију на Великом ратном острву, односно 0,714 за популацију на Ади Циганлији, а очекиване хетерозиготности (H_e), 0,609 за популацију на Великом ратном острву и 0,597 за популацију на Ади Циганлији. На локусу Ulm2, на целом узорку вредност добијене хетерозиготности је 0,699, док је очекивана хетерозиготност 0,608. Није детектовано статистички сигнификантно одступање дистрибуције фреквенци генотипова од очекивања према *Hardy-Weinberg*-овој равнотежи, $F_{is} = -0,137$ ($p=0,578$) за популацију на Великом ратном острву односно, $F_{is} = -0,161$ ($p=0,938$) за популацију на Ади Циганлији, а за цело узорак $F_{is} = -0,141$ ($p=0,427$).

На локусу UR188a детектовано је укупно 6 алела у опсегу дужина од 111 до 123 bp. Број алела је 6, а ефективни број алела је 2,008 у популацији на Великом

ратном острву, односно 4, а ефективни број алела је 2,292 у популацији на Ади Циганлији, а на целом узорку број алела је 6, а ефективни број алела је 2,062. Најфреквентнији алел у целом узорку и обе популације је алел дужине 111 bp, а у популацији на Великом ратном острву детектовано је присуство ретких и приватних алела дужине 117 bp код стабла 84 и 121 bp код стабала 77 и 78. Вредности параметара добијене хетерозиготности (H_o) су износиле 0,608 за популацију на Великом ратном острву, односно 0,643 за популацију на Ади Циганлији, а очекиване хетерозиготности (H_e), 0,502 за популацију на Великом ратном острву и 0,564 за популацију на Ади Циганлији, на локусу UR188a. Вредност добијене хетерозиготности на целом узорку је 0,613, а очекиване 0,515. Није детектовано статистички сигнификантно одступање дистрибуције фреквенци генотипова од очекивања према *Hardy-Weinberg*-овој равнотежи, $F_{is}=-0,204$ ($p=0,701$) за популацију на Великом ратном острву односно, $F_{is}=-0,104$ ($p=0,968$) за популацију на Ади Циганлији, а за цео узорак $F_{is}=-0,188$ ($p=0,843$).

На локусу Ulm9 детектовано је укупно 7 алела у опсегу дужина 138 до 180 bp. Број алела је 7, а ефективни број алела је 2,761 у популацији на Великом ратном острву, односно број алела је 4, а ефективни број алела је 2,649 у популацији на Ади Циганлији, а на целом узорку број алела је 8, а ефективни број алела је 2,774. Најфреквентнији алел у укупном узорку и обе популације је алел дужине 148 bp, са тим што се са истом учесталашћу у популацији на Ади Циганлији јавља алел дужине 138 bp. Као приватни алели могу се издвојити алели дужина 144 bp (код стабала 16, 27, 37, 38, 43, 79 и 86), 158 bp (код стабала 31, 51 и 88), 166 bp (код стабала 32, 57, и 85) и 172 bp (код стабала 45 и 54) који се јављају само у популацији на Великом ратном острву и редак алел дужине 180 bp који се јавља само код стабла 10 у популацији на Ади Циганлији. Вредности добијене хетерозиготности (H_o) су изузетно ниске, па је тако за популацију на Ади Циганлији $H_o=0$, док за популацију на Великом ратном острву износи 0,089. Вредности очекиване хетерозиготности (H_e) су за популацију на Великом ратном острву 0,502, а за популацију на Ади Циганлији

0,564. За цео узорак вредност очекиване хетерозиготности је 0,640, а добијене хетерозиготност је ниска као и у самим популацијама и износи 0,075. За обе популације је забележено статистички сигнификантно одступање ($p < 0,001$) од очекивања према *Hardy-Weinber*-овој равнотежи, за популацију на Великом ратном острву $F_{is}=0,863$, популацију на Ади Циганлији $F_{is}=1,000$, а за цео узорак $F_{is}=0,884$.

Анализа неравнотеже везаности (*linkage disequilibrium, LD*) између свих парова микросателитских локуса у популацијама на Великом ратном острву и Ади Циганлији као и у укупном узорку показала је да локуси не показују неравнотежу везаности.

На основу анализе првог сета података (локуси Ulm2 и UR188a), укупан број различитих алела у популацији на Великом ратном острву је 11, а ефективни број алела је 2,282, у популацији на Ади Циганлији број различитих алела је 8, а ефективни број алела је 2,387, а у укупном узорку број различитих алела је 11, а ефективни број алела је 2,334. Приватни алели су заступљени у популацији на Великом ратном острву и има их 3, док их у популацији на Ади Циганлији нема, а у укупном узорку их је такође 3. Укупан број генотипова је 19 у популацији на Великом ратном острву, 10 у популацији на Ади Циганлији и 25 у укупном узорку. Вредности добијене хетерозиготности (H_o) су у популацијама на Великом ратном острву 0,652 и Ади Циганлији 0,679, а укупном узорку 0,665. Очекивана хетерозиготност (H_e) је нижа у сва три случаја и тако за популацију на Великом ратном острву износи 0,555, популацију на Ади Циганлији 0,580, а за укупан узорак 0,568. Коефицијент инбридинга (F_{is}) је негативан и за популацију на Великом ратном острву износи -0,177, популацију на Ади Циганлији -0,168, а за укупан узорак -0,173, (Табела 13).

На основу анализе другог сета података (локуси Ulm2, Ulm9 и UR188a), укупан број различитих алела у популацији на Великом ратном острву је 18, а ефективни број алела је 2,441, у популацији на Ади Циганлији је број различитих алела 12, а ефективни број алела је 2,474, а у укупном узорку број различитих алела је 19, а ефективни број алела је 2,458. У популацији на Великом ратном острву

постоји 4 приватна алела, а у популацији на Ади Циганлији 1 приватан алел, што чини 5 приватних алела на укупном узорку. Укупан број генотипова је 45 у популацији на Великом ратном острву, 13 у популацији на Ади Циганлији и 51 у укупном узорку. На основу ових података добијене вредности хетерозиготности (H_o) су мање од вредности очекиване хетерозиготности (H_e) у обе популације и целом узорку. Тако је вредност добијене хетерозиготности у популацији на Великом ратном острву 0,464, Ади Циганлији 0,452, а за цео узорак 0,462, а вредности очекиване хетерозиготности су за популацију на Великом ратном острву 0,583, популацију на Ади Циганлији 0,594, а за цео узорак 0,588. Коефицијент инбридинга (F_{is}) је позитиван у сва три случаја и за популацију на Великом ратном острву износи 0,169, популацију на Ади Циганлији 0,221, а за цео узорак 0,181, (Табела 13).

Локус Ulmi1-165 на ком је у популацијама на Великом ратном острву и Ади Циганлији детектован само један алел имао је чак 8 алела на узорку од 29 индивидуа из Шведске популација веза (Collada et al., 2004), док за локус UR138, који је у ове две популације такође имао само један алел, нема података о броју алела у популацијама из Европе. Потребно је напоменути да је још један алел детектован на овом локусу, код стабла 30, које није узето у обзир приликом обраде података. Уочена разлика у броју алела на локусу у популацији из Србије и популацијама из Европе за које постоје подаци (Ulmi1-165, један алел и мономорфан локус наспрам више алела и полиморфан локус) може бити последица деловања различитих генетичких, демографских и других процеса као што су селекција, ефекат оснивача, генетички дрифт, пролазак кроз уска грла итд.

На локусу Ulm2 је у популацијама на Великом ратном острву и Ади Циганлији детектовано 5 алела, исто колико у једној популацији веза у Шведској (Whiteley et al., 2003b). Нешто мањи број алела на овом локусу (4) детектован је у популацији веза у Данској, приближне бројности популацији на Великом ратном острву, док је у групи стабала детектовано 3 алела, а у малој популацији (20 индивидуа) веза у Холандији детектовано само 2 алела (Nielsen, Kjaer, 2010a), колико

је детектовано и у две изоловане шпанске популације веза (Venturas et al., 2013). На локусу Ulm9 детектовано је 9 алела код веза пореклом из Шведске (Whiteley et al., 2003b), што је само за 1 алел више у односу на посматране популације из Србије, а један алел мање је детектован у популацији веза у Данској (Nielsen, Kjaer, 2010a). На локусу UR188a детектовано је 6 различитих алела у оквиру популација на Великом ратном острву и Ади Циганлији, што је више од броја алела пријављених за популацију (3 алела) и групу стабала (1 алел) у Данској и популацију веза у Холандији (2 алела), (Nielsen, Kjaer, 2010a). Међутим, иако је на локусу Ulm9 детектован релативно висок број алела који је упоредив са литературним подацима за популације из Европе, на овом локусу је у популацијама са Великог ратног острва и Аде Циганлије уочен изузетно висок број хомозигота, што је утицало и на процене нивоа генетичког диверзитета, нивоа генетичке диференцијације ових популација и инбридинга у популацијама (који су процењени анализом другог сета података који је укључивао овај локус). Повећан број хомозигота на овом локусу може бити последица више процеса као што су субструктура популације (Wahlund-ов ефекат), селекција, инбридинг и укрштање у сродству, присуство нултих алела услед доминације кратких алела, ефекат оснивача, генетички дрифт, пролазак кроз уско грло. Присуство нултих алела услед доминације кратких алела није детектовано тако да се може искључити као могући узрок повећаног броја хетерозигота на овом локусу. Инбридинг и укрштање у сродству, као и субструктура популације се такође могу искључити зато што ови процеси делују на све, а не на појединачне локусе. Међутим, није могуће разлучити да ли се у случају испитиваних популација ради о утицају селекције, која погађа појединачне локусе, или о комплексној динамици популација у прошлости која обухвата ефекат оснивача, генетички дрифт и пролазак кроз уско грло који би могли довести до мономорфности локуса у овим популацијама услед случајног одступања, а у којима је затим дошло до прилива миграната из других популација који су били носиоци другачијих алела, и до појаве спорадичних хетерозигота, што би указивало на то да популација још увек није

достигла равнотежу. У првом случају, добијени резултати би могли указивати на различите селекционе притиске који делују у популацијама веза у Србији и другим деловима Европе. Међутим, нису детектовани ни знаци проласка кроз уско грло у последњих 2Ne до 4Ne генерација (узимајући у обзир Ne од 93,7 за критичну фреквенцу алела од 0,01 за популацију на Великом ратном острву, то би значило да није било нагло смањења бројности у последњих 187,4 до 374,8 генерација), који се могу очекивати у новооснованим популацијама услед ефекта оснивача у случајевима када је ограничен проток гена из изворних популација (Piry et al., 1999, Austerlitz et al., 2000). Стога су даља истраживања неопходна за утврђивање узрока повећаног броја хомозигота на локусу *Ulm9* у популацијама са Великог ратног острва и Аде Циганлије.

Добијене вредности очекиване хетерозиготности, процењене на основу првог, а у неким случајевима и на основу другог сета података, указују на виши генетички диверзитет у односу на неке од испитиваних популација у Европи, у Холандији ($Ne=0,5$) и Данској ($Ne=0,5$), (Nielsen, Kjaer, 2010a), Централној Европи ($Ne=0,513$) и на Пиринејском полуострву ($Ne=0,490$), (Fuentes-Utrilla et al., 2014), али уједно и ниже вредности у односу на неке друге врсте које се опрашују ветром (*Quercus petraea*: $Ne>0,7$ у Ирској (Muir et al., 2007), *Ulmus glabra*: $Ne>0,7$ у Данској (Nielsen, Kjaer, 2010b)). Низак генетички диверзитет применом алозима, детектован је и у популацијама веза у Финској (Vakkari et al., 2009) и у Француској (Machon et al., 1997). Међутим, треба имати у виду да су процене нивоа генетичког диверзитета на основу алозима увек мање од вредности које се добијају применом једарних микросателита.

Детектовани број приватних алела који износи 3 за популацију на Великом ратном острву (према првом сету података), односно 4 (за други сет података) и 1 за популацију на Ади Циганлији (други сет података), што је укупно 5 приватних алела за обе популације и представља далеко већи број приватних алела од пријављених за популације у Шпанији и Централној Европи (Fuentes-Utrilla et al.,

2014). У првом случају (први сет података), учени образац би могао указивати на изолованост популације на Великом ратном острву или на уплив миграната из других популација које нису у контакту са популацијом на Ади Циганлији и који носе алеле који нису присутни у популацији на Ади Циганлији. Међутим, с обзиром да није детектована значајна генетичка диференцијација популације са Великог ратног острва и са Аде Циганлије, и да је анализиран мали број популација, постоји могућност да приватни алели који су детектовани заправо буду учени и у другим популацијама, тако да извођење закључака на основу приватних алела треба узети са резервом. Извођење закључака о историји популације на основу приватних алела детектованих у другом сету података није могуће због могућности да локус *Ulm9* није селективно неутралан.

Табела 12: Преглед параметара генетичког диверзитета посматрано по локусима

ЛОКУС	ПОПУЛАЦИЈА	N	A	Ae	ОПСЕГ ДУЖИНА	ФРЕКВЕНЦЕ АЛЕЛА						БРОЈ ГЕНОТИПОВА	Ho	He	Fis	p		
						90	96	99	102	105								
ulm2	ВРО	79	5	2,556	90 - 105	0,108	0,006	0,392	0,019	0,475		7	0,696	0,609	-0,137	0,578		
	АДА	14	4	2,481	90 - 105	0,107	0,000	0,321	0,036	0,536		6	0,714	0,597	-0,161	0,938		
	УКУПНО	93	5	2,552	90 - 105	0,108	0,005	0,382	0,022	0,484		7	0,699	0,608	-0,141	0,427		
						111	113	117	119	121	123							
UR188a	ВРО	79	6	2,008	111 - 123	0,671	0,108	0,006	0,190	0,013	0,013	8	0,608	0,502	-0,204	0,701		
	АДА	14	4	2,292	111 - 123	0,571	0,071	0,000	0,321	0,000	0,036	6	0,643	0,564	-0,104	0,968		
	УКУПНО	93	6	2,062	111 - 123	0,656	0,102	0,005	0,210	0,011	0,016	10	0,613	0,515	-0,188	0,843		
						138	144	148	158	166	168	172	180					
ulm9	ВРО	79	7	2,761	138 - 172	0,323	0,070	0,500	0,032	0,038	0,019	0,019	0,000	12	0,089	0,638	0,863	<0,001
	АДА	14	4	2,649	138 - 180	0,429	0,000	0,429	0,000	0,000	0,071	0,000	0,071	4	0,000	0,622	1,000	<0,001
	УКУПНО	93	8	2,774	138 - 180	0,339	0,059	0,489	0,023	0,032	0,027	0,016	0,011	13	0,075	0,640	0,884	<0,001

Легенда: ВРО - Велико ратно острво; АДА - Ада Циганлија; N – број индивидуа; A – број различитих алела; Ae –ефективни број алела; Ho – добијена хетерозиготност; He – очекивана хетерозиготност; Fis - индекс фиксације – сигнификантност одступања од очекивања према *Hardy-Weinberg* - овојравнотежи.

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

N = 93	ЛОКУСИ Ulm2 и UR188a			ЛОКУСИ Ulm2, Ulm9 и UR188a		
	ВРО	АДА	УКУПНО	ВРО	АДА	УКУПНО
A	11	8	11	18	12	19
Ae	2,282	2,387	2,334	2,441	2,474	2,458
PA	3	0	3	4	1	5
БРОЈ ГЕНОТИПОВА	19	10	25	45	13	51
Ho	0,652	0,679	0,665	0,464	0,452	0,462
He	0,555	0,580	0,568	0,583	0,594	0,588
Fis	- 0,177 (0,033)	- 0,168 (0,028)	- 0,173 (0,018)	0,169 (0,347)	0,221 (0,390)	0,181 (0,234)

Легенда: ВРО - Велико ратно острво; АДА - Ада Циганлија; N – број индивидуа ; A – број различитих алела; Ae - ефективни број алела; PA - број приватних алела; Ho – добијена хетерозиготност; He – очекивана хетерозиготност; Fis – коефицијент инбридинга (SE - одступање).

Генетичка диференцијација и структурирање популација

На основу анализе првог сета података (локуси Ulm2 и UR188a), добијена је негативна вредност параметра Fst (Табела 14), која није статистички значајна што указује да не постоји генетичка диференцијација између популација веза на Великом ратном острву и Ади Циганлији. Исто је добијено и анализом молекуларне варијансе (AMOVA) која је показала да -0,06% молекуларне варијабилности отпада на варијабилност између популација ($F_{st}=-0,0062$, $p=0,80547$), -16,27% варијабилности на варијабилност између индивидуа у оквиру популација ($F_{is}=-0,16262$, $p=1,000$), а 116,33% варијабилности на варијабилност између свих индивидуа ($F_{it}=-0,16334$, $p=0,99902$).

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

Извор варијације	df	SS	Компоненте варијансе	Процент варијације
Између популација	1	0,456	- 0,00035	- 0,06
Између индивидуа у оквиру популација	91	42,991	- 0,09175	- 16,27
У оквиру индивидуа	93	61,000	0,65591	116,33
Укупно	185	104,446	0,56382	
Fst=-0,0062, p=0,80547; Fis =-0,16262, p=1,000; Fit=-0,16334, p=0,99902				

Легенда: df - степени слободe; SS – сума квадрата.

На основу анализе другог сета података (локуси Ulm2, Ulm9 и UR188a) добијена вредност Fst параметра је такође негативна и није статистички значајна (Табела 15). Исто је добијено и анализом молекуларне варијансе (AMOVA) која је показала да -0,59% молекуларне варијабилности отпада на варијабилност између

популација ($F_{st}=-0,00594$, $p=0,97361$), 22,07% варијабилности на варијабилност између индивидуа у оквиру популација ($F_{is}=0,219$, $p=0,00000$), а 78,52% варијабилности на варијабилност између свих индивидуа ($F_{it}=-0,21476$, $p=0,00000$).

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

Извор варијације	df	SS	Компоненте варијансе	Процент варијације
Између популација	1	0,834	- 0,00525	- 0,59
Између индивидуа у оквиру популација	91	98,591	0,19493	22,07
Између свих индивидуа	93	64,500	0,69355	78,52
Укупно	185	163,925	0,88324	
$F_{st}=-0,00594$, $p=0,97361$; $F_{is}=0,21940$, $p=0,00000$; $F_{it}=0,21476$, $p=0,00000$				

Легенда: df - степени слободе; SS – сума квадрата.

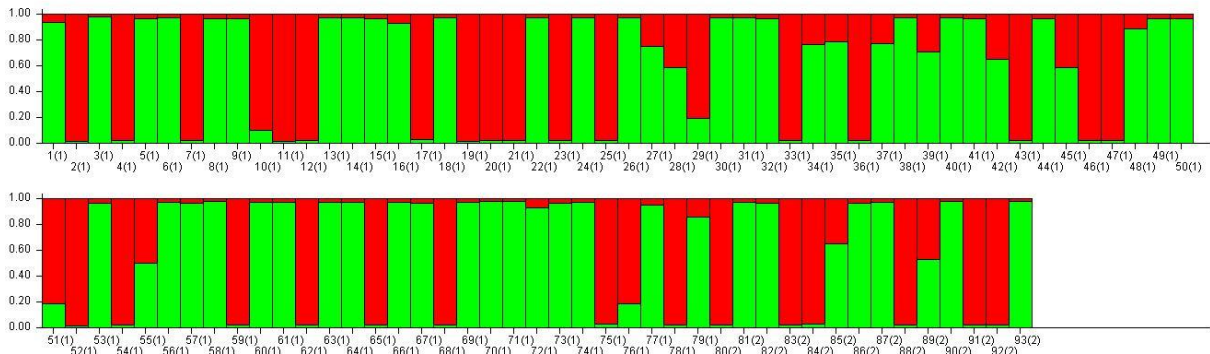
Добијени резултати показују да популације веза са Великог ратног острва и Аде Циганлије нису генетички диференциране и да се могу посматрати као једна популација. То указује и на висок ниво протока полена и семена између ових популација, што је и показано.

Параметар Nm (број миграната по генерацији) се израчунава на основу F_{st} параметра и осликава историјски а не савремени проток гена, исто као Nm параметар израчунат према моделу приватних алела. Вредност Nm параметра процењеног на основу F_{st} модела је одређена као бесконачна, код оба сета података, што указује на интензиван проток гена између посматраних популација. Број миграната према моделу приватних алела (Barton, Slatkin, 1986) износи 27,7218 за први сет података и 3,1609 за други сет података. Сматра се да $Nm > 1$ по генерацији је довољан број миграната да се спречи генетичка

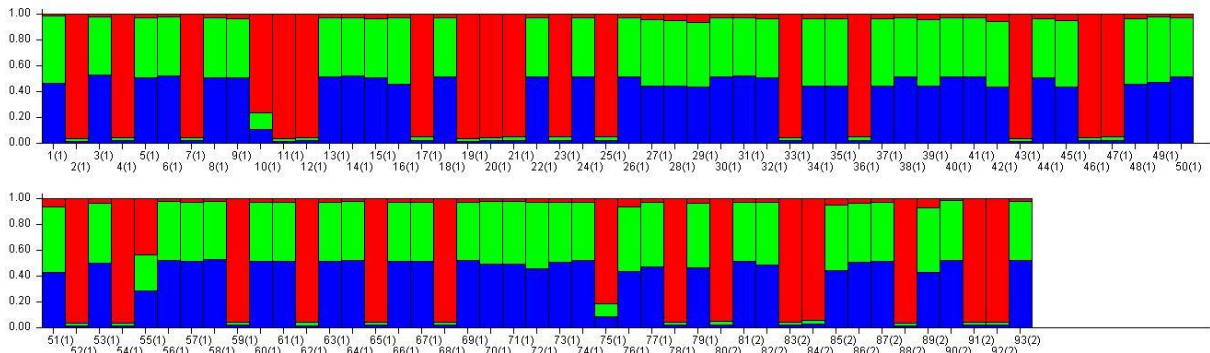
диференцијација популација услед генетичког дрифта.

Резултати добијени употребом и првог и другог сета података јасно показују да не постоји генетичка диференцијација између популација удаљених 5 km, услед интензивног протока гена између популација. Истраживања степена диференцијације између популација у Европи применом микросателитских маркера показала су висок степен диференцијације између популација широм Централне Европе и на Пиринејском полуострву, као и унутар ових подручја (Fuentes-Utrilla et al., 2014), а до сличних резултата високе диференцијације између популација у Финској применом алозима су дошли и Vakkari et al., (2009), ($F_{st}=0,290$). Наведени резултати су у складу са налазима Nielsen, Kjaer, (2010b), који пријављују да је средња даљина расејавања полена и семена у условима Данске јако мала (<40 m), као и да у појединим случајевима расејавања полена та удаљеност може бити 1000-1200 m па и више. Посматране популације налазе се на већим удаљеностима, чак се и у оквиру самих популација поједина стабла налазе на већим удаљеностима, али одсуство физичких баријера које би онемогућиле проток полена и семена као и смер ветрова карактеристичних за подручје Београда говоре у прилог добијеним резултатима.

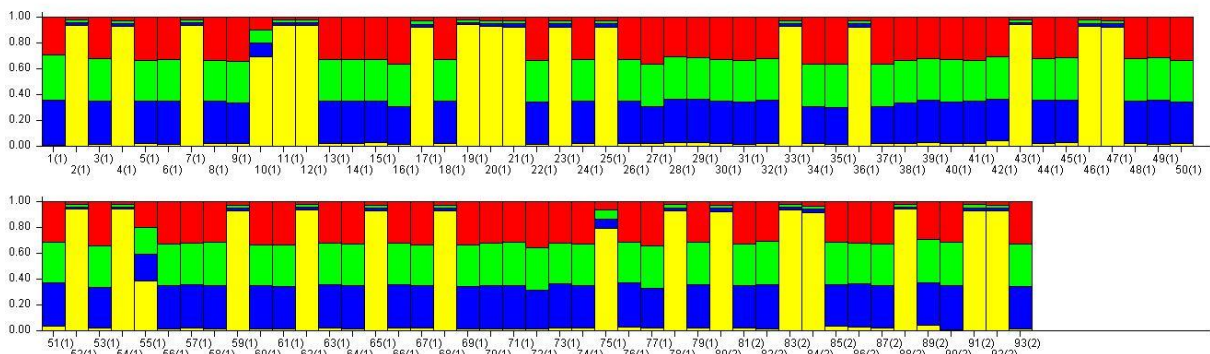
Урађена STRUCTURE анализа са првим сетом података (локуси Ulm2 и UR188a) у којој су популације веза са Великог ратног острва и Аде Циганлије заједно анализирани и тестиране на $K=1-4$ генетичких група (*genepool*), је показала да нема основа за издвајање популација са Великог ратног острва и Аде Циганлије у засебне генетичке групе, као и да не постоји субструктурирање ових популације. Иако је та иста анализа урађена са другим сетом података (локуси Ulm2, Ulm9 и UR188a) такође показала да нема основа за издвајање популација са Великог ратног острва и Аде Циганлије у засебне генетичке групе, у овој анализи је уочено да постоје две генетичке групе у оквиру посматраних популација (Слике 19, 20, 21).



Слика 19: STRUCTURE анализа са другим сетом података ($K=2$; *run-10*)

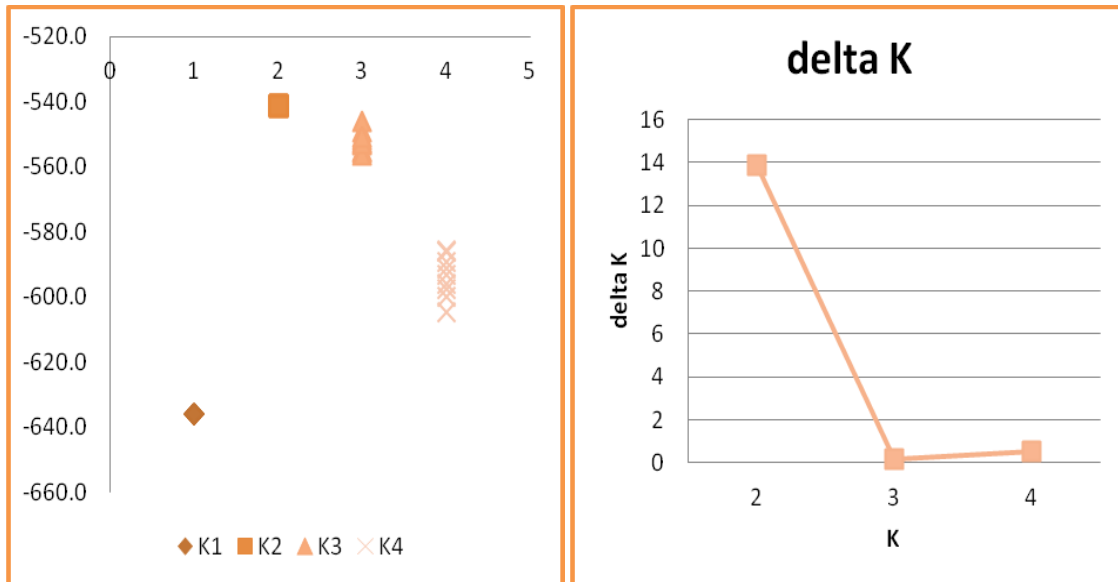


Слика 20: STRUCTURE анализа са другим сетом података ($K=3$; *run-10*)



Слика 21: STRUCTURE анализа са другим сетом података ($K=4$; *run-10*)

Број генетичких група одређен је према методи дистрибуције $\ln P(K)$ за K 1-4 (Графикон 16) и према методи Evanno et al., (2005), за рачунање ΔK (Графикон 17).



Графикон 16 (лево): Дистрибуција $\ln P(K)$ за K 1-4

Графикон 17 (десно): Процена ΔK према методи Evanno et al. (2005)

Индивиде из обе популације код којих је просечна припадност свакој од две генетичке групе била висока ($q_i > 0,8$) разврстане су две групе, а затим је процењена генетичка диференцијација између ових група у оквиру сваке популације. Вредност параметра F_{st} између ових група износила је у популацији на Великом ратном острву 0,004, у популацији на Ади Циганлији 0,026, а на нивоу обе популације 0,012, али у сва три случаја без статистички значајне сигнификантности. То значи да генетичке групе издвојене на основу Бајесове методе нису довољно генетички диференциране. Међутим, ови резултати се морају узети са резервом због могућности да локус *Ulm9* није селекционо неутралан.

Према сва три модела еволуције микросателита, IAM ($p=0,125$), SMM ($p=1,0$), TPM ($p=0,9375$), и на основу оба анализирана сета података, популација веза на Великом ратном острву није била изложена нагом смањењу бројности током последњих $2N_e-4N_e$ генерација, односно није прошла кроз "уско грло" у скоријој

прошлости.

Ефективна величина популације израчуната је преко LINKAGE DISEQUILIBRIUM метода (Табела 16), за први сет података (локуси Ulm2 и UR188a) износи бесконачно (0,020), односно 47,7 (0,010) у популацији на Великом ратном острву и 3,1 у популацији на Ади Циганлији у случају коришћења критичне најниже фреквенце алела 0,020 и 0,010. За други сет података (локуси Ulm2, Ulm9 и UR188a) ефективна величина популације на Великом ратном острву је 84,0 (0,020), односно 93,7 (0,010), а ефективна величина популације на Ади Циганлији је 60,6 у оба случаја (0,020 и 0,010).

Табела 16: Ефективна величина популације на Великом ратном острву и Ади Циганлији

ulm2 и UR188a					
КРИТИЧНА НАЈНИЖА ФРЕКВЕНЦА АЛЕЛА		0,020		0,010	
ПОПУЛАЦИЈА	Ne	СТЕПЕН ПОВЕРЕЊА 95% CI	Ne	СТЕПЕН ПОВЕРЕЊА 95% CI	
Велико ратно острво	∞	16,3 - ∞	47,7	9,1 - ∞	
Ада Циганлија	3,1	0,4 - ∞	3,1	0,4 - ∞	
ulm2, UR188a и ulm9					
КРИТИЧНА НАЈНИЖА ФРЕКВЕНЦА АЛЕЛА		0,020		0,010	
ПОПУЛАЦИЈА	Ne	СТЕПЕН ПОВЕРЕЊА 95% CI	Ne	СТЕПЕН ПОВЕРЕЊА 95% CI	
Велико ратно острво	84,0	20,1 - ∞	93,7	29 - ∞	
Ада Циганлија	60,6	1,8 - ∞	60,6	1,8 - ∞	

*CI - confidence intervals

5.2. Ниво тест стабала

5.2.1. Фенотипске карактеристике

Изабрана тест стабла одликују се правим стаблима на којима нису присутна механичка оштећења. Код одређеног броја стабала присутна је рашљавост у нижим деловима стабла, што је условљено њиховим вегетативним пореклом. Здравствено стање свих тест стабала је оцењено као добро. Разређен склоп условио је ниско развијање круне код свих стабала и присуство круна које су углавном прешироке или ексцентричне (Табела 17).

Стабла са којих ће се сакупљати семе у циљу производње садног материјала се бирају на основу фенотипа (Cornelius et al., 2011, Ivetić et al., 2016b). Фенотипска селекција у раној фази оплемењивања високо полиморфних врста не умањује значајно генетичку варијабилност (El-Kassaby, Ritland, 1996). Фенотипска селекција успешно конзервира генетичку варијабилност присутну у природној популацији (El-Kassaby, 1992) и представља једноставан и јефтин начин за обезбеђивање материјала за даље оплемењивање, али се препоручује само када немамо податке о пореклу (Kowalczyk, 2005), што је случај у популацији веза на Великом ратном острву. Резултати из Табеле 17 указују да је фенотипска селекција изведена правилно. Уклањање фенотипски инфериорних стабала из семенске састојине побољшава квалитет семена и садница (Sivakumar et al., 2011), али може умањити генетичку диверзитет наредних генерација (Lyngdoh et al., 2013). Због тога се у случају испитиване популације на Великом ратном острву препоручује евентуално уклањање само рашљавих стабала, али не и осталих фенотипски инфериорних. Рашљавост настаје претежно под утицајем спољашњих чинилаца, али може бити и наследно својство, те рашљавост треба увек оцењивати као фенотипску карактеристику минус варијанте (Isajev et al., 1998).

Табела 17: Тест стабла веза на Великом ратном острву

ОЗНАКА НА ТЕРЕНУ	БРОЈ СТАБЛА	СРЕДЊИ ПРЕЧНИК d_s (cm)	ВИСИНА Н (m)	СТАРОСТ	КВАЛИТЕТ СТАБЛА						
					Правост	Рашљавост	Механичка оштећења	Чистоћа	Здравствен о стање	Дужина круне	Развијеност круне
13*	13a	60	26		2	4	1	3	1	3	4
	13b	28	25	26	2	4	1	3	1	3	4
14*	14a	29	21	15	2	4	1	3	1	3	4
	14b	16	18	13	2	4	1	3	1	3	4
	14c	31	20	17	2	4	1	3	1	3	4
	14d	32	21	17	2	4	1	3	1	3	4
	14e	21	20	14	2	4	1	3	1	3	4
	14f	34	20	18	2	4	1	3	1	3	4
	14g	22	20	16	2	4	1	3	1	3	4
18	18	41	17	27	2	2	1	2	1	2	4
19	19	37	18	16	2	2	1	2	1	2	4
27	27	20	5	14	1	1	2	1	2	3	3
29	29	47	13	24	1	2	2	2	2	2	2
31*	31a	24	12	17	3	4	2	2	1	2	4
	31b	15	12	15	3	4	2	2	1	2	4
32	32	46	18	23	3	2	1	2	2	3	2
33	33	37	17	17	1	3	1	3	1	3	2
34	34	43	18	12	1	2	1	3	1	3	2
35	35	39	18	12	2	2	1	3	1	3	2
36	36	49	15	15	1	2	1	3	1	3	2
37	37	19	7	12	3	4	2	2	2	4	4

*стабла са више изданака из једног пања

5.2.2. Квалитет уroda

Клијавост семена веза у лабораторијским условима креће се од 60,5% код тест стабла 21 до 87,5% код тест стабла 18. Маса хиљаду семенки веза налази се у распону од 6,75 g код тест стабла 31 до 11,6 g код тест стабла 37 (Табела 18).

Табела 18: Резултати анализе клијавости и маса хиљаду семенки веза

ТЕСТ СТАБЛО	КЛИЈАВОСТ СЕМЕНА (%)	МАСА ХИЉАДУ СЕМЕНКИ (g)
13	81,5 ^{def}	7,20
14	85,5 ^f	7,05
18	87,5 ^f	9,25
19	84,0 ^{ef}	10,85
21	60,5 ^a	9,10
27	63,0 ^a	10,80
29	86,0 ^f	7,10
31	76,0 ^{cd}	6,75
32	77,5 ^{cde}	9,00
33	68,0 ^{ab}	7,60
34	72,5 ^{bc}	7,60
35	85,0 ^{ef}	8,55
36	80,0 ^{cdef}	7,40
37	68,0 ^{ab}	11,60

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hoc Tukey HSD тест)

Присутна је статистички значајна разлика у вредностима клијавости између семена пореклом са различитих тест стабала (Табела 19), међутим, не постоји статистички значајна зависност између клијавости и масе хиљаду семенки (Табела 20).

Табела 19: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за клијавост семена

One-Way ANOVA, p<0,05 N=56	СУМА КВАДРАТА	СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ	СРЕДИНЕ КВАДРАТА	F-ОДНОС	P-ВРЕДНОСТ
КЛИЈАВОСТ					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	4227,43	13	325,19	36,1319	0,0000
УНУТАР ГРУПА	378,00	42	9,00		
УКУПНО	4605,43	55			

Табела 20: Међусобни однос клијавости и масе хиљаду семенки (МХС) изражен Пирсоновим коефицијентом корелације (R), (p < 0,01)

N=1400	КЛИЈАВОСТ	МХС
КЛИЈАВОСТ	1,00	
МХС	-0,33	1,00

Клијавост семена веза креће се у опсегу од 40% до 90%: 40% (Hoffman et al., 2007), 45 - 65% (Milev et al., 2004), 60 - 80% (Regent, 1980), изнад 90% (Isajev 1980; Cicek, Tilki, 2007). Клијавост семена веза са Великог ратног острва може бити оцењена као задовољавајућа јер су вредности клијавости изнад 60% за сва тест стабла.

При разматрању резултата клијавости треба имати на уму да се пољска клијавост често разликује од лабораторијски утврђене клијавости или виталности, и може бити мања или већа од декларисане (Ivetić, 2013). У овим истраживањима, семе са тест стабла 27 у лабораторијским условима показало је задовољавајућу клијавост (63%), док у пољским условима клијавост је била јако слаба, тако да су саднице ове half-sib линије морале да буду изузете из даљих истраживања услед недовољног броја садница. Параметри клијања семена голосеменица (El-Kassaby et al., 1993; Davidson et al., 1996; Carles et al., 2009) и скривеносеменица (Thomsen, Кјаер, 2002; Annapurна et al., 2005) су под снажном генетичком контролом. Параметри клијања семена су веома важни за производњу садница. Ово су добро објаснили Campbell, Sorensen, (1984): Код врста са slabим капацитетом клијања већина губитака се јавља пре клијања, али код врста са великим капацитетом клијања,

губици су повезани са одбацивањем садница на крају производње. Када је клијање семена слабо, густина у леји је мала и већина садница прелази стандард одбацивања; када семе клија добро, густина је велика и већи број садница не прелази стандард.

Маса хиљаду семенки веза износи око 7,5 g (Stilinović, 1985; Milev et al., 2004; Hoffman et al., 2007), што указује да је семе веза са Великог ратног острва нешто крупније. Perea et al. (2013), наводе да је снажан утицај године на образовање пунозрних плодова и да је маса 1000 семенки веза око 8,2 g, док је маса плодова без семена упола мања. Узроци необразовања семена могу бити изазвани различитим факторима, а најчешће су узрок абортација семена (Stephenson, 1981) и партенокарпија која је последица изостанка оплођења формиране јајне ћелије и услед тога изостанка формирања семена (López-Almansa, Gil, 2003).

Тежина семена исте врсте, исказана кроз масу хиљаду семенки, разликује се у зависности од генетике, станишта, старости, развијености матичног стабла, експозиције (Јовковић, 1952). Средњедобна стабла дају теже семе од младих и старих. Семе из крупнијих шишарица обично је теже од оних из ситнијих. Семе сакупљено у тренутку потпуног сазревања је теже. Међутим, Rohmeder (1972), према Stilinoviću (1985), наводи да, бар што се тиче четинарских врста, разлике у тежини и величини семена са стабала различитих старости немају практичан значај за будућу величину добијеног потомства, јер се задржавају само у првих неколико година и јер старост матичног стабла нема значаја за генеративно потомство.

5.2.3. Морфолошке карактеристике плодова и семена

Највећа средња вредност ширине плода забележена је код стабла 19 (11,02 mm), а дужине плода је код стабла 27 (16,02 mm), док су најниже средње вредности ширине плода код тест стабла 31 (8,29 mm), а дужине плода код стабла 33 (12,53 mm). Минималне вредности ширине (6,0 mm) и дужине плода (9,5 mm) измерене су код стабла 14, док су максималне вредности ширине (13,0 mm) и дужине плода (19,0 mm) измерене код стабла 19. Најшири опсег варирања измерених вредности је код плодова пореклом са стабла 27 за мерено својство ширине плода, односно код плодова са стабла 21 за дужину плода (Табела 21).

Табела 21: Морфолошке карактеристике плодова са 14 тест стабала веза

ТЕСТ СТАБЛО	ШИРИНА ПЛОДА (mm)					ДУЖИНА ПЛОДА (mm)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	8,98 ^{bc}	6,3	10,8	0,74	0,55	13,39 ^{bc}	10,6	16,5	1,05	1,10
14	9,36 ^{cd}	6,0	11,0	0,81	0,65	13,33 ^{bc}	9,5	15,2	1,06	1,13
18	9,61 ^{cd}	8,0	11,0	0,70	0,50	12,87 ^{ab}	10,0	14,5	0,77	0,60
19	11,02 ^g	8,7	13,0	0,70	0,49	15,68 ^{fg}	12,0	19,8	1,19	1,42
21	10,19 ^f	7,5	12,5	0,97	0,94	15,90 ^{fg}	12,0	19,0	1,40	1,96
27	10,08 ^f	7,2	12,5	1,07	1,15	16,02 ^g	12,7	19,0	1,23	1,50
29	10,16 ^f	8,7	12,0	0,63	0,39	14,42 ^e	12,5	18,5	0,97	0,94
31	8,29 ^a	6,0	10,0	0,69	0,47	12,96 ^{ab}	10,5	15,5	1,13	1,28
32	10,81 ^f	9,2	12,0	0,63	0,40	14,08 ^{de}	12,0	18,0	0,93	0,87
33	9,85 ^{ef}	7,5	11,5	0,93	0,87	12,53 ^a	10,0	15,5	1,00	1,00
34	9,80 ^{de}	7,0	11,7	0,96	0,92	13,05 ^{ab}	10,2	16,7	1,12	1,26
35	9,14 ^{bc}	7,0	11,0	0,96	0,92	14,46 ^e	11,5	17,5	1,18	1,40
36	8,97 ^b	7,0	10,5	0,67	0,45	13,58 ^{cd}	10,0	15,5	1,01	1,02
37	10,06 ^e	8,0	12,0	0,80	0,65	15,45 ^f	12,0	18,0	1,30	1,68

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hoc Tukey HSD тест)

Плодови веза својом грађом обезбеђују разношење путем ветра и воде (Collin 2003). У зависности од крупноће плодова и јачине ветра семе веза може бити пренесено на различите удаљености. Ветром се углавном врши преношење на краће

раздаљине (<30 m), док је за преношење на веће раздаљине неопходно присуство водених токова који ће омогућити плутање плодова са семеном (Venturas et al., 2015).

Просечне вредности димензија плодова су од 12-15 mm за дужину и 7-8 mm за ширину (Stilinović, 1985; Milev et al. 2004), а приближне вредности пријављују и Vojnanský, Fargašová,(2007). Истраживања плодова веза у популацији на Ади Циганлији и у околини Шапца (Isajev, 1978) указују на крупније плодове који су по димензијама и опсегу варирања слични са плодовима из популације на Великом ратном острву.

Највећу средњу вредност ширине семена (4,57 mm) и највећу средњу вредност дужине семена (6,47 mm) показује тест стабло 21. Најниже средње вредности ширине семена (3,10 mm) и дужине семена (4,56 mm) су код тест стабла 14. Минималне вредности ширине (1,5 mm) и дужине семена (3,0 mm) измерене су код семена са стабла 14, док су максималне вредности ширине (5,5 mm) забележене код семена са стабла 21 и 37, а максимална дужине семена (9,0 mm) измерена је код семена са стабла 21 (Табела 22).

Просечне вредности дужине семена крећу се од 3,5-4 mm (Isajev, Mančić, 2001; Milev et al., 2004). Семе веза из популације на Великом ратном острву показује знатно већу варијабилност дужина семена, од 3-9 mm.

Из резултата приказаних у табели може се закључити да је најситније семе пореклом са тест стабла 14, код кога су измерене и минималне вредности за ширину и дужину плода. Најшири опсег варирања показују плодови и семе пореклом са стабла 21 и 27. Међусобна зависност мерених обележја плодова и семена испитана је корелационом анализом (Табела 23).

Табела 22: Морфолошке карактеристике семена са 14 тест стабала веза

ТЕСТ СТАБЛО	ШИРИНА СЕМЕНА (mm)					ДУЖИНА СЕМЕНА (mm)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	3,12 ^a	2,3	4,7	0,45	0,20	4,73 ^a	3,0	7,5	0,61	0,37
14	3,10 ^a	1,5	4,3	0,44	0,19	4,56 ^b	3,0	6,0	0,61	0,37
18	3,94 ^e	3,5	4,5	0,22	0,05	5,27 ^{de}	4,7	6,2	0,38	0,14
19	4,23 ^f	3,0	5,2	0,41	0,17	6,47 ⁱ	5,0	8,0	0,50	0,25
21	4,57 ^h	3,5	5,5	0,45	0,20	6,74 ^j	5,0	9,0	0,74	0,55
27	4,27 ^{fg}	3,2	5,4	0,50	0,25	5,73 ^g	4,2	8,0	0,71	0,50
29	3,36 ^b	2,7	4,3	0,36	0,13	4,81 ^{bc}	3,5	6,2	0,53	0,28
31	3,46 ^{bc}	3,0	4,5	0,44	0,19	5,63 ^g	4,5	7,0	0,61	0,38
32	3,62 ^{cd}	2,5	5,0	0,47	0,23	4,64 ^a	3,8	5,5	0,48	0,23
33	3,56 ^{cd}	3,0	4,0	0,32	0,10	5,05 ^{cd}	3,7	6,0	0,54	0,29
34	4,29 ^{fg}	3,0	5,0	0,48	0,23	5,63 ^{fg}	4,0	7,0	0,50	0,25
35	3,70 ^d	3,0	4,7	0,40	0,16	5,63 ^{fg}	4,5	7,5	0,53	0,28
36	3,91 ^e	3,0	5,0	0,28	0,08	5,37 ^{ef}	4,0	6,5	0,49	0,24
37	4,43 ^{gh}	3,2	5,5	0,48	0,23	6,02 ^h	5,0	7,5	0,54	0,29

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hoc Tukey HSD тест)

Табела 23: Међусобни однос мерених морфолошких карактеристика плодова и семена изражен Пирсоновим коефицијентом корелације (R)

N=1400	ШИРИНА ПЛОДА	ДУЖИНА ПЛОДА	ШИРИНА СЕМЕНА	ДУЖИНА СЕМЕНА
ШИРИНА ПЛОДА	1,00			
ДУЖИНА ПЛОДА	0,51*	1,00		
ШИРИНА СЕМЕНА	0,43*	0,47*	1,00	
ДУЖИНА СЕМЕНА	0,28*	0,53*	0,62*	1,00

* статистички значајно за $p < 0,01$

Све корелације су позитивне и статистички значајне. Најјача корелација је између дужине и ширине семена, што указује на зависност крупноће семена од крупноће плодова и обрнуто.

Све измерене морфолошке карактеристике семена су статистички значајно различите (One-Way ANOVA, $p < 0,05$) између тест стабала (Табела 24).

Табела 24: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике плодова и семена

One-Way ANOVA, p<0,05 N=1400	СУМА КВАДРАТА	СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ	СРЕДИНЕ КВАДРАТА	F-ОДНОС	P-ВРЕДНОСТ
ШИРИНА ПЛОДА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	719,27	13	55,33	82,83	0,0000
УНУТАР ГРУПА	925,86	1386	0,67		
УКУПНО	1645,13	1399			
ДУЖИНА ПЛОДА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	1924,93	13	148,07	120,75	0,0000
УНУТАР ГРУПА	1699,66	1386	1,23		
УКУПНО	3624,59	1399			
ШИРИНА СЕМЕНА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	302,11	13	23,24	134,84	0,0000
УНУТАР ГРУПА	238,87	1386	0,17		
УКУПНО	540,98	1399			
ДУЖИНА СЕМЕНА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	580,43	13	44,64	141,21	0,0000
УНУТАР ГРУПА	438,24	1386	0,32		
УКУПНО	1018,67	1399			

Величина и тежина семена су под снажним генетичком контролом родитеља (Annappurna et al., 2005; Carles et al., 2009; Singh, Sofi, 2011). Поред тога, величина и тежина семена се разликују у односу на зрелост (Campbell, Sorensen, 1984), положај репродуктивних органа на стаблу, спољних услова и године (Farmer, 1997). Због тога, класирање на основу величине и тежине семена врши селекцију и осталих особина које су у корелацији са њима.

Величина и тежина семена су у позитивној вези са виталношћу и параметрима клијања (Cicek, Tilki, 2007; Singh, Sofi, 2011). Такође, постоји снажна позитивна веза са атрибутима (димензијама и преживљавањем) садница (St.Clair, Adams, 1993; Cicek, Tilki, 2007; Gonzales-Rodriguez et al., 2011), али она временом слаби (Carles et al., 2009). Предност већег семена траје дуже код оних врста чије семе

садржи веће количине хранљивих материја, као што су храстови (USDA, 1948). Међутим, иако велико семе може обезбедити брзо и успешно клијање и раст садница, није обавезно повезано са генетичким потенцијалом ембриона за раст (Schmidt, 2000). Неки резултати указују да је величина семена под умереном генетичком контролом (Chaisurisiri et al., 1992; Annapurna et al., 2005). Такође, забележено је и одсуство утицаја величине семена на атрибуте садница (Chaisurisiri et al., 1994). Због тога, оно што се добило у физиолошком квалитету узимањем само највиталнијег семена, може се изгубити у генетичком квалитету и диверзитету (Schmidt, 2000).

5.2.4. Морфолошке карактеристике листова

Највећа средња вредност ширине и дужине листа забележена је код листова са тест стабала 21 (67,13 mm) и 27 (70,07 mm), код којих су уједно измерене и максималне вредности за ширину (98 mm) и дужину листа (164 mm). Минимална вредности ширине (21 mm) измерена је код листа са тест стабла 35, а дужина листа (36 mm) код листа пореклом са тест стабла 13, док посматрано кроз средње вредности ширине (42,45 mm) и дужине листа (79,32 mm) најситније листове има тест стабло 37 (Табела 25).

Табела 25: Ширина и дужина листа са 14 тест стабала веза

ТЕСТ СТАБЛО	ШИРИНА ЛИСТА (mm)					ДУЖИНА ЛИСТА (mm)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	48,30 ^b	24	85	13,88	192,77	84,72 ^{abc}	36	138	25,49	649,80
14	54,35 ^{cde}	32	81	9,46	89,41	93,38 ^{cde}	56	122	15,12	228,52
18	54,86 ^{def}	29	82	12,02	144,40	89,05 ^{bcd}	46	135	19,65	386,27
19	60,30 ^g	33	88	11,61	134,71	98,40 ^{ef}	55	135	17,77	315,90
21	67,13 ^h	39	98	12,41	154,10	113,40 ^g	57	164	21,07	444,14
27	70,07 ^h	42	98	11,48	131,75	103,83 ^f	62	145	17,35	300,92
29	59,76 ^{fg}	33	85	11,69	136,74	96,62 ^{def}	43	132	18,31	335,17
31	50,52 ^{bcd}	32	74	8,09	65,53	93,64 ^{cde}	55	127	16,02	256,59
32	50,98 ^{bcd}	22	74	11,25	126,57	80,07 ^{ab}	37	130	20,32	412,93
33	53,38 ^{bcde}	28	83	12,58	158,29	89,27 ^{cd}	47	143	23,28	542,00
34	57,08 ^{efg}	27	87	12,17	148,02	98,81 ^{ef}	46	140	20,10	403,91
35	49,36 ^{bc}	21	69	10,55	111,34	80,22 ^{ab}	39	113	18,01	324,29
36	58,08 ^{efg}	33	93	12,47	155,40	92,49 ^{cde}	47	135	18,28	334,19
37	42,45 ^a	27	56	6,52	42,52	79,32 ^a	44	103	12,67	160,63

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hoc Tukey HSD тест)

У популацији на Ади Циганлији средње вредности дужине листа налазе се у опсегу од 90,3-120,1 mm, а ширина листа у опсегу од 59,7-94,7 mm, док у популацији у околини Шапца средње вредности дужине листа су у опсегу од 99,1-

115,8 mm, а ширине листа од 57,8-72,0 mm (Isajev, 1978). Димензије листова у популацији на Великом ратном острву су приближне димензијама листова измереним у популацијама веза на Ади Циганлији и у околини Шапца.

Најмања средња вредност дужине асиметрије (1,06 mm) је код листова тест стабла 32, а највећа средња вредност дужине асиметрије (5,39 mm) код листова тест стабла 19. Код листова тест стабала 13, 31 и 32 забележено је одсуство асиметрије листа, док је максимална вредност асиметрије (16 mm) забележена код листа са тест стабла 13. Најдужа петељка (10,75 mm) је код листова са тест стабла 37, где је измерена и максимална дужина петељке (15 mm), а најкараћа петељка (2,95 mm) према средњој вредности је код листова са стабла 14. Минимална дужина петељке (1,0 mm) измерена је код листова са тест стабала 13 и 14 (Табела 26).

Средње вредности дужине асиметрије листа у популацији на Ади Циганлији су од 3,4-11,1 mm, а у популацији у околини Шапца од 4,1-8,8 mm (Isajev, 1978), из чега се види да се листови из популације веза на Великом ратном острву одликују мањом асиметријом листова.

На краћој страни листа највећа средња вредност број зубаца (15,80) је код листова тест стабала 14 и 18, а најмања (10,86) код листова са стабла 27. Максималан број зубаца (23) забележен је код листова тест стабала 13 и 14, а минималан (8) код листа са стабла 33. На дужој страни листа највећа средња вредност броја зубаца (16,92) је код листова тест стабла 14, а најмања (12,74) код листова са стабла 33. Максимални број зубаца (25) забележен је код листа са стабла 13, а минималан (8) код листа са тест стабла 32 (Табела 27).

Табела 26: Дужина асиметрије и петељке листа са 14 тест стабала веза

ТЕСТ СТАБЛО	ДУЖИНА АСИМЕТРИЈЕ (mm)					ДУЖИНА ПЕТЕЉКЕ (mm)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	2,95 ^{bcd}	0	16	2,51	6,30	3,88 ^{cd}	1,0	11,5	1,38	1,89
14	2,83 ^{bc}	1	7	1,40	1,97	2,95 ^a	1,0	5,0	0,82	0,68
18	3,16 ^{bcd}	1	9	1,54	2,37	3,67 ^{bc}	2,0	6,0	0,84	0,70
19	5,39 ^g	1	15	3,27	10,68	4,39 ^{de}	1,0	10,5	1,73	3,00
21	3,99 ^{ef}	1	11	2,57	6,60	4,01 ^{cd}	1,0	7,0	1,40	1,96
27	3,94 ^{def}	1	7	1,57	2,48	5,97 ^{fg}	2,0	10,0	1,50	2,26
29	5,24 ^g	1	10	1,92	3,68	6,23 ^g	2,0	14,0	1,62	2,62
31	2,31 ^b	0	5	1,01	1,02	10,60 ^h	5,0	14,5	1,71	2,93
32	1,06 ^a	0	3	0,45	0,20	3,03 ^{ab}	1,5	5,0	0,67	0,45
33	3,79 ^{cdef}	1	11	2,68	7,18	3,72 ^{cd}	2,0	10,0	1,26	1,58
34	5,11 ^g	1	11	2,84	8,07	5,42 ^f	3,0	9,0	1,58	2,51
35	3,17 ^{bcd}	1	8	1,51	2,27	3,91 ^{cd}	1,0	7,0	1,29	1,67
36	4,63 ^{fg}	2	11	2,30	5,29	4,75 ^e	2,0	10,0	1,49	2,22
37	3,23 ^{bcd}	1	8	1,88	3,54	10,75 ^h	5,0	15,0	1,75	3,07

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hoc Tukey HSD тест)

Табела 27: Броја зубаца на краћој и дужиој страни листа са 14 тест стабала веза

ТЕСТ СТАБЛО	БРОЈ ЗУБАЦА НА КРАЋОЈ СТРАНИ					БРОЈ ЗУБАЦА НА ДУЖИОЈ СТРАНИ				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	14,95 ^{fg}	10	23	2,90	8,43	15,98 ^{fg}	10	25	3,05	9,27
14	15,80 ^g	11	23	1,91	3,66	16,92 ^h	13	23	1,66	2,74
18	15,80 ^g	11	21	2,19	4,79	16,74 ^{gh}	12	23	2,12	4,50
19	11,77 ^{bc}	9	16	1,50	2,24	14,17 ^{cde}	10	17	1,66	2,75
21	11,73 ^{bc}	8	16	1,45	2,10	13,39 ^{abc}	10	18	1,58	2,50
27	10,86 ^a	8	14	1,17	1,37	12,75 ^a	10	16	1,44	2,07
29	13,65 ^e	10	18	1,60	2,57	15,74 ^f	10	20	1,61	2,58
31	15,29 ^g	11	20	1,99	3,97	16,88 ^{gh}	12	23	2,28	5,20
32	12,41 ^{cd}	7	15	1,69	2,87	13,16 ^{ab}	8	16	1,70	2,88
33	11,40 ^{ab}	8	16	1,83	3,33	12,74 ^a	9	16	2,16	4,66
34	12,49 ^{cd}	9	16	1,74	3,04	14,64 ^{de}	10	20	2,37	5,61
35	12,23 ^{bcd}	9	16	1,51	2,28	13,73 ^{bce}	10	18	1,71	2,93
36	12,68 ^d	9	17	1,41	1,98	14,75 ^e	11	20	1,70	2,88
37	14,36 ^{ef}	10	20	1,88	3,55	15,79 ^f	11	22	1,84	3,38

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hoc Tukey HSD тест)

Најмања средња вредност (12,45) и минималан број нерава (7) на краћој и на дужој страни (8) је код листова пореклом са стабла 13. Највећу средњу вредност броја нерава на краћој страни (14,78) имају листови тест стабла 31, а максимална вредност (19) је забележена код листова са стабала 13, 18 и 19. На дужој страни листа највећу средњу вредност броја нерва (16,63) имају листови тест стабла 29, док је максималан број нерава (23) забележен код листова тест стабала 13 и 33 (Табела 28).

Табела 28: Број нерава на краћој и дужој страни листа са 14 тест стабала веза

ТЕСТ СТАБЛО	БРОЈ НЕРАВА НА КРАЋОЈ СТРАНИ					БРОЈ НЕРАВА НА ДУЖОЈ СТРАНИ				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	12,45 ^a	7	19	2,50	6,25	13,91 ^a	8	23	2,87	8,26
14	14,58 ^e	10	18	1,74	3,01	15,76 ^{de}	10	20	1,76	3,11
18	13,65 ^{cd}	10	19	2,31	5,32	15,53 ^d	10	22	2,67	7,14
19	12,99 ^{abc}	10	17	1,60	2,58	15,60 ^d	11	21	1,78	3,15
21	13,47 ^{bcd}	9	18	1,53	2,35	15,64 ^d	9	20	1,80	3,24
27	12,52 ^a	10	16	1,33	1,77	14,95 ^{bcd}	11	17	1,43	2,05
29	14,06 ^{de}	9	17	1,45	2,10	16,63 ^e	12	20	1,67	2,78
31	14,78 ^e	11	18	1,38	1,91	15,79 ^{de}	11	19	1,44	2,07
32	13,53 ^{bcd}	9	19	2,33	5,44	14,44 ^{abc}	9	19	2,39	5,72
33	12,99 ^{abc}	8	17	2,02	4,09	15,33 ^{cd}	9	23	2,75	7,56
34	13,06 ^{abc}	9	18	1,66	2,74	15,69 ^{de}	11	21	2,12	4,48
35	13,05 ^{abc}	9	17	1,67	2,78	15,09 ^{cd}	10	19	1,83	3,34
36	13,51 ^{bcd}	11	16	1,47	2,17	15,87 ^{de}	12	19	1,59	2,52
37	12,75 ^{ab}	9	16	1,19	1,42	14,13 ^{ab}	10	17	1,31	1,71

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hoc Tukey HSD тест)

Позитивна корелација забележена је између свих посматраних параметара изузев између ширине листа и дужине петељке, при чему најјачу позитивну корелацију има ширина листа са дужином листа. Међусобна зависност броја зубаца на краћој и дужој страни, као и броја нерава на краћој и дужој страни показује јаку позитивну корелацију (Табела 29).

Резултати анализе варијансе (Табела 30), показују постојање статистички

значајних разлика ($p < 0,05$) између посматраних морфолошких карактеристика листова са 14 тест стабала веза, што показује да су измерене разлике последица утицаја тест стабла.

На основу морфолошких показатеља извршено је груписање тест стабала применом Tukey HSD post-hoc теста (Табела 25, Табела 26, Табела 27 и Табела 28). Издвајање великог броја хомогених група за све посматране параметре, потврђује јак утицај порекла листова, односно утицај тест стабла. Најмањи степен груписања забележен је код броја нерава на краћој и дужиј страни листа, што је условљено великом варијабилношћу ових карактеристика листа који потичу са истог стабла.

Код листова пољских и брдског бреста као најваријабилнија особина показала се површина листа, дужина петељке и асиметрије (Zebec et al., 2010; 2014; 2015). У оквиру истих студија варијабилности листова код брестова утврђен је виши степен варијабилности на унутарпопулационом, него на међупопулационом нивоу, што је у сагласности са многобројним истраживањима варијабилности листова на међупопулационом нивоу код различитих врста (Franjić, 1996; Kajba, 1996; Bašić et al., 2007; Ballian et al., 2010; Ballian et al., 2014; Poljak et al., 2014; Čortan, 2015; Maksimović et al., 2015; Popović, Kerkez, 2016). На особине листова, као што су дужина и ширина листова и дужина петељке, могу утицати услови средине (Broshtilov, 2006; Poljak et al., 2014), тако да за извођење закључака која особина листа је мање подложна променама услед услова средине треба оваква истраживања спроводити неколико узастопних година.

Доказана је јака зависност између морфолошких особина листа и морфолошких параметара садница (Ivetić et al., 2014). Black-Samuelsson et al. (2003), су нашли слаб утицај генотипа на облик листа веза и неке друге адаптивне особине, али знатно јачи утицај популације и фамилије. Такође, у истој студији се дошло до закључка са су листови већи у влажнијој средини, међутим, како је ово истраживање вршено на листовима одраслих индивидуа које расту у релативно истим условима средине очекивано је да овакав закључак не може бити лако

уочљив. Узорци листова за анализе у овом истраживању узети су из доњих делова круна стабала методом случајног узорка, а познато је да се димензије и облик листа сенке и светлости могу разликовати. На димензије листова у овим истраживањима утицај је могао имати склоп и осунчаност круна, односно количина светлости која у великој мери утиче на развијеност круне и дистрибуцију листова дуж ње (Šrámek, Čermák, 2012).

Табела 29: Међусобни однос посматраних карактеристика листова 14 тест стабала веза исказан Пирсоновим коефицијентом корелације (R)

N=1400	ШИРИНА ЛИСТА	ДУЖИНА ЛИСТА	ДУЖИНА АСИМЕТРИЈЕ	ДУЖИНА ПЕТЕЉКЕ	БРОЈ ЗУБАЦА НА КРАЂОЈ СТРАНИ	БРОЈ ЗУБАЦА НА ДУЖОЈ СТРАНИ	БРОЈ НЕРАВА НА КРАЂОЈ СТРАНИ	БРОЈ НЕРАВА НА ДУЖОЈ СТРАНИ
ШИРИНА ЛИСТА	1,00							
ДУЖИНА ЛИСТА	0,89*	1,00						
ДУЖИНА АСИМЕТРИЈЕ	0,44*	0,45*	1,00					
ДУЖИНА ПЕТЕЉКЕ	-0,02	0,10*	0,12*	1,00				
БРОЈ ЗУБАЦА НА КРАЂОЈ СТРАНИ	0,14*	0,27*	0,09*	0,21*	1,00			
БРОЈ ЗУБАЦА НА ДУЖОЈ СТРАНИ	0,19*	0,32*	0,30*	0,29*	0,83*	1,00		
БРОЈ НЕРАВА НА КРАЂОЈ СТРАНИ	0,47*	0,60*	0,11*	0,11*	0,54*	0,48*	1,00	
БРОЈ НЕРАВА НА ДУЖОЈ СТРАНИ	0,62*	0,70*	0,41*	0,10*	0,42*	0,52*	0,77*	1,00

*статистички значајно за $p < 0,01$

Табела 30: Анализа варијансе за морфолошке особине листова

One-Way ANOVA, p<0,05 N=1400	СУМА КВАДРАТА	СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ	СРЕДИНЕ КВАДРАТА	F-ОДНОС	P-ВРЕДНОСТ
ШИРИНА ЛИСТА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	70908,09	13	5454,47	42,62	0,0000
УНУТАР ГРУПА	177636,92	1386	127,97		
УКУПНО	248545,01	1399			
ДУЖИНА ЛИСТА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	122026,24	13	9386,63	25,79	0,0000
УНУТАР ГРУПА	504430,84	1386	363,95		
УКУПНО	626457,08	1399			
ДУЖИНА АСИМЕТРИЈЕ					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	1916,91	13	147,45	33,48	0,0000
УНУТАР ГРУПА	6104,22	1386	4,40		
УКУПНО	8021,13	1399			
ДУЖИНА ПЕТЕЉКЕ					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	80156,82	13	627,45	318,87	0,0000
УНУТАР ГРУПА	2727,25	1386	1,97		
УКУПНО	82884,07	1399			
БРОЈ ЗУБАЦА НА КРАЂОЈ СТРАНИ					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	3773,21	13	290,25	88,00	0,0000
УНУТАР ГРУПА	4571,24	1386	3,30		
УКУПНО	8344,45	1399			
БРОЈ ЗУБАЦА НА ДУЖОЈ СТРАНИ					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	3053,19	13	234,86	60,96	0,0000
УНУТАР ГРУПА	5339,78	1386	3,85		
УКУПНО	8392,97	1399			
БРОЈ НЕРАВА НА КРАЂОЈ СТРАНИ					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	649,94	13	50,00	15,93	0,0000
УНУТАР ГРУПА	4349,55	1386	3,14		
УКУПНО	4999,49	1399			
БРОЈ НЕРАВА НА ДУЖОЈ СТРАНИ					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	716,24	13	55,1	13,50	
УНУТАР ГРУПА	5655,98	1386	4,08		
УКУПНО	6372,22	1399			

5.2.5. Садржај тешких метала у листовима тест стабала

Садржај тешких метала у биљном ткиву условљен је многобројним факторима, а пре свегабиљном врстом и садржајем тешких метала у окружењу одакле их биљка може усвајати.

Основни биљни орган којим се врши усвајање воде и минералних материја, па тако и тешких метала је корен (Krstić et al., 2011). Доступност тешких метала биљкама зависи од концентрације тешких метала у земљишту, облика у ком се метал налази и физичких и хемијских карактеристика земљишта (Kadović, Knežević, 2002).

Различите биљне врсте различито реагују на повећање тешких метала у земљишту, тако Baker (1981) биљке које опстају на земљиштима загађеним тешким металима сврастава у три групе:

1. Акумулатори - могу складиштити тешке метале у биљним деловима у мањој или већој мери уз мање више добру равнотежу између капацитета апсорпције корена и транспорта метала у надземни део биљке;

2. Ексклудери - концентрација тешких метала код ових биљка се налази испод граничних вредности, тј. на ниском нивоу у односу на земљиште, јер имају могућност диференцијалног усвајања и транспорта између корена и надземног дела до одређене критичне тачке концентрације загађивача у земљишту;

3. Индикатори - биљке које акумулирају тешке метале пропорционално концентрацији која је у земљишту.

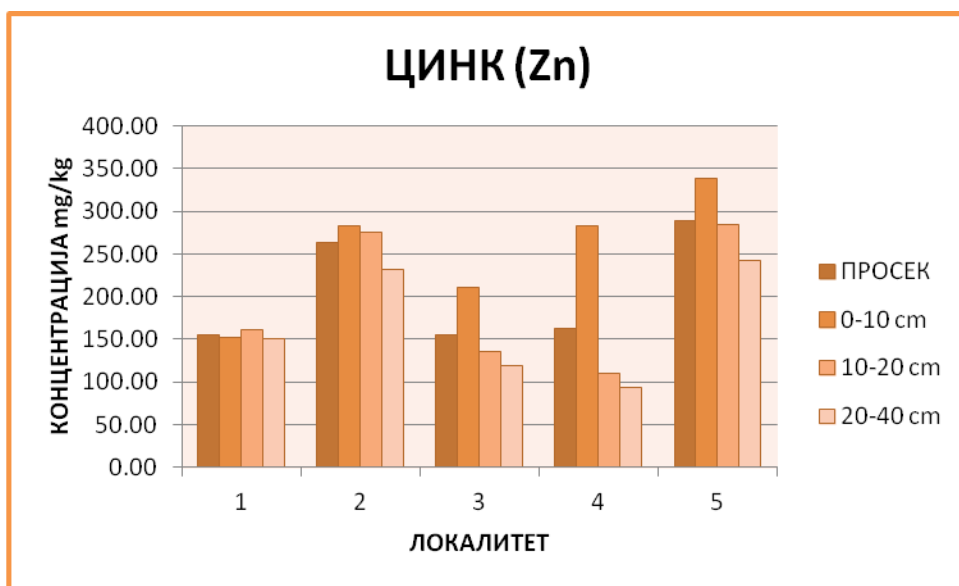
Чињеница је да су биљке у стању да поднесу знатно веће концентрације тешких метала од животиња и људи. Претпоставља се да је толерантност према вишку тешких метала стечена током филогенезе и да представља адаптацијунa стрес, тј. одговор на неповољне услове (Stanković, 2008).

У сваком случају биљка чини нераскидив спој са средином у којој живи тако да је садржај тешких метала у биљци у зависности од концентрације истих у

земљишту, што изискује потребу за упоредном анализом садржаја тешких метала у биљци и земљишту на ком расте.

Садржај тешких метала у земљишту

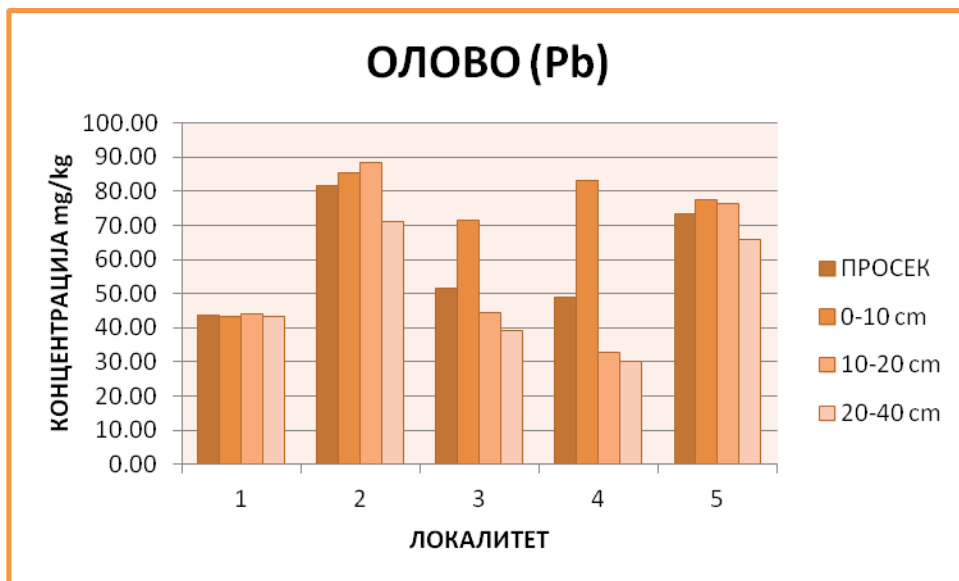
За мултифункционалну употребу земљишта наведене су критичне вредности цинка (Zn) од 60 - 150 (200) mg/kg (De Vries, Bakker, 1998). На испитиваном подручју Великог ратног острва вредности веће од 200 mg/kg забележене су на локалитету 2 (263,75 mg/kg) и 5 (288,37 mg/kg). На осталим локалитетима вредности су приближне концентрацији 150 mg/kg. Са дубином земљишта садржај цинка опада, изузев код локалитета 1, где показује приближне вредности на свим дубинама (Графикон 18).



Графикон 18: Садржај цинка у земљишту

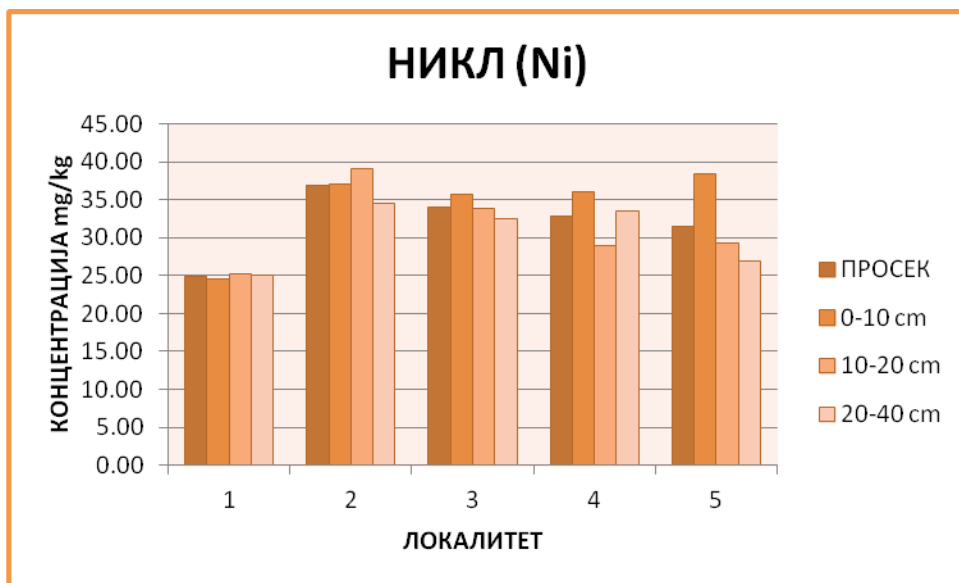
Садржај олова (Pb) према просечним вредностима налази се у распону од 43,56 mg/kg на локалитету 1 до 81,52 mg/kg на локалитету 2 и налази се у опсегу критичних вредности од 25 до 100 mg/kg према могућности мултифункционалног коришћења земљишта (De Vries, Bakker, 1998). Концентрација олова има највише

вредности у површинском слоју земљишта и са дубином опада, изузев на локалитету 1 где у свим слојевима је приближно исте концентрације (Графикон 19).



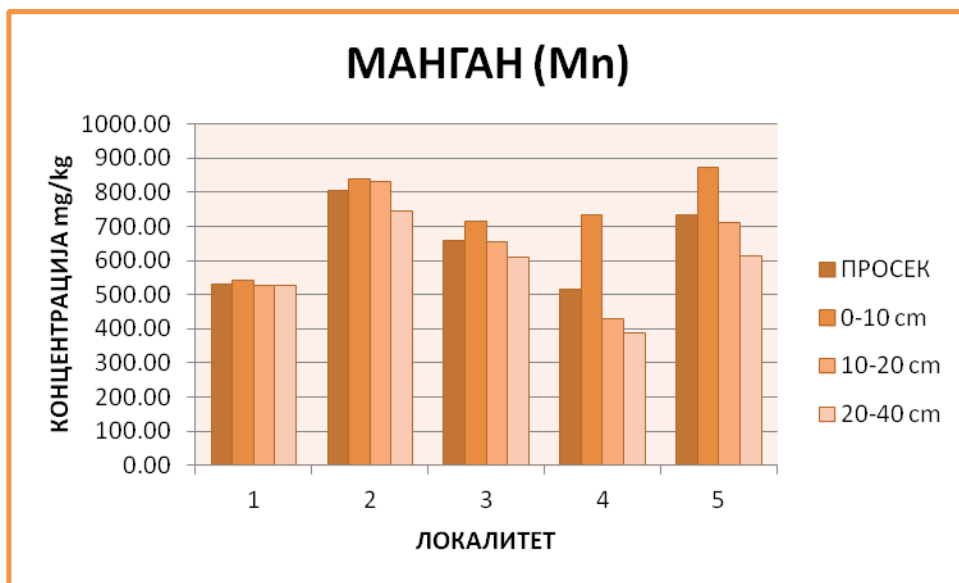
Графикон 19: Садржај олова у земљишту

Концентрација никла (Ni) је највиша на локалитету 2 (36,91 mg/kg), а најнижа на локалитету 1 где је вредност испод 25 mg/kg, (Графикон 20). Ни на једном од посматраних локалитета не постоје велике разлике у концентрацијама на различитим дубинама земљишта и налазе се у опсегу критичних вредности од 10 до 85 mg/kg, према могућности мултифункционалног коришћења земљишта (De Vries, Bakker, 1998). Brooks, (1987), наводи да је просечна концентрација никла у земљишту 40 mg/kg. Према правилнику о дозвољеним количинам опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање, максимално дозвољене концентрације (МДК), у земљишту за никл су до 50 mg/kg, (1994).



Графикон 20: Садржај никла у земљишту

Према Adriano (1986) просечне вредности концентрације мангана (Mn) се налазе у распону од 500 до 1000 mg/kg, док Kabata-Pendias, Pendias, (2000), пријављују просек на светском нивоу од 411 до 550 mg/kg и концентрацију од 1500 mg/kg као критичну за појаву симптома тровања код биљака. Концентрација мангана је највиша на локалитету 2 (804,91 mg/kg), док су значајно ниже вредности концентрације мангана у земљишту измерене на локалитету 1 и 4 (531,28 mg/kg, односно 516,09 mg/kg). Код четири од пет локалитета концентрација мангана се смањује са порастом дубине земљишта (Графикон 21). Манган у природи никада не јавља у чистом стању. У неорганске форме спадају сва његова оксидациона стања, а најчешћи минерал мангана се јавља у животној средини као седиментна компонента, пирулозит (MnO_2). Најчешћа органска форма мангана је ММТ (метилциклопентадиенил манган трикарбонил) који се користи као додатак бензина који повећава његов октански ниво (Dragišić-Maksimović, Đarmati, 2005).



Графикон 21: Садржај мангана у земљишту

Садржај гвожђа (Fe) у земљишту на Великом ратном острву налази се у опсегу од 20587,76 mg/kg на локалитету 4 до 37 440,57 mg/kg на локалитету 3. Према Vanmechelen et al.,(1997), садржај гвожђа у земљишту широм Европе показује широк опсег просечних вредности од 100 до 100 000 mg/kg. Садржај гвожђа у земљишту показује тенденцију пораста са дубином, изузев на локалитету 3, где се јавља пад у средишњем слоју, а потом поновни пораст, и локалитету 1 где су приближне вредности у свим слојевима земљишта (Графикон 22). Пад концентрације гвожђа у плићим слојевима земљишта може бити условљен шумском простирком, односно органским материјама које негативно утичу на концентрацију гвожђа у земљишту (Vanmechelen et al., 1997).

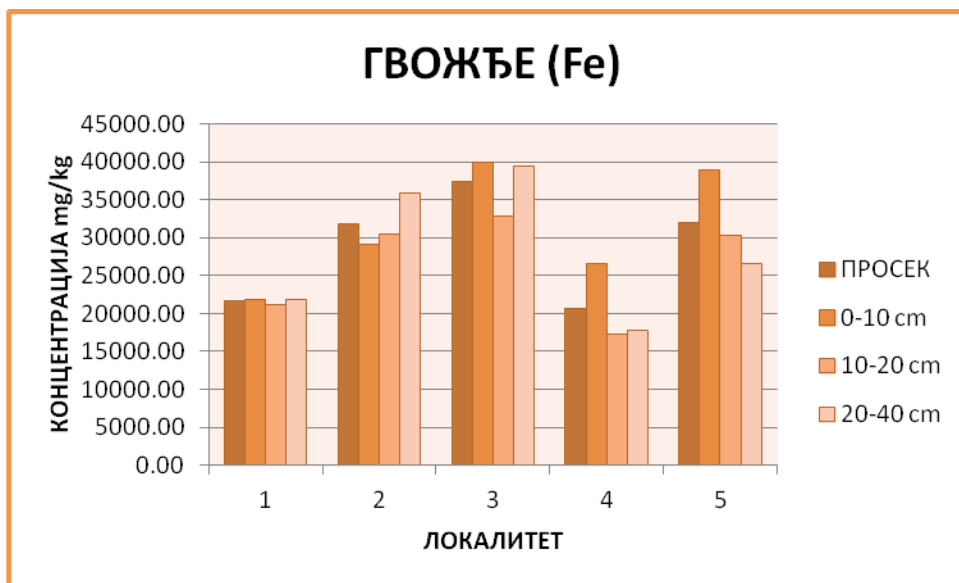
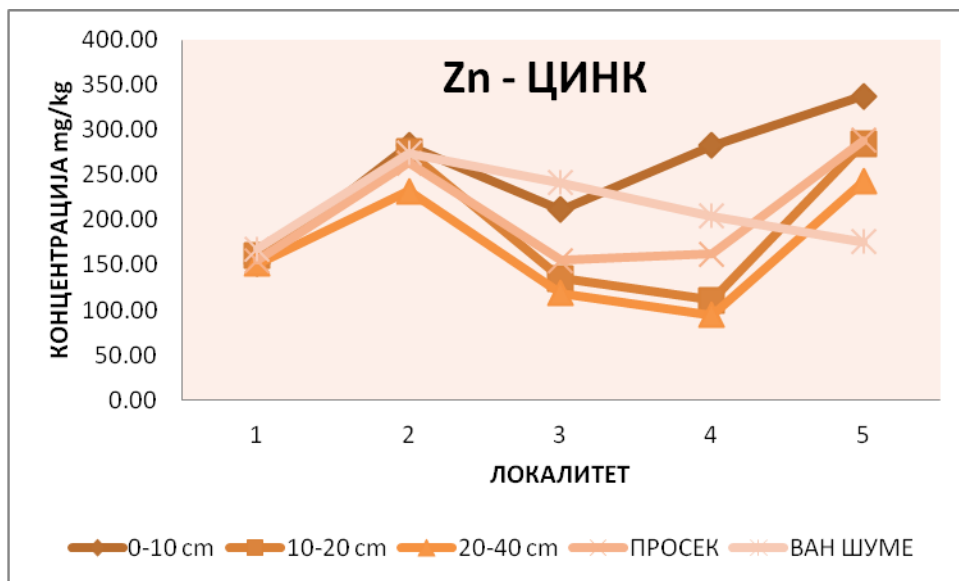
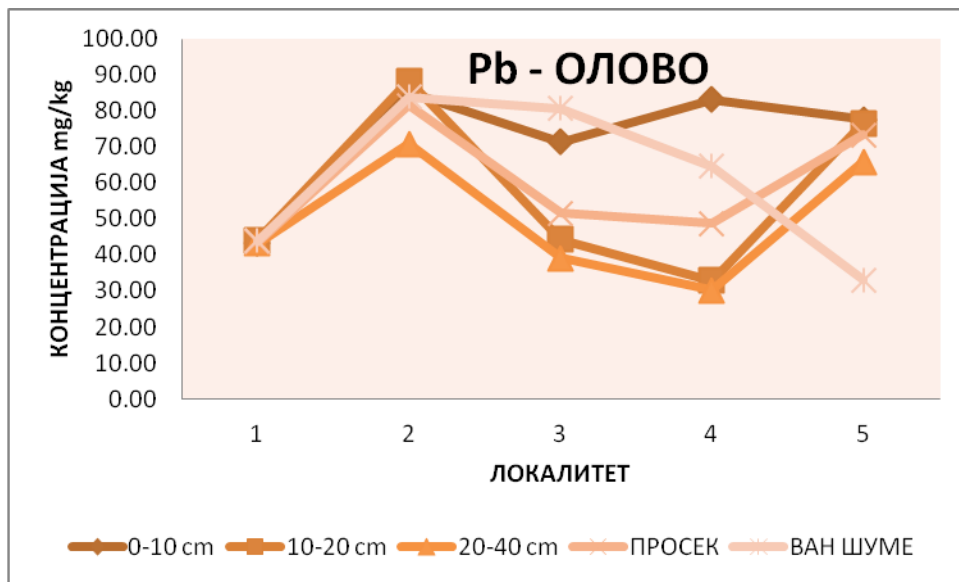


График 22: Садржај гвожђа у земљишту

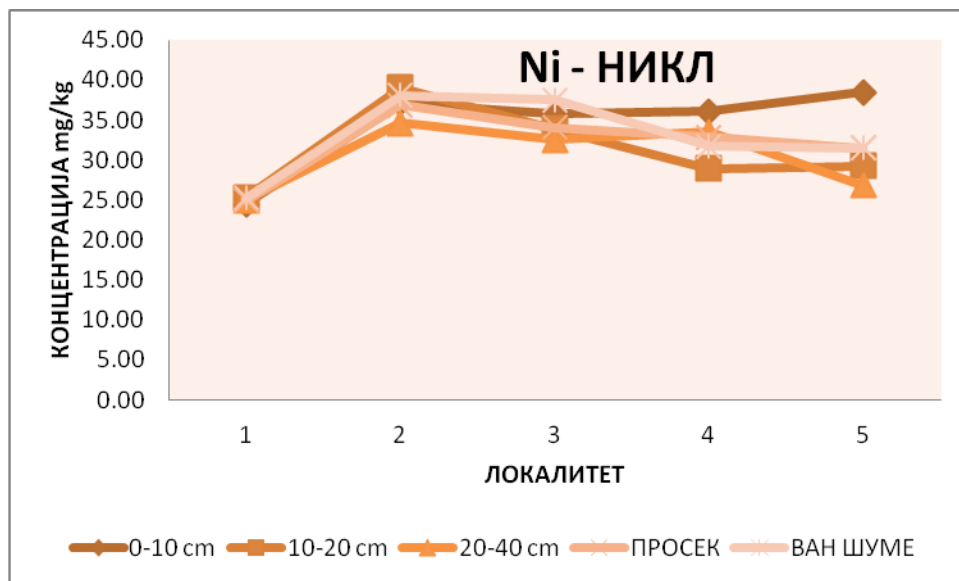
Садржај тешких метала у узорцима земљишта на свим испитиваним локалитетима не показују значајна одступања између узорака узетих у шуми и ван шуме (Графикон 23, 24, 25, 26 и 27). На локалитету 1 концентрације свих тешких метала су приближно једнаких вредности на свим дубинама посматраним у шуми, али и у узорку земљишта узетом ван шуме. На локалитету 2 концентрације тешких метала су блиске у узорцима узетим у шуми и ван шуме, док се на локалитету 3 јављају веће концентрације тешких метала цинка, олова, никла и мангана у земљишту изван шуме. На локалитетима 4 и 5 у узорцима узетим ван шуме концентрације тешких метала су нешто ниже него у површинском слоју земљишта узоркованом у шуми.



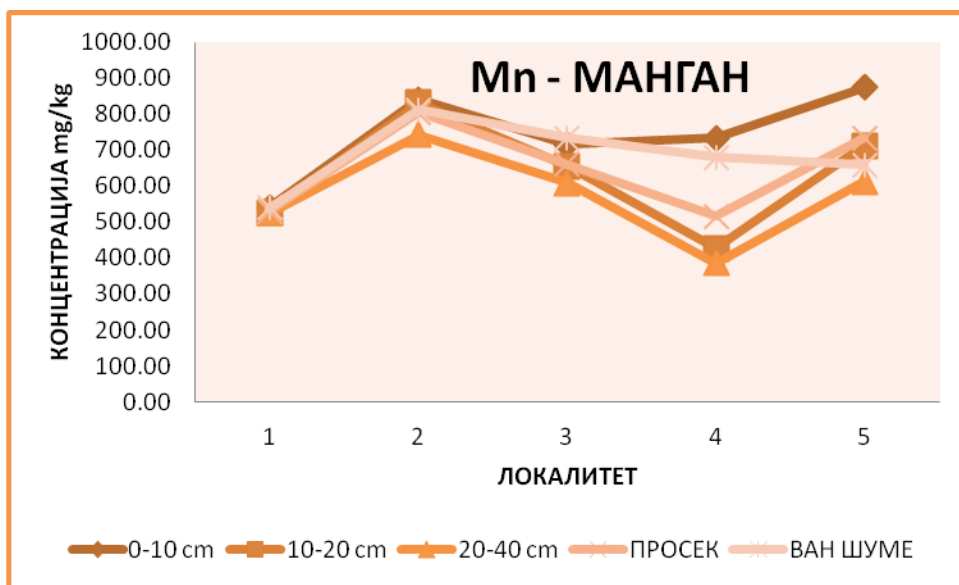
Графикон 23: Упоредни приказ концентрације цинка на локалитетима у шуми и ван шуме



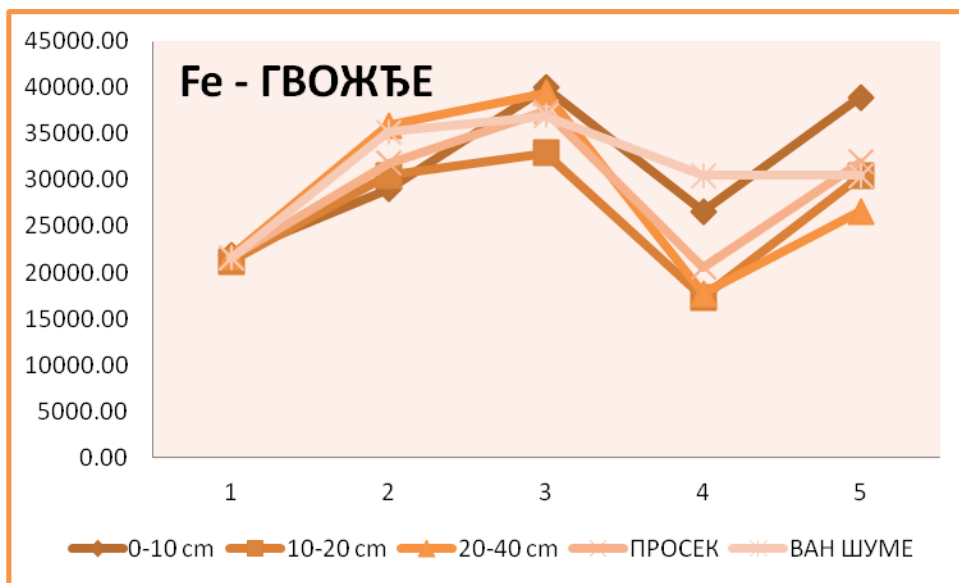
Графикон 24: Упоредни приказ концентрације олова на локалитетима у шуми и ван шуме



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

Анализирајући добијене резултате концентрације тешких метала (Pb, Ni, Zn, Mn i Fe) на свих 10 испитиваних локалитета (у шуми и ван шуме) на Великом ратном острву, запажа се да је земљиште селективно и да различито апсорбује сваки од испитиваних елемената.

Генерално се може констатовати да тешки метали у земљишту на овом подручју не представљају опасност за настанак видљивих оштећења не само ове дрвенасте врсте него и свих биљака која расту на Великом ратном острву.

Садржај тешких метала у листовима

Концентрација свих пет истраживаних тешких метала најнижа је у листовима тест стабла 29 (Zn-15,11 mg/kg; Pb-0,45 mg/kg, Ni-0,77 mg/kg, Mn-13,98 mg/kg, Fe-86,62 mg/kg). Највиша концентрација цинка (42,94 mg/kg) и никла (4,92 mg/kg) је код тест стабла 21, мангана (34,84 mg/kg) и гвожђа (415,14 mg/kg) код стабла 19, а олова (1,40 mg/kg) код стабла 32. Измерене концентрације тешких

метала цинка, мангана и олова у листовима веза налазе се у опсегу просечних вредности према Катастрима концентрације елемената у екосистемима (ECCE, 1994). Концентрација никла је нешто виша код стабала 19 и 21, где прелази просечне вредности од 0,4 - 4 mg/kg према истом извору, док већу концентрацију гвожђа од просечне (5-200 mg/kg) има чак 10 стабала (Табела 31).

Табела 31: Садржај тешких метала у листовима 13 тест стабала веза

ТЕСТ СТАБЛО	Zn	Pb	Ni	Mn	Fe
	<i>mg/kg</i>				
13	24,70 ^d	1,24 ^{bc}	1,45 ^b	25,18 ^g	<u>269,24^h</u>
14	22,43 ^c	0,95 ^{abc}	1,40 ^{ab}	21,32 ^e	<u>229,37^e</u>
18	26,89 ^{ef}	1,18 ^{bc}	2,83 ^{ef}	29,61 ⁱ	<u>268,94^h</u>
19	27,12 ^{fg}	1,28 ^{bc}	<u>4,52^g</u>	34,84 ^l	<u>415,14^k</u>
21	42,94 ⁱ	0,87 ^{abc}	<u>4,92^g</u>	32,43 ^j	<u>248,39^f</u>
29	15,11 ^a	0,45 ^a	0,77 ^a	13,98 ^a	86,62 ^a
31	26,42 ^{ef}	0,69 ^{ab}	2,15 ^{cd}	16,54 ^b	162,47 ^b
32	35,41 ^h	1,40 ^{bc}	2,03 ^{bc}	23,76 ^f	<u>412,46^j</u>
33	24,39 ^d	1,14 ^{abc}	2,45 ^{cde}	23,34 ^f	<u>268,66^h</u>
34	22,37 ^c	1,12 ^{abc}	2,29 ^{cde}	18,70 ^c	<u>205,99^d</u>
35	28,11 ^g	1,54 ^c	3,18 ^f	27,63 ^h	<u>256,86^g</u>
36	21,21 ^b	1,04 ^{abc}	2,73 ^{def}	33,93 ^k	<u>271,92ⁱ</u>
37	25,89 ^e	0,97 ^{abc}	2,91 ^{ef}	20,52 ^c	188,13 ^c
ПРОСЕК	26,38	1,07	2,59	24,75	252,62

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hoc Tukey HSD тест)

Сви ови тешки метали су неопходни у нормалним физиолошким процесима код биљака, изузев олова чија функција у нормалном функционисању биљног организма није позната. Цинк је токсичан за биљке само уколико је његова концентрација изузетно висока (Kráľová, Masarovičevá, 2003). Имајући у виду да је неопходан за обављање нормалних физиолошких процеса пажња истраживача је више била усмерена ка испитивању његовог недостатка. У биљном ткиву нормална концентрација цинка је од 20-50 mg/kg, и сматра се да су концентрације испод 20 mg/kg критичне за многе врсте (Carol, Loneragan, 1969). Први симптоми недостатка

цинка могу се јавити већ при концентрацијама 20-25 mg/kg, док се први симптоми токсичности јављају при концентрацијама изнад 400 mg/kg (Kárpáti et al., 1967).

Никл се сматра металом који је неопходан дрвенастим биљкама у обављању физиолошке активности (Brown et al., 1987), али такође у високим концентрацијама у биљном ткиву може бити изузетно токсичан (Yang et al. 1996).

Према Kabata-Pendias, Pendias (2000), нормална концентрација олова у биљном материјалу је од 5 до 10 mg/kg, док су на незагађеном земљишту у надземном делу неких зељастих врста измерене концентрације од 0,19 до 9 mg/kg, а на земљишту контаминираним оловом концентрације од 63 до 232 mg/kg. Према Pählosson-Balsberg, (1989), код шумског дрвећа смањена физиолошка активност и отежан раст настају при концентрацијама олова од 20-70 mg/kg. Различите биљне врсте али и различити генотипови у оквиру исте врсте биљака, различито реагују на повећану концентрацију олова било у земљишту, или пак у самој биљци.

Манган и гвожђе као микроелементи неопходни за нормалну физиолошку активност ретко се у природи јављају у вишку. Позната је њихова интеракција, која често условљава мањак једног уколико се други јави у вишку (Krstić et al., 2011), што може објаснити релативно низак садржај мангана у листовима свих тест стабала и повишен садржај гвожђа.

Концентрација тешких метала у листовима дрвенастих биљака је под утицајем више фактора. Период године у коме се врши одређивање садржаја има велики утицај и код лишћара се највеће концентрације тешких метала у биљном ткиву мере у јесен (Ehlin, 1982; Riddell-Black, 1994, Stanković, 2008). Могућност премештања тешких метала у друге делове биљке такође утиче на концентрацију тешких метала у листовима (Pulford, Watson, 2003). Код садница горског јавора садржај тешких метала је значајно већи у корену него у надземном делу (Lepp, Eardley, 1978), али такође одређени проценат усвојеног олова из корена бива транспортован у стабло, а цинка у листове (Turner, Dickinson, 1993). Биљке из земљишта усвајају и премештају у надземне органе релативно мало олова, изузев на

киселим и у калцијуму сиромашним земљиштима из којих биљке могу да усвајају знатно веће количине олова (Wiklander, Vahtras, 1977). У корену се олово акумулира у сразмерно великим количинама, јер је овај метал мање покретан у поређењу са осталим металима (Trüby, 1994). Цинк, манган и никл су равномерно распоређени између корена и надземног дела биљке, док се гвожђе и олово чешће задржавају у корену (Siedlecka, 1995).

Као најслабији акумулатор можемо означити стабло 29, које има најниже концентрације за све посматране тешке метале, посебно у односу на стабло 31 које се налази у његовој непосредној близини (локалитет 1). Као потенцијално добре акумулатори можемо сматрати стабла 19 и 21, која акумулирају никл нешто више од просека, али показују и више вредности концентрације других тешких метала у односу на остала стабла и стабло 18 које се налази удаљено од њих неколико метара (локалитет 2), (Табела 31). Концентрација тешких метала (цинка, олова, никла, мангана и гвожђа) показује статистички значајну различитост између теста стабала (Табела 32), иако се поједина стабла налазе на свега пар метара удаљености једна од другог. Резултати потврђују да је утицај генотипа на акумулацију тешких метала велики, што је у сагласности са ранијим истраживањима акумулације тешких метала у оквиру врсте (Kraljević-Balalić et al., 2009; Borišev 2010; Šijačić-Nikolić et al., 2012).

Употреба биљака из природних популација за фиторемедијацију има ограничене домете. Нека од ових ограничења се могу уклонити уобичајеним техникама оплемењивања, али су за њих потребне деценије (Marques et al., 2009). Велики број гена је укључен у усвајање, премештање и везивање тешких метала од стране биљака (Eapen, D'Souza, 2005), али је мали број (до три) укључен у стварање толерантности (Masnair et al., 2000), што указује да је лакше радити на оплемењивању веза на толеранцију, него на акумулацију тешких метала.

Табела 32: Анализа варијансе за садржај тешких метала у листовима

One-Way ANOVA, p<0,05 N=39	СУМА КВАДРАТА	СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ	СРЕДИНЕ КВАДРАТА	F-ОДНОС	P-ВРЕДНОСТ
ЦИНК					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	1656,03	12	138,00	1128,25	0,0000
УНУТАР ГРУПА	3,18	26	0,12		
УКУПНО	1659,21	38			
ОЛОВО					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	3,06	12	0,26	4,47	0,0007
УНУТАР ГРУПА	1,48	26	0,06		
УКУПНО	4,54	38			
НИКЛ					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	48,97	12	4,08	88,24	0,0000
УНУТАР ГРУПА	1,20	26	0,05		
УКУПНО	5,17	38			
МАНГАН					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	1589,02	12	132,42	3917,28	0,0000
УНУТАР ГРУПА	0,88	26	0,03		
УКУПНО	1589,90	38			
ГВОЖЂЕ					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	287181,41	12	23931,78	42540,46	0,0000
УНУТАР ГРУПА	14,63	26	0,56		
УКУПНО	287196,04	38			

Интеракције између тешких метала у земљишту и биљкама су веома важне јер могу довести до појаве одређеног дефицита, или појаве токсичности, што се у оба случаја одражава на раст и развој биљке (Кгипа et al., 2002). Цинк, манган и гвожђе су веома важни за правилно функционисање биљног организма, али су такође међусобно веома зависни (Табела 33). Позната је јака зависност између садржаја гвожђа и цинка (Siedlecka, 1995), а такође и утицај мангана, који, ако се нађе у високим концентрацијама може довести до недостатка цинка (Kabata-Pendias, Pendias, 2000). Цинк се у земљишту налази у различитим облицима, међутим биљка не може у свим облицима користити цинк и могућност коришћења цинка је условљена рН вредношћу земљишта (Wietes, 1966). Гвожђе из земљишта биљке

усвајају и облику феро (Fe^{2+}), фери јона (Fe^{3+}) и облику гвожђе хелата, али је физиолошки активан феро јон, тако да немогућност усвајања може бити условљена високом рН вредности земљишта, повећаним садржајем фосфата или калцијумових јона (Stanković et al., 2009). Веома јака корелација између концентрација олова и цинка (0,95; $p < 0,01$) и олова и мангана (0,91; $p < 0,01$) у земљишту може указивати на заједнички извор ових елемената (Табела 33). Осим међусобне зависности, утицај микроелемената је велики и на усвајање и доступност есенцијалних елемената азота, фосфора, калијума, магнезијума и калцијума (Siedlecka, 1995).

Табела 33: Међусобни однос концентрација тешких метала у земљишту и листовима веза исказан Пирсоновим коефицијентом корелације (R)

		ЗЕМЉА					ЛИСТОВИ				
		Zn	Pb	Ni	Mn	Fe	Zn	Pb	Ni	Mn	Fe
ЗЕМЉА	Zn	1.00									
	Pb	0.95*	1.00								
	Ni	0.43*	0.65*	1.00							
	Mn	0.78*	0.91*	0.72*	1.00						
	Fe	0.08	0.26	0.59*	0.63*	1.00					
ЛИСТОВИ	Zn	0.69*	0.69*	0.43*	0.62*	0.21	1.00				
	Pb	0.25	0.30	0.51*	0.35	0.40	0.28	1.00			
	Ni	0.51*	0.70*	0.68*	0.80*	0.52*	0.66*	0.25	1.00		
	Mn	0.53*	0.68*	0.78*	0.70*	0.41	0.46*	0.44*	0.74*	1.00	
	Fe	0.69*	0.67*	0.58*	0.61*	0.30	0.48*	0.63*	0.45*	0.68*	1.00

*статистички значајно за $p < 0,01$

Извршене анализе садржаја тешких метала у земљишту и листовима веза на Великом ратном острву показују да се концентрације свих испитиваних тешких метала налазе у опсегу нормалних вредности са минималним одступањима, међутим, мониторинг стања на овом подручју је неопходан.

Велико ратно острво је алувијално акумулациона творевина, а настанак и развој острва се налази под јаким утицајем река које га окружују, на првом месту

Дунава. Плавне воде Дунава имају јак утицај не само на режим влажења земљишта већ и на његово "пречишћавање" или "загађивање". Ово подручје окарактерисано као Предео изузетних одлика пробудило је интересовање локалног друштва које препознаје важност природе и природног добра које се налази у сред великог града, па самим тим и напори за његово очување морају бити уложени.

Посебна пажња мора бити усмерена управо на загађиваче антропогеног порекла. Антропогено порекло тешких метала у биљкама, земљишту и атмосфери последица је на првом месту сагоревања: угља, отпада, у бензинским моторима, у металуршко-прерађивачкој индустрији, затим саобраћаја и степена урбанизације, одакле се ослобођени тешки метали уносе у атмосферу, земљиште, а затим и у биљке.

5.3. Ниво half-sib линија

5.3.1. Морфолошке карактеристике једногодишњих садница

Највећа средња вредност пречника забележена је код садница half-sib линије 37 (3,20 mm), а највећа средња вредност висине код садница half-sib линије 19 (23,75 cm), док су најниже средње вредности пречника код садница half-sib линије 19 (1,99 mm), а висине код садница half-sib линије 29 (17,02 cm). Минималне вредности пречника (0,66 mm) и висине садница (5,0 cm) измерене су код half-sib линије 36, док су максималне вредности пречника (5,73 mm) измерене су код half-sib линије 34, а висине (44,7 cm) код саднице линије 27 (Табела 34).

Табела 34: Варијабилност пречика и висине једногодишњих (1+0) садница 14 half-sib линија веза

HALF-SIB ЛИНИЈА	ПРЕЧНИК – d (mm)					ВИСИНА - h (cm)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	2.69 ^{cd}	1.33	4.83	0.67	0.45	19.62 ^{abcde}	12.10	36.80	4.29	18.41
14	3.12 ^{de}	1.06	5.40	0.96	0.91	20.99 ^{bcdefg}	13.00	33.00	4.95	24.53
18	2.42 ^{abc}	1.16	3.90	0.50	0.25	19.89 ^{abcdef}	11.10	29.90	4.69	21.97
19	1.99 ^a	0.89	4.04	0.64	0.41	23.75 ^g	11.00	39.50	6.29	39.56
21	2.84 ^{cde}	1.11	4.96	0.80	0.64	20.86 ^{bcdefg}	5.00	32.80	5.86	34.37
27	2.42 ^{abc}	0.92	4.51	0.71	0.50	22.73 ^{efg}	10.50	44.70	6.54	42.73
29	2.22 ^{ab}	1.16	4.23	0.58	0.34	17.02 ^a	8.50	33.00	5.22	27.29
31	2.06 ^a	1.00	3.14	0.53	0.29	23.22 ^{fg}	11.50	38.00	5.83	33.99
32	2.82 ^{cde}	1.26	4.34	0.70	0.50	18.56 ^{abc}	9.00	35.20	4.65	21.62
33	2.70 ^{cd}	1.39	4.61	0.71	0.50	18.94 ^{abcd}	10.50	32.00	4.68	21.89
34	2.65 ^{bc}	1.51	5.73	0.80	0.63	21.75 ^{cdefg}	7.60	35.50	5.48	30.08
35	2.11 ^a	1.16	3.13	0.55	0.30	17.65 ^{ab}	10.60	30.60	4.24	17.97
36	2.07 ^a	0.66	3.39	0.47	0.22	17.85 ^{ab}	5.00	26.00	4.10	16.82
37	3.20 ^e	1.86	5.06	0.80	0.64	22.30 ^{defg}	12.00	32.70	4.80	23.01

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hoc Tukey HSD тест)

Једноставна, брза и недеструктивна мерења морфолошких параметара надземног дела садница, су још увек најбоља за већину програма пошумљавања, нарочито ако се њихови резултати комбинују са знањем о условима станишта за пошумљавање (Ivetić et al., 2016a). Пречник садница се сматра за параметар квалитета садница који најбоље указује на преживљавање, док висина садница најбоље указује на раст садница након садње на терену (Mexal and Landis 1990).

Једногодишње саднице веза произведене током овог истраживања су мање од садница пријављених од Cicek et al. (2011). Један од разлога мањег пречника може бити и већа густина раста у леји. Наиме, велики број радова потврђује да са смањење густине раста у леји производи саднице са већим пречником (Shipman, 1964; Menzies et al., 1985; Nebgen, Mayer, 1986; South, 1993; Williams, Stewart, 2006; Carneiro et al., 2007). У овом истраживању, сетва је извршена омашке, нормом од 1200 семена/ m^2 , и густином раста у неким лејама и до 500 садница/ m^2 , што је далеко гушће у поређењу Cicek et al., (2011), где је максимална густина износила 175 садница/ m^2 уз сетву у редове.

Најнижа средња вредност масе надземног дела (0,46 g) и корена (0,37 g) забележена је код садница half-sib линије 35, док је највећа средња вредност масе надземног дела (1,14 g) и масе корена (2,79 g) забележена код садница линије 27 (Табела 35).

Табела 35: Варијабилност масе надземног дела и масе корена једногодишњих (1+0) садница 14 half-sib линија веза

HALF-SIB ЛИНИЈА	МАСА НАДЗЕМНОГ ДЕЛА – m_s (g)					МАСА КОРЕНА - m_r (g)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	0.70 ^{abcd}	0.19	1.84	0.33	0.11	0.72 ^{bc}	0.16	1.75	0.39	0.15
14	0.78 ^{abcde}	0.07	2.00	0.41	0.17	0.81 ^{bc}	0.04	2.26	0.54	0.29
18	0.66 ^{abc}	0.14	2.17	0.38	0.14	0.58 ^{ab}	0.08	1.92	0.36	0.13
19	0.85 ^{bcdef}	0.10	3.11	0.67	0.45	0.71 ^{abc}	0.04	2.76	0.62	0.38
21	1.01 ^{def}	0.09	2.80	0.62	0.38	0.79 ^{bc}	0.06	2.73	0.54	0.29
27	1.14 ^f	0.11	3.42	0.75	0.56	1.28 ^d	0.09	4.86	0.88	0.78
29	0.73 ^{abcd}	0.12	2.61	0.53	0.29	0.68 ^{abc}	0.10	2.56	0.54	0.29
31	0.69 ^{abcd}	0.10	1.53	0.37	0.13	0.74 ^{bc}	0.10	2.06	0.49	0.24
32	0.87 ^{bcdef}	0.16	2.19	0.46	0.21	0.82 ^{bc}	0.11	2.16	0.52	0.27
33	0.58 ^{ab}	0.08	1.63	0.29	0.08	0.51 ^{ab}	0.04	1.42	0.29	0.08
34	0.92 ^{cdef}	0.27	2.64	0.57	0.33	0.75 ^{bc}	0.09	2.42	0.49	0.24
35	0.46 ^a	0.15	1.08	0.22	0.05	0.37 ^a	0.06	1.17	0.23	0.05
36	0.60 ^{ab}	0.02	1.23	0.26	0.07	0.49 ^{ab}	0.01	1.57	0.32	0.10
37	1.08 ^{ef}	0.30	2.31	0.55	0.30	0.97 ^{cd}	0.15	2.28	0.56	0.31

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hoc Tukey HSD тест)

Однос посматраних карактеристика садница пречника, висине, масе надземног дела и масе корена је позитиван и статистички значајан, изузев између висине и масе корена. Најјача корелација је између пречника и масе надземног дела (Табела 36). Пречник садница је најбољи појединачни параметар квалитета садница за мерење (Thompson, 1985) због јаке корелације са осталим морфолошким параметрима (Wilson, Jacobs, 2006; Ivetić et al., 2013). То је потврђено и у овом раду са најјачом корелацијом пречника са висином и масом надземног дела. Међутим, корелација са масом корена, иако статистички значајна, може се оценити као слаба. То што је слаба, а статистички значајна може се објаснити величином узорка (N=1400) и чињеницом да је Пирсонов коефицијент осетљив на величину узорка. Слаба корелација пречника са масом корена у овом раду може бити последица 1)

проблема приликом узимања узорака, односно оштећења и уклањања дела кореновог система приликом вађења садница из земље или 2) особине врсте. Познато је да биљке које расту на влажним стаништима брже развијају надземни део на рачун корена (Markesteijn, Poorter, 2009; Modrzyński et al., 2015), што може указивати на адаптацију веза на услове велике влажности земљишта и повременог плављења. У условима обилног влажења, биљке слабије развијају корен, а јаче транспирациону површину, а у прилог овој дискусији иде и велики потенцијал веза за транспирацију (Bunuševac, 1951).

Табела 36: Међусобни однос мерених морфолошких карактеристика једногодишњих (1+0) садница 14 half-sib линија веза

N=1400	ПРЕЧНИК	ВИСИНА	МАСА НАДЗЕМНОГ ДЕЛА	МАСА КОРЕНА
ПРЕЧНИК	1,00			
ВИСИНА	0,49*	1,00		
МАСА НАДЗЕМНОГ ДЕЛА	0,73*	0,69*	1,00	
МАСА КОРЕНА	0,12*	0,08	0,12*	1,00

*статистички значајно за $p < 0,01$

Посматране карактеристике садница пречник, висина, маса надземног дела и маса корена су статистички значајно различите (One-Way ANOVA, $p < 0,05$), између различитих half-sib линија (Табела 37), што указује на јаку генетичку контролу раста једногодишњих садница.

Табела 37: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике једногодишњих (1+0) садница 14 half-sib линија веза

One-Way ANOVA, p<0,05 N=700	СУМА КВАДРАТА	СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ	СРЕДИНЕ КВАДРАТА	F-ОДНОС	P-ВРЕДНОСТ
ПРЕЧНИК					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	103,65	13	7,97	16,98	0,0000
УНУТАР ГРУПА	322,12	686	0,47		
УКУПНО	425,77	699			
ВИСИНА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	3549,52	13	273,04	7,59	0,0000
УНУТАР ГРУПА	24667,06	686	35,96		
УКУПНО	28216,58	699			
МАСА НАДЗЕМНОГ ДЕЛА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	25,38	13	1,95	8,37	0,0000
УНУТАР ГРУПА	160,07	686	0,23		
УКУПНО	185,45	699			
МАСА КОРЕНА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	31,77	13	2,4441	9,47	0,0000
УНУТАР ГРУПА	177,02	686	0,25804		
УКУПНО	208,79	699			

Висока вредност односа висине и пречника често показује негативну корелацију са преживљавањем (Larsen et al., 1986; Boyer, South, 1987; van den Driessche, 1991; Johnson, Cline, 1991; Bernier et al., 1995; Tsakalidimi et al., 2012; Ivetić et al., 2016a) на сувим стаништима, док је ова веза на влажним стаништима знатно слабија (South, Mexal, 1984). Веза између Ролеровог коефицијента једрине и раста садница након садње на терену је слична. Мала вредност односа висине и пречника указује на потенцијал за бржим растом на у стресним условима (Johnson, Cline, 1991).

У овом истраживању, Ролеров коефицијент једрине једногодишњих садница веза налази се у опсегу средњих вредности од 6,77 код садница half-sib линије 32 до 12,34 код садница half-sib линије 19. Минимална вредност Ролеровог коефицијента једрине забележена је код саднице half-sib линије 34 (1,95), максимална код саднице half-sib линије 19 (23,32) (Табела 38). Ролеров коефицијент

једрине указује да су саднице нешто виткије, са вредностима изнад 6 за све half-sib линије, што је потпуно очекивано с обзиром на велики број биљака по јединици површине.

Однос масе надземног дела и корена је морфолошки атрибут који се чешће користи за саднице са голим кореном, а ређе за контејнерске. Низак однос S:R значи да је корен развијенији од надземног дела и да саднице имају висок потенцијал избегавања водног стреса, док висок однос значи супротно (Bernier et al., 1995). Као оријентациона вредност може се узети да саднице са голим кореном доброг квалитета имају однос надземни:подземни део 3:1, или мањи, док је код контејнерских садница доброг квалитета овај однос износи 2:1 или мање (Ivetić, 2013).

Средње вредности односа масе надземног дела и масе корена једногодишњих садница веза у овом истраживању налазе се у границама предложених оптимума: од 0,94 код садница half-sib линије 27, до вредности 1,45 код садница линије 35 (Табела 38). Минимална вредност односа масе надземног дела и масе корена забележена је код саднице линије 31 (0,30), док је максимална вредност забележена код саднице half-sib линије 34 (3,78). Међутим, Stilinović (1962), наводи да однос S:R није битан код лишћарских садница, због њихове биолошке особине да брзо регенеришу корен након садње, и могућности да се прекрате до пања, и тиме надземни део доведе у равнотежу са кореном.

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

ЛИНИЈА	ИНДЕКС КВАЛИТЕТА САДНИЦА - I_k					ОДНОС МАСЕ НАДЗЕМНОГ ДЕЛА И МАСЕ КОРЕНА - m_s/m_r				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	0,18 ^{bcd}	0,03	0,52	0,11	0,01	1,06 ^a	0,38	2,02	0,35	0,12
14	0,21 ^{cde}	0,01	0,60	0,14	0,02	1,13 ^{abc}	0,44	3,29	0,55	0,30
18	0,14 ^{abc}	0,02	0,46	0,08	0,01	1,21 ^{abcd}	0,55	2,18	0,35	0,12
19	0,12 ^{ab}	0,01	0,52	0,11	0,01	1,37 ^{bcd}	0,71	3,25	0,46	0,21
21	0,21 ^{cde}	0,02	0,77	0,15	0,02	1,37 ^{bcd}	0,67	2,50	0,34	0,11
27	0,24 ^{de}	0,02	0,92	0,17	0,03	0,94 ^a	0,53	1,69	0,27	0,07
29	0,17 ^{abcd}	0,03	0,67	0,13	0,02	1,18 ^{abcd}	0,49	2,41	0,40	0,16
31	0,12 ^{ab}	0,02	0,37	0,07	0,01	1,09 ^{ab}	0,30	2,14	0,41	0,17
32	0,23 ^{de}	0,04	0,65	0,14	0,02	1,18 ^{abcd}	0,67	3,18	0,47	0,22
33	0,14 ^{abc}	0,01	0,44	0,09	0,01	1,24 ^{abcd}	0,61	2,07	0,36	0,13
34	0,19 ^{bcd}	0,03	1,15	0,19	0,04	1,38 ^{cd}	0,49	3,78	0,61	0,38
35	0,09 ^a	0,02	0,26	0,05	0,00	1,45 ^d	0,75	2,94	0,52	0,27
36	0,11 ^{ab}	0,00	0,39	0,07	0,00	1,40 ^{cd}	0,61	4,22	0,52	0,27
37	0,26 ^e	0,05	0,64	0,15	0,02	1,21 ^{abcd}	0,66	2,00	0,30	0,09
ЛИНИЈА	РОЛЕРОВ КОЕФИЦИЈЕНТ ЈЕДРИНЕ - $H(\text{cm})/D(\text{mm})$									
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА					
13	7,54 ^{abcd}	4,26	11,88	1,79	3,22					
14	7,25 ^{ab}	4,50	23,57	3,06	9,36					
18	8,31 ^{bcd}	4,92	14,19	1,68	2,83					
19	12,34 ^f	7,20	24,32	2,57	6,61					
21	7,38 ^{abc}	4,10	10,63	1,09	1,18					
27	9,56 ^e	6,19	13,80	1,47	2,16					
29	7,70 ^{abcd}	4,90	10,83	1,47	2,15					
31	11,45 ^f	6,40	15,38	1,85	3,42					
32	6,77 ^a	4,44	15,51	1,75	3,08					
33	7,19 ^{ab}	3,49	10,85	1,49	2,23					
34	8,55 ^{cde}	1,95	11,70	1,95	3,79					
35	8,63 ^{de}	5,74	13,13	1,78	3,19					
36	8,72 ^{de}	5,68	12,81	1,52	2,32					
37	7,11 ^{ab}	5,04	11,11	1,13	1,27					

*средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hoc Tukey HSD тест)

Комбинације морфолошких параметара, као што је Диксонов индекс квалитета, могу бити поуздани показатељи успеха садница након садње, под условом да се физиолошки статус садница не разликује значајно између садница (Ritchie, 1984; Mexal, Landis, 1990; Johnson, Cline, 1991). Средње вредности индекса квалитета садница налазе се у опсегу вредности од 0,09 код садница half-sib линије 35, до 0,26 код садница half-sib линије 37. Минимална вредност индекса квалитета од 0,00 забележена је код саднице half-sib линије 36, док је највиша вредност индекса квалитета од 0,92 забележена код саднице линије 27 (Табела 38). Индекс квалитета једногодишњих садница веза у овом истраживању налази се испод задовољавајућих вредности за лишћарске саднице са голим кореном (Ivetić, Stjepanović, 2013). И поред тога што је развијен за четинарске саднице (Dickson et al., 1960), индекс квалитета се показао као поуздан параметар квалитета садница, пре свега захваљујући јакој корелацији са осталим морфолошким параметрима (Binotto et al. 2010, Ivetić et al. 2013) и корелацији са преживљавањем и растом садница након садње на терену (Ward et al., 2000; South et al., 2005; Mexal et al., 2009; Tsakalidimi et al., 2012).

Посматране карактеристике садница индекс квалитета садница, однос масе надземног дела и масе корена и Ролеров коефицијент једрине су статистички значајно различите између различитих half-sib линија (One-Way ANOVA, $p < 0,05$) (Табела 39).

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

One-Way ANOVA, p<0,05 N=700	СУМА КВАДРАТА	СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ	СРЕДИНЕ КВАДРАТА	F-ОДНОС	P-ВРЕДНОСТ
ИНДЕКС КВАЛИТЕТА САДНИЦА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	1,81	13	0,1390	8,9360	0,0000
УНУТАР ГРУПА	10,66	686	0,0155		
УКУПНО	12,47	699			
ОДНОС МАСЕ НАДЗЕМНОГ ДЕЛА И МАСЕ КОРЕНА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	14,38	13	1,1058	5,9127	0,0000
УНУТАР ГРУПА	128,30	686	0,1870		
УКУПНО	142,68	699			
РОЛЕРОВ КОЕФИЦИЈЕНТ ЈЕДРИНЕ					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	1781,75	13	137,0578	40,9803	0,0000
УНУТАР ГРУПА	2290,97	686	3,3445		
УКУПНО	4072,72	699			

Све мерене морфолошке карактеристике једногодишњих садница веза са голим кореном, као и изведене карактеристике, су статистички значајно различите између различитих half-sib линија, што је у сагласности са бројним литературним наводима о варијабилности морфолошких карактеристика садница различитих лишћарских и четинарских врста на нивоу half-sib линија (Mathew, Vasudeva, 2005; Jacobs et al., 2006; Šijačić-Nikolić et al., 2008; Woeste et al., 2011; Devetaković et al., 2013; Popović et al., 2013; Ivetić et al., 2015).

5.3.2. Морфолошке карактеристике двогодишњих садница

Највећа средња вредност пречника (9,90 mm) забележена је код садница half-sib линије 33, а највећа средња вредност висине (67,67cm) код садница half-sib линије 31, док је најнижа средња вредност пречника (8,19 mm) код садница half-sib линије 34, а висине (51,83 cm) код садница half-sib линије 32. Минимална вредности пречника (2,14 mm) забележена је код садница half-sib линије 19, а висине (16,0 cm) код садница линије 21, док су максималне вредности пречника (16,43 mm) измерене су код садница half-sib линије 37, а висине (107,0 cm) код садница half-sib линије 13 (Табела 40).

Највећа средња вредност прираста пречника (6,59 mm) забележена је код садница half-sib линије 14, а највећа средња вредност прираста висине (45,78 cm) код садница half-sib линије 31, док је најнижа средња вредност прираста пречника (4,73 mm) код садница half-sib линије 34, а прираста висине (29,63 cm) код садница half-sib линије 35. Минимална вредности прираста пречник (0,1 mm) забележена је код садница half-sib линије 33, а прираста висине (0,2cm) код садница линија 19, 32 и 36, док су максималне вредности прираста пречника (14,57 mm) измерене код садница half-sib линије 37, а прираста висине (90,50 cm) код садница линије 13 (Табела 41).

Табела 40: Варијабилност пречика и висине двогодишњих (1+1) садница 13 half-sib линија веза

HALF-SIB ЛИНИЈА	ПРЕЧНИК – d (mm)					ВИСИНА - h (cm)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	9,74 ^{bc}	4,55	14,64	1,90	3,61	65,58 ^{de}	31,00	107,00	12,65	159,92
14	9,72 ^{bc}	6,63	15,97	1,83	3,36	62,20 ^{bcd}	42,00	95,00	12,61	159,10
18	9,15 ^{abc}	5,56	14,13	1,52	2,30	57,08 ^{abc}	37,00	91,00	8,85	78,36
19	9,00 ^{abc}	2,14	15,16	2,50	6,26	53,90 ^{ab}	17,00	75,00	12,67	160,65
21	9,07 ^{abc}	4,90	13,17	1,99	3,94	56,17 ^{abc}	16,00	85,00	13,23	174,95
29	9,75 ^{bc}	6,33	15,80	2,22	4,94	52,39 ^a	33,00	81,00	11,70	136,87
31	8,91 ^{abc}	3,28	13,00	2,12	4,49	67,67 ^e	26,00	103,00	15,33	235,06
32	8,44 ^{ab}	4,61	12,03	2,07	4,28	51,83 ^a	30,00	79,00	12,96	167,97
33	9,90 ^c	6,31	15,18	1,99	3,97	62,64 ^{cde}	36,00	106,00	14,47	209,42
34	8,19 ^a	5,12	12,76	1,85	3,41	62,84 ^{cde}	40,00	103,00	13,63	185,73
35	8,57 ^{abc}	4,24	12,66	1,74	3,03	52,92 ^a	25,00	79,00	11,90	141,70
36	9,35 ^{abc}	5,68	14,06	2,23	4,95	55,49 ^{ab}	33,00	89,00	13,03	169,71
37	9,24 ^{abc}	4,88	16,43	2,24	5,03	57,58 ^b	30,00	92,00	12,48	155,64

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hoc Tukey HSD тест)

Табела 41: Варијабилност прираста пречника и висина двогодишњих (1+1) садница 13 half-sib линија веза

HALF-SIB ЛИНИЈА	ПРИРАСТ ПРЕЧНИКА – Δd (mm)					ПРИРАСТ ВИСИНЕ - Δh (cm)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	6,49 ^b	1,39	12,74	2,15	4,62	45,02 ^c	14,50	90,50	13,09	171,38
14	6,59 ^b	1,95	13,88	2,12	4,49	42,83 ^{bc}	13,70	78,40	13,06	170,60
18	5,68 ^{ab}	0,27	10,38	2,06	4,25	33,74 ^a	7,50	66,80	11,53	133,00
19	5,63 ^{ab}	0,56	12,60	2,69	7,26	30,30 ^a	0,20	59,70	13,85	191,71
21	6,27 ^b	1,82	10,10	2,01	4,02	37,35 ^{abc}	4,90	66,30	13,11	172,00
29	6,21 ^b	1,97	10,88	1,96	3,84	30,27 ^a	6,50	51,10	10,04	100,77
31	5,97 ^{ab}	0,95	9,96	1,81	3,27	45,78 ^c	5,50	79,90	13,83	191,22
32	5,55 ^{ab}	0,96	9,66	2,12	4,50	31,41 ^a	0,20	60,60	13,32	177,40
33	6,16 ^{ab}	0,10	11,80	2,47	6,11	37,72 ^{abc}	1,30	77,00	16,17	261,54
34	4,73 ^a	0,82	9,71	2,07	4,28	38,11 ^{abc}	8,70	69,20	14,67	215,17
35	5,27 ^{ab}	0,64	9,13	1,91	3,65	29,63 ^a	0,30	56,50	12,97	168,22
36	6,15 ^{ab}	0,44	12,70	2,74	7,49	34,32 ^{ab}	0,20	76,10	15,49	239,99
37	6,44 ^b	2,39	14,57	2,30	5,29	37,10 ^{abc}	14,60	80,40	13,34	178,04

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hoc Tukey HSD тест)

Све корелације посматраних карактеристика садница су позитивне и статистички значајне. Најјача корелација је између висине и прираста висине и пречника и прираста пречника (Табела 42).

Табела 42: Међусобни однос мерених морфолошких карактеристика двогодишњих (1+1) садница 13 half-sib линија веза

N=636	ПРЕЧНИК	ВИСИНА	ПРИРАСТ ПРЕЧНИКА	ПРИРАСТ ВИСИНЕ
ПРЕЧНИК	1,00			
ВИСИНА	0,70*	1,00		
ПРИРАСТ ПРЕЧНИКА	0,83*	0,59*	1,00	
ПРИРАСТ ВИСИНЕ	0,58*	0,87*	0,71*	1,00

*статистички значајно за $p < 0,01$

Средње вредности Ролеровог коефицијента једрине налазе се у распону од 5,42 код садница half-sib линије 29, до 7,81 код садница half-sib линије 34. Минимална вредност од 2,32 забележена је код саднице half-sib линије 21, а максимална вредност од 12,05 код half-sib линије 18 (Табеле 43).

Све посматране карактеристике садница су статистички значајно различите (One-Way ANOVA, $p < 0,05$) између садница различитих half-sib линија (Табела 44).

Саднице веза у другој години у тесту потомства, након пресађивања, такође показују статистички значајне разлике између half-sib линија за све посматране морфолошке карактеристике, али се не могу довести у везу предности half-sib линија које су након првог периода раста имале највеће димензије (према средњим и апсолутним вредностима) са димензијама након другог периода раста и тенденција њиховог бржег пораста. Уочљиво је да half-sib линије које су након другог периода раста доминантне у висинама и пречницима су управо током другог периода оствариле и највећи прираст, што је у сагласности са ранијим истраживањима прираста садница код ове врсте (Whiteley et al., 2003a). Ролеров коефицијент једрине показује мање расипање вредности између различитих half-sib

линија, као и значајно повољнији однос код садница свих half-sib линија.

Табела 43: Варијабилност Ролеровог коефицијента једрине двогодишњих (1+1) садница 13 half-sib линија веза

HALF-SIB ЛИНИЈА	РОЛЕРОВ КОЕФИЦИЈЕНТ ЈЕДРИНЕ				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	6,79 ^c	5,06	8,58	0,81	0,66
14	6,48 ^{bc}	4,10	9,36	1,16	1,34
18	6,36 ^{bc}	4,15	12,05	1,27	1,60
19	6,13 ^b	3,93	8,42	0,91	0,82
21	6,22 ^{bc}	2,32	7,65	1,00	0,99
29	5,42 ^a	4,13	6,97	0,67	0,46
31	7,67 ^d	5,62	9,45	0,82	0,68
32	6,19 ^{bc}	4,51	8,11	0,82	0,67
33	6,37 ^{bc}	3,71	8,60	0,92	0,85
34	7,81 ^d	4,75	10,66	1,34	1,79
35	6,23 ^{bc}	4,52	9,12	1,06	1,13
36	5,99 ^{ab}	4,57	8,87	0,89	0,79
37	6,32 ^{bc}	4,17	7,90	0,90	0,80

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hocTukey HSD тест)

Табела 44: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике двогодишњих (1+1) садница 13 half-sib линија веза

One-Way ANOVA, p<0,05 N=636	СУМА КВАДРАТА	СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ	СРЕДИНЕ КВАДРАТА	F-ОДНОС	P-ВРЕДНОСТ
ПРЕЧНИК					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	172,62	12	14,385	3,5033	0,0000
УНУТАР ГРУПА	2558,1	623	4,1061		
УКУПНО	2730,72	635			
ВИСИНА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	16426,73	12	1368,894	8,3406	0,0000
УНУТАР ГРУПА	102249,4	623	164,1243		
УКУПНО	118676,13	635			
ПРИРАСТ ПРЕЧНИКА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	172,35	12	14,363	2,9725	0,0004
УНУТАР ГРУПА	3010,3	623	4,8319		
УКУПНО	3182,65	635			
ПРИРАСТ ВИСИНЕ					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	18015,91	12	1501,326	8,2452	0,0000
УНУТАР ГРУПА	113439,3	623	182,0855		
УКУПНО	131455,21	635			
РОЛЕРОВ КОЕФИЦИЈЕНТ ЈЕДРИНЕ					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	245,95	12	20,50	21,1181	0,0000
УНУТАР ГРУПА	604,64	623	0,97		
УКУПНО	850,59	635			

Најнижи проценат преживљавања (90%) садница забележен је код half-sib линије 36, док су најуспешније преживљавање (100%) показале саднице линија 13, 14, 18, 33, 34 и 37 (Табела 45).

Висок проценат преживљавања пресађених садница током другог периода раста у тесту потомства је изненађујући, с обзиром на временске услове посматране године и малу количину падавина током летњих месеци, која је износила свега 77 % од нормалне количине падавина за вегетациони период (Ivetić, 2015) и изостанак заливања.

Табела 45: Преживљавање садница у току другог периода раста у тесту потомства

HALF-SIB ЛИНИЈА	ПРЕЖИВЉАВАЊЕ (%)
13	100
14	100
18	100
19	96
21	96
29	98
31	98
32	96
33	100
34	100
35	98
36	90
37	100

5.3.3. Морфолошке карактеристике трогодишњих садница

Највећа средња вредност пречника (26,33 mm) забележена је код садница half-sib линије 19, а највећа средња вредност висине (182,10 cm) код садница half-sib линије 36, док је најнижа средња вредност пречника (16,85 mm) код садница half-sib линије 34, а висине (138,52cm) код садница half-sib линије 37. Минимална вредности пречника (8,73 mm) забележена је код садница half-sib линије 34, а висине (54,0 cm) код садница линије 37, док су максималне вредности пречника (16,43 mm) измерене су код садница half-sib линије 37, а висине (107,0 cm) код садница линије 13 (Табела 46).

Табела 46: Варијабилност пречника и висине трогодишњих (1+2) садница 13 half-sib линија веза

HALF-SIB ЛИНИЈА	ПРЕЧНИК – d (cm)					ВИСИНА - h (cm)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	20,86 ^{abc}	13,52	28,03	3,35	11,22	178,16 ^d	127,0	240,0	25,43	646,76
14	20,66 ^{abc}	13,38	27,26	3,71	13,73	176,29 ^d	100,0	232,0	28,95	837,96
18	21,20 ^{abc}	12,41	30,56	4,14	17,10	165,48 ^{bcd}	117,0	210,0	19,60	384,30
19	22,36 ^c	12,12	30,02	4,22	17,80	160,50 ^{bcd}	80,0	210,0	29,62	877,14
21	21,02 ^{abc}	13,40	31,11	4,05	16,40	159,83 ^{abcd}	80,0	220,0	30,79	948,18
29	23,04 ^{bc}	9,86	31,23	4,29	18,41	167,85 ^{cd}	90,0	230,0	26,82	719,49
31	18,80 ^{ab}	12,45	29,24	3,60	12,94	154,71 ^{abc}	95,0	203,0	22,40	501,75
32	22,44 ^{abc}	10,64	32,15	5,09	25,89	159,44 ^{abcd}	75,0	220,0	30,69	941,68
33	20,58 ^{abc}	12,20	28,63	3,94	15,49	168,50 ^{cd}	100,0	240,0	25,33	641,74
34	16,85 ^a	8,73	27,53	4,29	18,38	144,60 ^{ab}	70,0	221,0	33,35	1112,33
35	20,34 ^{abc}	11,01	34,12	4,90	24,04	171,35 ^{cd}	90,0	494,0	55,19	3045,60
36	23,59 ^{bc}	11,62	34,98	5,07	25,74	182,10 ^d	74,0	300,0	37,21	1384,43
37	21,07 ^{abc}	8,95	86,58	10,76	115,79	138,52 ^a	54,0	200,0	36,22	1311,70

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hocTukey HSD тест)

Највећа средња вредност прираста пречника (14,16 mm) забележена је код садница half-sib линије 32, а највећа средња вредност прираста висине (126,38 cm) код садница half-sib линије 36, док је најнижа средња вредност прираста

пречника (11,02 mm) код садница линије 14, а најнижа средња вредност прираста висине (81,40 cm) код садница half-sib линије 34. Минимална вредност прираста пречника (0,17 mm) и висине (2,0 cm) забележена је код садница half-sib линије 37, а максималне вредности прираста пречника (27,39 mm) и висине (251,0 cm) код садница half-sib линије 36 (Табела 47).

Табела 47: Варијабилност прираста пречника и висина трогодишњих (1+2) садница 13 half-sib линија веза

HALF-SIB ЛИНИЈА	ПРИРАСТ ПРЕЧНИКА – Δd (mm)					ПРИРАСТ ВИСИНЕ - Δh (cm)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	11,03 ^{abc}	1,19	18,07	3,21	10,29	112,24 ^{dc}	51,0	149,0	23,60	557,19
14	11,02 ^{abc}	5,20	18,49	3,13	9,79	114,42 ^{dc}	46,0	166,0	25,82	666,72
18	12,06 ^{bcd}	2,73	24,48	4,18	17,46	108,80 ^{dc}	50,0	165,0	23,65	559,31
19	13,43 ^{cd}	5,34	22,54	3,75	14,09	107,09 ^{dc}	27,0	156,0	25,10	630,04
21	11,94 ^{bcd}	4,83	21,32	3,89	15,15	103,88 ^{bc}	14,0	162,0	31,44	988,37
29	13,26 ^{cd}	2,12	21,50	4,43	19,62	115,44 ^{dc}	37,0	153,0	24,80	615,23
31	9,89 ^{ab}	3,37	19,70	3,85	14,83	87,04 ^{ab}	24,0	137,0	26,02	677,21
32	14,16 ^d	4,64	22,95	4,50	20,26	108,26 ^{dc}	35,0	174,0	27,49	755,72
33	10,70 ^{abc}	3,12	22,19	4,19	17,54	105,52 ^{bc}	48,0	174,0	23,86	569,15
34	8,67 ^a	1,20	17,91	3,59	12,86	81,40 ^a	10,0	142,0	34,64	1199,61
35	11,85 ^{bcd}	0,26	22,38	4,26	18,18	110,69 ^{dc}	43,0	177,0	30,26	915,62
36	14,14 ^d	6,12	27,39	5,16	26,63	126,38 ^d	44,0	251,0	35,49	1259,27
37	10,34 ^{ab}	0,17	21,90	4,78	22,88	81,48 ^a	2,0	137,0	35,80	1281,49

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hocTukey HSD тест)

Све корелације посматраних карактеристика садница: пречник, висина, прираст пречника и прираст висине, су позитивне и статистички значајне. Најјача корелација је између пречника и прираста пречника (Табела 48).

Табела 48: Међусобни однос мерених морфолошких карактеристика трогодишњих (1+2) садница 14 half-sib линија веза

N=615	ПРЕЧНИК	ВИСИНА	ПРИРАСТ ПРЕЧНИКА	ПРИРАСТ ВИСИНЕ
ПРЕЧНИК	1,00			
ВИСИНА	0,66*	1,00		
ПРИРАСТ ПРЕЧНИКА	0,89*	0,55*	1,00	
ПРИРАСТ ВИСИНЕ	0,64*	0,79*	0,67*	1,00

* статистички значајно за $p < 0,01$

Средње вредности Ролеровог коефицијента једрине налазе се у распону од 7,24 код садница half-sib линије 32, до 8,75 код садница half-sib линије 34. Минимална вредност од 3,04 забележена је код саднице half-sib линије 37, а максимална вредност од 20,35 код half-sib линије 35 (Табеле 49).

Табела 49: Варијабилност Ролеровог коефицијента једрине трогодишњих (1+2) садница 13 half-sib линија веза

HALF-SIB ЛИНИЈА	РОЛЕРОВ КОЕФИЦИЈЕНТ ЈЕДРИНЕ				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	8,62 ^{cd}	7,02	11,91	1,03	1,06
14	8,63 ^{cd}	6,45	11,33	1,19	1,42
18	8,00 ^{abcd}	5,51	12,73	1,30	1,69
19	7,25 ^a	4,77	9,26	1,01	1,03
21	7,68 ^{ab}	5,55	11,23	1,16	1,35
29	7,41 ^a	5,28	10,75	1,07	1,14
31	8,35 ^{bcd}	5,56	10,10	1,09	1,20
32	7,24 ^a	5,01	10,84	1,09	1,20
33	8,34 ^{bcd}	6,17	11,84	1,23	1,50
34	8,75 ^d	6,04	11,62	1,52	2,32
35	8,58 ^{cd}	5,51	20,35	2,17	4,70
36	7,81 ^{abc}	5,92	11,09	1,14	1,31
37	7,25 ^a	3,04	12,48	1,57	2,48

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hocTukey HSD тест)

Све посматране карактеристике садница су статистички значајно различите (One-Way ANOVA, $p < 0,05$) између садница различитих half-sib линија (Табела 50).

Табела 50: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике трогодишњих садница 14 half-sib линија веза

One-Way ANOVA, $p < 0,05$ N=615	СУМА КВАДРАТА	СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ	СРЕДИНЕ КВАДРАТА	F-ОДНОС	P-ВРЕДНОСТ
ПРЕЧНИК					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	1846,1	12	153,8	8,3545	0,0000
УНУТАР ГРУПА	11085,2	602	78,5		
УКУПНО	12931,3	613			
ВИСИНА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	90817,6	12	7568,1	7,41126	0,0000
УНУТАР ГРУПА	614741,9	602	1021,2		
УКУПНО	705559,5	613			
ПРИРАСТ ПРЕЧНИКА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	1555,3	12	129,6	7,7311	0,0000
УНУТАР ГРУПА	10091,9	602	16,8		
УКУПНО	11647,2	613			
ПРИРАСТ ВИСИНЕ					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	103249,7	12	8604,1	10,53899	0,0000
УНУТАР ГРУПА	491479,2	602	816,4		
УКУПНО	594728,9	613			
РОЛЕРОВ КОЕФИЦИЈЕНТ ЈЕДРИНЕ					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	194,17	12	16,2	9,3452	0,0000
УНУТАР ГРУПА	1042,32	602	1,7		
УКУПНО	1236,49	613			

Као и претходних година, варијабилност свих посматраних морфолошких карактеристика трогодишњих садница је статистички значајно различита између различитих half-sib линија, али без преношења тенденција бржег пораста из претходне године. Ролеров коефицијент једрине указује на виткије саднице у односу на претходну годину, што указује на интензивно издуживање садница, односно пораст у висину и међусобну конкуренцију садница у тесту потомства која је

највероватније условила такву реакцију.

Најнижи проценат преживљавања (90%) садница забележен је код half-sib линије 32, док су најуспешније преживљавање (100%) показале саднице линија 18, 21 и 31 (Табела 51).

Висок проценат преживљавања је и током трећег периода раста у тесту потомства, али се такође не може довести у везу са утицајем half-sib линије, гледајући проценат преживљавања на нивоу half-sib линија током другог периода раста.

Табела 51: Преживљавање садница у току трећег периода раста у тесту потомства

HALF-SIB ЛИНИЈА	ПРЕЖИВЉАВАЊЕ (%)
13	98
14	96
18	100
19	96
21	100
29	98
31	100
32	90
33	96
34	96
35	98
36	93
37	96

Саднице веза су током три периода раста у тесту потомства показале очекивану динамику раста висина и пречника. Утицај half-sib линија на димензије и раст садница је присутан током сва три периода раста, међутим, није могуће издвојити доминантну half-sib линију која показује најбоље резултате током сва три периода раста у тесту потомства.

5.3.5. Преживљавање садница на нивоу half-sib линија у првој години након садње на терену

Преживљавање садница у првој години након пресадње је 90% на теренском огледу Бостаниште, а 87% на теренском огледу Велико ратно острво, Посматрано на нивоу half-sib линија најбоље преживљавање је код садница half-sib линије 21 (100%) на теренском огледу Бостаниште, док на локалитету Велико ратно острво најбоље је преживљавање код садница half-sib линије 31 (95%). Најнижи степен преживљавања забележен је код садница half-sib линије 19 (78%), односно 19 (75%) и 34 (75%) на локалитету Бостаниште (Табела 52).

Табела 52: Преживљавање садница на теренском огледу Велико ратно острво и Бостаниште

HALF-SIB ЛИНИЈА	ПРЕЖИВЉАВАЊЕ (%)	
	ВЕЛИКО РАТНО ОСТРВО	БОСТАНИШТЕ
13	89	95
14	93	95
18	80	95
19	78	75
21	80	100
29	87	90
31	95	85
32	85	90
33	85	95
34	87	75
35	91	90
36	93	95
37	84	90
УКУПНО	87	90

Висок проценат преживљавања садница веза након садње на влажним стаништима забележен је и у литератури (Cicek et al., 2007). Плављење има лош

утицај на раст корена и изданка (Kozlowski, 1997; Sena Gomez, Kozlowski, 1980), али учесталост и интензитет поплава, као и сама биљна врста и њена реакција су од пресудног значаја (Vreugdenhil et al., 2006). Саднице веза су толерантне на плављење и поплава у трајању од 5 дана у Бостаништу и 3 недеље на Великом ратном острву, нису оставиле значајне последице на преживљавање садница током првог периода раста у теренским огледима. На оба локалитета евидентиране су штете од дивљачи, које су биле већих размера у теренском огледу у Бостаништу, где су све саднице које нису преживеле имале неку врсту озледе (Слика 24). На Великом ратном острву око 50% непрживелих садница је имало неку од озледа пореклом од дивљачи, а све саднице су имале неку врсту механичког оштећења.



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)

5.3.6. Раст садница различитих half-sib линија и утицај квалитета садница на раст у првој години након садње на терену

Теренски оглед Велико ратно острво

Саднице измерене након садње на терену показују широк опсег вредности пречника од минималне вредности 3,93 mm код саднице half sib линије 36 до 24,10 mm код саднице линије 33, као и висина које се крећу у опсегу од 42,0 cm код саднице линије 36 до 195,0 cm код садница линија 31 и 32. Највећа средња вредност пречника и висина забележена је код садница half sib линије 18 (14,37 mm; 146,9 cm), док је најнижа средња вредност пречника (11,36 mm) код садница half sib линије 13, а висине (115,0 cm) код садница half sib линије 37 (Табела 53).

Табела 53: Варијабилност пречника и висине садница у теренском огледу на Великом ратном острву пре првог периода раста

HALF-SIB ЛИНИЈА	ПРЕЧНИК – d (mm)					ВИСИНА - h (cm)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	11,36 ^c	7,51	18,63	2,51	6,30	118,61 ^d	71,0	180,0	26,23	688,02
14	13,09 ^{bc}	7,52	22,84	3,13	9,77	123,74 ^d	70,0	169,0	25,23	636,79
18	14,97 ^{bc}	8,41	21,07	3,26	10,64	146,90 ^{bcd}	99,0	198,5	22,46	504,56
19	13,68 ^{ab}	9,14	20,00	2,79	7,81	145,31 ^a	102,0	189,0	20,23	409,12
21	13,62 ^{ab}	8,22	21,39	3,18	10,14	142,12 ^a	87,0	193,0	23,01	529,29
29	13,40 ^{abc}	5,35	20,00	3,30	10,90	141,28 ^{abc}	85,0	194,0	23,24	540,31
31	13,33 ^{ab}	7,52	18,38	2,54	6,47	139,13 ^{ab}	62,0	195,0	23,63	558,38
32	13,48 ^{ab}	7,15	20,16	3,03	9,19	136,87 ^{ab}	74,0	195,0	21,86	477,71
33	13,11 ^{bc}	6,65	24,10	3,48	12,13	127,65 ^{bc}	80,0	169,0	22,23	494,37
34	12,27 ^a	7,12	20,25	2,93	8,59	125,08 ^a	70,0	194,0	24,17	584,36
35	12,73 ^{bc}	5,93	20,33	3,49	12,21	117,50 ^{cd}	62,0	187,0	31,52	993,80
36	12,53 ^{abc}	3,93	20,56	3,40	11,55	117,60 ^{bcd}	42,0	190,0	28,90	835,39
37	12,40 ^{ab}	6,52	21,06	3,62	13,12	115,37 ^a	70,0	177,0	28,96	838,55

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hocTukey HSD тест)

Посматране карактеристике садница, пречник и висина, су статистички значајно различите (One-Way ANOVA, $p < 0,05$) између садница различитих half-sib линија (Табела 54).

Табела 54: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике садница пре првог периода раста у теренском огледу на Великом ратном острву

One-Way ANOVA, $p < 0,05$ N=715	СУМА КВАДРАТА	СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ	СРЕДИНЕ КВАДРАТА	F-ОДНОС	P-ВРЕДНОСТ
ПРЕЧНИК					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	496,79	12	41,3990	4,1783	0,0000
УНУТАР ГРУПА	6955,40	702	9,9080		
УКУПНО	7452,19	714			
ВИСИНА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	90383,96	12	7531,9970	12,1023	0,0000
УНУТАР ГРУПА	436894,40	702	622,3567		
УКУПНО	527278,36	714			

На крају првог периода раста највећа средња вредност пречника (22,30 mm) и висине (225,04 cm) забележена је код садница half-sib линије 13, док је најнижа средња вредност пречника (19,09 mm) код садница half-sib линије 19, а висине (179,39 cm) код садница half-sib линије 37. Минимална вредност пречника (9,54 mm) и максимална вредност пречника (39,06 mm) забележена је код садница half-sib линије 13. Минимална висина (80,0 cm) измерена је код саднице линије 19, а максимална висина (432,0 cm) код саднице линије 35 (Табела 55).

Табела 55: Варијабилност пречника и висине садница у теренском огледу на Великом ратном острву након првог периода раста

HALF-SIB ЛИНИЈА	ПРЕЧНИК – d (mm)					ВИСИНА - h (cm)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	22,30 ^b	9,54	39,06	5,81	33,80	225,04 ^d	99,0	384,0	57,78	3338,08
14	21,24 ^{ab}	12,83	29,36	4,05	16,38	223,22 ^{cd}	101,0	328,0	54,83	3006,09
18	21,48 ^{ab}	12,30	31,40	4,21	17,71	205,61 ^{abcd}	128,0	306,0	45,06	2030,24
19	19,09 ^a	11,94	27,02	3,82	14,57	185,09 ^{ab}	80,0	287,0	43,78	1916,61
21	20,37 ^{ab}	12,56	32,19	4,79	22,93	189,27 ^{abc}	89,0	293,0	53,89	2903,74
29	21,65 ^{ab}	12,46	37,76	4,95	24,55	213,98 ^{abcd}	97,0	318,0	48,14	2317,38
31	20,44 ^{ab}	11,54	28,46	4,19	17,53	195,17 ^{abcd}	115,0	298,0	48,50	2352,50
32	20,30 ^{ab}	10,53	32,31	5,38	28,98	195,45 ^{abcd}	110,0	278,0	47,81	2285,64
33	22,09 ^{ab}	11,50	35,30	4,58	20,95	202,21 ^{abcd}	118,0	286,0	39,24	1539,91
34	19,93 ^{ab}	11,33	29,66	4,48	20,11	194,94 ^{abcd}	85,0	316,0	60,61	3673,72
35	20,73 ^{ab}	12,35	30,15	4,19	17,52	210,24 ^{abcd}	111,0	432,0	58,88	3466,51
36	21,28 ^{ab}	12,90	31,40	4,17	17,38	216,76 ^{bcd}	122,0	310,0	48,47	2349,58
37	19,95 ^{ab}	12,25	35,66	4,80	23,07	179,39 ^a	104,0	330,0	50,98	2598,95

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hocTukey HSD тест)

Највећи прираст пречника према средњим вредностима оствариле су саднице half-sib линије 34 (8,43 mm), а висине саднице half-sib линије 29 (84,68 cm). Минимална вредност прираста пречника забележена је код саднице half-sib линије 13 (0,11 mm), док је одсуство раста у висину забележено код садница half-sib линија 13, 18, 19, 21, 29, 33, 34, 35, 36 и 37 (0,0 cm). Максимална вредност прираста пречника забележена је код саднице half-sib линије 33 (24,76 mm), док је максимални прираст висине забележен код саднице half-sib линије 35 (252,0 cm), (Табела 56).

Табела 56: Варијабилност прираста пречника и прираста висине садница у теренском огледу на Великом ратном острву у првој години након садње

HALF-SIB ЛИНИЈА	ПРИРАСТ ПРЕЧНИКА – Δd (mm)					ПРИРАСТ ВИСИНЕ - Δh (cm)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	7,29	0,11	17,99	4,23	17,92	76,79	0,0	193,0	45,76	2093,70
14	7,62	1,01	14,88	3,37	11,34	79,08	1,0	166,0	44,98	2023,12
18	7,97	2,61	17,95	3,40	11,57	68,89	0,0	173,0	41,69	1737,95
19	6,64	0,75	16,24	4,05	16,37	69,36	0,0	149,0	42,41	1799,03
21	7,04	1,15	16,45	3,78	14,30	69,70	0,0	176,0	41,38	1712,06
29	8,23	0,70	22,94	4,87	23,71	84,68	0,0	188,0	40,91	1673,26
31	7,42	2,77	16,34	3,19	10,18	71,26	7,0	180,0	39,84	1587,19
32	7,87	1,17	24,32	4,94	24,39	70,18	0,5	167,0	45,12	2036,09
33	8,34	0,53	24,76	4,94	24,41	58,65	0,0	155,0	39,37	1550,16
34	8,43	0,47	17,17	3,85	14,79	76,70	0,0	197,0	54,04	2920,15
35	7,22	1,49	16,61	4,12	16,97	68,05	0,0	252,0	53,34	2845,27
36	8,00	0,54	19,17	4,33	18,76	78,84	0,0	175,0	43,76	1914,74
37	7,01	1,61	16,97	3,71	13,76	61,47	0,0	203,0	45,66	2084,58

Посматране карактеристике садница пречник и висина на крају првог периода раста на терену су статистички значајно различите (One-Way ANOVA, $p < 0,05$), између садница различитих half-sib линија (Табела 57), док прираст пречника и прираст висине не показују статистички значајну различитост између садница различитих half-sib линија.

Све корелације посматраних карактеристика садница су статистички значајне, изузев корелације прираста висине са пречником и висином пре првог периода раста на терену и корелације између прираста пречника и висине пре првог периода раста на терену (Табела 58).

Табела 57: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике садница на крају првог периода растау теренском огледу на Великом ратном острву

One-Way ANOVA, p<0,05 N=620	СУМА КВАДРАТА	СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ	СРЕДИНЕ КВАДРАТА	F-ОДНОС	P-ВРЕДНОСТ
ПРЕЧНИК					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	484,4	12	40,37	1,9059	0,0311
УНУТАР ГРУПА	12856,0	607	21,18		
УКУПНО	13340,4	619			
ВИСИНА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	119704,5	12	9975,38	3,8202	0,0000
УНУТАР ГРУПА	1585017,0	607	2611,23		
УКУПНО	1704721,5	619			
ПРИРАСТ ПРЕЧНИКА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	178,4	12	14,87	0,8857	0,5615
УНУТАР ГРУПА	10189,0	607	16,79		
УКУПНО	10367,4	619			
ПРИРАСТ ВИСИНЕ					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	30242,1	12	2520,18	1,2577	0,2398
УНУТАР ГРУПА	1216330,0	607	2003,84		
УКУПНО	1246572,1	619			

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

N=620	ПРЕЧНИК ПРЕ ПРВОГ ПЕРИОДА РАСТА	ВИСИНА ПРЕ ПРВОГ ПЕРИОДА РАСТА	ПРЕЧНИК НАКОН ПРВОГ ПЕРИОДА РАСТА	ВИСИНА НАКОН ПРВОГ ПЕРИОДА РАСТА	ПРИРАСТ ПРЕЧНИКА	ПРИРАСТ ВИСИНЕ
ПРЕЧНИК ПРЕ ПРВОГ ПЕРИОДА РАСТА	1,00					
ВИСИНА ПРЕ ПРВОГ ПЕРИОДА РАСТА	0,58*	1,00				
ПРЕЧНИК НАКОН ПРВОГ ПЕРИОДА РАСТА	0,30*	0,42*	1,00			
ВИСИНА НАКОН ПРВОГ ПЕРИОДА РАСТА	0,36*	0,52*	0,64*	1,00		
ПРИРАСТ ПРЕЧНИКА	-0,20*	0,03	0,75*	0,44*	1,00	
ПРИРАСТ ВИСИНЕ	0,08	0,02	0,50*	0,87*	0,50*	1,00

*статистички значајно за $p < 0,01$

У циљу посматрања утицаја иницијалних димензија (висина и пречника на почетку периода раста) на прираст истих и апсолутне вредности висина и пречника на крају првог периода раста на терену, саднице су подељене у три класе (Табела 59). Просечна висина садница износила је 130,2 cm, а процечан пречник 13,1 mm.

Подељено у класе према висини, највећи проценат садница се налази су средњој класи (M - 68 %). У класи великих садница (L) просечна висина износи 172 cm, а на крају првог периода раста је 241,6 cm, а пречник 23,8 mm. У класи средњих садница (M) просечна висина је 131,6 cm, а на крају првог периода раста 203,1 cm, а просечни пречник је 20,7 mm. У класи малих садница (S) просечна висина је 84,1 cm, а након првог периода раста 158,7 cm, а пречник 17,8 mm.

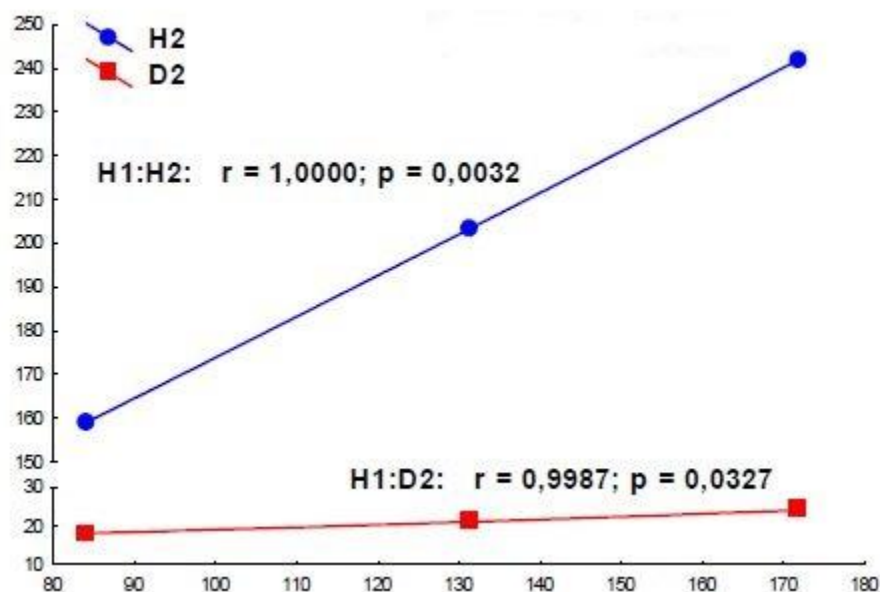
Подељено у класе према пречнику, највећи проценат садница се налази су средњој класи (M - 68 %). У класи великих садница (L) просечан пречник износи 18,4 mm, а на крају првог периода раста је 24,8 mm, а висина 230cm. У класи средњих

садница (M) просечан пречник је 12,9 mm, на крају првог периода раста 20,5 mm, а просечна висина је 204,4 cm. У класи малих садница (S) просечан пречник је 8,4 mm, а након првог периода раста 17,6 mm, а висина 163,6 cm.

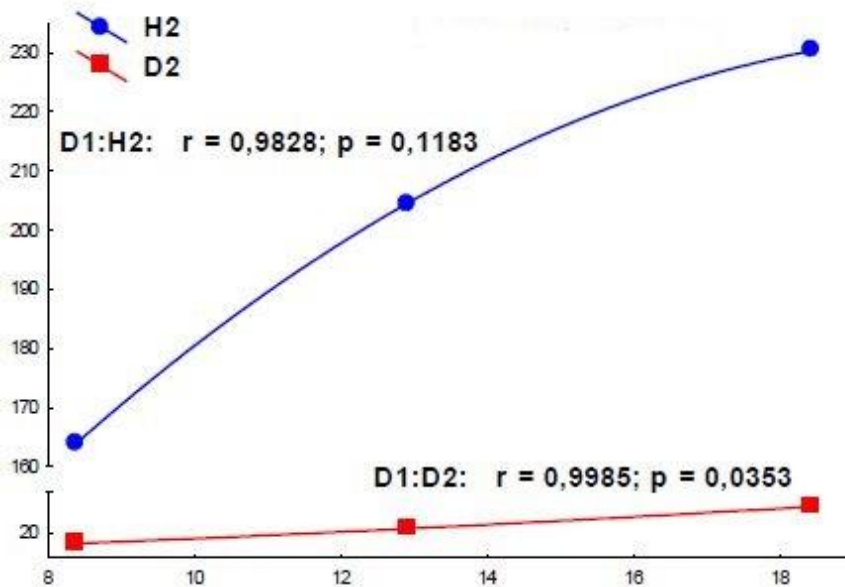
Табела 59: Средња вредност висина (H) и пречника (D) садница, класе и њихове граничне вредности, процентуално учешће класа у укупном узорку, висина (H1) и пречник (D1) на почетку периода раста за сваку од класа и висина (H2) и пречник (D2) на крају првог периода раста, у загради су дате вредности стандарде девијације (SD) у теренском огледу на Великом ратном острву

ВИСИНА					
H (SD)	КЛАСЕ И ГРАНИЧНЕ ВРЕДНОСТИ	ПРОЦЕНТУАЛНО УЧЕШЋЕ КЛАСА	H1 (SD)	H2 (SD)	D2 (SD)
130,2 (29)	L (>159.2)	16%	172 (11.7)	241.6 (46.9)	23.8 (4.3)
	M	68%	131.6 (15.4)	203.1 (46.4)	20.7 (4.3)
	S (<101.3)	16%	84.1 (15)	158.7 (45.1)	17.8 (4.5)
ПРЕЧНИК					
D (SD)	КЛАСЕ И ГРАНИЧНЕ ВРЕДНОСТИ	ПРОЦЕНТУАЛНО УЧЕШЋЕ КЛАСА	D1 (SD)	D2 (SD)	H2 (SD)
13,1 (3,3)	L(>16,4)	16%	18,4 (1,4)	24,8 (4)	230 (54,6)
	M	68%	12,9 (1,8)	20,5 (4,1)	204,4 (47,5)
	S (<9,8)	16%	8,4 (1)	17,6 (4,7)	163,6 (42,8)

Обе мерене карактеристике, иницијална висина и пречник су добри показатељи апсолутног раста. Саднице из класе L издвојене и на основу висине и на основу пречника, задржавају предност и показују највише апсолутне вредности висине и пречника на крају првог периода раста на терену (Графикон 28 и Графикон 29).

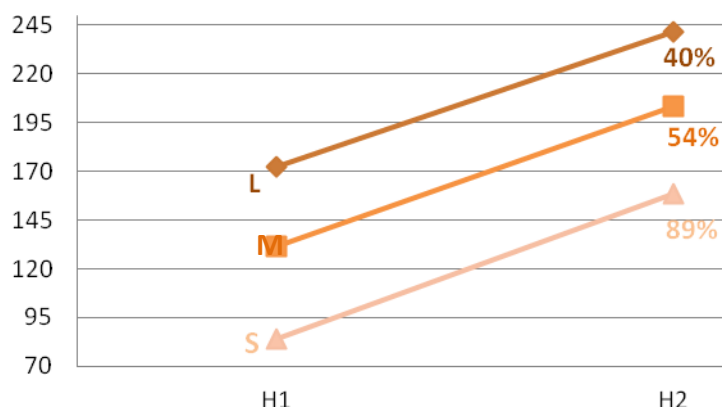


Графикон 28: Међусобна зависност иницијалне висине и висине и пречника на крају првог периода раста у теренском огледу на Великом ратном острву

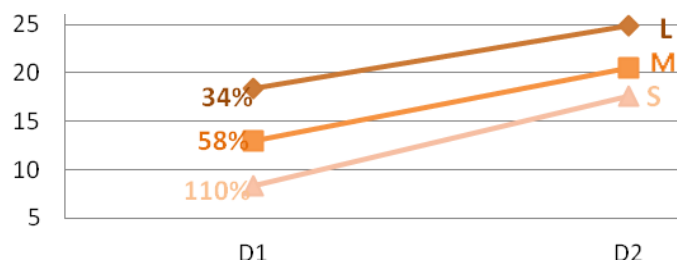


Графикон 29: Међусобна зависност иницијалног пречника и пречника и висине на крају првог периода раста у теренском огледу на Великом ратном острву

Процент прираста висина и пречника према класама показује најинтензивнији прираст класе у којој се налазе саднице са најмањим измереним вредностима висина и пречника (Графикон 30 и Графикон 31).



Графикон 30: Процент прираста висина садница по класама током првог периода раста у теренском огледу на Великом ратном острву



Графикон 31: Процент прираста пречника садница по класама током првог периода раста у теренском огледу на Великом ратном острву

Теренски оглед Бостаниште

Саднице измерене након садње на терену показују широк опсег вредности пречника од минималне вредности 4,91 mm до 29,68 mm код садница half sib линије 37, као и висина које се крећу у опсегу од 64,0 cm код саднице линије 36 до 210,0 cm код саднице линије 34. Највећа средња вредност пречника забележена је код садница half sib линије 31 (18,82 mm), а висине код садница half sib линије 13 (169,70 cm), док је најнижа средња вредност пречника (14,77 mm) код садница half sib линије 21, а висине (137,45 cm) код садница half sib линије 19 (Табела 60).

Табела 60: Варијабилност пречника и висине садница у теренском огледу Бостаниште пре првог периода раста

HALF-SIB ЛИНИЈА	ПРЕЧНИК – d (mm)					ВИСИНА - h (cm)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	17,41	10,36	24,86	3,88	15,06	169,70 ^b	133,0	201,0	20,70	428,64
14	15,89	5,55	21,40	4,23	17,89	153,40 ^{ab}	99,0	196,0	29,22	854,04
18	15,99	8,17	22,48	3,55	12,59	149,15 ^{ab}	102,0	185,0	22,54	507,92
19	15,97	9,29	23,94	4,01	16,08	137,45 ^a	77,0	180,0	23,20	538,37
21	14,77	6,85	22,21	3,78	14,27	146,30 ^{ab}	110,0	180,0	20,13	405,27
29	14,78	8,07	20,97	3,42	11,70	137,65 ^a	94,0	176,0	23,54	554,24
31	18,82	11,38	23,89	2,78	7,71	166,55 ^b	140,0	197,0	18,37	337,52
32	15,29	6,43	20,80	3,58	12,83	138,55 ^a	62,0	177,0	26,15	684,05
33	16,77	10,92	24,64	4,05	16,40	156,05 ^{ab}	114,0	202,0	22,07	487,21
34	16,19	10,55	23,60	3,36	11,27	162,25 ^{ab}	112,0	210,0	28,26	798,41
35	15,80	8,82	22,80	3,67	13,43	155,35 ^{ab}	127,0	184,0	18,23	332,24
36	16,74	8,71	24,66	4,89	23,93	150,70 ^{ab}	64,0	205,0	32,81	1076,54
37	15,79	4,91	29,68	6,16	37,91	147,90 ^{ab}	90,0	195,0	28,42	807,78

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hoc Tukey HSD тест)

Посматране карактеристике садница, пречник и висина, показују статистички значајну разлику (One-Way ANOVA, $p < 0,05$) између садница различитих half-sib линија за карактеристику висина садница (Табела 61).

Табела 61: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике садница у теренском огледу Бостаниште

One-Way ANOVA, $p < 0,05$ N=260	СУМА КВАДРАТА	СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ	СРЕДИНЕ КВАДРАТА	F-ОДНОС	P-ВРЕДНОСТ
ПРЕЧНИК					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	286,6	12	23,88	1,4709	0,1355
УНУТАР ГРУПА	4010,6	247	16,24		
УКУПНО	4297,2	259			
ВИСИНА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	26307,1	12	2192,26	3,6480	0,0000
УНУТАР ГРУПА	148432,4	247	600,94		
УКУПНО	174739,5	259			

На крају првог периода раста највећа средња вредност пречника (22,51 mm) и висине (191,47 cm) забележена је код садница half-sib линије 13, док је најнижа средња вредност пречника (18,65 mm) и висине (153,60 cm) код садница half-sib линије 21. Минимална вредност пречника (9,93 mm) измерена је код саднице линије 31, а максимална вредност пречника (31,88 mm) забележена је код садница half-sib линије 18, Минимална висина (65,0 cm) измерена код садница линије 36, а максимална висина (268,0 cm) код садница линије 13 (Табела 62).

Табела 62: Варијабилност пречника и висине садница у теренском огледу
Бостаниште након првог периода раста

HALF-SIB ЛИНИЈА	ПРЕЧНИК – d (mm)					ВИСИНА - h (cm)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	22,51	14,57	30,01	4,35	18,92	191,47 ^b	155,0	268,0	24,76	613,15
14	19,36	10,15	29,30	4,81	23,09	170,16 ^{ab}	100,0	236,0	37,63	1416,36
18	20,81	12,22	31,88	4,32	18,62	167,58 ^{ab}	103,0	266,0	35,25	1242,37
19	19,56	14,59	23,69	3,11	9,68	153,60 ^a	80,0	193,0	27,48	755,40
21	18,65	9,93	27,23	4,51	20,38	163,20 ^{ab}	115,0	206,0	26,00	675,75
29	19,77	11,62	25,44	3,77	14,24	159,22 ^{ab}	100,0	260,0	33,73	1137,83
31	22,19	16,88	28,44	2,84	8,09	184,71 ^{ab}	151,0	216,0	19,62	384,85
32	20,06	14,91	24,04	2,62	6,87	153,89 ^a	100,0	194,0	22,35	499,63
33	20,84	16,17	27,73	3,88	15,02	165,16 ^{ab}	110,0	217,0	27,60	762,03
34	21,63	12,63	30,41	4,38	19,16	181,47 ^{ab}	123,0	257,0	34,57	1194,84
35	20,25	11,83	27,39	3,50	12,25	173,22 ^{ab}	143,0	211,0	20,03	401,24
36	20,77	12,53	27,09	4,44	19,75	167,16 ^{ab}	65,0	215,0	36,13	1305,14
37	20,14	12,18	29,82	5,06	25,65	170,61 ^{ab}	90,0	220,0	37,55	1410,13

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hocTukey HSD тест)

Највећи прираст пречника према средњим вредностима оствариле су саднице half-sib линије 34 (5,00 mm), а висине саднице half-sib линије 13 (31,11 cm). Изостанак дебљинског прирашћивања забележен је код саднице half-sib линије 14 (0,00 mm), док је одсуство раста у висину забележено код садница half-sib линија 14, 19, 32, 33, и 37 (0,0 cm). Максимална вредност прираста пречника забележена је код саднице half-sib линије 31 (19,88 mm), док је максимални прираст висине забележен код саднице half-sib линије 13 (180,0 cm) (Табела 63).

Посматране карактеристике садница не показују статистички значајну различитост (One-Way ANOVA, $p < 0,05$) између садница различитих half-sib линија за карактеристике пречник, прираст пречника и прираст висине садница (Табела 64).

Табела 63: Варијабилност прираста пречника и прираста висине садница у теренском огледу Бостаниште након првог периода раста

HALF-SIB ЛИНИЈА	ПРИРАСТ ПРЕЧНИКА – Δd (mm)					ПРИРАСТ ВИСИНЕ - Δh (cm)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	4,90	1,49	10,49	2,11	4,47	31,11	8,0	180,0	38,17	1456,99
14	3,63	0,00	9,43	2,67	7,13	17,89	0,0	66,0	15,18	230,43
18	4,73	1,48	9,40	2,02	4,08	19,68	1,0	81,0	18,82	354,12
19	3,57	0,07	8,20	1,94	3,76	16,80	0,0	40,0	11,21	125,60
21	3,88	0,04	9,06	2,28	5,22	16,90	1,0	46,0	13,34	177,99
29	4,79	2,47	10,52	1,81	3,27	20,00	1,0	93,0	23,01	529,53
31	4,79	0,09	19,88	4,69	22,04	18,35	3,0	56,0	15,65	244,99
32	4,55	1,15	8,03	2,12	4,49	13,22	0,0	34,0	10,83	117,36
33	4,17	0,30	7,41	2,11	4,45	20,21	0,0	161,0	34,91	1218,95
34	5,00	0,83	9,39	2,45	6,01	22,20	10,0	47,0	10,19	103,89
35	4,40	0,91	8,94	2,33	5,42	17,78	9,0	61,0	12,15	147,59
36	3,96	0,80	9,44	2,42	5,83	16,63	1,0	42,0	10,47	109,58
37	4,11	0,08	13,50	3,18	10,09	21,61	0,0	52,0	15,14	229,08

Табела 64: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике садница на крају првог периода раста у теренском огледу Бостаниште

One-Way ANOVA, p<0,05 N=234	СУМА КВАДРАТА	СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ	СРЕДИНЕ КВАДРАТА	F-ОДНОС	P-ВРЕДНОСТ
ПРЕЧНИК					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	272,9	12	22,74	1,3804	0,1766
УНУТАР ГРУПА	3640,5	221	16,47		
УКУПНО	3913,4	233			
ВИСИНА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	26932,7	12	2244,39	2,4673	0,0048
УНУТАР ГРУПА	201033,3	221	909,65		
УКУПНО	227966,0	233			
ПРИРАСТ ПРЕЧНИКА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	50,4	12	4,20	0,6392	0,8074
УНУТАР ГРУПА	1451,8	221	6,57		
УКУПНО	1502,2	233			
ПРИРАСТ ВИСИНЕ					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	3997,2	12	333,10	0,8311	0,6183
УНУТАР ГРУПА	88576,2	221	400,80		
УКУПНО	92573,4	233			

Све корелације посматраних карактеристика садница су статистички значајне, изузев корелације прираста висине и прираста пречника и корелације између прираста пречника и висине пре првог периода раста на терену (Табела 65).

Табела 65: Међусобни однос мерених морфолошких карактеристика садница 13 half-sib линија веза на крају првог периода раста на теренском огледу Бостаниште

N=234	ПРЕЧНИК ПРЕ ПРВОГ ПЕРИОДА РАСТА	ВИСИНА ПРЕ ПРВОГ ПЕРИОДА РАСТА	ПРЕЧНИК НАКОН ПРВОГ ПЕРИОДА РАСТА	ВИСИНА НАКОН ПРВОГ ПЕРИОДА РАСТА	ПРИРАСТ ПРЕЧНИКА	ПРИРАСТ ВИСИНЕ
ПРЕЧНИК ПРЕ ПРВОГ ПЕРИОДА РАСТА	1,00					
ВИСИНА ПРЕ ПРВОГ ПЕРИОДА РАСТА	0,63*	1,00				
ПРЕЧНИК НАКОН ПРВОГ ПЕРИОДА РАСТА	0,83*	0,62*	1,00			
ВИСИНА НАКОН ПРВОГ ПЕРИОДА РАСТА	0,66*	0,88*	0,64*	1,00		
ПРИРАСТ ПРЕЧНИКА	-0,23*	-0,02	0,25*	0,01	1,00	
ПРИРАСТ ВИСИНЕ	0,22*	0,19*	0,19*	0,36*	0,00	1,00

*статистички значајно за $p < 0,01$

У циљу посматрања утицаја иницијалних димензија (висина и пречника на почетку периода раста) на прираст истих и апсолутне вредности висина и пречника на крају првог периода раста на терену саднице су подељене у три класе (Табела 66). Просечна висина садница износила је 150,5cm, а процечан пречник 16,1 mm.

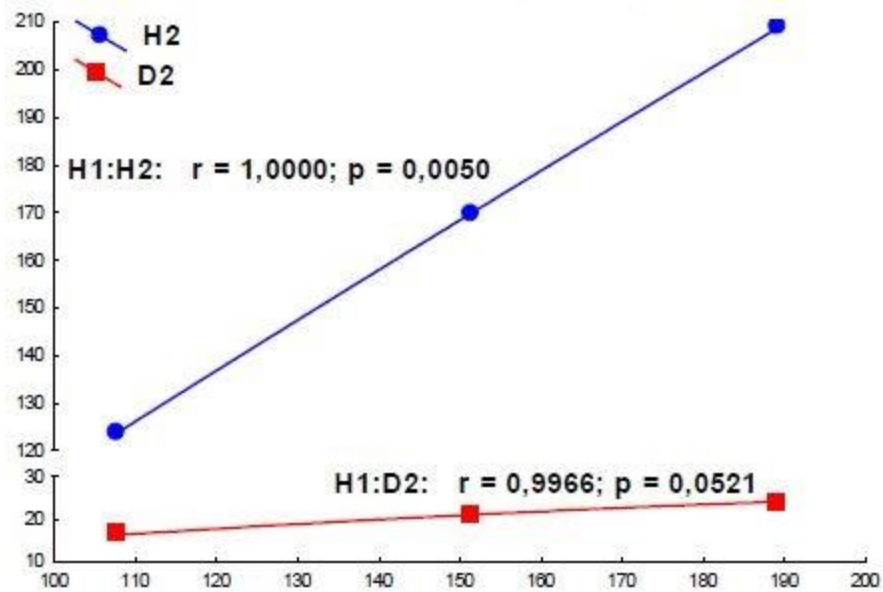
Подељено у класе према висини, највећи проценат садница се налази су средњој класи (M-68%). У класи великих садница (L) просечна висина износи 189,5 cm, а на крају првог периода раста је 208,5 cm, а пречник 23,7 mm. У класи средњих садница (M) просечна висина је 151,5 cm, а на крају првог периода раста 169,5 cm, а просечни пречник је 20,6 mm. У класи малих садница (S) просечна висина је 107,8 cm, а након првог периода раста 123,4 cm, а пречник 15,9 mm.

Подељено у класе према пречнику, највећи проценат садница се налази су средњој класи (М-68%). У класи великих садница (L) просечан пречник износи 22,2 mm, а на крају првог периода раста је 24,8 mm, а висина 197,6 cm. У класи средњих садница (M) просечан пречник је 16 mm, а на крају првог периода раста 20,4 mm, а просечна висина је 168,2 cm. У класи малих садница (S) просечан пречник је 9,6 mm, а након првог периода раста 14,7 mm, а висина 133,8 cm.

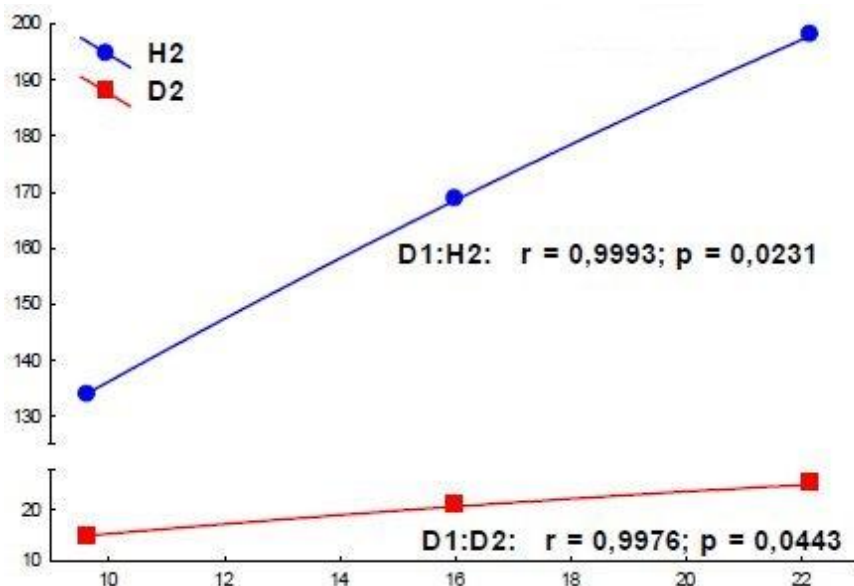
Обе мерене карактеристике, иницијална висина и пречник су добри показатељи апсолутног раста. Саднице из класе L издвојене и на основу висине и на основу пречника, задржавају предност и показују највише апсолутне вредности висине и пречника на крају првог периода раста на терену (Графикон 32 и Графикон 33).

Табела бб: 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

ВИСИНА					
H (SD)	КЛАСЕ И ГРАНИЧНЕ ВРЕДНОСТИ	ПРОЦЕНТУАЛНО УЧЕШЋЕ КЛАСА	H1 (SD)	H2 (SD)	D2 (SD)
150,5 (26.6)	L (>177)	15 %	189.5 (8.2)	208.5 (19.6)	23.7 (3.5)
	M	69%	151.5 (14.4)	169.5 (19.9)	20.6 (3.5)
	S (<123.9)	16%	107.8 (15.3)	123.4 (25.6)	15.9 (3.1)
ПРЕЧНИК					
D (SD)	КЛАСЕ И ГРАНИЧНЕ ВРЕДНОСТИ	ПРОЦЕНТУАЛНО УЧЕШЋЕ КЛАСА	D1 (SD)	D2 (SD)	H2 (SD)
16,1 (4)	L (>20,1)	16%	22,2 (1,8)	24,8 (3,1)	197,6 (27,4)
	M	70%	16 (2,2)	20,4 (3,1)	168,2 (25,8)
	S (<12,1)	14%	9,6 (1,9)	14,7 (2,2)	133,8 (29,1)

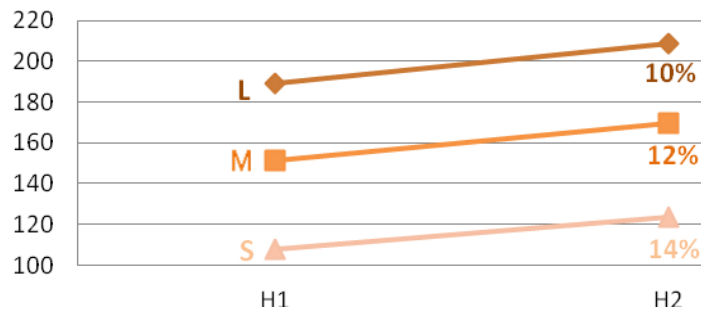


Графикон 32: Међусобна зависност иницијалне висине и висине и пречника на крају првог периода раста у теренском огледу у Бостаништу

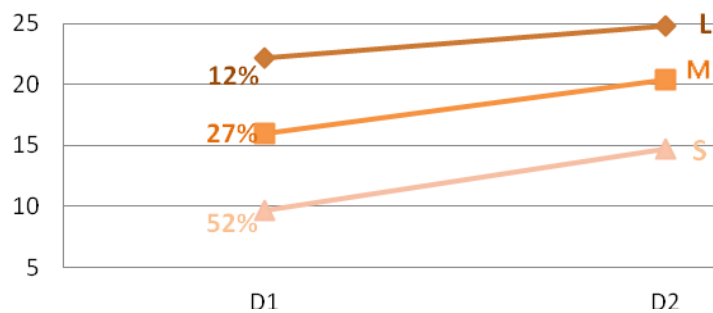


Графикон 33: Међусобна зависност иницијалног пречника и пречника и висине на крају првог периода раста у теренском огледу на Великом ратном острву

Процент прираста висина и пречника према класама показује најинтензивнији прираст класе у којој се налазе саднице са најмањим измереним вредностима висина и пречника (Графикон 34 и Графикон 35).



Графикон 34: Процент прираста висина садница по класама током првог периода раста у теренском огледу у Бостаништу



Графикон 35: Процент прираста пречника садница по класама током првог периода раста у теренском огледу у Бостаништу

У многим случајевима иницијалне димензије садница имају утицаја на преживљавање и раст садница на терену (Mehal, Landis, 1990; Grossnickle, 2012). У случају садница веза у теренским огледима на Великом ратном острву и у Бостаништу веће саднице су задржале предност у димензијама и након првог периода раста на терену. Као што је и раније познато из литературе, више саднице су задржале предност у висини (Schmidt-Vogt, 1981; Thompson, 1985; Grossnickle, 2005; Andersen, 2010; Ivetić et al., 2016c) и постоји позитивна зависност између иницијалног пречника и раста на терену (Rietveld, Van Sambeek, 1989; Dey, Parker, 1997; Aphalo, Rikala, 2003; Jacobs et al., 2005; Bayala et al., 2009; Ivetić et al., 2016a).

На оба теренска огледа, прираст и висине и пречника је интензивнији код садница са нижим иницијалним вредностима висина и пречника. Dostálek et al., (2014), пријављују да мале саднице белог јасена после 5 година од садње на терену сустижу велике, док садницама горског јавора средњих димензија треба 9 година да сустигну велике саднице. Негативна зависност између иницијалних вредности пречника и процента прираста висине указују да су саднице изложене стресу пресадње (South, Zwolinski, 1997). Поређењем интензитета прираста висина и пречника код садница у теренском огледу на Великом ратном острву и у Бостаништу, запажа се интензивнији прираст висина и пречника код садница на Великом ратном острву. Пролећна садња, земљиште тешког механичког састава и поплава у првим месецима након садње на терену су удружени чиниоци који су томе допринели.

Пречник саднице је означен као најбољи појединачни параметар квалитета саднице (Thompson, 1985) и у позитивној је зависности са успехом лишћарских садница на терену (Wilson, Jacobs, 2006) услед јаке корелације са многим другим параметрима квалитета (Wilson, Jacobs, 2006; Ivetić et al., 2013). У овом раду пречник и висина су се показали као подједнако добри параметри успеха садница на терену.

5.3.7. Потенцијал веза за производњу биомасе

Праћењем развоја и раста садница у тесту потомства и посматрањем података мерења на крају сваког периода раста уочавају се пречници и висине садница, као и годишњи прираст пречника и висина, који су по вредностима ближе "брзорастућим" врстама као што су врбе и тополе, него осталим лишћарима, пре свега мисли се на лишћаре тврдог дрвета у коју групу спада и вез (храстови, јаворови, јасенови итд.). Четворогодишње саднице веза показују високе вредности пречника и висина, а највећа средња вредност пречника (34,99 mm) забележена је код садница half-sib линије 29, а највећа средња вредност висине (379,80 cm) код садница half-sib линије 14, док је најнижа средња вредност пречника (27,30 mm) код садница half-sib линије 31, а висине (255,64 cm) код садница half-sib линије 37. Минимална вредности пречника (13,15 mm) забележена је код садница half-sib линије 31, а висине (143,0 cm) код садница линије 34, док су максималне вредности пречника (58,83 mm) измерене су код садница half-sib линије 14, а висине (633,0 cm) код садница линије 31 (Табела 67).

Посматране карактеристике садница, пречник и висина, су статистички значајно различите (One-Way ANOVA, $p < 0,05$) између садница различитих half-sib линија (Табела 68).

Табела 67: Варијабилност пречика и висине четворогодишњих (1+3) садница 13 half-sib линија веза

HALF-SIB ЛИНИЈА	ПРЕЧНИК – d (cm)					ВИСИНА - h (cm)				
	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА	СРЕДЊА ВРЕДНОСТ	МИН	МАКС	СТАНДАРДНА ДЕВИЈАЦИЈА	ВАРИЈАНСА
13	31,67 ^{bcd}	18,36	43,01	5,58	31,19	350,02 ^{bcd}	203,0	412,0	51,60	2662,39
14	32,61 ^{bcd}	19,84	58,83	6,69	44,78	379,80 ^e	299,0	463,0	36,53	1334,08
18	33,16 ^{cd}	13,60	45,83	6,26	39,19	374,42 ^{de}	265,0	436,0	37,41	1399,72
19	33,47 ^{cd}	18,66	52,27	6,45	41,59	329,38 ^{bc}	212,0	430,0	52,71	2777,87
21	33,14 ^{cd}	21,36	43,85	4,94	24,39	318,06 ^b	238,0	402,0	36,89	1360,75
29	34,99 ^d	24,61	46,90	5,51	30,31	346,82 ^{bcd}	237,0	519,0	46,62	2173,38
31	27,30 ^a	13,15	53,37	6,82	46,53	316,06 ^b	150,0	633,0	90,50	8189,89
32	34,08 ^{cd}	20,23	47,00	6,86	47,10	354,16 ^{cde}	206,0	469,0	49,75	2475,52
33	31,45 ^{abcd}	15,17	55,72	7,80	60,79	342,94 ^{bcd}	202,0	455,0	41,53	1724,71
34	28,40 ^{ab}	14,00	57,41	8,32	69,16	333,36 ^{bc}	143,0	490,0	77,17	5955,42
35	30,20 ^{abc}	15,85	47,40	6,44	41,45	358,40 ^{cde}	233,0	412,0	40,45	1635,88
36	33,53 ^{cd}	14,20	52,85	6,81	46,41	375,32 ^{de}	186,0	463,0	49,00	2401,41
37	30,67 ^{abcd}	18,96	47,28	6,16	37,91	255,64 ^a	186,0	344,0	37,46	1403,38
просек	31,90	17,54	50,13	6,51	43,14	341,11	212,3	456,0	49,82	2730,34

* средње вредности праћене различитим словима су статистички значајно различите (post-hocTukey HSD тест)

Табела 68: Анализа варијансе (One-Way ANOVA) за морфолошке карактеристике четворогодишњих (1+3) садница 13 half-sib линија веза

One-Way ANOVA, p<0,05 N=650	СУМА КВАДРАТА	СТЕПЕНИ СЛОБОДЕ	СРЕДИНЕ КВАДРАТА	F-ОДНОС	P-ВРЕДНОСТ
ПРЕЧНИК					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	3057,4	12	254,78	5,9063	0,0000
УНУТАР ГРУПА	27479,0	637	43,14		
УКУПНО	30536,4	649	297,92		
ВИСИНА					
ИЗМЕЂУ ГРУПА	651148,3	12	54262,35	19,8739	0,0000
УНУТАР ГРУПА	1739225	637	2730,34		
УКУПНО	2390373,3	649	56992,69		

За вез нису доступни подаци о продукцији биомасе, али раст садница у прве четри године указује на велики потенцијал ове врсте. Просечна висина четворогодишњих садница је 341,11 cm, док је максимална измерена висина 633 cm, а минимална 143 cm. Средњи пречник у нивоу кореновог врата је 31,90 mm, а максимални измерен пречник је 58,86 mm, а минимални 13,15 mm (Табела 67).

Како би се израчунала биомаса на одређеној површини потребно је поставити једначине помоћу којих ће се уз једноставна мерења доћи до потребних резултата. Једначине се ослањају на доследност алометријских односа између мерених димензија и биомасе (Yarie et al., 2007). Најчешће се доводи у везу вредност пречника у нивоу кореновог врата или на одређеној висини, или вредност висине са биомасом која се налази на посматраној површини (Böhm et al., 2011; Stankova et al., 2016). Једначине се одређују за врсту и односе се на одређени период развоја и одређено станиште, тако да немају карактер општих и нису применљиве у свим случајевима (Jenkins et al., 2003).

Што је вредност фактора корелације ближа 1, то је зависност јача и алометријска једначина поузданија. Пречник у нивоу кореновог врата и пречник на 20 cm висине показују статистички значајну позитивну корелацију са свим посматраним карактеристикама, док висина не показује статистички значајну корелацију са масом саднице у сувом стању тако да у овом случају не може бити сматрана поузданим показатељем продукције биомасе (Табела 69).

Табела 69: Међусобни однос мерених морфолошких карактеристика
четворогодишњих садница

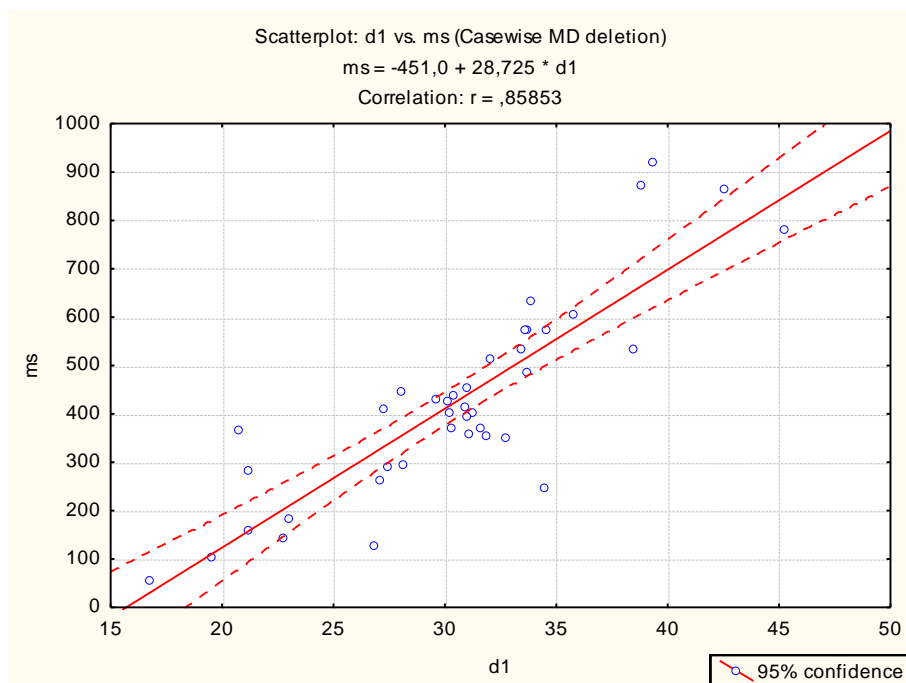
N=40	ПРЕЧНИК У НИВОУ КОРЕНОВОГ ВРАТА	ПРЕЧНИК НА 20 cm ВИСИНЕ	ВИСИНА	МАСА У СУВОМ СТАЊУ
ПРЕЧНИК У НИВОУ КОРЕНОВОГ ВРАТА	1,00			
ПРЕЧНИК НА 20 cm ВИСИНЕ	0,64*	1,00		
ВИСИНА	0,53*	0,51*	1,00	
МАСА У СУВОМ СТАЊУ	0,86*	0,72*	0,53	1,00

*статистички значајно за $p < 0,01$

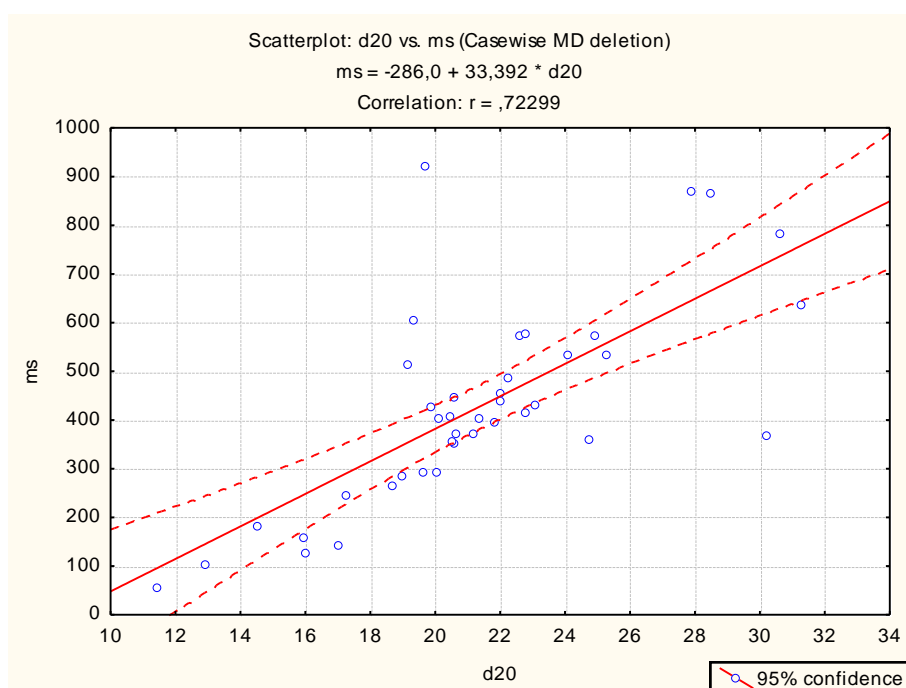
Алометријске једначине могу бити експоненцијалног и линеарног карактера, што зависи од интензитета раста у висину и дебљину. У случају веза у тесту потомства линеарног су карактера што потврђује тврдње да интензиван висински прираст показује линеарни раст, док се касније дебљање уклапа у експоненцијалне моделе раста (Norby et al., 2001; Felix et al., 2008; Byrd, 2013). Корелација између пречника у нивоу кореновог врата и масе у сувом стању је значајна и има највишу вредност у односу на све посматране корелације (0,86, $p < 0,01$), тако да је представљена линеарном функцијом (1) и графиком (Графикон 36). Наредна по вредности јесте корелација између пречника на 20 cm висине и масе у сувом стању (0,72, $p < 0,01$), која је такође линеарног карактера и представљена је линеарном функцијом (2) и графиком (Графикон 37).

$$(1) \quad m_s = - 451,0 + 28,725 \times d_1$$

$$(2) \quad m_s = - 286,0 + 33,392 \times d_{20}$$



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

Продуктивност плантаже за производњу биомасе изражава у тонама суве масе по хектару годишње (odt/ha/yr; t суве масе/ha годишње). Принос биомасе условљен је са више чинилаца: врста, густина садње, услови средине, агротехничке мере, заливање, ђубрење и дужина опходње.

Густина садње је битан аспект оснивања и менаџмента плантаже јер утиче на трошкове оснивања и методе сече плантаже. Плантаже за производњу биомасе оснивају се од садница или резница које се саде у различитим размацима, од 30 x 30 cm, што је преко 100000 садница по хектару до свега пар хиљада садница по хектару (Geyer, 2006). У истраживању размак садње је износио 0,2 x 0,7 m, што пренесено на површину од 1 ha износи око 71000 садница. Густина садње у засадима кратке опходње уз ротацију од 2-4 године најчешће је до 25000 (Petersen, 2007), што указује да је садња у посматраном огледу изразито густа за овај тип плантажа.

Постоје контрадикторни резултати о истраживању утицаја ђубрења на принос биомасе. Са једне стране нема јасних доказа о позитивном утицају ђубрења на принос биомасе (Todorović, 2016), док у плантажама тополе у Литванији утврђен је позитиван ефекат минералног ђубрива на принос (Lazdiņa et al., 2014). Код неких других врста, као што је врба, утицај ђубрења није изражен услед малих потреба за азотом (Guidi et al., 2013). Већина брзорастућих врста које се користе у плантажном шумарству може успешно да расте и на земљишту са оскудним садржајем хранљивих материја, услед могућности фиксације атмосферског азота (von Wuehlich, 2011). Нарочита предност засада кратке опходње јесте комбиновање производње биомасе са фиторемедијацијом земљишта (Jørgensen et al., 2005). У Шведској се врба у засадима кратке опходње успешно користи као филтер комуналних отпадних вода и муља (Dimitriou, Aronsson, 2005), а у Бразилу плантаже еукалиптуса постижу изузетан принос од 40 t/ha суве материје уз наводњавање прерађеним индустријским и комуналним отпадним водама (Christenson, Verma, 2006). Овај систем комбиновања наводњавања и ђубрења, уз истовремену фиторемедијацију земљишта, представља нарочиту предност засада кратке опходње. У овом огледу

Ћубрење није примењивано, али се постигнути принос у 3-годишњем циклусу може сматрати задовољавајућим.

Према Geyer (2006), сибирски брест остварује минимални принос од 4,5 t/ha суве масе у првој једногодишњој ротацији, при густини садње 30x30 cm и изузетно висок проценат преживљавања и продуктивност и након шесте ротације. У Италији је пријављен принос пољског бреста од 7 t/ha суве масе, при густини садње од 10000 биљака/ha и 2-годишњој ротацији. У овом истраживању вез је остварио знатно већу продуктивност од претходно истраживаних врста брестова. У трогодишњем циклусу произведена је биомаса од 30 t/ha суве масе, што износи 10 t/ha суве масе годишње. Овај резултат је већи од продукције биомасе најчешће коришћених врста (Табела 70).

У овом истраживању утврђена је топлотна моћ веза од 18404 kJ/kg, при садржају хигроскопне влаге од 3,2% иучешћу пепела од 0,95%. Поредећи ово са топлотном моћи лож уља од 42790 kJ/kg (Wright et al., 2006), остварени принос биомасе од 30 t/ha суве масе еквивалентан је запремини од 12903 L лож уља или 13,19 TOE (TOE- t еквивалентне нафте, 1 TOE = 41,868 GJ). Другим речима остварена топлотна моћ из плантаже веза по хектару на годишњем нивоу, замењује потрошњу 4,3 t лож уља.

Табела 70: Просечан принос биомасе у зависности од врсте

РОД	ЗЕМЉА	ДУЖИНА РОТАЦИЈЕ (година)	ГУСТИНА САДЊЕ (бр.биљака/ha)	НАПОМЕНА	ПРИНОС (t/ha суве масе годишње)	ИЗВОР
Populus	Канада	4	18000	/	16,5-18	Labrecque, Teodorescu, 2005
	Уједињено Краљевство	3	10000	Вршена контрола корова, саднице чеповане након прве године	2,9-9,1	Aylott et al., 2008
	Белгија	4	10000	Вршена контрола корова, наводњавање и саднице чеповане након прве године	2,5-11,5	Laureysens et al., 2004
	Италија	2	10000	Сузбијан коров и вршено ђубрење	11,5-13	Facciotto et al., 2009
	Италија	3	10000	Сузбијан коров и вршено ђубрење	5,8-8,3	
Salix	Канада	4	18000	/	6-15,4	Labrecque, Teodorescu, 2005
	Уједињено Краљевство	3	10000	Вршена контрола корова, саднице чеповане након прве године	4,1-10,5	Aylott et al., 2008
	Италија	2	10000	Сузбијан коров и вршено ђубрење	12,2-19,2	Facciotto et al., 2009
	Италија	3	10000	Сузбијан коров и вршено ђубрење	5,4	
Robinia	Италија	2	12000	Сузбијан коров и вршено ђубрење	7,3	Facciotto et al., 2009
	Италија	3	8000	Сузбијан коров и вршено ђубрење	11,1	
	Мађарска	4	8333	/	7,8	Rédei et al. 2010
	Мађарска	4	5306	/	6,8	
Ulmus	Италија	2	10000	Сузбијан коров и вршено ђубрење	7,0	Facciotto et al., 2009

6. ЗАКЉУЧЦИ

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 разnodобна 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 пар 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 недеструктивних 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.

7. ЛИТЕРАТУРА

- (1994): Službeni glasnik Republike Srbije br. 23/94. Pravilnik o dozvoljenim količinama štetnih i opasnih supstanci u zemljištu.
- (2007): Posebna osnova gazdovanja šumama za gazdinsku jedinicu „VELIKO RATNO OSTRVO“ (2008 – 2017), Javno komunalno preduzeće „ZELENILO – BEOGRAD“, Beograd.
- (2008): Nacionalna inventura šuma Republike Srbije, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije - Uprava za šume, Beograd.
- Adams W.T., Zuo J., Shimizu J.Y., Tappeiner J.C. (1998): Impact of alternative regeneration methods on genetic diversity in coastal Douglas-fir, *Forest Science* 44, (390-396).
- Adriano D.C. (1986): Trace elements in terrestrial environment, Springer-Verlag, New York, (1-533).
- Aleksić J., Orlović S. (2004): Ex situ conservation of genetic resources of field elm (*Ulmus minor* Mill.) and european white elm (*Ulmus laevis* Pall.), *Genetika* 36 (3), (221-227).
- Aleksić M. J. (2016): Family-specific vs. universal pcr primers for the study of mitochondrial dna in plants, *Genetika* 48 (2), Beograd, (777-798).
- Aleksić M.J., Geburek T. (2010): Mitochondrial DNA reveals complex genetic structuring in a stenoendemic conifer *Picea omorika* [(Panč.) Purk.] caused by its long persistence within the refugial Balkan region, *Plant Systematics and Evolution* 285, (1-11).

- Andersen L. (2010): Spacing in the nursery seedbed and subsequent field performance of *Quercus robur* L. and *Fagus sylvatica* L., *European Journal of Horticultural Science* 75 (5), (221-225).
- Annapurna D., Rathore T.S., Somashekhar P.V. (2005): Impact of clones in a clonal seed orchard on the variation of seed traits, germination and seedling growth in *Santalum album* L. , *Silvae Genetica* 54, (153-160).
- Aphalo P., Rikala R. (2003): Field performance of silver-birch planting-stock grown at different spacing and in containers of different volume, *New Forests* 25 (2), (93-108).
- Aronsson P., Perttu K. (1994): Willow vegetation filters for municipal wastewaters and sludges, A biological purification system, Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, (1-230).
- Austerlitz F., Mariette S., Machon N., Gouyon P.H., Godelle B. (2000): Effects of colonization processes on genetic diversity: differences between annual plants and tree species, *Genetics* 154, (1309-1321).
- Aylott M. J., Casella E., Tubby I., Street N. R., Smith P., Taylor G. (2008): Yield and spatial supply of bioenergy poplar and willow short-rotation coppice in the UK, *New Phytologist* 178, (358-370).
- Baker A.J.M. (1981): Accumulators and excluders - strategies in the response of plants to heavy metals, *Journal of Plant Nutrition* 3 (1-4), (643-654).
- Baker A.J.M., Walker P.L. (1989): Physiological responses of plants to heavy metals and the quantification of tolerance and toxicity, *Chemical Speciation and Bioavailability* 1, (7-17).

- Ballian D., Hajrudinović A., Franjić J., Bogunić F. (2014): Morfološka varijabilnost lista makedonskog hrasta (*Quercus trojana* Webb.) u Bosni i Hercegovini i Crnoj Gori, Šumarski list 3-4, (135-144).
- Ballian D., Memišević M., Bogunić F., Bašić N., Marković M., Kajba D. (2010): Morfološka varijabilnost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na području Hrvatske i zapadnog Balkana. Šumarski list, 7-8, CXXXIV (371-386).
- Banković S., Medarević M., Pantić D., Petrović N., Šljukić B., Obradović S. (2009): The growing stock of the Republic of Serbia - state and problems. Bulletin of the Faculty of Forestry 100, (7-30).
- Barrett S.C.H., Kohn J. (1991): The genetic and evolutionary consequences of small population size in plants: implications for conservation, "Genetics and conservation of rare plants", eds. Falk D., Holsinger K.E., Oxford University Press, New York, (3-30).
- Barton N.H., Slatkin M. (1986): A quasi-equilibrium theory of the distribution of rare alleles in a subdivided population, *Heredity* 56 (3), 409-415.
- Bašić N., Kapić J., Ballian D. (2007): Morfometrijska analiza varijabilnosti svojstva lista hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na području sjeverne Bosne, Radovi šumarskog instituta Jastrebarsko, 42(1) (5-18).
- Bate-Smith E.C., Richens R.H. (1973) Flavonoid chemistry and taxonomy in *Ulmus*, *Biochemical Systematics and Ecology* 1, (141-146).
- Bayala J., Dianda Z.M., Wilson Z.J., Ouédraogo S.J., Sanon Z.K. (2009): Predicting field performance of five irrigated tree species using seedling quality assessment in Burkina Faso, West Africa, *New Forest* 38, (309-322).

- Bernier P.Y., Lamhamedi M.S., Simpson D.G. (1995): Shoot:Root ratio is of limited use in evaluating the quality of container stock, *Tree Planter's Notes* 46 (3), (102-106).
- Bianco P., Ciccarese L., Jacomini C., Pellegrino P. (2014): Impacts of short rotation forestry plantations on environments and landscape in Mediterranean basin, *Rapporti* 196/14, ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma (115).
- Bijma P., Woolliams J. (2000): On the relation between gene flow theory and genetic gain, *Genetics Selection Evolution* 32, (99-104).
- Binotto A.F., Lúcio A.D.C., Lopes S.J. (2010): Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings, *Cerne*, 16 (4), (457-464).
- Birky C.W. (1995): Uniparental inheritance of mitochondrial and chloroplast genes: mechanisms and evolution, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 92(25), (11331-11338).
- Bjedov I. (2012): Taksonomska i ekološka istraživanja vrsta roda *Vaccinium* L. u Srbiji, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet.
- Black-Samuelsson S., Whiteley R. E., Junzhan G. (2003): Growth and leaf morphology response to drought stress in the riparian broadleaved tree, *Ulmus laevis* (Pall.). *Silvae genetica*, 52(5-6), (292-299).
- Böhm, C., Quinkenstein, A., Freese, D. (2011): Yield prediction of young black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) plantations for woody biomass production using allometric relations, *Annals of Forest Research* 54(2), (215-227).

- Bojarczuk K., Karlinski L., Hazubska-Przybył T., Kieliszewska-Rokicka B. (2015): Influence of mycorrhizal inoculation on growth of micropropagated *Populus X canescens* lines in metal-contaminated soils, *New Forests* 46, (195-215).
- Bojnanský V., Fargašová A. (2007): Atlas of seeds and fruits of central and east-european flora, Springer Netherlands, (1-954).
- Booy G., Hendriks R.J.J., Smulders M.J.M., Van Groenendael J.M., Vosman B. (2000): Genetic diversity and the survival of populations, *Plant Biology* 2 (4), (379-395).
- Borišev M. (2010): Potential of willow (*Salix* spp.) clones for heavy metal phytoextraction, Doctoral thesis, Faculty of Science - University of Novi Sad, (187).
- Boyer J.N., South D.B. (1987): Excessive seedling height, high shoot-to-root ratio and benomyl dip reduce survival of stored loblolly pine seedlings, *Tree Planters' Notes* 37, (19-21).
- Brasier C.M. (2000): Intercontinental spread and continuing evolution of the Dutch elm disease pathogens, "The Elms: breeding, conservation, and disease management", ed. Christopher P.D., Kluwer Academic Publishers, Boston, (61-72).
- Brooks R.R. (1987): *Serpentine and its vegetation: a multidisciplinary approach*. Dioscorides Press, Portland, Oregon, USA.
- Broshtilov K. (2006): *Quercus robur* L. leaf variability in Bulgaria. *Plant genetic resources Newsletter* 147, (64-71).
- Brown M.T., Wilkins D.A. (1985): Zinc tolerance of mycorrhizal *Betula*. *New Phytol.* 99, (101-106).

- Brown P.M., Welch R.M., Cary E.E., Checkai R.T (1987): Beneficial effects of nickel on plant growth. *Journal of plant nutrition* 10, (2125-2135).
- Buchnan J.C., Archie E.A., Van Horn R.C., Moss C.J., Alberts S.C. (2005): Locus effects and sources of error in noninvasive genotyping. *Molecular Ecology Notes* 5, (680-683).
- Bunuševac T. (1951): Gajenje šuma I, Udžbenik, Naučna knjiga, Beograd, (1- 419).
- Burdett A.N. (1990): Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock, *Canadian Journal of Forest Research* 20, (415-427).
- Byrd A. (2013): Evaluating short rotation poplar biomass on an experimental landfill cap near Anchorage, Alaska, Master thesis, University of Alaska Fairbanks, (1-49).
- Callen D.F., Thompson A.D., Shen Y., Phillips H.A., Richards R.I., Mulley J.C. (1993): Incidence and origin of 'null' alleles in the (AC)_n microsatellite markers. *American Journal of Human Genetics* 52: (922-927).
- Campbell R.K., Sorensen F.C. (1984): Genetic implications of nursery practices, "Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings", Duryea M.L., Landis T.D. (eds), Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague/Boston/Lancaster, (183-191).
- Capuana M. (2011): Heavy metals and woody plants - biotechnologies for phytoremediation. *iForest* 4, (7-15).
- Carles S., Lamhamedi M.S., Beaulieu J., Stowe D.C., Colas F., Margolis H.A. (2009): Genetic variation in seed size and germination patterns and their effect on white spruce seedling characteristics, *Silvae Genetica* 58 (4), (152-161).

- Carneiro J.G.D.A., Barroso D.G., Soares L.M.D.S. (2007): Growth of bare root *Pinus taeda*, L. seedlings cultivated under five densities in nursery, *Scientia Agricola* 64 (1), (23-29).
- Carol M.D., Loneragan J.F. (1969): Response of plant species to concentration of zinc in solution. II rate of zinc absorption and their relation to growth. *Austrian journal of agricultural research* 20, (457-163).
- Chaisurisri K., Edwards D.G.W., El-Kassaby Y.A. (1992): Genetic control of seed size and germination in Sitka spruce, *Silvae Genetica* 41, 348-355.
- Chanyenga T.F., Geldenhuys C.J., Sileshi G.W. (2011): 'Effect of population size, tree diameter and crown position on viable seed output per cone of the tropical conifer *Widdringtonia whytei* in Malawi', *Journal of Tropical Ecology*, 27(5), (515–520).
- Chavasse C.G.R. (1980): Planting stock quality: a review of factors affecting performance, *New Zealand Journal of Forestry* 25(2), (144-171).
- Cheng S.P. (2003): Heavy metal pollution in China: origin, pattern and control. *Environmental Science and Pollution Research* 10 (3), (192-198).
- Christenson L., Verma K. (2006): Short rotation forestry – a complement to “conventional” forestry, *Unasylva* 233 (57), (34-39).
- Cicek E., Cicek N., Tilki F. (2011): Four-year field performance of *Fraxinus angustifolia* Vahl. and *Ulmus laevis* Pall. seedlings grown at different nursery seedbed densities. *Research Journal of Forestry* 5, (89-98).
- Cicek E., Tilki F. (2007): Seed germination of three *Ulmus* species from Turkey as influenced by temperature and light, *Journal of Environmental Biology* 28 (2), (423-425).

- Cicek E., Tilki F., Kulac S., Yilmaz M., Yilmaz F. (2007): Survival and growth of three hardwood species (*Fraxinus angustifolia*, *Ulmus laevis* and *Ulmus minor*) on a bottomland site with heavy clay soil, *Journal of Plant Science* 2, (233-237).
- Collada C., Fuentes-Utrilla A., Gil L., Cervera M. T. (2004): Characterization of microsatellite loci in *Ulmus minor* Miller and cross-amplification in *U. glabra* Hudson and *U. laevis* Pall., *Molecular Ecology Notes* 4, (731-732).
- Collin E. (2002): Strategies and guidelines for the conservation of the genetic resources of *Ulmus* spp., "Network, report of the fourth meeting and the fifth meeting Noble Hardwoods", eds. Turok J., Eriksson G., Russell K., Borelli S., 4–6 September 1999, Gmunden, Austria, 17–19 May 2001, Blessington, Ireland, International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, (50-65).
- Collin E. (2003): EUFORGEN: Technical guidelines for genetic conservation and use for European white elm (*Ulmus laevis*), International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, (6).
- Collin E., Bilger I., Eriksson G., Turok J. (2000): The conservation of elm genetic resources in Europe, "The elms - breeding, conservation and disease management", ed. C.P. Dunn, J. Chapman and Hall, New York, (281-293).
- Collin E., Rusanen M., Ackzell L., Bohnens J., de Aguiar A., Diamandis S., Franke A., Gil L., Harvengt L., Hollingsworth P., Jenkins G., Meier-Dinkel A., Mittempergher L., Musch B., Nagy L., Pâques M., Pinon J., Piou D., Rotach P., Santini A., Vanden Broeck A., Wolf H. (2004): Methods and progress in the conservation of elm genetic resources in Europe, *Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales* 13 (1), (261-272).

- Cornelius J.P., Montes C. Sotelo, Ugarte-Guerra L.J., Weber J.C. (2011): The effectiveness of phenotypic selection in natural populations: a case study from the Peruvian Amazon, *Silvae Genetica* 60 (5): 205-209.
- Čortan D. (2015): Procena varijabilnosti prirodnih populacija crne topole (*Populus nigra* L.) na području Vojvodine primenom genetičkih markera, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, (1-213).
- Davidson R.H., Edwards D.G.W., Sziklai O., El-Kassaby Y.A. (1996): Genetic variation in germination parameters among populations of pacific Silver fir, *Silvae Genetica* 45 (2-3), (165-171).
- Davis A.C., Jacobs D.F. (2005): Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance, *New Forests* 30, (295-311).
- De Vries W., Bakker D.J. (1998): Manual of calculating critical loads of heavy metals for terrestrial ecosystems: Guidelines for critical limits, calculation methods and input data, DLO Winnand Starting Centre, Wageningen, Report 166, (144).
- Deiller A.F., Walter J.M.N., Trémolières M. (2003): Regeneration strategies in a temperate hardwood floodplain forest of the Upper Rhine: sexual versus vegetative reproduction of woody species, *Forest Ecology and Management* 180, (215-225).
- Del Castillo R. F., Trujillo-Argueta S., Sánchez-Vargas N., Newton A.C. (2011): Genetic factors associated with population size may increase extinction risks and decrease colonization potential in a keystone tropical pine. *Evolutionary Applications* 4 (4), (574–588).
- Demesure B., Comps B., Petit, R.J. (1996): Chloroplast DNA phylogeography of the common beech (*Fagus sylvatica* L.) in Europe, *Evolution* 50, (2515-2520).

- Demesure B., Sodzi N., Petit R. J. (1995): A set of universal primers for amplification of polymorphic non-coding regions of mitochondrial and chloroplast DNA in plants, *Molecular Ecology* 4, (129-131).
- Devetaković J., Stanković D., Ivetić V., Mitrović B., Todorović N. (2017): The concentration of Zn, Mn and Fe in leaves of *Ulmus laevis* Pall. at Veliko ratno ostrvo Island (Belgrade, Serbia), *Carpathian Journal of Earth and Environmental Science* 1 (12), (69-75).
- Devetaković J., Stanković D., Ivetić V., Šiljačić-Nikolić M., Maksimović Z. (2016): Potential of different European white elm (*Ulmus laevis* Pall.) genotypes for phytoextraction of heavy metals, *Fresenius Environmental Bulletin* 10 (25), (4318-4323).
- Devetaković J., Šiljačić-Nikolić M., Ivetić V. (2013): Variability of morphometric characteristics of one-year seedlings of different half-sib European White Elm (*Ulmus effusa* Wild.) from the Great War Island, *Biologica Nyssana*, 4 (1-2), (87-92).
- Dey D.C., Parker W.C. (1997): Morphological indicators of stock quality and field performance of red oak (*Quercus rubra* L.) seedling underplanted in a central Ontario shelterwood, *New Forests* 14, (145–156).
- Dickson A., Leaf A.L., Hosner J.F. (1960): Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries, *For Chron* 36, (10-13).
- Dimitriou I. , Aronsson P. (2005): Willows for energy and phytoremediation in Sweden, *Unasylva* 221 (56), (46-50).

- Dimitriou I., Aronsson P. (2011): Wastewater and sewage sludge application to willows and poplars grown in lysimeterse, Plant response and treatment efficiency biomass and bioenergy 35, (161-170).
- Do C., Waples R.S., Peel D., Macbeth G.M., Tillett B.J., Ovenden J.R. (2014): NeEstimator v2: re-implementation of software for the estimation of contemporary effective population size (N_e) from genetic data, Molecular Ecology Resources 14, (209-214).
- Dostálek J., Weber M., Frantík T. (2014): Establishing windbreaks: how rapidly do the smaller tree transplants reach the height of the larger ones?, J. For. Sci. 60 (1), (12-17).
- Dragišić Maksimović J., Đarmati D. (2005): Toxicological aspect of manganese, Proceedings of VI International eco-conference, Novi Sad. Vol.II, (165-170).
- Dumolin-Lapegue S., Demesure B., Fineschi S., Le Corre V., Petit R.J. (1997): Phylogeographic structure of white oaks throughout the European continent, Genetics 146, (1475-1487).
- Dumroese R.K., Landis T.D., Pinto J.R., Haase D.L., Wilkinson K.W., Davis A.S. (2016): Meeting forest restoration challenges: Using the target plant concept, Reforesta 1, (37-52).
- Duryea M.L. (1985): Evaluating seedling quality: Importance to reforestation, Proceedings, Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests, Duryea M.L. (ed.), Oregon State University, Corvallis, USA, (1-6).
- Duryea M.L., Landis T.D. (1984): Forest nursery manual: production of bareroot seedlings, Martinus Nijhoff/Dr W Junk Publ, The Hague.

- Eapen S., D'Souza, S.F. (2005). Prospects of genetic engineering of plants for phytoremediation of toxic metals. *Biotechnology Advances*, 23, (97-114).
- Ebbs S.D., Kochian L.V. (1997): Toxicity of zinc and copper to brassica species: Implications for phytoremediation, *J. Environ. Qual.* 26, (776-781).
- Edgar R.C. (2004): MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput, *Nucleic Acids Res* 32, (1792-1797).
- Ehlin P.O. (1982): Seasonal variations in metal contents of birch, *Geologiska Foreningens I Stockholm Forhandlingar* 104, (63-67).
- Element Concentration Cadaster in Ecosystems – ECCE (1994): Progres Report, presented at the 25th general Assembly of International Union of Biological Sciences, Paris.
- El-Kassaby Y.A. (1992): Domestication and genetic diversity: should we be concerned? *The Forestry Chronicle* 68 (6), (687-700).
- El-Kassaby Y.A., Chaisurisri K., Edwards D.G.W., Taylor D.W. (1993): Genetic control of germination parameters of Douglas-fir, Sitka spruce, western redcedar, and yellow-cedar and its impact on container nursery production, *Proceedings of the International Symposium of IUFRO Project Group P2.04-00 (Seed problems) "Dormancy and barriers to germination"*, Victoria (British Columbia, Canada) 23-26 Apr 1991. Victoria, BC, Canada, (37-42).
- El-Kassaby Y.A., Ritland K. (1996): Impact of selection and breeding on the genetic diversity in Douglas-fir, *Biodiversity and Conservation* 5 (6), (795-813).
- Eltrop L., Brown G., Joachim O., Brinkmann K. (1991): Lead tolerance of *Betula* and *Salix* in the mining area of Mechernich/Germany, *Plant and Soil* 131, (275-285).

- Eriksson G. (2001): Conservation of noble hardwoods in Europe, *Canadian Journal of Forest Research* 31 (4), (577-587).
- Eriksson G. (2014): Collection of propagation material in the absence of genetic knowledge, Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species, Bozzano, M., Jalonen R., Thomas E., Boshier D., Gallo L., Cavers S., Bordács S., Smith P., Loo, J., (eds.), *State of the World's Forest Genetic Resources – Thematic Study*, Rome, FAO and Bioversity International.
- Estoup A., Jarne P., Cornuet J.M. (2002): Homoplasy and mutation model at microsatellite loci and their consequences for population genetics analysis, *Molecular Ecology* 11, (1591-1604).
- EUFORGEN (2008):: <http://www.euforgen.org/distribution-maps/>
- Evanno G., Regnaut S., Goudet J. (2005): Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study, *Molecular Ecology* 14, (2611-2620).
- Excoffier L., Laval G., Schneider S. (2005): Arlequin ver. 3.0: an integrated software package for population genetics data analysis, *Evolutionary Bioinformatics* 1, (47-50).
- Excoffier L., Smouse P. E., Quattro J. M. (1992) Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data, *Genetics* 131, (479-491).

- Facciotto G., Bergante S., Mughini G., Gras M., Nervo G. (2009): Biomass production with fast growing woody plants for energy purposes in Italy, Proceedings of the International Scientific Conference "Forestry in achieving millenium goals", Held on 50th Anniversary of foundation of the Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad , Serbia, November 13-15, (105-110).
- Farmer R.E. (1997): Seed ecophysiology of temperate and boreal zone forest trees, St. Lucie Press, Delray Beach, FL, USA, (1-272).
- Felix E., Tilley D.R., Felton G., Flamino E. (2008): Biomass production of hybrid poplar (*Populus* sp.) grown on deep-trenched municipal biosolids, Ecological Engineering 33, (8-14).
- Ferreira D.K., Nazareno A.G., Mantovani A., Bittencourt R., Sebbenn A.M., Reis M.S. (2012): Genetic analysis of 50-year old Brazilian pine (*Araucaria angustifolia*) plantations: implications for conservation planning, Conservation Genetics 13, (435-442).
- Ferris C., King R.A., Vainola R., Hewitt G.M. (1998): Chloroplast DNA recognises three refugial sources of European oaks and shows independent eastern and western immigrations to Finland, Heredity 80, (584-593).
- Franjić J. (1996): Morfometrijska analiza varijabilnosti lista posavskih i podravskih populacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L., Fagaceae) u Hrvatskoj, Glasnik za šumske pokuse 33, (153-214).
- Fuentes-Utrilla P., Venturas M., Hollingsworth P. M., Squirrell J., Collada C., Stone G. N., Gil L. (2014): Extending glacial refugia for a European tree: genetic markers show that Iberian populations of white elm are native relicts and not introductions, *Heredity* 112, (105-113).

- Gasol C.M., Martinez S., Rigola M., Rieradevall, J., Anton, A., Carrasco, J, Gabarrell, X. (2008) Feasibility assessment of poplar bioenergy systems in the southern Europe. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 13, (801–812).
- GBIF (2016): GBIF Secretariat: GBIF Backbone Taxonomy. [doi:10.15468/39omei](https://doi.org/10.15468/39omei)
Accessed via <http://www.gbif.org/dataset/d7dddbf4-2cf0-4f39-9b2a-bb099caae36c> on 2016-09-28
- Gehle T., Krabel D. (2002): Genetic differentiation of elm (*Ulmus minor* Mill., *Ulmus laevis* Pallas) in mixed stands from the Elbe flood-plains, *Forest Genetics* 9(1), (39-46).
- Geyer W.A. (2006): Biomass production in the Central Great Plains USA under various coppice regimes, *Biomass and Bioenergy* 30, (778-783).
- Glenz C., Schlaepfer R., Iorgulescu I., Kienast F. (2006): Flooding tolerance of Central European tree and shrub species, *Forest Ecology and Management* 235, (1-13).
- Glimmerveen I. (1996): Heavy metals and trees, Institute of Chartered Foresters, Edinburgh (1-206).
- Gonzalez-Rodriguez V., Villar R., Navarro-Cerrillo R.M. (2011): Maternal influences on seed mass effect and initial seedling growth in four *Quercus* species, *Acta Oecologica* 37 (1), (1-9).
- Goodall-Copestake W.P., Hollingsworth M.L., Hollingsworth P.M., Jenkins G.I., Collin E. (2005): Molecular markers and ex situ conservation of the European elms (*Ulmus* spp.), *Biological Conservation* 122, (537-546).
- Grbić M. (1982): Ispitivanje trajnosti klijavosti semena sibirskog bresta (*Ulmus pumila* L.) kao osnova za njegovo čuvanje, *Glasnik Šumarskog fakulteta* 59, (125-131).

- Grbić M. (1992) Unapređenje rasadničke proizvodnje nekih brestova (*Ulmus* L.) autovegetativnim metodama razmnožavanja. Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- Grbić M. (2003): Upporedna analiza oživljavanja jednonodusnih i standardnih zelenih reznica brestova, Glasnik Šumarskog fakulteta 88, (55-64).
- Grbić M. (2014): Sibirski brest – za i protiv, Zbornik radova: 11. Seminar Pejzažna hortikultura, ured. Glavendekić M., Udruženje za pejzažnu hortikulturu Srbije i Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Beograd, (6-21).
- Grossnickle S.C. (2005): Importance of root growth in overcoming planting stress, New Forests 30, (273-294).
- Grossnickle S.C. (2012): Why seedlings survive: Importance of plant attributes, New Forests 43, (711-738).
- Guidi W., Pitre F., Labrecque M. (2013): Short-rotation coppice of willows for the production of biomass in eastern Canada. In: Biomass Now Sustainable Growth and Use, Edited by Matovic M.D., Tech Open Science, (421-448).
- Haase D.L. (2007): Morphological and physiological evaluations of seedling quality, National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations 2006, Technical Coordinators: Riley L.E., Dumroese R.K., Landis T.D., Proceedings RMRS-P-50, Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO, USA.
- Haase D.L. (2008): Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation, Tree Planters Notes 52 (2), (24-30).

- Haase D.L. (2011): Seedling root targets, National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations—2010, Technical coordinators: Riley L.E., Haase D.L., Pinto J.R., Fort Collins (CO): USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Proceedings RMRS-P-65, (80-82).
- Haider N. (2011): Chloroplast-specific universal primers and their uses in plant studies, *Biologica Plantarum* 55 (2), (225-236).
- Hamilton M. B. (1999): Four primer pairs for the amplification of chloroplast intergenic regions with intraspecific variation, *Molecular Ecology* 8 (3), (521-523).
- Harding R.M., Boyce A.J., Clegg J.B. (1992): The evolution of tandemly repetitive DNA: recombination rules, *Genetics*, 132, (847-859).
- Härdtle W., Bracht H., Hobohm C. (1996): Vegetation und Erhaltungszustand von Hartholzauen (*Quercus-Ulmetum* Issl. 1924) im Mittelelbegebiet zwischen Lauenburg und Havelberg, *Tuexenia* 16, (25-38).
- Hartmann A.M., Abarzua S., Schlichting A., Richter D.U., Leinweber P., Briese V. (2011): Effects of elm bark extracts from *Ulmus laevis* on human chorion carcinoma cell lines, *Archives of Gynecology and Obstetrics* 284, (1265-1269).
- Harvengt L., Meier-Dinkel A., Dumas A., Collin E. (2004): Establishment of a cryopreserved gene bank of European elms, *Canadian Journal of Forest Research* 34, (43-55).
- Hasselgren K. (1999): Utilization of sewage sludge in short-rotation energy forestry: a pilot study, *Waste Management and Research* 17(4), (251-262).
- Hedrick P.W. (2004): Recent developments in conservation genetics, *Forest Ecology and Management* 197, (3-19).

- Hensen I., Oberprieler C. (2005): Effects of population size on genetic diversity and seed production in the rare *Dictamnus albus* (Rutaceae) in central Germany, *Conservation Genetics* 6, (63).
- Hoffmann J., Chválová K., Palátová E. (2005): Lesné semenárstvo na Slovensku (Forest seed management in Slovakia), Vydavateľstvo Perex K+K, s. r. o., pre vydavateľstvo Lesmedium, k. s., Bratislava, (193).
- Hooke J.M. (2006): Human impacts on fluvial systems in the Mediterranean region, *Geomorphology* 79, (311-355).
- Hoshino Akemi A., Bravo J.P., Nobile P.M., Morelli K.A. (2012): Microsatellites as tools for genetic diversity analysis, "Genetic diversity in microorganisms", ed. Caliskan M., In Tech, Croatia, (149-170).
- Huber J., Siegel T., Schmid H., Hülsbergen K.-J. (2014): Aboveground woody biomass production of different tree species in silvoarable agroforestry systems with organic and integrated cultivation in Southern Germany, *Building Organic Bridges*, Rahmann G., Aksoy U. (Eds.), Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig, Germany, 2, Thuenen Report, 20, (501-504).
- International Organization for Standardization ISO 11466:1005 Soil quality 1995 In: Extraction of 13 Trace Elements Soluble in Aqua Regia, BSI, London.
- Isajev V. (1978): Proučavanje unutarvrstne promjenljivosti veza (*Ulmus laevis* Pallas) i njen značaj za oplemenjivanje ove vrste, Magistarski rad, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Beograd, (1-77).
- Isajev V. (1980): Petogodišnji rezultati u proučavanju nekih svojstava semena veza (*Ulmus laevis* Pallas), *Glasnik Šumarskog fakulteta* 54, (101-110).

- Isajev V., Čomić R., Mančić A. (1998): Priručnik za proizvodnju šumskog semena u prirodnim semenskim objektima. Šumarski fakultet - Banja Luka, Banja Luka, (1-65).
- Isajev V., Ivetić V., Lučić A., Rakonjac L. (2009): Gene pool conservation and tree improvement in Serbia, *Genetika*, 41 (3), (309-327).
- Isajev V., Ivetić V., Rakonjac L., Lučić A. (2010): Značaj proizvodnje sadnog materijala u procesima revitalizacije erozijom ugroženih površina. *Šumarstvo* 3-4, (83-100).
- Isajev V., Ivetić V., Vukin M. (2006): Namenska proizvodnja sadnog materijala za pošumljavanja u zaštitnim šumama kitnjaka, sladuna i cera, *Šumarstvo* 3, (141-148).
- Isajev V., Mančić A. (2001): Šumsko semenarstvo, Šumarski fakultet-Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet-Univerzitet u Banja Luci, Beograd-Banja Luka, (1-283).
- Ivetić V. (2013): Praktikum iz semenarstva, rasadničarstva i pošumljavanja, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Beograd, (1-213).
- Ivetić V. (2015): Reforestation in Serbia: Success or failure? Proceedings: International conference Reforestation Challenges, eds. Ivetić V., Stanković D., 03-06 June 2015, Reforesta, Belgrade, Serbia, (1-12).
- Ivetić V., Davorija Z., Vilotić D. (2013): Relationship between morphological and physiological attributes of hop hornbeam seedlings. *Bulletin of the Faculty of Forestry* 108, (39-50).
- Ivetić V., Devetaković J. (2016): Reforestation challenges in Southeast Europe facing climate change, *REFORESTA* 1(1), (178-220).

- Ivetić V., Devetaković J., Davorija Z., Šijačić-Nikolić M. (2015): Intra-and inter-provenance variability of *Ostrya carpinifolia* Scop. Seedlings, Glasnik Šumarskog fakulteta 112, (33-42).
- Ivetić V., Devetaković J., Maksimović Z. (2016a): Initial height and diameter are equally related to survival and growth of hardwood seedlings in first year after field planting. Reforesta 2, (6-21).
- Ivetić V., Devetaković J., Nonić M., Stanković D., Šijačić-Nikolić M. (2016b): Genetic diversity and forest reproductive material - from seed source selection to planting. iForest 9, (801-812).
- Ivetić V., Grossnickle S., Škorić M. (2016c): Forecasting the field performance of Austrian pine seedlings using morphological attributes, iForest 10, (99-107).
- Ivetić V., Stjepanović S., Devetaković J., Stanković D., Škorić M. (2014): Relationships between leaf traits and morphological attributes in one-year bareroot *Fraxinus angustifolia* Vahl. seedling, Annals of Forest Research 57(2), (197-203).
- Ivetić V., Vilotić D. (2014): Uloga plantažnog šumarstva u održivom razvoju, Glasnik Šumarskog fakulteta, Specijalno izdanje, (157-180).
- Jacobs D.F., Salifu K.F., Seifert J.R. (2005): Relative contribution of initial root and shoot morphology in predicting field performance of hardwood seedlings, New Forests 30, (235-251).
- Jacobs D.F., Woeste K.E., Wilson B.C., McKenna J.R. (2006): Stock quality of black walnut (*Juglans nigra*) seedlings as affected by half-sib seed source and nursery sowing density, Acta Horticulturae 705, (375-381).

- Jaramillo-Correa J. P., Grivet D., Terrab A., Kurt Y., De-Lucas A. I., Wahid N., Vendramin G. G., González-Martínez S.C. (2010): The strait of Gibraltar as a major biogeographic barrier in Mediterranean conifers: a comparative phylogeographic survey, *Molecular Ecology* 19, (5452-5468).
- Jeffers J.R.N. (1999): Leaf variation in the genus *Ulmus*. *Forestry* 72 (3), (183-190).
- Jenkins J.C., Chojnacky D.C., Heath L.S., Birdsey R. A. (2003): National scale biomass estimators for United States tree species, *Forest Science* 49, (12-35).
- Jensen J.S., Rusanen M., Pliura A. (1999): "Gene conservation of Noble Hardwoods in situations where they occur widespread." *Background document for the Fourth meeting of the EUFORGEN Noble Hardwoods Network, Gmunden, Austria*.
- Johnson J.D., Cline M.L. (1991): Seedling quality of southern pines, *Forest regeneration manual*, Duryea M.L., Dougherty P.M. (eds), Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, (143-162).
- Jørgensen U., Dalgaard T., Kristensen E.S. (2005): Biomass energy in organic farming – the potential role of short rotation coppice, *Biomass and Bioenergy* 28, (237-248).
- Jovanović B. (2007): *Dendrologija*, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd (1-536).
- Jović N., Tomić Z., Burlica Č., Jovanović B., Jović D., Grbić P., Jović P., Jovković R. (1998): *Ekološke osnove za pošumljavanje neobraslih površina središnje Srbije*. Beograd.
- Jović N., Jović D., Tomić Z. (2009): *Tipologija šuma*, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd, (87-120).

- Jovković B. (1952): Šumsko semenarstvo i rasadnici. Udžbenik.
- Kabata-Pendias A., Pendias H. (2000): Trace elements in soils and plants, 3rd edition. CRC Press, Boca Raton, FL, (1-413).
- Kadović R., Knežević M. (2002): Teški metali u šumskim ekosistemima Srbije, Šumarski fakultet i Ministarstvo za zaštitu životne sredine, Beograd, (1-279).
- Kajba D. (1996): Međupopulacijska i unutarpopulacijska varijabilnost breze (*Betula pendula* Roth.) u djelu prirodne rasprostranjenosti u Republici Hrvatskoj, Glasnik za šumske pokuse 33, (53-108)
- Kamm U., Gugerli F., Rotach P., Edwards P., Holderegger R. (2010): Open areas in a landscape enhance pollen-mediated gene flow of a tree species: evidence from northern Switzerland, Landscape Ecology 25, (903-911).
- Kang K.S., EL-Kassaby Y.A., Chung M.S., Kim C.S., Kang Y.J., Kang B.S. (2005): Fertility variation and effective number in a clonal seed orchard of *Cryptomeria japonica*, Silvae Genetica 54, (104-107).
- Karadžić D. (2010): *Šumska fitopatologija*, Univerzitetski udžbenik, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci - Šumarski fakultet, (1-774).
- Kárpáti I., Kárpáti V., Tölgyesi G. (1967): Manganese content in aquatic plants, Acta Bot. Hung. 13, (95-112).
- Kashi Y., King D., Soller M. (1997): Simple sequence repeats as a source of quantitative genetic variation, Trends in Genetics 13, (74-78).
- Kellogg E.A., Bennetzen J.L. (2004): The evolution of nuclear genome structure in seed plants, American Journal of Botany 91, (1709-1725).

- King R.A., Ferris C. (1998): Chloroplast DNA phylogeography of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Molecular Ecology* 7, (1151-1163).
- Koskela J., Vries S.M.G., Gil L., Mátyás C., Rusanen M., Paule L. (2003): Conservation of forest genetic resources and sustainable forest management in Europe, Proceedings of the Symposium of the North American Forest Commission, Forest Genetic Resources and Silviculture Working Groups and the International Union of Forest Research Organizations (IUFRO), Canada, (9-19).
- Koski V. (2000): A note on genetic diversity in natural populations and cultivated stands of Scots pine *Pinus sylvestris* L., *Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales (Fuera de Serie 1)*, (89-95).
- Kowalczyk J. (2005) Comparison of phenotypic and genetic selections in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) single tree plot half-sib progeny tests. *Dendrobiology* 53, (45-56).
- Kozłowski T.T. (1997): Responses of woody plants to flooding and salinity, *Tree Physiology Monograph No. 1*, Heron Publishing, Victoria, Canada.
- Kráľvá K., Masarovičevá E. (2003): *Hypericum perforatum* L. and *Chamomilla recutita* (L.) Rausch. - accumulators of some toxic metals, *Pharmazie* 5 (58), (359-360).
- Kraljević-Balalić M., Mladenovo N., Balalić I., Zorić M. (2009): Variability of leaf cadmium content in tetraploid and hexaploid wheat. *Genetika* 41 (1), (1-10).
- Kramer K, Vreugdenhil SJ, van der Werf DC (2008): Effects of flooding on the recruitment, damage and mortality of riparian tree species: a field and simulation study on the Rhine floodplain, *Forest Ecology and Management* 255, (3893-3903).

- Krstić B., Oljača R., Stanković D. (2011): Fiziologija drvenastih biljaka, Univerzitet u Banjoj Luci, Univerzitet u Novom Sadu, Banja Luka, (1-352).
- Krupa Z., Siedlecka A., Skórzynska-Polit E., Maksymiec W. (2002): Heavy metal interactions with plant nutrients. "Physiology and Biochemistry of Metal Toxicity and Tolerance in Plants", eds. Prasad M.N.V., Strzalka K., Kluwer Academic Publishers, (287-301).
- Labrecque M., Teodorescu T.I. (2005): Field performance and biomass production of 12 willow and poplar clones in short-rotation coppice in southern Quebec (Canada), *Biomass and Bioenergy*, 29 (1), (1-9).
- Landis T.D. (2003): The target seedling concept—a tool for better communication between nurseries and their customers, *National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations—2002*, Riley L.E., Dumroese R.K., Landis T.D., technical coordinators, Ogden, UT: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, *Proceedings RMRS-P-28*, (12-16).
- Landis T.D. (2011): The Target Plant Concept—a history and brief overview, *National Proc: Forest and Conservation Nursery Assoc—2010*, Riley L.E., Haase D.L., Pinto J.R. (tech coords), *Proc RMRS-P-65*, US Dept Agric Forest Serv Rocky Mtn Res Sta, Ft Collins, CO, (61-66).
- Larsen A.B. (1996): Genetic structure of populations of beech (*Fagus sylvatica* L.) in Denmark, *Scandinavian Journal of Forest Research* 11 (3), (220-232).
- Larsen H.S., South D.B., Boyer J.M. (1986): Root growth potential, seedling morphology and bud dormancy correlate with survival of Loblolly pine seedlings planted in December in Alabama, *Tree Physiol* 1, (253-263).

- Laureysens I., Blust R., De Temmerman L., Lemmens C., Ceulemans R. (2004): Clonal variation in heavy metal accumulation and biomass production in a poplar coppice culture: I. Seasonal variation in leaf, wood and bark concentrations, *Environmental Pollution* 131 (3), (485-494).
- Lavender D.P., Tinus R., Sutton R., Poole B. (1980): Evaluation of planting stock quality, *New Zealand Journal of Forestry Science* 10, (293-300).
- Lawrence M.J., Marshall D.F. (1997): Plant population genetics, *Plant Genetic Conservation*, (99-113).
- Lazdiņa D., Bārdulis A., Bārdule A., Lazdiņš A., Zeps M., Jansons Ā. (2014): The first three-year development of ALASIA poplar clones AF2, AF6, AF7, AF8 in biomass short rotation coppice experimental cultures in Latvia. *Agronomy Research* 12 (2), (543-552).
- Leonardi S., Menozzi P. (1995): Genetic variability of *Fagus sylvatica* L. in Italy: the role of postglacial recolonization, *Heredity* 75, (35-44).
- Lepp N.W., Eardley G.T. (1978): Growth and trace metal content of European sycamore seedlings grown in soil amended with sewage sludge, *Journal of Environmental Quality* 7, (413-416).
- Li Y.C., Korol A.B., Fahima T., Beiles A., Nevo E. (2002): Microsatellites: genomic distribution, putative functions and mutational mechanisms: a review, *Molecular ecology* 11(12), (2453-2465).
- Lindgren D. (2016): The role of tree breeding in reforestation, *REFORESTA* 1(1), (221-237).
- Lockwood J.D., Aleksić J.M., Zou J., Wang J., Liu J., Renner S.S. (2013): A new phylogeny for the genus *Picea* from plastid, mitochondrial, and nuclear sequences, *Molecular Phylogenetics and Evolution* 69(3), (717-727).

- López-Almansa J.C., Gil L. (2003): Empty samara and parthenocarpy in *Ulmus minor* s.l. in Spain, *Silvae Genetica* 52, (241-243).
- Lyngdoh N., Joshi G., Ravikanth G., Vasudeva R., Shaanker R.U. (2013): Changes in genetic diversity parameters in unimproved and improved populations of teak (*Tectona grandis* L.f.) in Karnataka state, India, *Journal of Genetics* 92 (1), (141-145).
- Machon N., LeFranc M., Bilger I., Henry, J.-P. (1995): Isozymes as an aid to clarify the taxonomy of French elms, *Heredity* 74, (39-47).
- Machon N., LeFranc M., Bilger I., Mazer S.J., Sarr A. (1997): Allozyme variation in *Ulmus* species from France: analysis of differentiation, *Heredity* 78, (12-20).
- Mackenthun G. (2013): Elm losses and their causes over a 20 year period – a long-term study of *Ulmus* in Saxony, Germany, Book of abstracts, 3rd International Elm Conference: The elms after 100 years of Dutch elm disease, Firenze, 9-11 October 2013, (28).
- Mackenthun G.L. (2004): The role of *Ulmus laevis* in German floodplain landscapes, *Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales* 13 (1), (55-63).
- Macnair, M.R., Tilstone G.H., Smith S.E. (2000): The genetics of metal tolerance and accumulation in higher plants, *Phytoremediation of contaminated soil and water*, Terry N., Banuelos G. (eds.), Boca Raton, Fla.: Lewis Publishers.
- Maksimović Z. (2015): Konzervacija i usmereno korišćenje genofonda crne topole (*Populus nigra* L.) na području Velikog ratnog ostrva, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Beograd, (1-220).

- Markesteijn L., Poorter L. (2009): Seedling root morphology and biomass allocation of 62 tropical tree species in relation to drought- and shade-tolerance, *Journal of Ecology* 97, (311-325).
- Marques A. P., Rangel A. O., Castro P. M. (2011): Remediation of heavy metal contaminated soils: an overview of site remediation techniques, *Critical reviews in environmental science and technology* 41 (10), (879-914).
- Mathew J., Vasudeva R. (2005): Variation of seedling vigour among half-sib families of teak (*Tectona grandis*), *Journal of Tropical Forest Science* 17 (1), (170-172).
- Mattila A., Vakkari P. (1997): Genetic variation of *Quercus robur* and *Ulmus laevis* in Finland, *Forest studies 28 - Proceedings of the Meeting of the Nordic Group for Tree Breeding, Estonia, June 3-7 1996*, (63-68).
- Mattsson A. (1996): Predicting field performance using seedling quality assessment, *New Forests* 13, (227-252).
- McCauley D.E. (1994): Contrasting the distribution of chloroplast DNA and allozyme polymorphism among local populations of *Silene alba*: implications for studies of gene flow in plants, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 91(17), (8127-8131).
- Menges E.S. (1991): Seed germination percentage increases with population size in a fragmented prairie species, *Conservation Biology*, 5 (2), (158-164).
- Menzies M.I., Van Dorsser J.C., Balneaves J.M. (1985): Seedling quality—radiata pine as a case study, *Proceedings of the International Symposium on Nursery Management Practices for the Southern Pines. Montgomery, Alabama, USA*, (4-9).

- Mexal J.G., Cuevas Rangel R.A., Landis T.D. (2009): Reforestation success in central Mexico: Factors determining survival and early growth, *Tree Planters' Notes* 53 (1), (16-22).
- Mexal J.G., Landis T. D. (1990): Target Seedling Concepts: Height and Diameter. Proceedings, Western Forest Nursery Association, Rose R., Campbell S.J., Landis T. D. (eds.), 1990 August 13-17, Roseburg, OR, General Technical Report RM-200, Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, (17-35).
- Milev, M., Aleksandrov, P., Petkova, K., Iliev, N. (2004): Posevni materiali ot širokolisni vidove. Sofija.
- Milovanović J., Isajev V., Krajmerová D., Paule L. (2007): Allele polymorphism of nad1 gene of the Serbian spruce mitochondrial genome, *Genetika* 39 (1), (79-91).
- Mittempergher L., Porta N.L. (1991): Hybridization studies in the Eurasian species of elm (*Ulmus* spp.), *Silvae genetica* 40(5-6), (237-243).
- Mittempergher L., Santini A. (2004): The history of elm breeding, *Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales* 13 (1), (161-177).
- Modrzyński J., Chmura J. D., Tjoelker G. M. (2015): Seedling growth and biomass allocation in relation to leaf habit and shade tolerance among 10 temperate tree species. *Tree Physiol* 35 (8), (879-893).
- Mohammed G.H. (1997): The status and future of stock quality assessment, *New Forests* 13 (1-3), (491-514).
- Mola -Yudego B., Dimitriou I., Gonzalez - Garcia S., Gritten D., Aronsson P. (2014): A conceptual framework for the introduction of energy crops, *Renewable Energy* 72, (29-38).

- Morhart C.D., Douglas G.C., Dupraz C., Graves A.R., Nahm M., Paris P., Sauter U.H., Sheppard J., Spiecker H. (2014): Alley coppice—a new system with ancient roots, *Annals of Forest Science*, 71 (5), (1-16).
- Moritz C. (2002): Strategies to protect biological diversity and the evolutionary processes that sustain it, *Systematic Biology* 51, (238-254).
- Muir G., Lowe A.J., Fleming C.C., Vogl C. (2004): High nuclear genetic diversity, high levels of outcrossing and low differentiation among remnant populations of *Quercus patraea* at the margin of its range in Ireland, *Annals of Botany* 93, (691-697).
- Nagamitsu T., Kikuchi S., Hotta M., Kenta T., Hiura T. (2014): Effects of Population Size, Forest Fragmentation, and Urbanization on Seed Production and Gene Flow in an Endangered Maple (*Acer miyabei*) *The American Midland Naturalist*, 172 (2), (303-316).
- Nassi O Di Nasso N., Guidi W., Ragolini G., Tozzini C., Bonari E. (2010): Biomass production and energy balance of a 12-year-old short-rotation coppice poplar stand under different cutting cycles, *GCB Bioenergy* 2, (89-97).
- Naydenov K., Senneville S., Beaulieu J., Tremblay F., Bousquet J. (2007): Glacial vicariance in Eurasia: mitochondrial DNA evidence from Scots pine for a complex heritage involving genetically distinct refugia at mid-northern latitudes and in Asia Minor, *BMC, Evolutionary Biology* 7, (233-244).
- Nebgen R.J., Meyer J.F. (1986). Seed bed density, undercutting, and lateral root pruning effects on loblolly seedling morphology, field survival, and growth, *Proc. of the International Symposium on Nursery Management Practices for the Southern Pines*, South D.B. (Ed), Montgomery, AL, August 1985, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, (136-147).

- Nei M. (1973): Analysis of gene diversity in subdivided populations, PNAS 70, (3321-3323).
- Newton A.C., Allnutt T.R., Gillies A.C.M., Lowe A.J., Ennos R.A. (1999): Molecular phylogeography, intraspecific variation and the conservation of tree species, Trends in Ecology & Evolution 14(4), (140-145).
- Nielsen L., Kjær E. (2010a): Fine-scale gene flow and genetic structure in a relic *Ulmus laevis* population at its northern range, Tree Genetics & Genomes 6, (643-649).
- Nielsen L.R., Kjær E.D. (2010b): Gene flow and mating patterns in individuals of wych elm (*Ulmus glabra*) in forest and open land after the influence of Dutch elm disease, Conservation Genetics 11, (257-268).
- Norby R.J., Todd D.E., Fults J., Johnson D.W. (2008): Allometric determination of tree growth in a CO₂-enriched sweetgum stand, New Phytologist 150, (477-487).
- Obratov-Petković D., Bjedov I., Belanović S. (2008): The content of heavy metals in the leaves of *Hypericum perforatum* L. on serpentinite soils in Serbia, Bulletin of the Faculty of Forestry 98, (143-154).
- OECD (2013): OECD guidelines on the production of forest reproductive materials, Organization for Economic Cooperation and Development Trade and Agriculture Directorate, Paris, France, (24).
- Oliet J., Planelles R., Artero F., Valverde R., Jacobs D., Segura M.L. (2009): Field performance of *Pinus halepensis* planted in Mediterranean arid conditions: relative influence of seedling morphology and mineral nutrition, New Forests 37, (313-331).

- Pacalaj M., Gomory D., Longauer R. (2011): Modelling the effects of natural and artificial regeneration on genetic structure. 1. Pure spruce stand, Lesn. Cas. Forestry Journal 57 (2), (96-112).
- Pählosson-Balsberg A.M. (1989): Toxicity of heavy metals (Zn, Cu, Cd, Pb) to vascular plants, A literature review, Water, Air and Soil Poll. 47, Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, (287-319).
- Pajares J.A. (2004): Elm breeding for resistance against bark beetles, Forest Systems 13(1), (207-215).
- Peakall R., Gilmore S., Keys W., Morgante M., Rafalski A. (1998): Cross-species amplification of soybean (*Glycine max*) simple sequence repeats (SSRs) within the genus and other legume genera: implications for the transferability of SSRs in plants, Molecular Biology and Evolution 15, (1275-1287).
- Peakall R., Smouse P.E. (2006): Genalex 6: genetic analysis in Excel, Population genetic software for teaching and research, Molecular Ecology Notes 6, (288-295).
- Pelleri F., Ravagni S., Bianchetto E., Bidini C. (2013): Comparing growth rate in a mixed plantation (walnut, poplar and nurse trees) with different planting designs: results from an experimental plantation in northern Italy, Annals of Silvicultural Research 37 (1), (13-21).
- Perea R., Venturas M., Gil L. (2013): Empty seeds are not always bad: Simultaneous effect of seed emptiness and masting on animal seed predation. Plos One 8 (6): e65573.
- Petersen, J-E. (2007): Short Rotation Forestry, Short Rotation Coppice and energy grasses in the European Union: Agro-environmental aspects, present use and perspectives, EEA, final draft document for comments, Background report on current SRF/SRC cropping patterns in Europe, (8-9).

- Petit, R. J., . Aguinagalde I, de Beaulieu J. L., Bittkau C., Brewer S., Cheddadi R., Ennos R., Fineschi S., Grivet D., Lascoux M., Mohanty A., Müller-Starck G., Demesure-Musch B., Palmé A., Pedro Martín J., Rendell S., Vendramin G. G. (2003): Glacial refugia: hotspots but not melting pots of genetic diversity, *Science* 300, (1563–1565).
- Petrović D. (1952): Rad u šumskim rasadnicima, Drugo dopunjeno izdanje, Glavna uprava za šumarstvo NRS.
- Pinto J.R. (2009): Growth and gas exchange of different ponderosa pine stock types on dry sites, PhD dissertation, Moscow (ID), University of Idaho, (78).
- Pinto J.R. (2011): Morphology targets: what do seedling morphological attributes tell us?, National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations—2010, technical coordinators, Riley L.E., Haase D.L., Pinto J.R., Proc. RMRS-P-65. Fort Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, (74-79).
- Pinto J.R., Marshall J.D., Dumroese R.K., Davis A.S., Cobos D.R. (2011): Establishment and growth of container seedlings for reforestation: a function of stocktype and edaphic conditions, *Forest Ecology and Management* 261, (1876-1884).
- Piry S., Luikart G., Cornuet J.M. (1999): BOTTLENECK: A computer program for detecting recent reductions in the effective population size using allele frequency data, *Journal of Heredity* 90 (4), (502-503).
- Poljak I., Idžojtić M., Šapić I., Vukelić J., Zebec M. (2014): Varijabilnost populacija bijele (*Alnus incana*/L./Moench) i crne joha (*A. glutinosa* /L./Moench) na području Mure i Drave prema morfološkim obilježjima listova, *Šumarski list* 1-2, (7-17).

- Popović V., Kerkez I. (2016): Varijabilnost populacija divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u Srbiji prema morfološkim svojstvima listova, Šumarski list 140 (7-8), (347-355).
- Popović V., Lučić A., Šijačić-Nikolić M., Ćirković-Mitrović T., Rakonjac Lj., Brašanac-Bosanac Lj. (2013): Analysis of intra-population variability of Bald Cypress (*Taxodium distichum* L. Rich.) in a seed stand near Backa Palanka using morphometric markers, Archives of Biological Sciences 65 (3), (1093-1103).
- Powell W., Machray G.C., Provan J. (1996): Polymorphism revealed by simple sequence repeats, Trends in Plant Science 1(7), (215-222).
- Powell W., Morgante M., Andre C., McNicol J.W., Machray G.C., Doyle J.J., Tingey S.V., Rafalski J.A. (1995a): Hypervariable microsatellites provide a general source of polymorphic DNA markers for the chloroplast genome, Current Biology 5(9), (1023-1029).
- Powell W., Morgante M., McDevitt R., Vendramin G.G., Rafalski A.J. (1995b): Polymorphic simple sequence repeat regions in the chloroplast genome: applications to the population genetics of pines, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States 92, (7759-7763).
- Pritchard J.K., Stephens M., Donnelly P. (2000): Inference of population structure using multilocus genotype data, Genetics 155(2), (945-959).
- Provan J., Soranzo N., Wilson N.J., Goldstein D.B., Powell W. (1999): A low mutation rate for chloroplast microsatellites, Genetics 153, (943-947).
- Pulford I.D., Watson C. (2003): Phytoremediation of heavy metal-contaminated land by trees—a review, Environment international 29(4), (529-540).
- Punshon T., Dickinson N.M. (1999): Heavy metal resistance and accumulation characteristics in willows, International Journal of Phytoremediation 1: (361-385).

- Puttonen P. (1996): Looking for the “silver bullet”- can one test do it all?, *New Forests* 13, (9-27).
- Rajakaruna N., Tompkins K.M., Pavicevic P.G. (2006): Phytoremediation: An affordable green technology for the clean-up of metalcontaminated sites in Sri Lanka, *Ceylon J. Sci. (Biological Sciences)* 35, (25-39).
- Ramel C. (1997):"Mini-and microsattelites.", *Environmental Health Perspectives* 105 (4), 781.
- Rédei K., Csiha I., Keseru Zs. (2011): Black locust (*Robinia pseudoacacia L.*) short rotation crops under marginal site conditions. *Acta Silv. Lign. Hung.* 7, (125–132).
- Rédei K., Veperdi I., Tomé M., Soares P. (2010): Black Locust (*Robinia pseudoacacia L.*) Short-Rotation Energy Crops in Hungary: A Review *Silva Lusitana* 18, (217-223).
- REFORGEN (2003): <http://foris.fao.org/reforgen/factSheet.jsp>
- Regent B. (1980): Šumsko sjemenarstvo, Jugoslovenski poljoprivredno-šumarski centar, Služba šumske proizvodnje, Beograd, (1-201).
- Riddell-Black D. (1994): Heavy metal uptake by fast growing willow species. “Willow vegetation filters for municipal wastewaters and sludges. A biological purification system.”, Aronsson P, Perttu K (eds), Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, (145-151).
- Rietveld W.J., van Sambeek J.W. (1989): Relating black walnut planting stock to field performance. Proceedings of the seventh central hardwood forest conference, eds. Rink G., Budelsky C.A., St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station. General Technical Report NC-132: 162-169.

- Ritchie G.A. (1984): Assessing seedling quality, Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings, Duryea M.L., Landis T.D., eds., Martinus Nijhoff/Dr W Junk Publ, The Hague, (243-259).
- Roller K. J. (1977): Suggested minimum standards for containerised seedlings in Nova Scotia, Department of Fisheries and Environment Canada, Canadian Forestry Service, Information Report M-X-69, (1-18).
- Rose R., Carlson W.C., Morgan P. (1990): The target seedling concept, Proceedings Combined Meeting of the Western Forest Nursery Association Target Seedling Symposium, Rose R., Campbell S.J., Landis T.D. (eds.), Technical Report RM-200. U.S. Department of Agriculture Forest Service, Fort Collins, CO, USA, (1-8).
- Rose R., Haase D.L., Kroihner F., Sabin T. (1997): Root volume and growth of ponderosa pine and Douglas-fir seedlings: a summary of eight growing seasons, Western Journal of Applied Forestry 12, (69-73).
- Rose R., Ketchum J.S. (2003): Interaction of initial seedling diameter, fertilization and weed control on Douglas-fir growth over the first four years After Planting, Annals of Forest Science 60 (7), (625-635).
- Rousset F. (2008): GENEPOP'007: a complete re-implementation of the GENEPOP software for Windows and Linux, Molecular Ecology Resources 8, (103-106).
- Rovira A.D., Bowen G.D., Forster R.C. (1983): The significance of rhizosphere microflora and mycorrhizas in plant nutrition, "Encyclopedia of Plant Physiology. Vol. 15A: Inorganic Plant Nutrition", eds. Läuchli A., Bielecki R.L., Springer-Verlag, Berlin, (61-69).

- Sacchetti P., Tiberi R., Mittempergher L. (1990): Preference of *Scolytus multistriatus* (Marsham) during the maturation feeding for two species of elm, *Redia*, (347-354).
- Saenz-Romero C., Snively A. E., Lindig-Cisneros R. (2003): Conservation and restoration of pine forest genetic resources in Mexico, *Silvae Genetics* 52, (233-237).
- Savolainen O., Bokma F., Knurr T., Karkkainen K., Pyhajarvi T., Wachowiak W. (2007): Adaptation of forest trees to climate change, "Climate change and forest genetic diversity: Implications for sustainable forest management in Europe", Koskela J., Buck A., Teissier du Cros E., eds., Bioersivity International, Rome, Italy, (19-30).
- Schaberg P.G., Dehayes D.H., Hawley G.J., Nijensohn S.E. (2008): Anthropogenic alterations of genetic diversity within three populations: implications for forest ecosystem resilience, *Forest Ecology and Management* 256 (5), (855-862).
- Schlötterer C. (2004): The evolution of molecular markers - just a matter of fashion?, *Nature Reviews Genetics* 5, (63-69).
- Schmidt L.H. (2000): Guide to handling of tropical and subtropical forest seed, Danida Forest Seed Centre, Krogerupvej-21, Denmark, (1-532).
- Schmidt-Vogt H. (1981): Morphological and physiological characteristics of planting stock, Present state of research and research tasks for the future, *Proceedings IUFRO - XVII World Congress, Japan*, (433-446).
- Selkoe K.A., Toonen R.J. (2006): Microsatellites for ecologists: a practical guide to using and evaluating microsatellite markers, *Ecology letters* 9(5), (615-629).
- Sena Gomes A.R., Kozlowski T.T. (1980): Effects of flooding on *Eucalyptus camaldulensis* and *Eucalyptus globulus* seedlings, *Oecologia* 46 (2), (139-142).

- Shaw J., Lickey E.B., Schilling E.E., Small R.L. (2007): Comparison of whole chloroplast genome sequences to choose noncoding regions for phylogenetic studies in angiosperms: the tortoise and the hare III, *American Journal of Botany* 94, (275-288).
- Shipman R.D. (1964): Low seedbed densities can improve early height growth of planted slash and loblolly pine seedlings, *Journal of Forestry* 62 (11), (814-817).
- Siedlecka A. (1995): Some aspects of interactions between heavy metals and plant mineral nutrients, *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 64, (265-272).
- Simonović D. (1959): Botanički rečnik, imena biljaka. Srpska akademija nauka-posebna izdanja, knjiga CCCXVIII.
- Sinclair W.T., Morman J.D., Ennos R.A. (1999): The postglacial history of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in western Europe: evidence from mitochondrial DNA variation, *Molecular Ecology* 8, (83-88).
- Singh O., Sofi A.H. (2011): Clone variation of seed traits, germination and seedling growth in *Dalbergia sissoo* Roxb. clonal seed orchard, *Annals of Forest Research* 54 (2), (139-149).
- Sivakumar V., Gurudev Singh B., Anandalakshmi R., Warriar R.R., Sekaran S., Tigabu M., Oden P.C. (2011): Culling phenotypically inferior trees in seed production area enhances seed and seedling quality of *Acacia auriculiformis*. *Journal of Forestry Research* 22 (1), (21-26).
- Small R.L., Cronn R.C., Wendel J.F. (2004): L.A.S. Johnson Review No. 2. Use of nuclear genes for phylogeny reconstruction in plants, *Australian Systematic Botany* 17, (145-170).

- Soranzo N., Provan J., Powell W. (1999): An example of microsatellite length variation in the mitochondrial genome of conifers, *Genome* 42 (1), (158-161).
- South D.B. (1993): Rationale for growing southern pine seedlings at low seedbed densities, *New Forests*, 7(1), (63-92).
- South D.B., Harris S.W., Barnett J.P., Hains M.J., Gjerstad D.H. (2005): Effect of container type and seedling size on survival and early height growth of *Pinus palustris* seedlings in Alabama, U.S.A., *Forest Ecology and Management* 204, (385-398).
- South D.B., Harris S.W., Barnett J.P., Hains M.J., Gjerstad D.H. (2005): Effect of container type and seedling size on survival and early height growth of *Pinus palustris* seedlings in Alabama, U.S.A. *Forest Ecology and Management* 204, (385-398).
- South D.B., Mexal J.G., van Buijtenen J.P. (1989): The relationship between seedling diameter at planting and long term volume growth of loblolly pine seedlings in East Texas, *Proceedings 10th North American Forest Biology Workshop*, Vancouver, British Columbia, (192-199).
- South D.B., Mexal, J.G. (1984): Growing the "best" seedling for reforestation success, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University.
- South D.B., Zwolinski J.B. (1997): Transplant stress Index: a proposed method of quantifying planting check. *New Forests* 13 (1/3), (315-328).
- Sperisen C., Buchler U., Gugerli F., Matyas G., Geburek T., Vendramin G.G. (2001): Tandem repeats in plant mitochondrial genomes: application to the analysis of population differentiation in the conifer Norway spruce, *Molecular Ecology* 10, (257-263).

- Spinelli, R. (2007): Short rotation coppice production in Italy. Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 61, Potsdam-Bornim, Germany.
- St Clair J.B., Adams W.T. (1993): Family composition of Douglas-fir nursery stock as influenced by seed characters, mortality, and culling practices, *New Forests* 7, (319-329).
- Stankova T., Gyuleva V., Tsvetkov I., Popov E., Velinova K., Velizarova E., Dimitrov D., Hristova H., Kalmukov K., Dimitrova P., Glushkova M., Andonova E., Georgiev G., Kalaydzhiev I., Tsakov H. (2016): Aboveground dendromass allometry of hybrid black poplars for energy crops, *Annals of Forest Research* 59 (1), (61-74).
- Stanković D. (2008): Biljke i saobraćaj, Posebna izdanja- monografija, Zadužbina Andrejević, Beograd, (1- 96).
- Stanković D., Ivetić V., Ocokoljić M., Jokanović D., Oljača R., Mitrović S. (2015a): Manganese concentration in plants of the protected natural resource, Kosmaj, in Serbia, *Archives of Biological Sciences*, 67 (1), (251-255).
- Stanković D., Jokanović D., Veselinović M., Letić Lj., Jović Đ., Karić D. (2015c): Zinc concentration in woody and herbaceous plants at Kosmaj area, *Fresenius Environmental Bulletin* 24 (11), (3672-3675).
- Stanković D., Krstić B., Igić R., Trivan G., Petrović N., Jović Đ. (2011): Concentration of pollutants in the air, soil and plants in the area of National Park "Fruska gora" – Serbia, *Fresenius Environmental Bulletin* 20 (1), (44-50).

- Stanković D., Krstić B., Knezević M., Šijačić-Nikolić M., Bjelanović I. (2011b): Concentrations of heavy metals in soil in the area of the protected natural resource „AVALA“ in Belgrade, *Fresenius Environmental Bulletin* 21 (2A), (495-502).
- Stanković D., Krstić B., Orlović S., Trivan G., Pajnik Poljak L., Šijačić-Nikolić M. (2011a): Woody plants and herbs as bioindicators of the current condition of the natural environment in Serbia, *Journal of Medicinal Plants Research* 5 (15), (3507 – 3512).
- Stanković D., Šijačić-Nikolić M., Krstić B., Vilotić D. (2009): Heavy metals in the leaves of tree species *Paulownia elongata* S.Y.hu in the region of the city of Belgrade, *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 23 (3), (1330-1336).
- Stanković D., Šijačić-Nikolić M., Krstić B., Vilotić D. (2009): Heavy metals in the leaves of tree species *Paulownia elongata* S.Y.Hu in the region of the city of Belgrade, *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 23, (1330-1336).
- Stanković D., Šijačić-Nikolić M., Vilotić D., Ivetić V., Karić D., Veselinović M. (2015b): Iron (Fe) content in vegetation cover of the natural protected area Kosmaj, Serbia, *Fresenius Environmental Bulletin* 24 (2), (626-631).
- Stanković D., Devetaković J. (2016): Application of plants in remediation of contaminated sites, *REFORESTA* 1, (300-320).
- Stephenson A.G.(1981): Flower and seed abortion: proximate causes and ultimate functions, *Annual Review of Ecology and Systematics* 12, (253-279).
- Stilinović S. (1960): Razmatranja o primeni nekih metoda za procenjivanje kvaliteta sadnog materijala u našim uslovima. *Šumarstvo* 13 (1-2), (49-55).

- Stilinović S. (1962): Procenjivanje kvaliteta četinarskih sadnica na osnovu odnosa stablo – drvo, Šumarstvo, XV (1-2), (55-58).
- Stilinović S. (1985): Semenarstvo šumskog i ukrasnog drveća i žbunja, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Beograd, (1-399).
- Stilinović S. (1987) Proizvodnja sadnog materijala šumskog i ukrasnog drveća i žbunja. Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Beograd.
- Stjepanović S., Ivetić V. (2013): Morphological indicators of the quality of one-year-old bare-root seedlings of wild cherry (*Prunus avium* L.). Glasnik Sumarskog fakulteta 107, (205-215).
- Stoehr M., Webber J., Woods J. (2004): Protocol for rating seed orchard seedlots in British Columbia: quantifying genetic gain and diversity, *Forestry* 77 (4), (297-303).
- Stoyanov N. (2004): Elm forests in North Bulgaria and conservation strategies, *Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales*, 13 (1), (255-260).
- Sundström E., Keane M. (1999): Root architecture, early development and basal sweep in containerized and bare-rooted Douglas fir *Pseudotsuga menziesii*, *Plant and Soil* 217 (1/2), (65-78).
- Šijačić-Nikolić M., Milovanović J. (2010): Konzervacija i usmereno korišćenje šumskih genetičkih resursa, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, (1-200).
- Šijačić-Nikolić M., Stanković D., Krstić B., Vilotić D., Ivetić V. (2012): The potential of different lime tree (*Tilia* spp) genotypes for phytoextraction of heavy metals. *Genetika* 44 (3), (537-548).

- Šijačić-Nikolić M., Knežević R., Milovanović J. (2008): A contribution to the study of Hackberry (*Celtis occidentalis* L.) juvenile stage of development, Bulletin of the Faculty of Forestry 97, (57-78).
- Šmelcerović M., Đorđević D., Novaković M. (2006): Bojenje tekstila bojama iz prirodnih izvora, Hemijska industrija 60 (5-6), (120-128).
- Šrámek M., Čermák J. (2012): The vertical leaf distribution of *Ulmus laevis* Pall., Trees 26 (6), (1781-1792).
- Taberlet P., Gielly L., Pautou G., Bouvet J. (1991): Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA, Plant molecular biology 17(5), 1105-1109.
- Tachida H., Iizuka M. (1992): Persistence of repeated sequences that evolve by replication slippage, Genetics 131, (471-478).
- Tamura K., Peterson D., Peterson N., Stecher G., Nei M., Kumar S. (2011): MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods, Molecular Biology and Evolution 28, (2731-2739).
- Tani A., Maltoni A., Mariotti B., Buresti Lattes E. (2006): *Juglans regia* L. tree plantations for wood production in mining area of S. Barbara (AR): Evaluation of N-fixing accessory trees effect. Forest@ 3 (4), (588-597).
- Tate J.A., Simpson B.B. (2003): Paraphyly of *Tarasa* (Malvaceae) and diverse origins of the polyploid species, Systematic Botany 28(4), (723-737).

Thompson B.E. (1985): Seedling morphological evaluation: what you can tell by looking, Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive ability of major tests, Duryea M.L. (ed), Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, OR, USA, (59-72).

Thompson B.E. (1985): Seedling morphological evaluation: what you can tell by looking, Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive ability of major tests, Duryea ML (Ed), Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, OR, USA, (59-72).

Thompson B.E. (1985): Seedling morphological evaluation: what you can tell by looking. "Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive ability of major tests", ed. Duryea M.L., Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, OR, USA, (59-72).

Thompson J.R., Schultz R.C. (1995): Root system morphology of *Quercus rubra* L. planting stock and 3-year field performance in Iowa, *New Forest* 9, (225-236).

Thomsen K.A., Kjaer E.D. (2002): Variation between single tree progenies of *Fagus sylvatica* in seed traits, and its implications for effective population numbers, *Silvae Genetica* 51 (5-6), 183-190.

Thornthwaite C.W. (1948): An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review* 38, (55-94).

Thornthwaite C.W., Mather J.R. (1955): The water balance, *Climatology*, New York, 8 (1), (1-104).

- Tinus R.W. (1974): Characteristics of seedlings with high survival potential, Proc, North American Containerized Forest Tree Seedling Symposium, Tinus R.W., Stein W.I., Balmer W.E. (eds), Publ 68, Great Plains Agric Council, Lincoln, NE, (276–282).
- Tinus R.W., McDonald S.E. (1979): How to grow tree seedlings in containers in greenhouses, Gen Tech Rep RM-60, US Dept Agric Forest Serv Rocky Mtn Forest Range Exp Sta, Ft Collins, CO, (1-256).
- Tlustos P., Szakova, J., Vyslouzilova, M., Pavlikova, D., Weger, J., Javorska, H. (2007): Variation in the uptake of arsenic, cadmium, lead and zinc by different species of willows *Salix* ssp. grown in contaminated soils, Central European Journal of Biology 2, (254-275).
- Toth G., Gaspari Z., Jurka J. (2000): Microsatellites in different eukaryotic genomes: survey and analysis, Genome Research 10, (967-981).
- Trüby P. (1994): Zum Schwermetallhaushalt von Waldbäumen, Freidbuger, Bodenkundl, Abhandl 33, (1-286).
- Tsakalimi M., Ganatsas P., Jacobs D.F. (2012): Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology, New Forests 44, (327-339).
- Tubby I., Armstrong A. (2002): Establishment and management of short rotation coppice, Forestry Commission Practice Note 7, Forestry Commission, Scotland.
- Turner A.P., Dickinson N.M. (1993): Survival of *Acer pseudoplatanus* L. (sycamore) seedlings on metalliferous soils, New Phytologist 123, (509-521).
- Unkašević M. (1994): Klima Beograda, Naučna knjiga, Beograd, (1-122).

- USDA Forest Service (1948): Woody-plant seed manual, Washington, DC: USDA For. Serv. Misc. Publ. 654, (1-416).
- Vajda Z. (1952): Borba protiv sušenja brestova, Šumarski list 9, (326-335).
- Vakkari P., Rusanen M., Kärkkäinen K. (2009): High genetic differentiation in marginal populations of European white elm (*Ulmus laevis*), *Silvae Fennica* 43, (185-196).
- Van den Driessche R. (1991): Influence of container nursery regimes on drought resistance of seedlings following planting: survival and growth, *Canadian Journal of Forest Research* 21, (555-565).
- Van Oosterhout C., Hutchinson W.F., Wills D.P.M., Shipley P. (2004): Micro-Checker: software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data, *Molecular Ecology Notes* 4, (535-538).
- Vander Mijnsbrugge K., Vanden Broeck A., Van Slycken J. (2005): A survey of *Ulmus laevis* in Flanders (Northern Belgium), *Belgian Journal of Botany* 138, (199-204).
- Vanmechelen L., Groenemans R., Van Ranst E. (1997): Forest Soil Condition in Europe, Results of the Large-Scale Soil Survey, Brussels, Geneva, (1-279).
- Varma A, Padh H, Shrivastava N (2007): Plant genomic DNA isolation: an art or a science. *Biotechnology Journal* 2, (386-392).
- Varshney R.K., Graner A., Sorrels M.E. (2005): Genetic microsatellite markers in plants: features and applications, *Trends in Biotechnology* 23(1), (48-55).

- Venturas M., Fuentes-Utrilla P., Ennos R., Collada C., Gil L. (2013): Human-induced changes on fine-scale genetic structure in *Ulmus laevis* Pallas wetland forests at its SW distribution limit, *Plant Ecology* 214, (317-327).
- Venturas M., Fuentes-Utrilla P., López R., Perea R., Fernández V., Gascó A., Guzmán P., Li M., Rodríguez-Calcerrada J., Miranda E., Domínguez J., González-Gordaliza G., Zafra E., Fajardo-Alcántara M., Martín J.A., Ennos R., Nanos N., Lucena J.J., Iglesias S., Collada C., Gil L. (2015): *Ulmus laevis* in the Iberian Peninsula: a review of its ecology and conservation, *iForest* 8, (135-142).
- Von Wuehlisch G. (2011): Evidence for nitrogen-fixation in the Salicaceae family, *Tree planters' notes* 54 (2), (38-41).
- Vreugdenhil S., Kramer K., Pelsma T. (2006): Effects of flooding duration, -frequency and -depth on the presence of saplings of six woody species in north-west Europe, *Forest Ecology and Management* 236, (47-55).
- Ward J.S., Gent M.P.N., Stevens G.R. (2000): Effects of planting stock quality and browse protection-type on height growth of northern red oak and eastern white pine, *Forest Ecology and Management* 127 (1-3), (205-216).
- Webber J.F. (2000): Insect vector behaviour and the evolution of Dutch Elm Disease. "The elms - breeding, conservation and disease management", ed. Dunn C.P., Chapman J., Hall, New York, (47-60).
- Whiteley R.E. (2004): Quantitative and molecular genetic variation in *Ulmus laevis* Pall. Dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, (1-33).
- Whiteley R.E., Black-Samuelsson S., Clapham D. (2003b): Development of microsatellite markers for the European white elm (*Ulmus laevis* Pall.) and cross-species amplification within the genus *Ulmus*, *Molecular Ecology Notes* 3, (598-600).

- Whiteley R.E., Black-Samuelsson S., Jansson G. (2003a): Within and between population variation in adaptive traits in *Ulmus laevis* Pall., the European white elm, *Forest Genetics* 10(4), (313-323).
- Wiegrefe S.J., Sytsma K.J., Guries R.P. (1994): Phylogeny of elms (*Ulmus*, Ulmaceae): molecular evidence for a sectional classification, *Systematic Botany* 19, (590-612).
- Wiegrefe S.J., Sytsma K.J., Guries R.P. (1998): The Ulmaceae, one family or two? Evidence from chloroplast DNA restriction site mapping, *Plant Systematics and Evolution* 210, (249–270).
- Wietes J. (1966): Zinc deficiency in the soil –plant system. “Zink metabolism”, ed. Prasad A., C.C. Thomas, Springfield, 90-128.
- Wiklander L., Vahtras K. (1977): Solubility and uptake of heavy metals from swedish soil. *Geoderma* 19, (123-130).
- Williams H.M., Stewart T. (2006): Effects of sower type and seedbed density on bareroot seedling morphology and early field performance of an East Texas family of loblolly pine.
- Wilson B.C., Jacobs D.F. (2006): Quality assessment of temperate zone deciduous hardwood seedlings, *New Forests* 31, (417-433).
- Woeste K.E., Jacobs D.F., McKenna J.R. (2011): Half-sib seed source and nursery sowing density affect black walnut (*Juglans nigra*) growth after five years, *New Forests* 41, (235-245).
- Wolfe K.H., Li W.H., Sharp P.M. (1987): Rates of nucleotide substitution vary greatly among plant mitochondrial, chloroplast and nuclear DNA, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States* 84, (9054-9058).

- Wright S. (1931): Evolution in Mendelian populations, *Genetics* 16, (0097-0159).
- Wright S. (1951): The Genetical Structure of Populations, *Annals of Eugenics* 15, (323-354).
- Yanchuk A.D. (2001): A quantitative framework for breeding and conservation of forest tree genetic resources in British Columbia, *Canadian Journal of Forest Research* 31, (566-576).
- Yang X., Baligar V.C., Martens D.C., Clark R.B (1996): Plant tolerance to nickel toxicity: Influx, transport, and accumulation of nickel in four species, *Journal of plant nutrition* 19(1), (73-85).
- Yarie J., Kane E., Mack M. (2007): Aboveground biomass equations for the trees of interior Alaska, *Agricultural and Forestry Experimental Station Bulletin: School of Natural Resources and Agricultural Sciences, University of Alaska, Fairbanks*.
- Zalapa J.E., Brunet J., Guries R.P. (2008): Isolation and characterization of microsatellite markers for red elm (*Ulmus rubra* Muhl.) and cross-species amplification with Siberian elm (*Ulmus pumila* L.), *Molecular Ecology Notes* 8, (109-112).
- Zebec M., Idžojić M., Poljak I. (2014): Morfološka varijabilnost nizinskog brijesta (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) na području kontinentalne Hrvatske. *Šumarski list* 138 (11-12), (563-571).
- Zebec M., Idžojić M., Poljak I., Mihaldinec I. (2010): Varijabilnost nizinskog brijesta (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) na području Hrvatske podravine prema morfološkim svojstvima listova. *Šumarski list* 134 (11-12), (569-579).
- Zebec M., Idžojić M., Poljak I., Modrić I. (2015): Raznolikost gorskog brijesta (*Ulmus glabra* Huds.) na području gorsko-kotlinske Hrvatske prema morfološkim obilježjima listova. *Šumarski list*, 139 (9-10), (429-438).

ИНТЕРНЕТ ИЗВОРИ:

http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php

<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/p2012.pdf>

<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/l2012.pdf>

<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/l2013.pdf>

<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/j2013.pdf>

http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteo_godisnjaci/Meteoroloski%20godisnjak%201%20-%20klimatoloski%20podaci%20-%202014.pdf

<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/p2014.pdf>

<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/l2014.pdf>

<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/j2014.pdf>

8. ПРИЛОЗИ

Листа прилога:

Прилог 1.1: Преглед критеријума за процену квалитета стабала

Прилог 1.2: Преглед критеријума за процену степена угрожености и могућности природног обнављања

Прилог 2: Евидентирана, премерена и оцењена стабла веза у популацији на Великом ратном острву

Прилог 3: Шема садње у теренском огледу на Великом ратном острву

Прилог 4: Шема садње у теренском огледу у Бостаништу

Прилог 5: Упутство за одређивање садржаја горње и доње топлотне вредности угља/дрвета

Прилог 6: Упутство за одређивање садржаја пепела у угљу/дрвету

Прилог 7: Упутство за одређивање садржаја хигроскопне (аналитичке) влаге у аналитичком узорку угља/дрвета

Прилог 1.1: Преглед критеријума за процену квалитета стабала

Критеријуми за процену квалитета стабла							
Правост		Рашљавост		Механичка оштећења		Чистоћа дебла од грана	
Право дебло	оса дебла, посматрана из два унакрсна правца равна	Не постоји	не постоји	Без оштећења	здрово, тј. добро дебло	Дебло чисто од грана	живића нема или су појединачни
Умерено закривљено дебло	оса дебла закривљена у једној равни	Висока	јавља се на висини изнад 2/3 висине стабла	Умерено оштећење	оштећење дужине до 0,5 m и ширине до 1/10 пречника дебла на месту оштећења	Умерена чистоћа дебла	на деблу појединачне суве гране или живићи у мањим групама, на дужини дебла до 3 m
Криво дебло	оса дебла закривљена у две равни	Средње висока	јавља се од 1/3 до 2/3 висине стабла	Велико оштећење	оштећење дуже од 1 m или шире од 1/10 пречника дебла на месту оштећења	Мала чистоћа дебла	на већем делу дебла налазе се суве гране или делови грана
		Ниска	јавља се испод 1/3 висине стабла				
Здравствено стање дебла		Дужина крошње		Развијеност крошње			
Здрово (добро здравствено стање)	без видљивих обољења	Веома добра крошња	дужина крошње између 1/4 - 1/3 висине стабла	Нормална	крошња правилна и лепо развијена		
Умерено добро здравствено стање	локална појава трулежи, оштећења од инсеката, рак ране	Добра крошња	дужина крошње између 1/3 - 2/3 висине стабла	Преширока	крошња преширока		
Лоше здравствено стање	процес трулежи интензиван на деблу, интензиван процес сушења дебла	Лоша крошња	дужина крошње већа од 2/3 или мања од 1/5 висине стабла	Уска	крошња уска		
		Стабла без крошње	кресаници, преломи	Ексцентрична	крошња ексцентрична		

Прилог 1.2: Преглед критеријума за процену степена угрожености и могућности природног обнављања

Критеријуми за процену степена угрожености			
Заступљеност жбуња		Закоровљеност	
Нема	када жбуња нема уопште или се јавља појединачно на највише 5% од укупне површине	Нема	када присутност корова ничим не угрожава обнављање састојине
Ретко	када се жбуње јавља појединачно или у мањим групама, не представља сметњу природном обнављању	Слаба	када присутност корова делимично угрожава процес обнављања, али се не уклања са површине
Средње густо	када се жбуње јавља на претежном делу површине, не отежава природно обнављање	Средња	када присутност корова угрожава процес обнављања, па се мора делимично уклонити са површине
Густо	када се жбуње јавља на целој површини, онемогућава успешно природно обнављање без претходно његовог делимичног уклањања	Јака	када присутност корова онемогућује процес природног обнављања без његовог претходног потпуног уклањања са површине
Врло густо	када се жбуње јавља на читавој површини и без његовог потпуног претходног уклањања није могуће извршити успешно природно обнављање		
Критеријуми за процену могућности природног обнављања			
Бројност подмладка		Квалитет подмладка	
Густ	подмладка има довољно на целој површини	Веома добар	када је подмладак врло квалитетан и доброг здравственог стања без уочљивих недостатака
Задовољава	подмладак се јавља на 70 до 90% укупне површине	Добар	када је подмладак у целини посматрано доброг квалитета и здравственог стања, али се на једном делу површине (до 20%) јављају оштећења или успорен развој
Не задовољава	подмладак се јавља на 30 – 60% површине	Осредњи	квалитет подмладка не задовољава на око 35% површине где је оштећен, успореног раста и оболео
Местимичан	подмладак се јавља појединачно или у крпама на местима где је прекинут или разређен склоп и то на више од 5% површине	Слаб	када квалитет подмладка не задовољава на преко 50% површине
Не јавља се	подмладка уопште нема на читавој површини	Застарчен	

**Прилог 2: Евидентирана, премерена и оцењена стабла веза у популацији на Великом
ратном острву**

Број стабла	Координате појединачних стабала		Пречник (cm)			Hs (m)	Квалитет стабала							Степен угроженисти од конкурентске вегетације		Могућност природног обнављања	
	X	Y	d ₁	d ₂	d _s		Правост	Рашљав.	Мех. оштећ.	Чистоћа	Здрав. стање	Дуж. круне	Разв. круне	Заст. жбуња	Закор.	Бројност	Квалитет
1	7456449	4965187	16	18	17	13	2	1	1	3	1	3	4	1	1	5	0
2	7456442	4965166	64	54	64	21	1	2	2	3	1	3	2	1	1	5	0
3	7456416	4965131	47	47	47	19	1	2	2	3	2	3	2	1	1	5	0
4	7456404	4965106	28	33	31	21	2	3	2	3	1	2	3	1	1	5	0
5	7456407	4965108	38	41	40	20	3	3	1	3	1	2	3	1	1	5	0
6	7456403	4965122	14	20	17	13	2	3	1	3	1	2	2	1	1	5	0
7	7456381	4965032	58	70	64	24	1	2	1	2	1	1	1	1	1	5	0
8	7456384	4965048	15	19	17	12	1	1	1	1	1	2	1	1	1	5	0
9	7456385	4965045	27	27	27	16	1	1	2	2	1	2	1	1	1	5	0
10a	7456377	4965029	24	26	25	21	2	4	2	2	1	2	1	1	1	5	0
10b	7456377	4965029	14	14	14	9	2	4	2	2	1	2	1	1	1	5	0
11a	7456371	4965025	68	70	69	24	1	2	1	2	2	3	2	1	1	5	0
11b	7456371	4965025	30	30	30	17	2	1	2	3	2	3	2	1	1	5	0
12a	7456368	4965020	28	30	29	15	2	3	2	3	2	3	2	1	1	5	0
12b	7456368	4965020	14	14	15	15	2	1	2	3	2	3	2	1	1	5	0
12c	7456368	4965020	9	9	9	11	3	1	2	3	2	3	2	1	1	5	0
13a	7456215	4965040	59	61	60	26	2	4	1	3	1	3	4	3	3	5	0
13b	7456215	4965040	27	29	28	25	2	4	1	3	1	3	4	3	3	5	0
14a	7456215	4965038	27	31	29	21	2	4	1	3	1	3	4	3	3	5	0
14b	7456215	4965038	16	16	16	18	2	4	1	3	1	3	4	3	3	5	0
14c	7456215	4965038	30	32	31	20	2	4	1	3	1	3	4	3	3	5	0
14d	7456215	4965038	30	34	32	21	2	4	1	3	1	3	4	3	3	5	0
14e	7456215	4965038	20	22	21	20	2	4	1	3	1	3	4	3	3	5	0
14f	7456215	4965038	33	35	34	20	2	4	1	3	1	3	4	3	3	5	0

14g	7456215	4965038	22	22	22	20	2	4	1	3	1	3	4	3	3	5	0
15	7456047	4965247	36	38	37	12	1	2	2	2	1	2	2	3	3	5	0
16	7456064	4965262	43	45	44	17	1	1	1	2	1	2	2	3	3	5	0
17	7456062	4965265	27	31	29	17	2	2	1	2	1	2	2	3	3	5	0
18	7456050	4965266	44	38	41	17	2	2	1	2	1	2	4	3	3	5	0
19	7456054	4965270	39	35	37	18	2	2	1	2	1	2	4	3	3	5	0
20	7456053	4965273	26	24	25	11	2	2	1	2	1	2	4	3	3	5	0
21	7456046	4965285	36	32	34	10	2	2	1	2	1	2	4	3	3	5	0
22	7456040	4965278	33	39	36	17	2	3	1	2	1	2	2	3	3	5	0
23	7455994	4965247	30	36	33	15	2	3	1	2	1	2	2	3	3	5	0
24	7456011	4965288	20	24	22	12	2	2	1	2	1	2	4	3	3	5	0
25	7456002	4965290	26	24	25	14	2	2	1	2	1	2	4	3	3	5	0
26a	7456007	4965297	23	21	22	12	2	4	1	2	1	2	4	3	3	5	0
26b	7456007	4965297	14	12	13	12	2	4	1	2	1	2	4	3	3	5	0
26c	7456007	4965297	18	16	17	12	2	4	1	2	1	2	4	3	3	5	0
26d	7456007	4965297	25	21	23	13	2	4	1	2	1	2	4	3	3	5	0
27	7455263	4965887	17	23	20	5	1	1	2	1	2	3	3	2	2	5	0
28	7455281	4965731	28	26	27	12	1	1	2	1	2	2	2	2	2	5	0
29	7455281	4965700	49	45	47	13	1	2	2	2	2	2	2	1	1	5	0
30a	7455319	4965639	24	26	25	14	1	4	1	1	1	2	1	1	1	5	0
30b	7455319	4965639	28	24	26	13	1	4	1	1	1	2	1	1	1	5	0
31a	7455137	4965585	27	21	24	12	3	4	2	2	1	2	4	2	2	5	0
31b	7455137	4965585	14	16	15	12	3	4	1	3	1	2	4	2	2	5	0
32	7456352	4964955	45	47	46	18	3	2	1	2	2	3	2	1	1	5	0
33	7456138	4965226	35	39	37	17	1	3	1	3	1	3	2	3	3	5	0
34	7456170	4965254	41	45	43	18	1	2	1	3	1	3	2	3	3	5	0
35	7456150	4965257	39	39	39	18	2	2	1	3	1	3	2	3	3	5	0
36	7456136	4965262	48	50	49	15	1	2	1	3	1	3	2	3	3	5	0
37	7456170	4965258	18	20	19	7	3	4	2	2	2	4	4	3	3	5	0
38	7456107	4965264	40	41	41	17	2	2	1	3	1	3	2	3	3	5	0
39	7456105	4965263	36	34	35	14	2	2	1	3	1	3	2	3	3	5	0
40	7455292	4965855	11	11	11	6	2	1	1	2	1	2	2	3	3	5	0
41	7455282	4965840	17	21	19	11	2	1	1	2	1	2	2	3	3	5	0

42	7455296	4965790	29	29	29	16	2	1	1	2	1	2	2	3	3	5	0
43	7455102	4965310	26	26	26	13	2	3	2	3	2	3	2	1	1	5	0
44	7456010	4965446	8	8	8	5	1	2	1	2	1	1	1	4	4	5	0
45	7456107	4965456	45	47	46	10	2	2	1	2	1	2	2	4	4	5	0
46a	7456347	4965343	51	55	53	27	2	4	1	1	1	2	2	2	2	5	0
46b	7456347	4965343	28	30	29	25	2	4	1	1	1	2	2	2	2	5	0
46c	7456347	4965343	37	37	37	26	2	4	1	1	1	2	2	2	2	5	0
46d	7456347	4965343	43	49	46	24	2	4	1	1	1	2	2	2	2	5	0
48a	7456341	4965335	40	42	41	17	2	4	1	1	1	2	2	2	2	5	0
48b	7456341	4965335	37	39	38	17	2	4	1	1	1	2	2	2	2	5	0
47	7456345	4965336	26	32	29	7	2	2	1	1	1	2	2	2	2	5	0
49	7456346	4965340	12	14	13	13	2	2	1	2	1	2	2	2	2	5	0
50a	7456354	4965329	39	39	39	23	2	4	1	3	1	2	2	3	2	5	0
50b	7456354	4965329	38	40	39	22	2	4	1	3	1	2	2	3	2	5	0
50c	7456354	4965329	38	38	38	22	2	4	1	3	1	2	2	3	2	5	0
51	7456351	4965330	43	47	45	22	2	1	1	2	1	2	2	2	2	5	0
52	7456357	4965334	12	12	12	15	2	1	1	2	1	2	2	2	2	5	0
53	7456357	4965334	10	10	10	12	2	1	1	2	1	2	2	2	2	5	0
54	7456357	4965334	49	55	52	22	2	1	1	2	1	2	2	2	2	5	0
55	7456471	4965326	27	32	30	14	2	3	1	3	1	2	2	2	2	5	0
56	7456472	4965337	78	78	78	26	2	4	2	3	2	2	2	2	2	5	0
57	7455111	4965322	14	15	15	13	3	1	1	3	2	3	2	1	1	5	0
58	7456053	4965145	35	37	36	15	2	2	2	2	1	2	2	1	1	5	0
59	7456304	4965207	41	40	41	12	1	1	1	2	1	2	1	3	3	5	0
60	7456289	4965212	18	22	20	8	1	2	1	2	1	2	2	3	3	5	0
61	7456281	4965219	39	43	41	11	2	2	1	2	1	2	2	4	4	5	0
62	7456273	4965221	14	16	15	7	2	2	1	3	1	3	4	4	4	5	0
63a	7456198	4965222	27	28	28	13	2	4	1	3	1	3	4	3	3	5	0
63b	7456201	4965225	28	30	29	12	2	4	1	3	1	3	4	3	3	5	0
64	7456475	4965341	21	23	22	13	2	2	1	3	2	2	2	2	2	5	0
65	7455941	4965314	14	16	15	10	2	2	1	3	1	3	2	3	2	5	0
66	7455938	4965286	29	31	30	14	1	1	1	2	1	2	2	3	2	5	0
67	7455936	4965286	29	31	30	14	2	2	2	2	1	3	1	3	2	5	0

68	7455936	4965281	33	35	34	14	2	2	1	3	1	2	2	3	2	5	0
69	7455914	4965266	9	9	9	6	3	1	1	3	1	2	2	3	2	5	0
70	7455920	4965265	23	18	21	12	2	2	1	3	1	3	2	3	3	5	0
71	7455968	4965257	44	44	44	18	3	2	1	1	1	3	2	3	3	5	0
72	7455993	4965276	25	30	28	20	2	2	2	2	1	3	2	3	3	5	0
73	7455983	4965284	17	19	18	20	1	1	1	1	1	2	2	3	3	5	0
74	7456003	4965174	26	26	26	9	2	2	1	2	1	2	2	3	3	5	0
75	7455892	4965300	46	40	43	16	2	1	2	2	1	3	2	3	3	5	0
76	7455772	4965252	31	35	33	15	2	2	2	2	1	3	2	3	2	5	0
77	7455722	4965897	40	48	44	17	2	4	2	2	2	2	2	1	2	5	0
78	7455722	4965897	34	36	35	20	2	4	2	2	2	2	2	1	2	5	0
79	7455723	4965891	56	60	58	22	2	2	2	2	2	2	2	1	2	5	0
80	7455719	4965899	31	29	30	20	2	4	1	2	2	1	2	1	2	5	0
81	7455719	4965899	41	43	42	20	2	4	1	2	2	1	2	1	2	5	0
82	7456456	4965297	66	64	65	15	1	2	1	2	2	1	2	1	2	5	0
83	7456434	4965306	48	54	51	15	1	2	1	2	2	1	2	1	2	5	0
84	7456435	4965319	112	92	102	14	1	2	2	2	2	2	2	1	2	5	0
85	7456425	4965387	54	58	56	20	1	2	1	2	2	1	2	1	2	5	0
86	7456354	4965065	9	9	9	5	2	1	1	3	1	2	2	2	3	5	0
87	7455156	4966261	15	17	16	11	1	1	1	1	1	2	1	1	1	5	0
88	7455154	4966275	10	12	11	8	2	1	1	1	1	2	2	1	1	5	0
89	7456430	4965167	11	11	11	7	2	1	1	1	1	2	2	1	1	5	0


Прилог 4: Шема садње у теренском огледу у Бостаништу

					13	12	7	6	1
			2	1	1	11	8	5	2
			3	13	2	10	9	4	3
	1	13	4	12	3	9	10	3	4
	2	12	5	11	4	8	11	2	5
	3	11	6	10	5	7	12	1	6
	4	10	7	9	6	6	13	13	7
	5	9	8	8	7	5	1	12	8
	6	8	9	7	8	4	2	11	9
	7	7	10	6	9	3	3	10	10
	8	6	11	5	10	2	4	9	11
	9	5	12	4	11	1	5	8	12
	10	4	13	3	12	13	6	7	13
13	11	3	1	2	13	12	7	6	1
12	12	2	2	1	1	11	8	5	2
11	13	1	3	13	2	10	9	4	3
10	1	13	4	12	3	9	10	3	4
9	2	12	5	11	4	8	11	2	5
8	3	11	6	10	5	7	12	1	6
7	4	10	7	9	6	6	13	13	7
6	5	9	8	8	7	5	1	12	8
5	6	8	9	7	8	4	2	11	9
4	7	7	10	6	9	3	3	10	10
3	8	6	11	5	10	2	4	9	11
2	9	5	12	4	11	1	5	8	12
1	10	4	13	3	12	13	6	7	13
13	11	3	1	2	13	12	7	6	1
12		2			1	11	8	5	2
						10	9	4	3



Ознака у шема	Half-sib линија
1	34
2	31
3	13
4	14
5	33
6	35
7	36
8	18
9	29
10	32
11	21
12	19
13	37

Прилог 5

 RB „KOLUBARA“ d.o.o. Lazarevac KOLUBARA PRERADA Vreoci	UPUTSTVO ZA ODREĐIVANJE SADRŽAJA GORNJE I DONJE TOPLOTNE VREDNOSTI UGLJA SRPS B.H8.318	Datum:
--	---	--------

/2

1

Gornja i donja kalorična vrednost uglja određuju se po standardnoj metodi pomoću kalorimetrijske bombe. Gornja toplotna vrednost se dobija eksperimentalnim, dok se donja dobija računskim putem.

Postupak

U lončić se odmeri oko 800 mg analitičkog uzorka uglja (granulacije 200 μ m). Žicom za paljenje čvrsto se spoje krajevi bombe, pri čemu žica treba da se uroni u uzorak.

U bombu se stavi 5 ml destilovane vode, bomba se zatvori, a zatim spoji sa bocom kiseonika do pritiska 30 bara bez isterivanja prvobitnog vazduha iz boce. Ako se nepažnjom bomba napuni kiseonikom iznad 33 bara, proba se odbacuje. U kalorimetrijsku posudu sipa se toliko vode da prekrije gornju površinu poklopca bombe. Ova količina vode mora da bude uvek ista za svako određivanje, kao i za određivanje vodene vrednosti kalorimetra, sa odstupanjem najviše ± 1 g. Posuda se prenese u vodeni omotač, stavi se bomba u kalorimetrijsku posudu i proveriti da bomba ne pusta gasove. Ako gas izlazi iz bombe, bomba se rastavi, odstrani se uzorak i postupak se ponovi.

Adijabatski kalorimetar

Aparat se sastavi, mešalica stavi u pokret i meša istom brzinom tako da dužina predviđenog intervala ne pređe 10 minuta. Posle 10 minuta termometar se protrese i očita temperatura sa tačnošću od 0,001 K (temperatura paljenja – t_0). Zatim se uključi uređaj za paljenje i drži uključen samo toliko koliko je potrebno da se zapali konac, odnosno žica. Za vreme paljenja, kao i 20 sekundi posle toga, ispitivač ne sme ni jedan deo tela naginjati preko kalorimetra. Posle određenog intervala, utvrđenog pri određivanju vodene vrednosti kalorimetra, ponovo se protrese termometar i očita se temperatura sa tačnošću od 0,001K (krajnja temperatura – t_n).

Izračunavanje rezultata

Gornja kalorična vrednost pri konstantnoj zapremini (Q_{gv}), se dobija zamenom vrednosti u sledećoj formuli:

$$Q_{gv} = \frac{(\Delta\theta) C_{(5)} - e_1 - e_2 - e_3 - e_4}{m}$$

gde je:

$(\Delta\theta)$ – korigovani porast temperature

$C_{(5)}$ – srednja vrednost pet određivanja vodene vrednosti kalorimetra, u džulima po °C

e_1 - korekcija za toplotu sagorevanja pamuka ,u džulima

e_2 - korekcija za toplotu sagorevanja žice za paljenje ,u džulima

e_3 - korekcija za toplotu obrazovanja sumporne kiseline ,u džulima

e_4 - korekcija za toplotu obrazovanja azotne kiseline,u džulima
 m – masa uzorka goriva ,u gramima

Određivanje vodene vrednosti (efektivnog toplotnog kapaciteta) kalorimetra

2/2

Postupak

Postupak za određivanje vodene vrednosti kalorimetra je isti kao pri određivanju kalorične vrednosti.

Ako je potrebno, uzima se mali metalni lončić.Kada se određuje vodena vrednost kalorimetra,temperatura se očitava u jednominutnim intervalima za vreme perioda od 10 minuta , sa početkom očitavanja 5 minuta posle paljenja uzoraka.

Sadržaj bombe, poklopac i lončić se isperu sa oko 50 ml destilovane vode. Azotna kiselina se direktno titriše rastvorom natrijum-hidroksida ili natrijum-karbonata, uz indikator metiloranž.

Vodena vrednost kalorimetra C u džulima po Kelvinu,izračunava se po obrascu:

$$C = \frac{m_b(Q_{gv}^b) + e_1 + e_2 + e_4}{\Delta\theta}$$

gde je:

Q_{gv}^b - gornja kalorična vrednost benzoeve kiseline pri konstantnoj zapremini,u džulima po gramu (naznačena u atestu)

e_1 - korekcija za toplotu sagorevanja pamuka ,u džulima

e_2 - korekcija za toplotu sagorevanja žice za paljenje ,u džulima

e_4 - korekcija za toplotu obrazovanja azotne kiseline,u džulima

Izračunavanje donje toplotne vrednosti

Rezultat prethodnih ispitivanja je gornja kalorična vrednost goriva pri konstantnoj zapremini. Od ove vrednosti se može izračunati donja kalorična vrednost pri konstantnoj zapremini prema sledećem obrascu:

$$Q_{dv} = (Q_{gv} - 206.0 (H)) \frac{100-V}{100-V_1} - 23 V$$

gde je:

Q_{dv} – donja kalorična vrednost pri konstantnoj zapremini,u J/g


Q_{gv} – gornja kalorična vrednost pri konstantnoj zapremini,u J/g

(H) – sadržaj vodonika u analitičkom uzorku ,u %

V - sadržaj vlage ,u % za uslove za koje se vrši ispitivanje (za osnovu „suv“ $V=0$,za osnovu „sušen na vazduhu“ $V=V_1$,za osnovu „u stanju sagorevanja“ $V=V_u$ tj. V je procenat ukupne vlage

V_1 – sadržaj vlage u analitičkom uzorku, u %

Прилог 6

 <p>RB „KOLUBARA“ d.o.o. Lazarevac KOLUBARA PRERADA Vreoci</p>	<p>UPUTSTVO ZA ODREĐIVANJE SADRŽAJA</p> <p>PEPELA U UGLJU SRPS B.H8.312</p>	<p>Datum:</p>
---	--	---------------

Izmeri se čista i suva zdelica (tigl) sa tačnošću od 0,0001 g, i u nju se stavi 1-2 g pripremljenog uzorka, i sve se ponovo izmeri. Ako se koristi zdelica od kvarca, pre određivanja mase, mora se prethodno zagrejati na $815\pm 10^{\circ}\text{C}$ i na ovoj temperaturi držati 15 min. Zatim se hladi 20 min pod određenim uslovima za stvarno određivanje.

Nepokriveni tigl se unese u peć za žarenje sobne temperature. Peć se zagreva do 250°C u toku 20 min, zatim od 250°C do 500°C u daljih 30 min, od 500°C do $815\pm 10^{\circ}\text{C}$ daljih 60 min i na toj temperaturi drži narednih 60 min. Posle žarenja tigl se izvadi iz peći i ostavi da se ohladi u toku 10 do 20 min, i zatim se prenese u eksikator.

Kada se ohladi tigl se sa svojim sadržajem izmeri na najbližih 0,1 mg. Zatim se ponovo žari na temperaturi $815\pm 10^{\circ}\text{C}$ u periodima od 15 min sve dok promena u masi prelazi 1mg.

Sadržaj pepela u analiziranom uzorku izračunava se prema sledećoj formuli:

$$W_{(\text{pepela})} = ((m_3 - m_1) / (m_2 - m_1)) * F$$

$$F = 1 - V_g / 100$$

pri čemu je:

$W_{(\text{pepela})}$ – maseni udeo pepela u uzorku, u procentima


m_1 – masa tigla, u gramima

m_2 – masa tigla i uzetog uzorka, u gramima

m_3 – masa tigla i pepela, u gramima

F – korekcionni faktor zbog sadržaja vlage u uzorku

Прилог 7

 <p>RB „KOLUBARA“ d.o.o. Lazarevac KOLUBARA PRERADA Vreoci</p>	<p>UPUTSTVO ZA ODREĐIVANJE SADRŽAJA</p> <p>HIGROSKOPNE (ANALITIČKE) VLAŽE U ANALITIČKOM UZORKU UGLJA SRPS B.H8.339</p>	<p>Datum:</p>
---	--	---------------

Pre početka određivanja uzorak uglja veličine zrna ispod 0,2 mm, dobro se meša najmanje 1 minutu. Izmeri se čista ,suva posudica sa svojim poklopcem i u nju se stavi 1-2 g uzorka uglja, sa tačnošću od 0,0001 g. Poklopac se ostavi u eksikatoru, a nepokrivena posudica stavi u sušnicu na 105°C i zagreva do postizanja konstantne mase. Posudica se poklopi poklopcem , hladi na metalnoj ploči 10 minuta , prenese u eksikator koji takođe ima metalnu ploču i posle 10 minuta izmeri.

Maseni udeo vlage u analitičkom uzorku uglja se izračunava po obrascu:

$$W_{(\text{analitičke vlage})} = ((m_2 - m_3) / (m_2 - m_1)) * F$$

$$F = 1 - V_g / 100$$

pri čemu je:

$W_{(\text{analitičke vlage})}$ – maseni udeo vlage u uzorku, u procentima

m_1 – masa prazne posudice + poklopca , u gramima

m_2 – masa posudice + poklopca + uzorka uglja pre sušenja , u gramima

m_3 - masa posudice + poklopca + uzorka uglja posle sušenja , u gramima

F - korekcionni faktor zbog sadržaja vlage u uzorku

БИОГРАФИЈА

Јована Деветаковић је рођена 23.09.1986. у Барајеву, Република Србија. Основну школу "Миодраг Вуковић-Сељак" у Барајеву завршила је 2001. године као добитник Вукове дипломе. Исте године уписала је Средњу Медицинску школу "Звездара" у Београду, смер фармацеутски техничар, коју је завршила 2005. године са одличним успехом током четворогодишњег образовања. На Шумарски факултет Универзитета у Београду се уписала 2005. године као редован студент. Марта 2011. године дипломирала је на матичном факултету на предмету Планирање газдовања шумама са оценом 10. У току студија је више пута награђивана од стране факултета у својству студента са највишом просечном оценом у генерацији, док је просечна оцена на крају студија износила 8,94. Докторске студије на истом факултету уписала је октобра 2011. године на катедри Семенарства, расадничарства и пошумљавања.

Стручну праксу у трајању од једне године обавила је у ЈКП "Зеленило Београд", а од 2013. године ангажована је на извођењу вежби из предмета Семенарство, расадничарство и пошумљавање на смеру Шумарство и Семенарство и расадничарство на смеру Еколошки инжињеринг у очувању земљишних и водних ресурса на Шумарском факултету Универзитета у Београду. Јуна 2016. године изабрана је у звање асистента за ужу научну област: Семенарство, расадничарство и пошумљавање.

Члан је Друштва гентичара Србије и Научно-стучног друштва "Рефореста". Учествовала је у организацији 2 научна скупа: First International Conference: Reforestation Challenges и V симпозијум Секције за оплемењивање организама Друштва Генетичара Србије. Ангажована је на 5 националних и једном међународном научно-истраживачком пројекту као истраживач. Аутор је или коаутор на преко 30 научних радова, од којих су 4 рада објављена у часописима на SCI листи.

Говори енглески језик, познаје рад на рачунару и поседује возачку дозволу Б категорије.

Удата је и мајка једног детета.

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора _____ Јована Деветаковић _____

Број индекса _____ 13/2011 _____

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

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

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, 08.03.2017.

Lebjevančić Jovana

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Јована Деветаковић

Број индекса 13/2011

Студијски програм шумарство

Наслов рада Генетички потенцијал веза (*Ulmus laevis* Pall.) за производњу
наменског садног материјала

Ментор Др Владан Иветић и Др Драгица Станковић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис аутора

У Београду, 08.03.2017.

Деветаковић Јован

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Генетички потенцијал веза (*Ulmus laevis* Pall.)

за производњу наменског садног материјала

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.

Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, 08.03.2017.

Зекетић Јована