

UNIVERZITET U BEOGRADU

ŠUMARSKI FAKULTET

Suzana Ž. Mitrović

UPOREDNA ANALIZA FENOTIPSKE
STABILNOSTI SADNICA VRSTA RODA
Paulownia Siebold & Zuccarini
NA RAZLIČITIM STANIŠTIMA

doktorska disertacija

Beograd, 2016

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF FORESTRY

Suzana Ž. Mitrović

COMPARATIVE ANALYSIS OF
PHENOTYPIC STABILITY OF TREE SPECIES
Paulownia Siebold & Zuccarini
IN DIFFERENT HABITATS

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2016

Mentor: dr Dragica Vilotić, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu
Šumarskog fakulteta

Mentor: dr Milorad Veselinović, viši naučni saradnik
Instituta za šumarstvo u Beogradu

Članovi komisije: dr Mirjana Šijačić-Nikolić, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu
Šumarskog fakulteta

dr Vlada Ivetić, vanredni profesor
Univerziteta u Beogradu
Šumarskog fakulteta

dr Srđan Bojović, naučni savetnik
Univerziteta u Beogradu
Instituta za biološka istraživanja „Siniša Stanković“

Datum odbrane:

Posvećeno mojoj deci....

„Predeo uz sam početak, dok su oči namernika odmorne, kartograf želi da iskoristi kao zgodno mesto i časak darivanja. Prolećni stručak najlepše zahvalnosti najmanje je što zaslužuju svi oni koji su podržali pripremu građe unete u ovaj Atlas.“

„Atlas opisan nebom“ – Goran Petrović

Zadovoljstvo mi je da se zahvalim svima koji su mi pomogli i na taj način doprineli izradi doktorske disertacije.

Posebnu zahvalnost dugujem svojoj mentorki prof. dr Dragici Vilotić za stručnu pomoć prilikom uobličavanja ovog rada i na svesrdnoj pomoći tokom terenskih istraživanja. Zahvaljujem se na smernom autoritetu i istrajnoj motivaciji tokom izrade doktorske disertacije.

Neizmernu zahvalnost dugujem svom mentoru dr Miloradu Veselinović na ukazanom poverenju i beskrajnoj podršci da se na pravi način izborim sa izazovima. Zahvaljujem se na stručnoj pomoći tokom terenskog istraživanja i pri konačnom formulisanju teze, kao i na nesebičnim savetima i neprocenjivom iskustvu koje sam stekla u radu sa njim. Hvala na entuzijazmu, veri i pokretačkoj energiji, zahvaljujući kojoj je ova disertacija postala stvarnost.

Zahvaljujem se članovima komisije prof. dr Mirjani Šijačić-Nikolić, dr Vladanu Ivetiću i posebno dr Srđanu Bojoviću za sve konstruktivne savete, sugestije i pomoći koju su mi pružili tokom rada na disertaciji.

Duboku zahvalnost dugujem porodicama Vilotić, Bošnjak, Jurišić i Milutin jer su mi omogućili da vršim istraživanja u okviru njihovih plantaža, kao i svima koji su uzeli učešće u radu na oglednim površinama i time doprineli uspešnom postavljanju i praćenju ogleđa.

Zahvalnost dugujem dr Dragici Stanković na stručnoj pomoći i saradnji. Zahvaljujem se dr Ružici Igić i dr Milanu Borišev za veliku pomoć tokom laboratorijskih istraživanja.

Zahvaljujem se direktoru dr Ljubinku Rakonjcu i kolegama sa Instituta za šumarstvo. Posebno se zahvaljujem dr Zoranu Miletić koji mi je u okviru svoje specijalnosti pomogao da uspešno rešim sve nedoumice. Veliku zahvalnost dugujem dr Dragani Dražić za razumevanje i pozitivnu energiju koja mi je puno značila. Najveću zahvalnost dugujem dipl. inž. Neveni Čule na stručnim savetima i pomoći tokom eksperimentalnog rada, kao i prijateljskoj podršci tokom izrade disertacije.

Veliku zahvalnost dugujem svojim prijateljima: Jeleni Markovski-Ilić, Milanu Ilić, Jeleni Stefanović, Dragoljubu Milovanović, Aleksandri Kocevski, Miroslavu i Milanu Veselinović, Slavici Marković i Jeleni Jezdimirović na dobronamernim i ohrabrujućim savetima, strpljenju i razumevanju koje je bilo od velikog značaja za prevazilaženje poteškoća sa kojima sam se suočavala tokom izrade disertacije.

Beskrajnu zahvalnost dugujem svojim roditeljima, sestri i njenoj porodici na ljubavi i podršci koju mi pružaju kroz život, a posebno Anđeli i Barbari koje su oduvek bile moja inspiracija i motivacija.

UPOREDNA ANALIZA FENOTIPSE STABILNOSTI SADNICA VRSTA RODA *Paulownia Siebold & Zuccarini* NA RAZLIČITIM STANIŠTIMA

Rezime

Istraživanje potencijala brzorastućih vrsta je značajno, jer se sve veća potražnja za drvetom može nadoknaditi osnivanjem različitih zasada brzorastućih vrsta. Očuvanje prirodnih šuma, uz intenzivno korišćenje plantaža brzorastućih vrsta naročito je značajno u pogledu rešavanja problema globalnog zagrevanja.

Vrste roda *Paulownia* Sieb. & Zucc. se odlikuju brzim rastom i kratkom ophodnjom. Potencijali paulovnja su višestruki, pored izuzetno brzog rasta, mogućnosti regeneracije iz panja i upotrebne vrednosti drveta, koje se dobija za relativno kratak vremenski period, vrste ovog roda se koriste i u energetske zasada, agrošumarstvu, remedijaciji kontaminiranih zemljišta, hortikulturi, pčelarstvu, farmaciji i medicini.

Osnovni naučni ciljevi su istraživanje mogućnosti introdukcije i adaptacije paulovnja na različita staništa u Srbiji. Dobijanje rezultata o uticaju prihranjivanja i navodnjavanja na kvalitet biljaka je značajno za gajenje na određenim tipovima zemljišta, a morfometrijska istraživanja i analiza stanja elemenata ishrane pokazuju strukturno – funkcionalne veze, odnosno detaljnije pokazatelje adaptabilnosti vrsta.

Istraživanja su sprovedena na četiri lokaliteta. Ogljedna polja na lokalitetima u Obrenovcu i Pambukovici su osnovana 2010. godine, sa vrstama *Paulownia elongata* S. Y. Hu. i *Paulownia fortunei* Seem. Hemsl., a na lokalitetima u Subotici i Mošorinu ogledna polja su osnovana 2012. godine, sa hibridom ovih vrsta *Paulownia x bellissima* (*Paulownia elongata x fortunei x elongata* – T2). U okviru sva četiri ogledna polja vršena je analiza preživljavanja i razvoja biljaka, pri čemu su mereni morfometrijski parametri sadnica, u juvenilnoj fazi razvoja: visine biljaka, prečnik u zoni korenovog vrata, broj i dužina nodusa, ukupan broj i boja listova. U laboratorijskim uslovima urađena je analiza stanja ishrane i izvršena su merenja morfometrijskih karakteristika listova: površina lista, obim lista, dužina lisne ploče,

dužina centralnog nerva, širina lista na najširem delu lisne ploče, širina lista na 1 cm od osnove lista, dužina peteljke, razmak između 3. i 4. nerva, broj nerava na levoj strani od centralnog nerva, i broj nerava na desnoj strani od centralnog nerva. Dobijeni rezultati morfometrijskih merenja biljaka i listova statistički su obrađeni u programu Statgraphics.

Na osnovu uporedne analize fenotipske stabilnosti sadnica paulovnija, u juvenilnoj fazi razvoja, utvrđeno je da je na lokalitetu u Obrenovcu i u Pambukovici otežan opstanak i razvoj biljaka. Na loš prijem i rast biljaka najviše su uticale mehaničke osobine zemljišta, ali i nedovoljna količina vode i hranljivih materija, kao i kisela reakcija zemljišta. Na ova dva lokaliteta, na kojima su uslovi za razvoj paulovnije manje povoljni, veće preživljavanje, bolji porast i produkciju biomase ostvarile su sadnice u okviru tretmana koji su prihranjivani.

Na lokalitetu u Subotici i u Mošorinu sadnice paulovnija su ostvarile veće preživljavanje, bolji porast i veću produkciju biomase u celini. Osim rastresitog, propustljivog i dobro aerisanog zemljišta, lakšeg teksturnog sastava, povoljniji uslovi za ishranu na ovakvim lokalitetima i bolja obezbeđenost zemljišta pristupačnim oblicima biljnih asimilativa povoljno utiču na celokupan razvoj sadnica paulovnija na ovim lokalitetima. Dovoljne količine pristupačne vode u okviru tretmana koji su navodnjavani omogućile su maksimalan uspeh preživljavanja, brži porast biljaka i veću produkciju biomase, jer su se kod sadnica i u sušnim mesecima nesmetano odvijali fiziološki procesi i usvajanje hranljivih materija iz zemljišta.

Na osnovu analize dobijenih rezultata za visine sadnica i prečnik u vratu korena, veličinu lista, broja i dužine nodusa i broja listova jednogodišnjih i dvogodišnjih sadnica paulovnija, konstatovano je da sadnice koje su rasle na dobro aerisanom, rastresitom zemljištu, sa povoljnim vodnim kapacitetom, uz primenu adekvatnih mera nege, u stadijumu dvogodišnjih sadnica iskazuje svoje osobine kao brzorastuće vrste.

Ključne reči: paulovnija, prihranjivanje, navodnjavanje, morfologija.

Naučna oblast: Biotehničke nauke

Uža naučna oblast: Semenarstvo, rasadničarstvo i pošumljavanje

UDK 630*232.4:582.916.21(043.3)

COMPARATIVE ANALYSIS OF PHENOTYPIC STABILITY OF TREE SPECIES *Paulownia Siebold & Zuccarini* IN DIFFERENT HABITATS

Abstract

Researching potential of fast-growing species is significant, because increased demand for wood can be compensated by establishing different plantations of fast-growing species. Conservation of natural forests, with intensive use of plantation of fast-growing species is especially important in terms of tackling global warming.

Species of the genus *Paulownia* Sieb. & Zucc. are characterized by rapid growth and short rotation. The potentials of paulownia are multiple, despite the extremely rapid growth, possibilities to regenerate from the stumps and utility value, which can be obtained in a relatively short period of time, species of this genus are used to establishing energy crops, in agroforestry, remediation of contaminated soils, horticulture, apiculture, pharmacy and medicine.

The main scientific objectives are to explore the possibilities of introduction and adaptation of paulownia to different habitats in Serbia. Getting results on the impact of fertilization and irrigation on the quality of plants is important for cultivation on specific soil types, while morphometric studies and state analysis of nutrition elements shows structural – functional connections, ie. detailed indicators of species adaptability.

The research was conducted at four sites. Sample plots in Obrenovac and Pambukovica, were established in 2010th, with the species *Paulownia elongata* S. Y. Hu. and *Paulownia fortunei* Seem. Hemsl.. At locations in Subotica and Mošorin sample plots were established in 2012th, with a hybrid of this species *Paulownia x bellissima* (*Paulownia elongata* x *fortunei* x *elongata* – T2). Within four sample plots, analysis of survival and development of the plants took place, where were measured morphometric parameters of seedlings in the juvenile stage of development: plant height, diameter of the root neck, the number and length of

nodes, total number and color of leaves. In a laboratory conditions was done analysis of nutrition elements in leaves, and morphometric characteristics of leaves were measured: leaf area, volume of the leaf, the length of leaf surface, the length of central nerve, leaf width at the widest part of the leaf surface, leaf width 1cm from the base of the leaf, stem length, the distance between 3rd and 4th nerve, number of the nerves on the left side of central nerve, and number of the nerves on the right side from central nerve. Results obtained from morphometric measurements of plants and leaves were statistically processed in the programs Statgraphics.

Based on comparative analysis of phenotypic stability of paulownia seedlings in the juvenile stage of development, it has been determined that at the locations in Obrenovac and Pambukovica, survival and development of the plants were hindered. Poor survival and plant growth was mostly influenced by mechanical characteristics of the soil, but also insufficient quantities of water and nutrients, as well as soil acidic reaction. On these two sites where conditions are less favorable for development of paulownia, higher survival rate, better growth and biomass production was achieved by seedlings within the supplemental fertilizing treatment.

At locations in Subotica and Mošorin paulownia seedlings have achieved higher survival rate, better growth and higher biomass production, in total. Beside the loose, permeable and well aerated soil, lighter textural structure, better conditions for nutrition at these locations and better soil provision toward of plant nutrient elements had good impact on the overall development of paulownia seedlings at these localities. Sufficient quantities of affordable water under irrigation treatments enabled maximum survival success, faster plant growth and greater production of biomass, because in seedlings, even during the dry months, physiological processes and the adoption of nutrients from the soil went uninterrupted.

Based on the analysis of the obtained results for the height of the seedlings and diameter in the root neck, leaf size, number and length of nodes and the number of leaves on annual and perennial seedlings of paulownia, was found that the seedlings that were grown in a well-aerated, loose soil, with favorable water

capacity, with the appropriate measures of care, at the stage two-year old seedlings expresses its qualities as a fast-growing species.

Keywords: *Paulownia*, fertilization, irrigation, morphology.

Scientific field: Forestry

Narrow Scientific field: Seed science, nursery production and afforestation

UDK 630*232.4:582.916.21(043.3)

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1 PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA.....	3
2. PREDMET ISTRAŽIVANJA	10
2.1 POTENCIJALI IZABRANIH VRSTA.....	15
3. CILJ I OSNOVNA HIPOTEZA ISTRAŽIVANJA	19
4. MATERIJAL I METOD RADA	21
4.1 TERENSKA ISTRAŽIVANJA	22
4.1.1 Izbor lokaliteta za osnivanje oglednih polja.....	22
4.1.2 Klimatske karakteristike.....	25
4.1.3 Uzimanje uzoraka zemljišta.....	26
4.1.4 Osnivanje oglednih polja.....	26
4.1.5 Analiza prijema i preživljavanja biljaka na oglednim poljima.....	29
4.1.6 Analiza morfometrijskih karakteristika biljaka tokom prvog i drugog vegetacionog perioda	29
4.1.7 Uzimanje uzoraka listova za laboratorijske analize.....	30
4.2 LABORATORIJSKA ISTRAŽIVANJA	31
4.2.1 Analiza fizičkih i hemijskih svojstava zemljišta.....	31
4.2.2 Analiza morfometrijskih karakteristika listova biljaka tokom prvog i drugog vegetacionog perioda.....	32
4.2.3 Analiza stanja ishrane biljaka	33
4.3 STATISTIČKA OBRADA PODATAKA	34
4.3.1 Tro-faktorska analiza varijanse (ANOVA III).....	34
4.3.2 Dvo-faktorska analiza varijanse (ANOVA II).....	35
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA.....	36

5.1	KLIMATSKE KARAKTERISTIKE LOKALITETA.....	36
5.2	FIZIČKE I HEMIJSKE KARAKTERISTIKE ZEMLJIŠTA NA OGLEDNIM POLJIMA	45
5.3	SADRŽAJ ELEMENATA ISHRANE U ASIMILACIONIM ORGANIMA.....	53
5.4	PREŽIVLJAVANJE SADNICA	60
5.5	VARIJABILNOST MORFOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA BILJAKA.....	63
5.5.1	Varijabilnost morfometrijskih karakteristika biljaka na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda.....	63
5.5.1.1	<i>Visina sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda.....</i>	<i>63</i>
5.5.1.2	<i>Prečnik sadnica u zoni korenovog vrata na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda</i>	<i>66</i>
5.5.2	Varijabilnost morfometrijskih karakteristika biljaka na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda.....	69
5.5.2.1	<i>Visina sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda.....</i>	<i>69</i>
5.5.2.2	<i>Prečnik sadnica u zoni korenovog vrata na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda</i>	<i>72</i>
5.5.3	Varijabilnost morfometrijskih karakteristika biljaka na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom prvog vegetacionog perioda.....	75
5.5.3.1	<i>Visina sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom prvog vegetacionog perioda.....</i>	<i>75</i>
5.5.3.2	<i>Prečnik sadnica u zoni korenovog vrata na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom prvog vegetacionog perioda</i>	<i>77</i>
5.5.4	Varijabilnost morfometrijskih karakteristika biljaka na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom drugog vegetacionog perioda	80
5.5.4.1	<i>Visina sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom drugog vegetacionog perioda.....</i>	<i>80</i>
5.5.4.2	<i>Prečnik sadnica u zoni korenovog vrata na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom drugog vegetacionog perioda</i>	<i>82</i>
5.5.5	Broj i dužina nodusa sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda.....	84

5.5.6	Broj i dužina nodusa sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda.....	89
5.5.7	Broj i dužina nodusa sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom prvog vegetacionog perioda	94
5.5.8	Broj i dužina nodusa sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom drugom vegetacionog perioda.....	98
5.5.9	Broj i opis listova sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda	101
5.5.10	Broj i opis listova na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda.....	105
5.5.11	Broj i opis listova na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom prvog vegetacionog perioda.....	108
5.5.12	Broj i opis listova na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom drugog vegetacionog perioda.....	110
5.6	VARIJABILNOST MORFOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA LISTOVA BILJAKA	113
5.6.1	Varijabilnost morfometrijskih karakteristika listova biljaka na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) na kraju prvog vegetacionog perioda.....	113
5.6.2	Varijabilnost morfometrijskih karakteristika listova biljaka na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) na kraju drugog vegetacionog perioda	120
5.6.3	Varijabilnost morfometrijskih karakteristika listova biljaka na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) na kraju prvog vegetacionog perioda.....	127
5.6.4	Varijabilnost morfometrijskih karakteristika listova biljaka na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) na kraju drugog vegetacionog perioda.....	133
5.7	DISKUSIJA.....	140
6.	ZAKLJUČCI.....	158
7.	LITERATURA.....	160

1. Uvod

Razvoj civilizacije ima ogroman negativan uticaj na životnu sredinu, što dovodi do brojnih ekoloških problema. Obaveza društva, ali i uslov njegovog opstanka je da ublaži negativne efekte koje izaziva svojim postupcima (Veselinović i sar., 2012). Klimatske promene su prepoznate kao jedan od najvećih i najozbiljnijih izazova za celo čovečanstvo. Globalno zagrevanje, koje nose klimatske promene sa sobom, imaju vrlo širok spektar negativnih efekata na životnu sredinu. Nagle promene temperature i vlažnosti, česte ekološke katastrofe, utiču na šumske ekosisteme kako u celini, tako i na pojedinačna stabla (Smith and Tirpak, 1989; Andrasco, 1990; Botkin et al., 1992; Čule i sar., 2010a; Čule i sar., 2010b; Stanivuković, 2010; Lukas-Borja et al., 2011). Šume kao prirodni resursi predstavljaju značajan faktor stabilnosti klimatskih elemenata i svih ekosistema (Brašanac-Bosanac, 2013).

Sve veća urbanizacija prostora (izgradnja industrijskih zona, naselja i gradova) negativno utiče na šumske ekosisteme pri čemu se značajno smanjuju površine pod šumama (Lukas-Borja et al., 2011). Antropogeni uticaji kroz efekat staklene bašte izazivaju promene na zemlji, prvenstveno povećanjem temperature vazduha, poremećajem hidrološkog balansa i nivoa vode, i erozijom zemljišta (Lavee et al., 1991; Imeson i Emmer, 1992; Imeson and Lavee, 1998). Pod uticajem aerezagađenja i sve veće eksploatacije prirodnih resursa dolazi i do promena pedološkog supstrata. Kao posledica ovakvog delovanja je čitav niz promena u ekosistemu koji dovode do drastičnog smanjenja biološke raznovrsnosti i površina pod šumama, prvenstveno na prirodnim staništima (Joffre et al., 1999; Plieninger et al., 2003; Brown, 2008; MacCracken, 2008; Ramírez and Díaz, 2008). Ove pojave dovode u pitanje opstanak mnogih vrsta (Thompson et al., 2009; Čule i sar., 2010a; Nikolić i sar., 2010; Stanivuković, 2010).

Pored napora na očuvanju i zaštiti autohtonih vrsta, pred savremeno društvo se nameće potreba za unošenjem novih vrsta koje su otporne na novonastale

ekološke uslove i antropogene uticaje. Potreba da se površine pod šumama očuvaju i povećaju je prioritetna, pri čemu izbor adekvatnih vrsta predstavlja najveći izazov (Muthuri et al., 2005; Ivetić i Vilotić, 2014). Brojna istraživanja se bave ispitivanjem mogućnosti introdukcije različitih vrsta i njihove adaptacije na novonastale klimatske i ekološke promene, što je od suštinskog značaja za uspeh u pokušajima da se pronađe pravo rešenje za umanjenje negativnih efekata izazvanih klimatskim promenama (Williams, 1997; Gitay, 2001; Thorpe et al., 2001; Henderson et al., 2002; Biringer, 2003; Carey, 2003; Spittlehouse and Stewart, 2003; Koski and Rousi, 2005; Drever et al., 2006; Thorpe et al., 2006; Ogden and Innes, 2007; Schroeder, 2007; Aragao et al., 2008; Barlow and Peres, 2008; Betts et al., 2008; Innes et al., 2009; Lavadinović i sar., 2010).

Razvoj industrije dovodi do sve intenzivnije eksploatacije i upotrebe fosilnih goriva, što za posledicu ima nemerljive negativne efekte na životnu sredinu (Veselinović i sar., 2012). Sve veća potreba za energentima i sve ograničeniji prirodni resursi nafte i uglja ponovo aktuelizuju interesovanje za drvetom kao gorivom i sirovinom (Börjesson et al., 1997; Dubuisson and Sintzoff, 1998; Cannell, 2003). Biomasa kao gorivo u velikoj meri može da smanji negativni uticaj globalnog zagrevanja i prekomernu emisiju štetnih gasova, a obnovljivost je najveća prednost njenog korišćenja (Börjesson, 1999a; Börjesson, 1999b; Keoleian and Volk, 2005; Börjesson and Berndes, 2006). Na globalnom nivou, poslednjih decenija usvojeno je niz deklaracija, zaključaka i izjava, na osnovu kojih su se države potpisnice obavezale na brojne obaveze, od kojih je najvažniji Kjoto protokol. Kjoto protokol, obavezao je zemlje potpisnice, da do 2020. godine moraju da dostignu udeo od 20% u upotrebi obnovljivih izvora energije (Dražić i sar., 2010).

Nedostatak zaliha i sve veća potražnja za drvetom ukazuju na neophodnost veće upotrebe brzorastućih vrsta za proizvodnju drveta i biomase (Swamy et al., 2006; Mishra et al., 2010). Procene Evropske agencije za životnu sredinu pokazuju da se potencijali u proizvodnji biomase u EU, u budućnosti oslanjaju na energetske kulture uzgajane na poljoprivrednom zemljištu i na degradiranim površinama, posebno onim nastalim eksploatacijom fosilnih goriva, koji će činiti više od polovine

ukupnog potencijala biomase do 2030. godine. Procenjuje se da u Srbiji preko 60% energije dobijene iz obnovljivih izvora može da se proizvede iz biomase, velikim delom osnivanjem energetskih plantaža i plantaža kratke ophodnje brzorastućih drvenastih vrsta na degradiranim površinama (Dražić i sar., 2010).

U cilju unapređenja plantažnog šumarstva u Srbiji nameće se potreba za većim istraživanjima mogućnosti upotrebe novih vrsta drveća (Ivetić i Vilotić, 2014). Zbog svog brzog rasta i izdanačke moći, vrste roda *Paulownia* Sieb. & Zucc. predstavljaju veliki potencijal za dobijanje biomase i biogoriva (Lucas-Borja et al., 2011; Yadav et al., 2013).

1.1 Pregled dosadašnjih istraživanja

U ovom poglavlju dat je pregled pojedinačnih istraživanja koja se bave vrstama roda paulovnja. Vrste roda paulovnja su izuzetno prilagodljive različitim uslovima staništa i u svom prirodnom arealu široko su rasprostranjene od severa do juga Kine. Uspeavaju na različitim nadmorskim visinama, sve do 2.000-2.400 metara (El-Showk and El-Showk, 2003; Hassanzad and Rostami, 2007). Brzina rasta biljaka zavisi od kvaliteta sadnog materijala (DuPlissis et al., 2000), ali i od klimatskih uslova (Zhu et al., 1986; Woods, 2008; Radošević i Vilotić, 2010), tipa zemljišta (Melhuish et al., 1990; Madejón et al., 2014; Popović i sar., 2015), prihranjivanja (Mitrović i sar., 2012; García-Morote et al., 2014) i nege (Rad and Mirkala, 2015).

Istraživanja koja su sprovodili Zhu et al. (1986) ukazuju da pod optimalnim klimatskim uslovima, već nakon pet do šest godina se može dobiti kvalitetno drvo. Na osnovu sprovedenih istraživanja isti istraživači došli su do zaključka da ovako visok potencijal rasta paulovnja može da ublaži probleme u nedostatku drveta u mnogim Kineskim regijama, izdvajajući primer pokrajine Henan, gde je samo u periodu od 1963. do 1965. godine zasađeno preko 2.000 hektara, čijom eksploatacijom tokom perioda od 1971. do 1976. godine je dobijeno skoro 148.000 m³ drvne građe. Intenzivnim osnivanjem plantaža brzorastućim vrstama roda

paulovnja efikasno je rešen višedecenijski problem nedostatka drveta u ovoj regiji. Prema ovim autorima zabeleženi su izuzetni primeri stabala koja su odrasla u povoljnim ekološkim uslovima (tabela 1).

Tabela 1. Karakteristike izuzetnih primera stabala paulovnije na prirodnim staništima u Kini (Zhu et al., 1986)

Vrsta	Pokrajina u Kini	Starost (god.)	Prsni prečnik (cm)	Visina (m)	Zapremina drveta (m ³)
<i>Paulownia fortunei</i> Seem. Hemsl.	Kweichow	80	202,0	49,5	34,0
<i>Paulownia fortunei</i> Seem. Hemsl.	Kweichow	90	224,0	/	44,0
<i>Paulownia elongata</i> S. Y. Hu.	Henan Kwangsi Chuang	13	73,0	17,5	2,5
<i>Paulownia fortune</i> Seem. Hemsl.	Kwangsi Chuang	11	75,1	22,0	3,7
<i>Paulownia fortunei</i> Seem. Hemsl.	Szechuan	18	100,5	21,7	6,6

Istraživanja sprovedena u Iranu (Kiaei, 2012) pokazuju da stabla starosti pet godina, koja su rasla u optimalnim uslovima mogu da dostignu visinu i do 10,24 m, sa prsnim prečnikom od 23,5 cm.

Tisserat et al. (2013) na osnovu svojih istraživanja, koja su sprovodili u SAD-u (Džordžija), navode da trogodišnja stabla *Paulownia elongata* S. Y. Hu. mogu da dostignu visinu od 10 m i prsni prečnik od 16 cm. Prema drugim autorima (Webster et al., 2006) u Americi su zabeleženi izuzetni primeri stabala starosti dvadeset godina, sa visinom i do 19 m, sa prsnim prečnikom od 36 cm. Ipak prosečne vrednosti porasta su manje i iznose na godišnjem nivou oko 60 cm (Tackett and Graves, 1983). U drugoj godini sadnice mogu da dostignu visinu i do 4 m, sa prsnim prečnikom 5-7 cm (Šoškić i sar., 2003; Vilotić i sar., 2011).

Olave et al. (2015) u svojim istraživanjima sprovedenim na područjima sa hladnijim klimatskim uslovima u Severnoj Irskoj, navode primere trogodišnjih

sadnica španskih genotipova *Paulownia*, gde je preživljavanje sadnica od 70-95,8%, a visine koje su dostigle na kraju treće godine su od 0,9-1,5 m.

Uspeh pošumljavanja je u direktnoj vezi sa uspehom preživljavanja biljaka (Óskarsson, 2009), na koje utiče mnogo faktora. Rezultati prijema biljaka vrste *Paulownia* sp. su različiti, i kreću se od veoma visokih (Tackett and Graves, 1983), do jako niskih, u zavisnosti od ekoloških uslova sredine (Beckjord and McIntosh, 1983; Pollio and Davidson, 1992; Mitchem et al., 2002; Johnson et al., 2003). Osetljivost biljaka u prvim godinama razvoja je velika, ali u povoljnim uslovima preživljavanje u toku prve godine se kreće i do 99,5% (Johnson et al., 2003).

Zemljište je izuzetno važan mediji za život biljaka, iz kog biljke dobijaju potrebne količine vode i hranljivih materija koje su ima neophodne za fiziološke procese. Pored toga u zemljištu se odvija i veliki deo ciklusa kruženja materije u prirodi (Bauhus et al., 2002; Hopmans et al., 2005). Paulovnije najbolje rastu na zemljištima koja su dobro drenirana i koja imaju manji procenat gline u svom sastavu (Mitchem et al., 2002; El-Showk and El-Showk, 2003). Vrsta *Paulownia fortunei* Seem. Hemsl. i *Paulownia tomentosa* Steud. su tolerantnije na učešće gline u zemljištu od vrste *Paulownia elongata* S. Y. Hu., koja dobro raste samo na lakšim i peskovitim zemljišta (Zhu et al., 1986; Woods, 2008). Najbolje rezultate postižu sadnice posađene na rastresitom, dobro dreniranom i vlažnom zemljištu (Beckjord, 1984; Stringer, 1986; Graves, 1989; Graves and Stringer, 1989; Donald, 1990; Torbert and Johnson, 1990; Johnson et al., 1992; Kays et al., 1998), sa pH od kisele do slabo alkalne reakcije (Tang et al., 1980; Beckjord and McIntosh, 1983; Beckjord, 1984; Stringer, 1986; Zhu et al., 1986; Turner et al., 1988; Melhuish et al., 1990; Torbert and Johnson, 1990). Na jako kiselim zemljištima smanjuje se procenat preživljavanja, porast i kvalitet biljaka (Turner et al., 1988; Melhuish et al., 1990). Iako je pH vrednost zemljišta, na kojima mogu da rastu vrste ovog roda, velikog raspona od 5,0-8,9 (Zhu et al., 1986), najveći broj vrsta najbolje raste na zemljištima koja imaju vrednosti između 5,5-7,5 (Kays et al., 1998; Barkley, 2007). Vrsta *Paulownia fortunei* bolje podnosi niže pH vrednosti zemljišta od vrste *Paulownia elongata* (Zhu et al., 1986). Paulovnije su netolerantne prema: visokom nivou

podzemne vode (najviše 1,5 m), stajaćim vodama (čak i tri do četiri dana mogu da budu fatalna za biljke) i na sadžaj soli u zemljištu veći od 1% (Zhu et al., 1986; Kays et al., 1998).

Vrste roda paulovnja imaju moćan i snažno razgranat korenov sistem (dužine i do 2 m) koji prodire u dublje slojeve i zahvata veću zapreminu zemljišta, pri čemu se povećava sposobnost biljke za usvajanje vode i hranljivih materije iz njega (Woods, 2008; Škvorc i sar., 2014). Apsorpcija hranljivih elemenata iz zemljišta se povećava ako su povoljni fizički uslovi zemljišta, pri kojima koren raste bujno (Longbrake et al., 2001; Johnson et al., 2003). U peskovitim zemljištima 76% korenovog sistema razvija se na dubini od 40-100 cm, a samo 12% u prvom sloju od 40 cm zemljišta (El-Showk and El-Showk, 2003; Woods, 2008). Za razvijanje korenovog sistema neophodna su topla i vlažna, rastresita i dobro aerisana zemljišta. Dinamika porasta u prvoj godini je manja u nadzemnom delu (Hu, 1959; Dhiman, 1997), jer biljka najveću energiju porasta usmerava u razvoj korenovog sistema (Longbrake et al., 2001; Johnson et al., 2003). U drugoj godini razvoja porast nadzemnog dela se intenzivira (Longbrake et al., 2001).

Faktori koji utiču na rast vrsta roda *Paulownia* imaju sličan uticaj i na kvalitet drveta (Khalil et al., 2015). Kao najznačajniji faktor koji utiče na rast biljaka i određuje anatomsku strukturu i dužinu drvnih vlakana su fizička svojstva zemljišta (Pardo et al., 2000; Vilotić i Radošević, 2005; Vetterlein et al., 2007; Gil et al., 2012; Vilotić i sar., 2015). Osim toga vrlo važnu ulogu ima i pH vrednost, plodnost zemljišta, odnosno prisustvo nutrijenata u njemu (Clement et al., 2012; Burns et al., 2013).

Vekovima se vrste roda paulovnja u Kini gaje u agrošumarstvu, a tek u poslednjih tridesetak godina se intenzivnije gaje plantažno (Barton et al., 2007). Zbog svog brzog rasta i veličine, biljke se sade na većim rastojanjima. Na osnovu istraživanja koja su sprovedi Zhu et al. (1986), Kays et al. (1998) i El-Showk and El-Showk (2003) rastojanja između sadnica u planatažama paulovnja mogu biti različita. Kako isti autori navode u optimalnim uslovima sadnja može da bude 204, 278, 400 ili 500 biljaka po hektaru, odnosno biljke se sade na rastojanju 7x7 m, 6x6

m, 5x5 m ili 5x4 m, razmak sadnje zavisi od vrste plantaže. Prema López et al. (2012) u intenzivnim zasadima broj stabala po hektaru iznosi i do 2.000. Ukoliko se radi o nepristupačnijim ili erodiranim površinama, sadnja se prilagođava uslovima na terenu (Zhu et al., 1986; Barton et al., 2007; Woods, 2008). Prema Woods (2008) broj biljaka po ha ne bi trebalo da bude veći od 500, a preporuka je 300 biljaka/ha, na rastojanju 3x6 m.

Prostor između redova se najčešće koristiti za setvu poljoprivrednih kultura, obzirom na pozitivan uticaj paulovnja na mikroklimu (Chong, 1989; Donald, 1990; Dong and van Buijtenen, 1994; Dhiman, 1997; Yin and He, 1997; Kayas et al., 1998). Zahvaljujući velikoj lisnoj masi koja je bogata nitritima, lisni otpad ove vrste ima vrlo izraženu meliorativnu ulogu u popravljajući kvaliteta zemljišta oko stabla. Upravo zbog ovih osobina u nekim oblastima u Kini od listova se pravi zeleno đubrivo, koje se koristi za poboljšanje pedoekoloških osobina zemljišta (Zhu et al., 1986). Pored toga, listovi su bogati hranljivim elementima i pogodni su za ishranu svinja i ovaca (Zhu et al., 1986; Chong, 1989; Donald, 1990; Kukadia, 1996; Dhiman, 1997; Kayas et al., 1998). Prinosi poljoprivrednih kultura u agrošumarstvu su manji nego prinosi gajenih kultura na klasičan način (Zou and Stanford, 1990), ali je ušteda velika kada se uzme u obzir međuredna obrada plantaže, zaštita od erozije, povećanje produktivnosti zemljišta i zadržavanje polutanata u krošnji drveća (Kayas et al., 1998). Za podizanje mešoviti zajednica sa drugim vrstama drveća, mora da se prati trend porasta, jer vrste paulovnja spadaju u vrste svetlosti (Grime, 1965; Hull and Scott, 1982; Zhu et al., 1986; Williams, 1993; Kayas et al., 1998).

Prirodno obnavljanje *Paulownia* sp. je vema lako ako se radi o čistinama, kao što su napuštena zemljišta, požarišta ili staništa na kojima je izvršena čista seča. Sitno i lako seme paulovnije ima dobru klijavost (Šijačić-Nikolić i sar., 2009). Seme klija samo u uslovima svetlosti, što važi i za rast mladih sadnica. Iz tih razloga vrste ovog roda se prirodno ne obnavljaju u šumama i smatraju se pionirskim vrstama (Zhu et al., 1986).

Vrste *Paulownia* sp. dobro uspeavaju na vrlo siromašnim podlogama, pa se koriste za revitalizaciju, kako prirodnih, tako i veštački stvorenih degradiranih

zemljišta (Tang et al., 1980; Hardie et al., 1989; Hemmerly, 1989; Graves, 1989; Donald, 1990; Torbert and Johnson, 1990; Sand, 1992; Veselinović i sar., 2010; Mitrović i sar., 2011).

Različite vrste paulovnja različito podnose niske temperature. Granica rasprostranjenosti u prirodnom arealu se poklapa sa apsolutno najnižom temperaturom, koja iznosi -20°C . Najotpornija vrsta na mraz i na sušu je *Paulownia tomentosa*, koja podnosi temperature od -20 do 40°C . *Paulownia elongat* može da izdrži temperature od -15°C do -18°C , a *Paulownia fortunei* -5°C do -10°C (Zhu et al., 1986). Odrasla stabla u stadijumu mirovanja podnose temperature i do -25°C , dok u periodu fiziološke aktivnosti biljke, rani jesenji i kasni polećni mrazevi, mogu da oštete biljke, naročito njene vršne delove (Beckjord, 1984; Kuser and Fimbel, 1990; Geyer, 2000; Mitchem et al., 2002).

Prirodna staništa roda *Paulownia* su veoma velikog opsega, od tropske do mediteranske klime, sa prosečnom godišnjom količinom padavina od 500-3000 mm (Hassanzad and Rostami, 2007; Lucas-Borja et al., 2011). Pri čemu, vrsti *Paulownia elongata* odgovaraju uslovi u kojima se godišnje padavine kreću između 600-1500 mm, a broj sušnih meseci je od 3 do 9. Dok su za vrstu *Paulownia fortunei* najpovoljniji uslovi gde se godišnje padavine kreću između 1200 i 2500 mm, a broj sušnih meseci nije veći od tri u toku godine (Zhu et al., 1986). Pravilan raspored padavina tokom vegetacionog perioda je od izuzetnog značaja za povoljan rast paulovnja (Radošević i Vilotić, 2010). Vetar je najznačajniji za rasejavanje semena ovih vrsta. Pored toga, njegova uloga nije uvek pozitivna. Veliki listovi pružaju otpor jakim udarima vetra što može da dovede do lomova grana ili celih stabala (Zhu et al., 1986; Vilotić i sar., 2011).

Zemljišta na kojima se vrši pošumljavanje su u najvećem broju slučajeva siromašna hranljivim materijama (Stilinović, 1991), što se ublažava dodavanjem različitih đubriva (Óskarsson et al., 2006). Đubrenje je jedno od korisnih, a u nekim slučajevima, i obavezan postupak u pripremi zemljišta za sadnju, jer hranljive materije iz đubriva podstiču regeneraciju i razvoja korenovog sistema tek posađenih sadnica (Brockley, 1988), što je izuzetno važno jer je to veoma kritična faza razvoja

biljaka nakon sadnje. Izbor vrste, količine i vremena upotrebe đubriva zavisi, u prvom redu od pedoloških uslova, ali i od bioloških osobina i stadijuma razvića biljaka (Krasowski et al., 1999; Tucović i Simić, 2002; Güsewell et al., 2003; Hawkins et al., 2005). Omogućavanje biljkama pravilnog sistema ishrane, odnosno dostupnost potrebnih biljnih asimilativa, treba da obezbedi formiranje biološki zdravog materijala, koji je otporan prema nepovoljnim uslovima sredine. Na taj način će se omogućiti da se biljke dobro razvijaju i rastu u plantažama i kulturama (Aerts et al., 1991; Jacobs et al., 2005). Istraživanja koja su sprovedi García-Morote et al. (2014) pokazuju da je opravdano gajenje brzorastućih vrsta i u polusušnim regionima, sa minimalnim navodnjavanjem. Istraživanja su pokazala da je proizvodnja biomase hibrida *Paulownia elongata* × *Paulownia fortunei* (klon *in vitro* 112®) direktno uslovljena navodnjavanjem ili prihranjivanjem, i da je količina dostupne vode glavni faktor u proizvodnji biomase. Isti autori navode da primena vode i đubriva u znatnoj meri poboljšava rast biljka u plantažama, ali na prvom mestu brzina porasta zavisi od dostupne vode i plodnosti zemljišta. Do ovakvih zaključaka u svojim istraživanjima su došli i Carpenter and Smith (1979), Beckjord (1984) i Donald (1990).

2. Predmet istraživanja

Rod *Paulownia* Sieb. & Zucc. je ranije svrstavan u dve familije, (*Scrophulariaceae* i *Bignoniaceae*) prema različitim karakteristikama klasifikacija. Prema anatomiji cveta i morfološkim karakteristikama semena i embriona svrstana je u familiju *Scrophulariaceae*. Po svom habitusu, velikim listovima i raskošnim cvetovima liči na familiju *Bignoniaceae*, a krilca semena i broj hromozoma ($2n=40$) su dovoljni da bude svrstana u ovu familiju (Armstrong, 1985). Novija filogenetska istraživanja odbacuju ovakve relacije, iako ona ima dosta sličnosti sa obe familije, i rod *Paulownia* Sieb. & Zucc. svrstavaju u posebnu malu familiju *Paulowniaceae* (Nakai, 1949; Armstrong, 1985; Olmstead et al., 2001; Olmstead, 2002; APG II, 2003;).

Latinsko ime ovom rodu dao je Thunberg, švedski botaničar, koji je detaljno opisao ovaj rod u "Flori Japana" 1781. godine. Rod obuhvata devet vrsta i nekoliko prirodnih hibrida koje najvećim delom vode poreklo iz Kine. Najznačajnije vrste ovog roda su: *P. albiphloea*, *P. australis*, *P. catalpifolia*, *P. elongata*, *P. fargesii*, *P. fortunei*, *P. ka-wakamii*, i *P. tomentosa*. Poslednjih decenija vlada izuzetno veliko interesovanje u svetu za brzorastućim vrstama roda *Paulownia* (Hu, 1961; Hardie et al., 1989; Donald, 1990; Torbert and Johnson, 1990; Kukadia, 1996; Dhiman, 1997; Csurches and Edwards, 1998; El-Showk and El-Showk, 2003).

Vrste roda *Paulownia* u Evropu su unete 1830. godine, i to najpre u Belgiju i Holandiju. U Americu su unete sredinom devetnaestog veka, putem semena, koje su doneli kineski imigranti, koje su koristili za zaštitu sudova i drugih lomljivih stvari u transportu (Bergmann, 2003; El-Showk and El-Showk, 2003).

Zahvaljujući sve većim potrebama za drvetom, za paulovnijom vlada veliko interesovanje u svetu, koje se poslednjih godina sve više širi i kod nas. U Srbiji se *Paulownia tomentosa* koristi već više od sto godina kao vrlo cenjeno dekorativno drvo, u ozelenjavaju parkova i vrtova (Cvjetičanin i Perović, 2009; Stojičić i sar., 2010). Prva plantaža sa brzorastućim vrstama *Paulownia elongata* i *Paulownia*

fortunei osnovana je 1993. godine, pod pokroviteljstvom dipl. inž. Slobodana Vukovojca, kod Bele Crkve. Danas je na teritoriji Srbije osnovano više eksperimentalnih ogleda i proizvodnih plantaža sa različitim vrstama i hibridima paulovnije (Vilotić i sar., 2011).

Paulovnja je listopadno drvo sa snažanim, razgranatim i duboko ukorenjenim korenovim sistemom (Hu, 1959; García-Morote et al., 2014). Razvoj i rasprostranjenje korenovog sistema u najvećoj meri zavisi od nivoa podzemnih voda, fizičkih karakteristika zemljišta i prihranjivanja biljaka (Beckjord and McIntosh, 1983; Hui-Jun and Torsten, 1984; Stringer, 1986; Donald, 1990; Melhuish et al., 1990). Kora mladih stabala je glatka, braonkasto siva, sa vidno izraženim lenticelama, a kod starijih stabala pojavljuju se vertikalne pukotine, i kora je tamno mrke boje (Šilić, 1990; Vukićević, 1996; Kays et al., 1998).



Slika 1. Stablo paulovnije sa lisnim ožiljkom (levo). Krošnja dvogodišnje sadnice paulovnije na oglednom polju u Mošorinu (desno)

Krošnja je razgranata, okruglasta do široko piramidalna, sa jakim bočnim granama. Najčešće su svi delovi biljke, osim starijih grana, prekriveni dlačicama. Najveći broj vrsta roda *Paulownia* ima pseudo-dihotomo grananje, jer terminalni

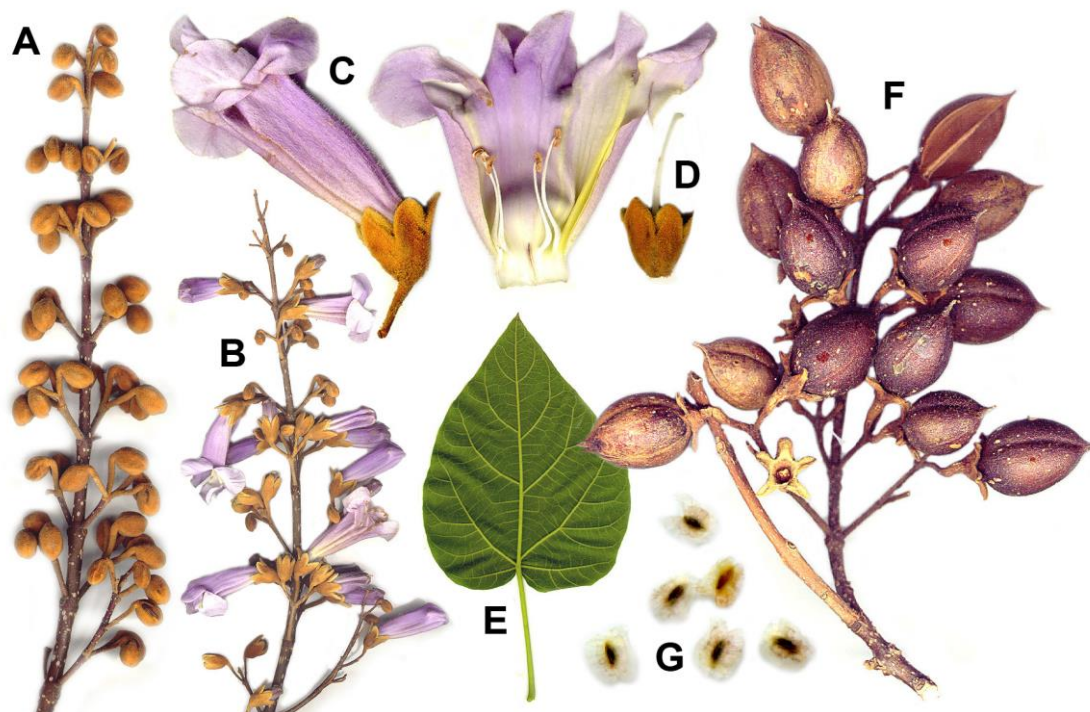
pupoljak izmrzava tokom zime. Izuzetak je *Paulownia fortunei* kod koje ponekad iz terminalnog pupoljka izrastu bočne grane. Grančice su debele, žuto do zelenkastosmeđe, sa izraženim lenticelama (Kays et al., 1998). Pupoljci su sitni, svetlosmeđe boje, naspramni, retko po tri u pršljenu. Lisni ožiljak je vrlo veliki (Zhu et al., 1986; Vukićević, 1996; El-Showk and El-Showk, 2003; Barton et al., 2007).



Slika 2. Nodusi jednogodišnje sadnice (levo). List dvogodišnje sadnice paulovnije na oglednom polju u Subotici (desno)

Kod mladih stabala (u juvenilnoj fazi razvoja) listovi su talasastog oboda sa izraženim režnjevima, izuzetno su veliki i mogu da dostignu dužinu i do 90 cm (Graves, 1989). Dok su listovi kod odraslih stabla manji, dužine 15-30 cm, širine 10-20 cm, celog oboda (Innes, 2009). Listovi su sa obe strane prekriveni gustim dlačicama (Kays et al., 1998). Vrste *Paulownia* sp. dostižu zrelost vrlo rano, već u 4. ili 5. godini (Niemeier, 1984; Kukadia, 1996), a u kultivisanim uslovima, u plantažnom uzgoju, još ranije, čak u trećoj godini (Tang et al., 1980). Cvetovi su grupisani u terminalne cvasti, koje mogu da budu duge i do 40 cm. Pojedinačni cvetovi mogu biti dugi od 5-11 cm, plavo-ljubičaste su boje, sa prelazom u belu, i prijatanog mirisa. I čašica i krunica su petorežnjevite i zvonaste. Plod je mnogosemena, jajasta, dvooka čaura, duga 3-10 cm. Seme je izuzetno sitno i lagano (2-7 mm), u obliku leptira, i lako se raznosi vetrom (Bartlow et al., 1996). Plodovi

sazrevaju u oktobru-novembru, a seme se može sakupljati od novembra do marta meseca (Šijačić-Nikolić i sar., 2009).



Izvor: <https://sr.wikipedia.org/wiki/Пауловнија>

Slika 3. Izgled vegetativnih organa vrste *Paulownia tomentosa*: A – cvetni pupoljci, B – cvast, C – cvet, D – naličje lista, E – presek krunice sa 5 prašnika i čašica sa stubićem i žigom tučka, F – poluotvorene čaure, G – seme

Paulownia fortunei (Seemann) Hemsley in F.B. Forbes&Hemsley (syn. *Campsis fortune* Seemann, J. Bot. 5: 373. 1867; *P. Dode*; *P. meridionalis* Dode; *P. mikado* T. Ito). Listopadno drvo dostiže visinu i do 30 m i prsni prečnik do 2 m, kupaste krošnje i pravog debla sa tamno sivobraon korom. Listovi su naspramni, široko jajasti u osnovi srcasti, dugi 20 cm i široki 12 cm, na peteljka dugim 12 cm. Naličje lista je svetlije zelene boje, celog oboda i zašiljenog vrha. List je obrastao dlačicama sa obe strane. Cvetovi su grupisani u ljubičasto-bele metličaste cvasti, cilindričnog oblika, do 35 cm veličine. Uključujući i krila seme je veličine 6-10 mm. Cveti u aprilu-maju, a plodonosi u julu-avgustu (Šilić, 1990; Wu et al., 1998; Cvjetićanin i Perović, 2009).

Paulownia elongata S. Y. Hu., Quart. J. Taiwan Mus. 12: 41.1959. Drvo dostiže visinu do 25 m, ima široko kupastu krošnju. Lice lista skoro golo, naličje gusto dlakavo, jajasto-srčastog oblika, dužine i do 34 cm, a široki do 22 cm. Obod lista može da bude nazubljen, ali je najčešće ceo. Cvetovi su grupisani u piramidalne do usko-kupaste cvasti, koje mogu biti i do 30 cm duge. Krunica je ljubičaste do ružičasto bele boje. Ima sitnije seme od *Paulownia fortunei* Seem. Hems. i sa krilcima je veličine je 4-5 mm. Cveta u aprilu-maju, a plodonosi u jesen (Šilić, 1990; Wu et al., 1998; Cvjetićanin i Perović, 2009).

Paulownia x bellissima. Hibrid vrste *Paulownia elongata* S. Y. Hu., koji je nastao ukrštanjem dve osnovne vrste *Paulownia fortunei* Seem. Hems. i *Paulownia elongata* S. Y. Hu., pri čemu je dobijen hibrid u F1 generaciji. Hibrid iz F1 generacije je ponovo ukršten sa vrstom *Paulownia elongata* S. Y. Hu. i dobijen je hibrid u F2 generaciji. Hibrid *Paulownia x bellissima* (*Paulownia elongata x fortunei x elongata* – T2) je nastao u laboratoriji BioTree Ltd., u Bugarskoj. Dobijeni hibrid podnosi niske temperature do -25° C. U optimalnim uslovima gajenja na kraju prave vegetacione sezone može da dostigne visinu i do 5-6 m i prsni prečnik od 3-4 cm (Miladinova et al., 2013).

Rod *Paulownia* je veoma varijabilan, heterozis se ispoljava kroz unutarvršno ukrštanje. Razmnožavanje je veoma lako i generativnim i vegetativnim putem (Carpenter and Smith, 1979; Hu, 1961; Niemeier, 1984; Zhu et al., 1986; Graves and Stringer, 1989; Donald, 1990; Vilotić i sar., 2006):

- korenskim reznicama – (od odraslih stabala i od mladih sadnica) se dobijaju uniformne sadnice, brzog porasta. Ovo je jednostavan metod koji ima visok stepen preživljavanja i najčešće se koristi;
- reznicama iz izbojaka – koji se razvijaju na mladim biljkama. Ovaj metod se retko koristi, ali je značajan kao način vegetativnog razmnožavanja. Koristi se za razmnožavanje retkih i tek dobijenih klonova kod kojih su korenske reznice u nedostatku;
- ožiljavanjem izbojaka – se najčešće sprovodi kod nedovoljno razvijenih jednogodišnjih sadnica. Retko korišćen metod;

- semenom – sadnice dobijene generativnim putem imaju dobro razvijen korenov sistem. Razmnožavanje generativnim putem je široko korišćen metod.

Sve veća potražnja za kvalitetnim sadnim materijalom *Paulownia* sp. zahteva unapređivanje tehnologije proizvodnje ovih vrsta (Vilotić i sar., 2006). Bojović i sar. (2006) i Vilotić i sar. (2006) ukazuju na neophodnost prvobitne selekcije u okviru genofonda vrste. Mikropropagacija ili *in vitro* razmnožavanje uspešno zadovoljava potrebe za masovnom proizvodnjom kvalitetnog sadnog materijala (Yadav et al., 2013) i veoma je pogodan način za brzu i masovnu reprodukciju biljaka na malom prostoru (Grbić, 2004). Za *in vitro* masovno razmnožavanje najčešće se koriste: vršni pupoljci, izbojci (priperci), list sa peteljkom, deo nodusa (deo stabla iz koga rastu listovi), pupoljci u pazuhu listova (bočni pupoljci), deo semena ili isečak korena (Ozaslan et al., 2005; Rahman et al., 2013; Clapa et al., 2014; Protul, 2015).

Prema Kays et al. (1998) najbolji period za sadnju biljaka je kasna jesen ili rano proleće, pre kretanja vegetacije. Kako navode autori, plantaže pod vrstama iz roda *Paulownia* zahtevaju značajnu negu u prvih nekoliko godina, pre svega navodnjavanje. Sadnice se puštaju da slobodno rastu u prvoj godini kako bi im se što bolje razvio korenov sistem. Čepovanje sadnica, odnosno odsecanje sadnica do nivoa zemlje, se vrši u drugoj ili trećoj godini od sadnje (Zhu et al., 1986; Graves and Srtinger, 1989; Kays et al., 1998). U godinama nakon čepovanja zakidaju se bočni izdanci, kako bi se dobila što pravija i viša debla (Zhu et al., 1986; Kays et al., 1998).

2.1 Potencijali izabranih vrsta

Brojna istraživanja pokazuju da se vrste *Paulownia* Sieb. & Zucc. odlikuju brzim rastom, kratkom ophodnjom i imaju različite upotrebne vrednosti (Zhu et al., 1986; El-Showk and El-Showk, 2003; Barton et al., 2007; Mitrović i sar., 2011; Vilotić i sar., 2011). Potencijali paulovnja su višestruki, pored izuzetno brzog rasta i vrednog drveta koji se dobija za relativno kratak vremenski period, koristi se i u agrošumarstvu, remedijaciji kontaminiranih zemljišta, hortikulturi, pčelarstvu,

farmaciji i medicini (Ayan et al., 2003; Ayan et al., 2006; Zhang et al., 2007; Innes, 2009).

Najznačajnija osobina ovog roda je izuzetno brz rast, zbog čega su neke vrste roda *Paulownia* svrstane među najbrže rastuće drveće na svetu (Šijačić-Nikolić i sar., 2009). U optimalnim uslovima, petogodišnje stablo paulovnije, može da dostigne visinu od 9,3 – 11,1 m, prsni prečnik 14,7 – 18 cm i zapreminu drveta 0,07 – 0,12 m³ (Zhu et al., 1986). Prosečna visina stabala 8-10 godine starosti su od 15-20 m i prečnik 30 – 40 cm (Best Practice Guidelines, 2007). Desetogodišnja stabla u optimalnim uslovima dostižu visinu od 10,2 – 13,2 m, prsni prečnik od 25 – 39,6 cm, i zapreminu drveta od 0,24 – 0,62 m³ (Zhu et al., 1986).

Vrste *Paulownia* sp. su izuzetno pogodne za intezivno gajenje u plantažama kratke ophodnje, zbog brzog porasta. Ako se paulovnja koristi za osnivanje energetskih zasada ili kao sirovina za proizvodnju celuloze i papira, stabla su spremna za seču već posle treće godine. Nekon seče nije potrebna ponovna sadnja jer se drvo lako regeneriše iz panja (velika izdanačka moć), novi izdanak potpuno obuhvata panj i stablo je opet spremno za seču nakon dve do tri godine. Ovakvih ciklusa može biti i do 10 u jednom zasadu (Bergmann, 1998; Best Practice Guidelines, 2007).

Istraživajući potencijal paulovnije kao vrste za dobijanje biogoriva, Yadav et al. (2013) su dali procenu sastava drveta, pri čemu se 14,0% ekstrahuje, 50,55% je celuloza, 21,36% lignin, 0,49% pepeo, 13,6% hemi-celuloza. Intezivna plantaža od 2000 stabala/ha, u povoljnim uslovima, može dati od 150 do 300 tona drveta godišnje, i to samo 5-7 godina nakon sadnje. López i sar. (2012) u svojim istraživanjima navode da je sadržaj pepela kod paulovnja manji (0,89%), a sadržaj celuloze (44%) veći u odnosu na druge vrste koje se koriste u energetskim zasadima. Isti autori navode da paulovnja ima kalorijsku vrednost od 20,3 MJ/kg, što je čini pogodnom sirovinom za dobijanje biogoriva.

Zbog svojih specifičnih fizičkih i mehaničkih osobina (Hu, 1959; Hu, 1961; Tang et al., 1980; Hemmerly, 1989; Sand, 1992; Dong and van Buijtenen, 1994;),

drvo paulovnije ima široku primenu u Kini i Japanu, gde se koristi više od 2500 godina. Koristi se za pravljenje: vrata, prozora, pregradnih daski, plafona, unutrašnjih greda. Pored toga, koristi se za proizvodnju: stolova, stolica, bačvi za vino, kutija za čajeve i voće (Tang et al., 1980; Hardie et al., 1989; Bartlow et al., 1996; Miller, 2003). Drvo je izuzetno lagano i od njega se prave kutije za transport, a pored toga je dobar izolator pa se koristi i za košnice (u njima je leti hladnije, a zimi toplije), što utiče na povećanje prinosa meda. Idealno je za pravljenje modela (aviona ili jedrilica), jer je lagano (40% lakše od većine ostalog drveća), nema čvorove, otporno na truljenje, ne vitoperi se i ne puca. Drvo se lako obrađuje, koristi se za pravljenje muzičkih instrumenata i različitih drvenih ukrasa: vaze, drvene figure, kutije za medalje, igračke, ramovi (Hu, 1959; Hu, 1961; Graves, 1989; Hardie, 1989; Donald, 1990; Torbert and Johnson, 1990; Sand, 1992; Kukadia, 1996; Dhiman, 1997). Drvo se dobro vezuje i dobar je materijal za proizvodnju iverice. Sadrži male količine ekstrakta (tanina i dr.) bele boje, tako da je vrlo pogodno za dobijanje celuloze. Na taj način se u industiji papira skraćuje postupak i smanjuju količine hemikalija koje su potrebne za beljenje, što je od posebnog značaja za zaštitu životne sredine (Zhu et al., 1986; El-Showk and El-Showk, 2003; Popović i Radošević, 2008; Popović i Radošević, 2011).

Paulovnije su medonosne vrste (Kojić i sar., 2008), a različiti delovi biljke se koriste u farmaceutskoj inustriji i u medicinske svrhe (Zhu et al., 1986; Hu, 1961; Ayan et al., 2003; Innes, 2009; Smejkal et al., 2007; Popova and Baykov, 2013; Si et al., 2013; Yadav eta al., 2013).

Zahvaljujući velikim i dlakavim listovima ovaj rod ima izuzetno važnu ulogu u prečišćavanju vazduha od sumpora i ugljendioksida, i u zadržavanju čvrstih polutanata, dima i prašine, u svojoj krošnji (Zhu et al., 1986; Šijačić-Nikolić i sar., 2008).

Zhang et al. (2007) su istraživali kontaminirano zemljište u blizini topionice olova i cinka. Dobijeni rezultati ukazuju da sadnice *Paulownia fortunei* Seem. Hemsl. na takvom zemljištu (bogatom sa teškim metalima) znatno utiču na poboljšanje strukturnih i funkcionalnih karakteristika zemljišnih mikroorganizama. Paulovnja

je pionirska vrsta (Zhu et al., 1986) koja ima sposobnost da akumulira veliku količinu teških metala i na taj način vrši fitoremedijaciju zemljišta (Stanković i sar., 2009b; Bahri et al., 2015). Sadržaj teških metala u listovima paulovnja koje rastu u gradskim uslovima, ukazuju da ovaj rod dobro podnosi zagađene uslove sredine. Sve ove činjenice ukazuju na to da se one mogu koristiti za rekultivaciju degradiranih površina, otpadnih voda, za gajenje u drvodredima i vetrozaštitnim pojasevima, u urbanim uslovima i pored saobraćajnica (Cunningham and Carpenter, 1980; Turner et al., 1988; Melhuish et al., 1990; Torbert and Johnson, 1990; Doumett et al., 2008; Stanković i sar., 2009a; Knežević i sar., 2009; Wang et al., 2009; Azzarello et al., 2011; Doumett et al., 2011).

3. Cilj i osnovna hipoteza istraživanja

Ciljevi planiranih istraživanja su:

- analiza preživljavanja i razvoja biljaka na različitim staništima;
- dobijanje podataka o adaptibilnosti vrsta *Paulownia* sp. Sieb. & Zucc., utvrđivanjem strukturno – funkcionalne veze između morfometrijskih istraživanja i stanja elemenata ishrane;
- utvrđivanje uticaja prihranjivanja i navodnjavanja na karakteristike biljaka, što je značajno za gajenje na određenim tipovima zemljišta;
- poređenje parametara rasta kod različitih vrsta na osnovu kojih će se dobiti pouzdaniji podaci o tome na kojim staništima i tipovima zemljišta se može gajiti paulovnja na ovim prostorima.

Istraživanje potencijala brzorastućih vrsta je značajno i u pogledu rešavanja problema globalnog zagrevanja, koji je aktuelan u celom svetu. Prema podacima Dražić i sar. (2010) nivo ugljen-dioksida je danas veći za 40% nego što je bio pre 200 godina. Isti autori navode da se u poslednjoj deceniji dvadesetog veka nivo CO₂ godišnje povećava za 2%. Predviđanje je da će u bliskoj budućnosti, ako ne dođe do smanjenja emisije ugljendioksida, doći do porasta prosečne srednje temperature vazduha planete za 2-4,5°C. Različiti su pokušaji rešavanja ovog problema, ali jedan koji je zajednički svima je apsorpcija već emitovanog CO₂ pomoću biljaka, gde brzorastuće vrste imaju posebnu ulogu. Vrste roda *Paulownia*, koje pored izuzetno brzog porasta, godišnje proizvode velike količine lisne mase, sposobne su da apsorbuju velike količine ugljendioksida (Madejón et al., 2014).

U Srbiji je izražena potreba za drvetom koja se može nadoknaditi osnivanjem različitih zasada brzorastućih vrsta (Ivetić i Vilotić, 2014). Do sada su kod nas vršena različita istraživanja na vrstama roda *Paulownia* (Šoškić i sar., 2003; Vilotić i radošević, 2005; Vilotić i sar., 2006; Šijačić-Nikolić i sar., 2008; Stanković i sr., 2009a; Stanković i sr., 2009b; Veselinović i sar., 2010; Popović i Radošević, 2011; Vilotić i sar., 2011; Mitrović i sar., 2011; Popović i sar., 2015; Vilotić i sar., 2015), ali

istraživanja o uspešnosti adaptacije vrsta *Paulownia* sp. na različitim staništima nisu bila predmet istraživanja.

Istraživanja mogućnosti adaptacije brzorastućih vrsta paulovnja na različitim staništima u Srbiji su značajna. Osnovni cilj istraživanja je mogućnost introdukcije vrsta *Paulownia* sp. Sieb. & Zucc. na različita staništa u cilju proizvodnje drveta za različite namene.

4. Materijal i metod rada

U okviru doktorske disertacije urađena su terenska i laboratorijska istraživanja:

1. Terenska istraživanja obuhvataju:
 - 1.1. Izbor lokaliteta za osnivanje oglednih polja.
 - 1.2. Klimatske karakteristike lokaliteta.
 - 1.3. Uzimanje uzoraka zemljišta sa oglednih polja za laboratorijsku analizu.
 - 1.4. Osnivanje oglednih polja.
 - 1.5. Analiza prijema i preživljavanja biljaka na oglednim poljima.
 - 1.6. Proučavanje morfoloških parametara biljaka: visine biljaka, prečnik u zoni korenovog vrata, broj i dužina nodusa, ukupan broj i boja listova.
 - 1.7. Uzimanje uzoraka listova za laboratorijske analize.
2. Laboratorijska istraživanja obuhvataju:
 - 2.1. Analiza fizičkih i hemijskih svojstava zemljišta.
 - 2.2. Analiza stanja ishrane biljaka.
 - 2.3. Morfometrijske karakteristike listova: površina lista, obim lista, dužina lisne ploče, dužina centralnog nerva, širina lista na najširem delu lisne ploče, širina lista na 1 cm od osnove lista, dužina peteljke, razmak između 3. i 4. nerva, broj nerava na levoj strani od centralnog nerva i broj nerava na desnoj strani od centralnog nerva.
3. Statistička obrada podataka.

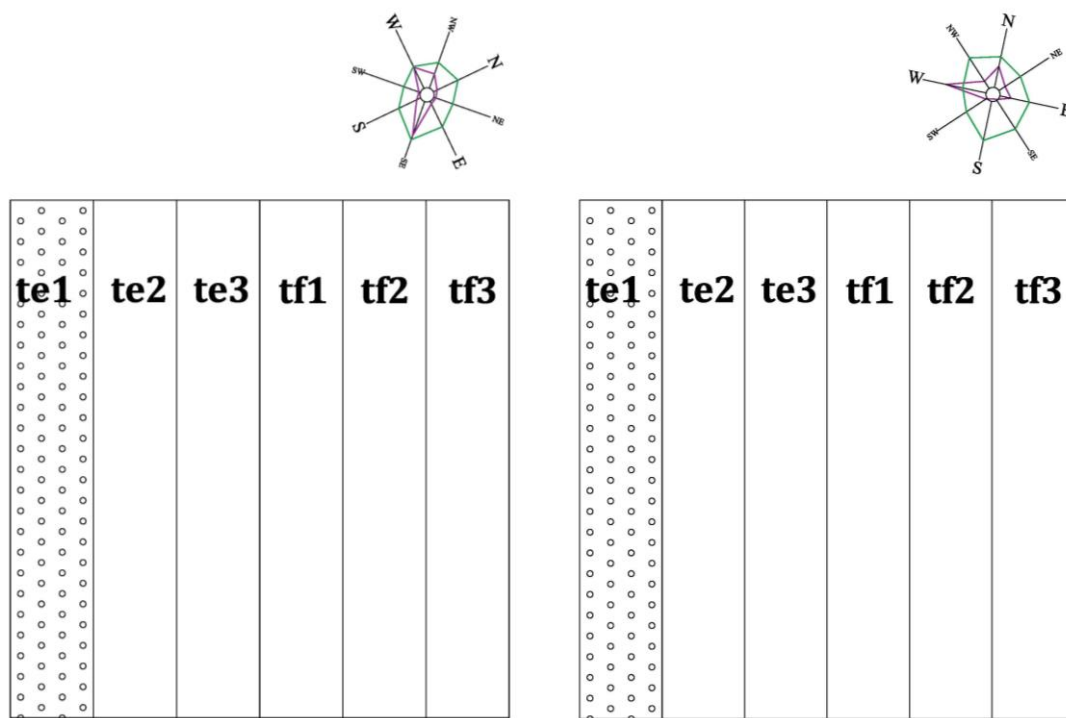
4.1 Terenska istraživanja

4.1.1 Izbor lokaliteta za osnivanje oglednih polja

Ogledna polja osnovana su na lokalitetima koja imaju različite orografske osobine, klimatske uslove i fizičko-hemijske osobine zemljišta.

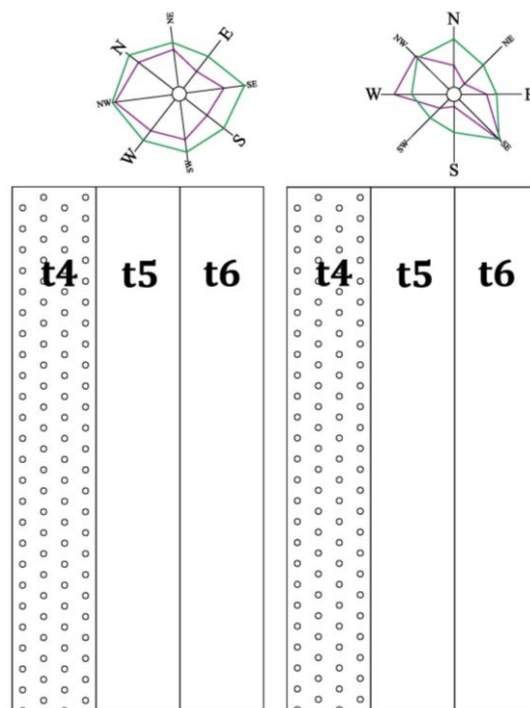
Ogledna polja su postavljena na četiri lokaliteta:

1. Ogledno polje u mestu Veliko polje kod Obrenovca – lokalitet I;
2. Ogledno polje u mestu Pambukovica kod Uba – lokalitet II;
3. Ogledno polje u mestu Kelebija kod Subotice – lokalitet III;
4. Ogledno polje u mestu Mošorin kod Novog Sada – lokalitet IV.



te1 – sadnice *P. elongata* iz prvog tretmana (prihranjivane većom količinom đubriva); te2 – sadnice *P. elongata* iz drugog tretmana (prihranjivane manjom količinom đubriva); te3 – sadnice *P. elongata* koje nisu prihranjivane (kontrola); tf1 – sadnice *P. fortunei* iz prvog tretmana (prihranjivane većom količinom đubriva); tf2 – sadnice *P. fortunei* iz drugog tretmana (prihranjivane manjom količinom đubriva); tf3 – sadnice *P. fortunei* koje nisu prihranjivane (kontrola).

Slika 4. Šematski prikaz oglednih polja sa ružom vetrova (jačina i učestalost) na lokalitetu u Obrenovcu (levo) i u Pambukovici (desno)



t4 – sadnice navodnjavane većom količinom vode; t5 – sadnice navodnjavane sa manjom količinom vode; t6 – sadnice koje nisu navodnjavane (kontrola).

Slika 5. Šematski prikaz oglednih polja sa ružom vetrova (jačina i učestalost) na lokalitetu u Subotica (levo) i u Mošorin (desno)



Slika 6. Ogledno polje na lokalitetu u Obrenovcu (I)

Lokalitet I se nalazi u mestu Veliko Polje, opština Obrenovac. Ogledno polje se nalazi na levoj obali reke Kolubare, na nadmorskoj visini 74 m. Parcela na kojoj se nalazi ogledno polje je ravna i nema nagib, redovi sa biljkama su orjentisani u pravcu severozapad-jugoistok.



Slika 7. Ogledno polje na lokalitetu u Pambukovici (II)

Lokalitet II se nalazi u mestu Pambukovica kod Uba, pripada Kolubarskom okrugu u mikroregiji Tamnava. Ogledna površina se nalazi na brdu Jastrebovac, opština Ub. Parcela na kojoj se nalazi ogled je valovita, pri čemu je najniža tačka na 162,60 m, a najviša 176,11 m nadmorske visine. Reljef ovog područja je ravničarsko – brežuljkast, sa malim visinskim razlikama. Parcela na većem delu ima jugoistočnu, a u jednom manjem delu severozapadnu ekspoziciju, okružena je bukovo – hrastovim šumama. Prosečna nadmorska visina je 174,69 m. Redovi sa biljkama su orjentisani u pravcu sever-jug.



Slika 8. Ogledna polja na lokalitetu u Subotici (III)(levo) i u Mošorinu (IV)(desno)

Lokalitet III se nalazi u mestu Kelebija kod Subotice, na području Subotičke peščare, opština Subotica. *Gerbetó* je mađarski naziv za ovo mesto, što znači Krivo jezero i udaljeno je manje od kilometar od Mađarske granice. Nadmorska visina parcele je 123,36 m. Cela parcela je bez nagiba, na ravnoj površini. Redovi su orjentisani u pravcu severoistok-jugozapad.

Lokalitet IV se nalazi u mestu Mošorin kod Novog Sada, pripada opštini Titel, Šajkaški region, u jugoistočnoj Bačkoj. Nadmorska visina plantaže je 111 m. Parcela se nalazi na ravnoj površini. Redovi sa biljkama su orjentisani u pravcu sever-jug.

4.1.2 Klimatske karakteristike

Najvažniji, a u nekim slučajevima i limitirajući faktori, koji utiču na pojavu i opstanak vegetacije su klimatski faktori, na prvom mestu temperaturni uslovi i raspoložive količine vode (Veselinović, 2005). Na sva četiri lokaliteta od klimatskih parametara analizirani su:

- prosečna mesečna, sezonska i godišnja temperatura vazduha, i
- prosečne mesečne, sezonske i godišnje količine padavina.

Prema metodologiji Thornthwaite-a (1948), na osnovu prikupljenih klimatskih parametara (temperature vazduha i visine padavina) izračunat je hidrički balans, na osnovu kog su izračunati indeks humidnosti ($I_h = \frac{100 \times V^1}{PE^2}$), indeks aridnosti ($I_a = \frac{100 \times M^3}{PE}$) i opšti klimatski indeks ($I_m = I_h - 0,6 I_a$). Na osnovu izračunatog opšteg klimatskog indeksa određeni su tipovi klime za sva četiri analizirana lokaliteta (Thornthwaite, 1948).

Tabela 2. Podaci o meteorološkim stanicama za analizirane lokalitete
(<http://www.hidmet.gov.rs/>)

Ogledno polje	Meteorološka stanica	Nadmorska visina (m)	Geografska širina	Geografska dužina
Lokalitet I	Beograd	132	44°48′	20°28′
Lokalitet II	Valjevo	176	44°17′	19°55′
Lokalitet III	Palić	102	46°06′	19°46′
Lokalitet IV	Novi Sad – Rimski Šančevi	86	45°20′	19°51′

¹ V – višak vode u zemljištu (mm)

² M – manjak vode u zemljištu (mm)

³ PE – potencijalna evapotranspiracija

Za analizu osnovnih klimatskih faktora korišćeni su podaci Republičkog Hidrometeorološkog Zavoda Srbije (RHMZ), za period od 1949-2013. godine. Za sva četiri ogledna polja korišćeni su podaci najbližih meteoroloških stanica.

4.1.3 Uzimanje uzoraka zemljišta

Kako bi se sagledala osnovna svojstva zemljišta, od kojih zavisi i ishrana biljaka, na sva četiri lokaliteta otvorena su po tri pedološka profila, determinisan tip zemljišta i uzeti uzorci za laboratorijska ispitivanja. Prema ICP Forest metodi (evropski standard), uzorkovanje je obavljeno na 2 dubine: 0-20 cm i 20-40 cm.



Slika 9. Glinovito zemljište na oglednim poljima u Obrenovcu (levo) i u Pambukovici (sredina), i peskovito zemljište na oglednom polju u Subotici (desno)

4.1.4 Osnivanje oglednih polja

Ogledna polja na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) – osnovana su sadnjom paulovnja koje su proizvedene generativnim putem. Seme je sakupljano sa dobro adaptiranih genotipova dve vrste paulovnije, sa ogledne površine u Beloj Crkvi. Generativnim putem, su proizvedene kontejnerske sadnice, koje su korišćene kao polazni materijal u zasnivanju eksperimentalnih zasada.

Sadnice su sađene u redove, na rastojanju 4x4 m. U svakom redu je zasađeno po 25 biljaka, u 12 redova sadnice vrste *Paulownia elongata* i u 12 vrste *Paulownia fortunei*. Sadnice su sađene ručno u iskopane jame prečnika 30x30 cm.

Prilikom sadnje svaka ogledna površina je podeljena na šest tretmana (za svaki tretman 4 reda po 25 biljaka), koji se razlikuju u količini dodatog đubriva (fertora) i kontrola bez prihranjivanja:

te1 – sadnice vrste *Paulownia elongata* kojima je prilikom sadnje i u drugoj godini tokom prolećnog okopavanja dodato po 240 g đubriva (fertor);

te2 – sadnice vrste *Paulownia elongata* kojima je prilikom sadnje i u drugoj godini tokom prolećnog okopavanja dodato po 120 g đubriva (fertor);

te3 – sadnice vrste *Paulownia elongata* koje nisu prihranjivane (kontrola);

tf1 – sadnice vrste *Paulownia fortunei* kojima je prilikom sadnje i u drugoj godini tokom prolećnog okopavanja dodato po 240 g đubriva (fertor);

tf2 – sadnice vrste *Paulownia fortunei* kojima je prilikom sadnje i u drugoj godini tokom prolećnog okopavanja dodato po 120 g đubriva (fertor);

tf3 – sadnice vrste *Paulownia fortunei* koje nisu prihranjivane (kontrola).

Nakon sadnje izvršeno je inicijalno zalivanje.



Slika 10. Sadni materijal za ogledna polja na lokalitetu u Obrenovcu i Pambukovici

Izbor đubriva za prihranjivanje biljaka izvršen je na osnovu analize zemljišta. Zbog teškog mehaničkog sastava i kisele reakcije zemljišta, na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II), korišćeno je kokošije đubrivo – fertor. Fertor je

osnovno organsko đubrivo (u obliku peleta), proizvedeno od 100% kokošijeg đubriva, kom su dodate druge organske materije biljnog porekla, radi povećanja hranljive vrednosti đubriva. Visoki procenat ukupne organske materije utiče na popravljajanje i održavanje hranljivosti, ali i na poboljšanje fizičkih svojstva zemljišta. Fertor pored osnovnih elemenata (azot: 4,5% ukupni i 4,15 organski, fosfor 2,7% (P₂O₅), kalijum 2,3% (K₂O), kalcijum 9,3% (CaO) i magnezijum 1,1% (MgO)), sadrži i mikroelemente (Fe, Mn, B, Zn, Cu). Odnos C/N je 9, a pH vrednost je neutralna (7). Jedan deo makro i mikroelemenata su lakopristupačni i odmah dostupni biljkama, dok se drugi deo postepeno oslobađa. Fertor se dobro razlaže u kontaktu sa vodom (<http://www.mrf-garden.com>).

Ogledna polja na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) - osnovana su sadnjom sadnica hibrida *Paulownia x belissima* (*Paulownia elongata x fortunei x elongata* - T2). Sadnice su proizvedene vegetativnim putem, kulturom tkiva iz korenskih reznica. Rupe su pravljene pomoću svrdla, u zemlji preko koje je predhodno razvučena folija i postavljen sistem za zalivanje, kap po kap. Sadnja sadnica je na rastojanju u redu 4 m, a između redova na rastojanju 5m.



Slika 11. Sadni material za ogledna polja na lokalitetu u Subotici i u Mošorinu

Zalivanje biljaka je vršeno od maja do septembra. Na osnovanim plantažama, na oba lokaliteta, veličine od 2 ha izdvojene su ogledne površine, podeljene na dva tretmana prema količini vode kojom su biljke zalivane i kontrolna površina iste veličine (koje su zalivene samo u najtoplijim danima tokom leta):

t4 – sadnice koje su zalivane sa 25 l vode svakog trećeg dana;

t5 – sadnice koje su zalivane sa 15 l vode svakog trećeg dana;

t6 – sadnice koje nisu zalivane (kontrolna površina). Nakon sadnje izvršeno je inicijalno zalivanje.

4.1.5 Analiza prijema i preživljavanja biljaka na oglednim poljima

Procenat preživljavanja je evidentiran tri puta tokom oba godine istraživanja, na početku, sredinom i na kraju vegetacionog perioda.

4.1.6 Analiza morfometrijskih karakteristika biljaka tokom prvog i drugog vegetacionog perioda

Praćenje morfometrijskih karakteristika jednogodišnjih i dvogodišnjih sadnica obuhvata elemente rasta: visina biljaka, prečnik u zoni vrata korena, broj i razmak između nodusa i broj i boja listova biljaka, koji su praćeni na mesečnom nivou, tokom obe vegetacione sezone. Prvo merenje je u maju, poslednje u oktobru mesecu. Ukupno je obavljeno 6 merenja. Visina biljaka i dužina nodusa je u početku merena lenjirom, a kasnije letvom, sa tačnošću od 0,5 cm. Prečnik u zoni korenovog vrata, određen je korišćenjem digitalnog nonijusa, sa tačnošću od 0,01 mm. Broj nodusa i broj listova podrazumeva beleženje ukupnog broja nodusa sa listovima od vrha sadnica. Deskriptivnom metodom je opisana promena boje asimilacionih orgnana.



Slika 12. Promena boje listova sadnica paulovnja na oglednim poljima

Na svakom oglednom polju je svakog meseca tokom obe vegetacione sezone (šest merenja) mereno 25 biljaka po tretmanu. Tokom svakog meseca na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) mereno je po 150 biljaka po lokalitetu, što iznosi 900 merenja tokom vegetacionog perioda za svaki lokalitet. Na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) mereno je po 75 biljaka tokom jednog meseca, što iznosi 450 merenja tokom jednog vegetacionog perioda za svaki lokalitet.

U drugoj godini nakon sadnje, krajem marta meseca izvršeno je čepovanje biljaka. Sadnice su odsečene u vratu korena. Tokom aprila meseca razvili su se izdanci od kojih je sačuvan najbolji (ostali su isečeni), koji je preuzeo ulogu novog stabla, na kom su mereni svi parametri kao i u prvoj vegetacionoj sezoni.



Slika 13. Čepovana sadnica paulovnije na lokalitetu u Mošorinu (IV) u julu 2013. (levo) i u avgust 2013. godina (desno)

4.1.7 Uzimanje uzoraka listova za laboratorijske analize

Sakupljanje lisnog materijala na terenu izvršeno je metodom uzorka na kraju prve i na kraju druge vegetacione sezone, pri čemu su listovi sakupljeni iz istog dela krošnje, odnosno sa istih nodusa.

U cilju ispitivanja mogućnosti paulovnije da koristi pristupačne elemente iz zemljišta na oglednim površinama izvršeno je uzorkovanje na kraju druge vegetacione sezone. Tom prilikom su sakupljeni listovi sa biljaka, u okviru svakog tretmana, na sva četiri lokaliteta. Listovi su sakupljeni iz gornjih delova krune.

4.2 Laboratorijska istraživanja

4.2.1 Analiza fizičkih i hemijskih svojstava zemljišta

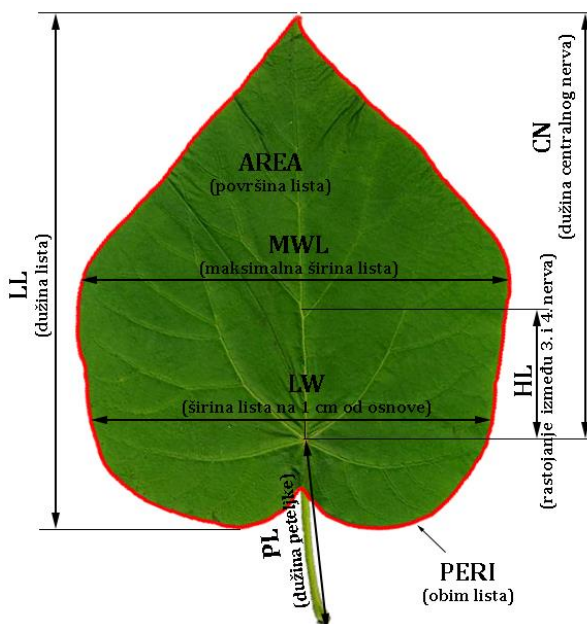
Analiza uzoraka zemljišta je urađena u akreditovanoj laboratoriji za zemljište i biljni materijal Instituta za šumarstvo u Beogradu. Posle sušenja do vazdušno suvog stanja i prosejavanja kroz sito od 2 mm, urađene su standardne fizičke i hemijske laboratorijske analize zemljišta:

- Mehanički (teksturni) sastav je određen metodom sedimentacije uz primenu Na-pirofosfata kao peptizacionog sredstva (Racz, 1971).
- Na osnovu teksturnog sastava utvrđena je teksturna klasa zemljišta po trouglu *Ferre-a*.
- Aktivna (pH u H₂O) i supstituciona (pH u KCl) kiselost određivana je potenciometrijski (Cencelj, 1966; Živković, 1966).
- Sadržaj organskog ugljenika (ukupnog humusa) određen je mokrim sagorevanjem u smeši kalijumdihromata (K₂Cr₂O₇) i sumporne kiseline (H₂SO₄) metodom po *Tjurin-u* (Džamić i sar. 1996).
- Sadržaj ukupnog azota (N) urađen je metodom po *Kjeldah-u* (Džamić, 1966; Džamić i sar. 1996).
- Odnos ugljenika i azota izračunat je računski.
- Sadržaj biljkama lako pristupačnih oblika fosfora (P) određeni su Al-metodom po *Egner-Rihm-u*, pri čemu je korišćena kolorimetrijska tehnika određivanja (Džamić i sar., 1996).
- Sadržaj biljkama lako pristupačnih oblika kalijuma (K) određeni su Al-metodom po *Egner-Rihm-u*, pri čemu je korišćena plamenfotometrijska tehnika određivanja (Džamić i sar., 1996).
- Kod alkalnih uzoraka zemljišta (pH>7) urađena je količina slobodnih karbonata, izražena kao CaCO₃ (Džamić i sar., 1996).
- Kod kiselih uzoraka zemljišta (pH<7) urađena je hidrolitička kiselost, suma adsorbovanih baznih katjona i stepen zasićenosti adsorptivnog kompleksa bazama, metodom po *Kappen-u* (Živković, 1966).

- Sadržaj Mg i S rastvorljivih u carskoj vodi određen je na ICP-OES spektrometru (Varian Vista-PRO, CCD Simultaneous ICP-OES).

4.2.2 Analiza morfometrijskih karakteristika listova biljaka tokom prvog i drugog vegetacionog perioda

Sakupljeni lisni materijal je herbarizovan i skeniran. Skenirani listovi su mereni u programu AutoCad. Merene su morfometrijske karakteristike sa preciznošću 1 mm. Na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) veličina uzorka je bila 150 biljaka po lokalitetu. Sa svake biljke na kojoj su merene morfometrijske karakteristike uzeto je po 5 listova za morfometrijsku analizu, što iznosi 750 listova po lokalitetu, odnosno 1500 listova ukupno za oba lokaliteta. Na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorin (IV) veličina uzorka je bila 75 biljaka po lokalitetu, odnosno po 375 listova na svakom lokalitetu, što iznosi 750 listova ukupno na oba lokaliteta. Tokom jedne vegetacione sezone ukupan broj analiziranih listova iznosi 2250, a ukupan broj merenja parametara u jednoj godini je 22500.



Izvor: <http://www.european-trees.com/requete-leaf-simple-lisse--1a4.html>

(modifikovano)

Slika 14. Šematski prikaz analiziranih mernih parametara lista paulovnije

Merenje je deset osnovnih obeležja lista (Morfološka analiza lista rađena je prema modifikovanom protokolu "Assessments of oak leaf morphology": <http://www.pierroton.inra.fr/Fairoak/Protocoles/OAKMORPH.html>):

1. ukupna površina lista bez peteljke, u cm² (AREA);
2. ukupan obim lista, bez peteljke, u cm (PERI);
3. dužina lisne ploče, od osnove lista do vrha lista, u cm (LL);
4. dužina centralnog nerva (CN);
5. maksimalna širina lista, u cm (MWL);
6. širina lista na 1 cm od osnove lista, u cm (LW);
7. dužina peteljke lista, od osnove lista do vrha peteljke, u cm (PL);
8. rastojanje između 3. i 4. nerva, u cm (HL);
9. broj nerava sa leve strane lista (NLL); i
10. broj nerava sa desne strane lista (NLR).

4.2.3 Analiza stanja ishrane biljaka

Listovi sakupljeni na terenu su osušeni prirodnim putem, a zatim samleveni. U akreditovanoj laboratoriji Prirodno-matematičkog fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu je izvršena priprema i obrada lisnih uzoraka, koja podrazumeva:

- usitnjavanje i homogenizaciju,
- sušenje,
- mineralizovanje (uklanjanje organske materije), i
- rastvaranje mineralnih materija do definisane zapremine u vodenom matičnom rastvoru.

Mineralizacija lisnog materijala „suvim putem“ (Maksimović i Pajević, 2002; Pajević i sar., 2014) podrazumeva: 1 g suvog samlevenog biljnog materijala se izlaže povišenoj temperaturi od 450°C u trajanju od 2h. Biljni materijal se zatim uparava sa H₂O₂ i ponovo izlaže temperaturi od 450°C u trajanju od 1h. Nakon toga se rastvora u 25% HCl, koji se lagano uparava do 1/3 početne zapremine. Dobijeni rastvor se ključalom destilovanom vodom kvantitativno prenosi u odmerne sudove

zapremine 50 ml preko filter papira. Posle hlađenja, odmerni sud se dopuni destilovanom vodom. Tako dobijeni matični rastvor je vodeni rastvor razblažene HCl (oko 2%) u destilovanoj vodi, koji sadrži sve mineralne elemente (osim C, H, O i N), iz 1 g biljnog materijala rastvorene u 50 ml rastvora.

Ovako pripremljen rastvor je korišćen za kvantifikovanje primenom analitičkih metoda, kao što je atomski apsorpcioni spektrofotometar i ICP-OES spektrometar. U laboratoriji za fiziologiju biljaka, Prirodno-matematičkog fakulteta, Departman za biologiju i ekologiju, Univerziteta u Novom Sadu je na atomski apsorpcioni spektrofotometar izvršeno očitavanje N, P, K i Ca (izraženo u %). U akreditovanoj laboratoriji za zemljište i biljni materijal Instituta za šumarstvo u Beogradu na ICP-OES spektrometru očitani su elemenati: Mg i S (izraženo u %).

4.3 Statistička obrada podataka

Za morfometrijska merenja biljaka i listova kreirani su posebni obrasci za unos podataka, koji su statistički obrađeni u programu STATGRAPHICS (Statistical Graphics Corporation, USA). Dizajn eksperimenta odgovara tro-faktorskoj i dvo-faktorskoj analizi varijanse: ANOVA III i ANOVA II.

4.3.1 Tro-faktorska analiza varijanse (ANOVA III)

- faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet I (Obrenovac) i lokalitet II (Pambukovica);
- faktor B (vrsta) sa 2 nivoa: vrsta 1 (*P. elongata*) i vrsta 2 (*P. fortunei*);
- faktor C (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1, tretman 2 i tretman 3.

Morfometrijske karakteristike biljaka

ANOVA III ocenjuje efekat svakog faktora posebno, kao i njihove interakcije. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka) za ANOVA III je: $n=300$ ($2 \times 2 \times 3 \times 25=300$) u okviru koga su merena 2 svojstva: visina sadnica i prečnik u vratu korena sadnica.

Morfometrijske karakteristike lista

ANOVA III ocenjuje efekat svakog faktora posebno, kao i njihove interakcije. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka) za ANOVA III je: $n=1500$ ($2 \times 2 \times 3 \times 125 = 1500$) u okviru koga su merena 10 svojstva: površina lista, obim lista, dužina lisne ploče, dužina centralnog nerva, širina lista na najširem delu lisne ploče, širina lista na 1 cm od osnove lista, dužina peteljke, razmak između 3. i 4. nerva, broj nerava na levoj strani od centralnog nerva, broj nerava na desnoj strani od centralnog nerva.

4.3.2 Dvo-faktorska analiza varijanse (ANOVA II)

- faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet III (Subotica) i lokalitet IV (Mošorin);
- faktor B (tretman) sa 3 nivoa: tretman 4, tretman 5 i tretman 6.

Morfometrijske karakteristike biljaka

ANOVA II ocenjuje efekat svakog faktora posebno, kao i njihove interakcije. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka) za ANOVA II je: $n=150$ ($2 \times 3 \times 25 = 150$) u okviru koga su merena 2 svojstva: visina sadnica i prečnik u vratu korena sadnica.

Morfometrijske karakteristike lista

ANOVA III ocenjuje efekat svakog faktora posebno, kao i njihove interakcije. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka) za ANOVA II je: $n=750$ ($2 \times 3 \times 125 = 750$) u okviru kog je mereno 10 svojstava: površina lista, obim lista, dužina lisne ploče, dužina centralnog nerva, širina lista na najširem delu lisne ploče, širina lista na 1 cm od osnove lista, dužina peteljke, razmak između 3. i 4. nerva, broj nerava na levoj strani od centralnog nerva, broj nerava na desnoj strani od centralnog nerva.

5. Rezultati istraživanja i diskusija

5.1 Klimatske karakteristike lokaliteta

Klima lokaliteta u Obrenovcu (I) je određena prema podacima sa meteorološke stanice Beograd, za period od 1949-2013. godine. Nju karakteriše umereno – kontinentalna klima sa blagim zimama i toplim letima. Pluvimetrijski režim se nalazi između modifikovanog mediteranskog i pravog kontinentalnog, koji je jače izražen. Godišnji tok temperature i padavina je usklađen, tako da meseci sa najvišim temperaturama imaju i najviše padavina, što se poklapa sa vegetacionim periodom.

Klima lokaliteta u Pambukovici (II) je određena prema podacima meteorološke stanice Valjevo, za period od 1949-2013. godine. Područje Valjeva ima odlike umereno-kontinentalne klime, koju karakterišu umereno topla i suva leta i nešto hladnije zime.

Klima lokaliteta u Subotica (III), koji se nalazi na području Subotičko – Horgoške peščare, je određena prema podacima meteorološke stanice Palić, za period od 1949-2013. godine. Klima ovog područja predstavlja stepsko – panonsku modifikaciju kontinentalne klime, koju karakterišu veoma žarka leta, oštre zime i jaki vetrovi.

Klima lokaliteta u Mošorinu (IV) je određena prema podacima meteorološke stanici Novi Sad – Rimski Šančevi, za period 1949-2013. godine. Klima ovog područja je na prelazu iz umereno kontinentalne u kontinentalnu, što jasno definiše sva četiri godišnja doba.

Tabela 3. Prosečna mesečna i godišnja temperatura vazduha na oglednim poljima, za period 1949-2013. godine

Ogledno polje (Meteorološka stanica)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
	°C												
I (Beograd)	0,9	2,7	7,2	12,7	17,6	20,8	22,6	22,3	18,1	12,6	7,3	2,6	12,3
II (Valjevo)	0,1	2,1	6,3	11,4	16,3	19,7	21,4	21,0	16,7	11,4	6,4	1,9	11,2
III (Palić)	-0,8	1,0	5,7	11,5	16,7	20,1	21,8	21,1	16,7	11,2	5,6	1,0	10,9
IV (Novi Sad)	-0,4	1,4	6,0	11,6	16,8	20,0	21,7	21,3	17,0	11,6	6,1	1,6	11,2

Tabela 4. Prosečne mesečne temperature vazduha po godišnjim dobima i tokom vegetacionog perioda na oglednim poljima, za period 1949-2013. godine

Ogledno polje (Meteorološka stanica)	Proleće	Leto	Jesen	Zima	Vegetacioni period
	°C				
I (Beograd)	12,5	21,9	12,7	2,1	19,0
II (Valjevo)	11,3	20,7	11,5	1,4	17,7
III (Palić)	11,3	21,0	11,2	0,4	18,0
IV (Novi Sad)	11,5	21,0	11,6	0,9	18,1

Analize temperaturnih podataka za sva četiri ogledna polja pokazuju da su srednje mesečne temperature za lokalitet u Obrenovcu (I) više za 1,1 – 1,4°C od ostala tri lokaliteta (tabela 3). Najviša prosečna godišnja temperatura je na lokalitetu u Obrenovcu (I), a najniža na lokalitetu u Subotici (III). Najviše srednje mesečne temperature tokom vegetacionog perioda su na lokalitetu u Obrenovcu (I), dok su najniže na lokalitetu u Pambukovici (II) (tabela 4). Na sva četiri lokaliteta, najtopliji mesec je jul (od 21,4°C do 22,6°C), a najhladniji januar (od -0,8°C do 0,9°C) (tabela 3).

Prosečne vrednosti količina padavina na sva četiri lokaliteta su vrlo ujednačene (tabela 5). Februar mesec je mesec sa najmanjom količinom padavina, a jun mesec sa najvećom količinom padavina na sva četiri lokaliteta. Lokalitet u Subotici (III) ima najmanju prosečnu vrednost mesečne (prosečna vrednost za februar mesec je 31,6 mm) i godišnje količine padavina (551,3 mm), dok lokalitet u Pambukovici (II) ima najviše vrednosti prosečne mesečne (99,9 mm u junu mesecu) i godišnje (77,7 mm) količine padavina, od sva četiri lokaliteta.

Najveći deo padavina u toku vegetacionog perioda je dosta ujednačeno raspoređen na sva četiri lokaliteta, i kreće se od 56,4% (lokalitet u Obrenovcu (I)) do 58,4% (lokalitet u Subotici (III)). Prosečno najviše padavina ima tokom letnjeg, kada su najpotrebnije biljakama, a najmanje tokom zimskog perioda (tabela 6).

Tabela 5. Prosečne mesečne i godišnje količine padavina na oglednim poljima, za period 1949-2013. godine

Ogledno polje (Meteorološka stanica)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
	mm												
I (Beograd)	48,9	44,7	46,4	53,9	69,0	94,9	66,0	51,8	51,9	46,5	55,5	57,7	687,3
II (Valjevo)	50,0	45,8	53,1	60,6	83,6	99,9	76,4	67,9	59,4	57,3	61,6	60,1	775,7
III (Palić)	33,7	31,6	31,8	42,2	56,9	74,9	58,2	48,3	41,6	36,2	49,5	46,3	551,3
IV (Novi Sad)	38,2	37,1	37,7	47,0	59,8	85,7	62,7	53,4	43,2	45,0	52,4	49,8	612,0

Tabela 6. Prosečne količine padavina po godišnjim dobima i tokom vegetacionog perioda na oglednim poljima, za period 1949-2013. godine

Ogledno polje (Meteorološka stanica)	Proleće	Leto	Jesen	Zima	Vegetacioni period
	mm				%
I (Beograd)	169,3	212,7	153,9	151,3	387,5
II (Valjevo)	197,3	244,2	178,3	155,9	447,8
III (Palić)	133,9	181,4	453,1	111,6	322,1
IV (Novi Sad)	144,5	201,8	140,6	125,1	351,8

Temperatura vazduha i visina padavina su dva najvažnija i najčešće limitirajuća faktora za rast i razvoj vegetacije. Količina vode u zemljištu, odnosno njena rezerva (višak ili manjak) predstavlja hidrični balans. Thornthwaite-ov metod za izračunavanje hidričkog balansa i određivanje karaktera klime je jedan od najpotpunijih i najviše korišćenih u šumarskoj nauci. Prema metodologiji Thornthwaite-a (1948) hidrički balans zavisi od visine padavina, isparavanja vode, transpiracije biljaka, intenziteta i trajanja sunčevog sjaja i geografske širine istraživanog područja.

Thornthwaite-ov metod daje najrealnije podatke za rast i razvoj vegetacije, i on obuhvata: R – rezerve količine vode u zemljištu (mm), V – doba godine sa viškom (mm), M – doba godine sa manjkom vode u zemljištu (mm), (PET)⁴ – nekorigovana potencijalna evapotranspiracija, PET⁵ – korigovana potencijalna evapotranspiracija i SET⁶ – stvarna evapotranspiracija.

⁴ (PET) – Količina vode koja bi isparila iz zemljišta u datim temperaturnim uslovima (kada zemljište postigne optimalnu vlažnost), odnosno 100 l/m² (100 mm vode do dubine od 100 cm u toku cele godine).

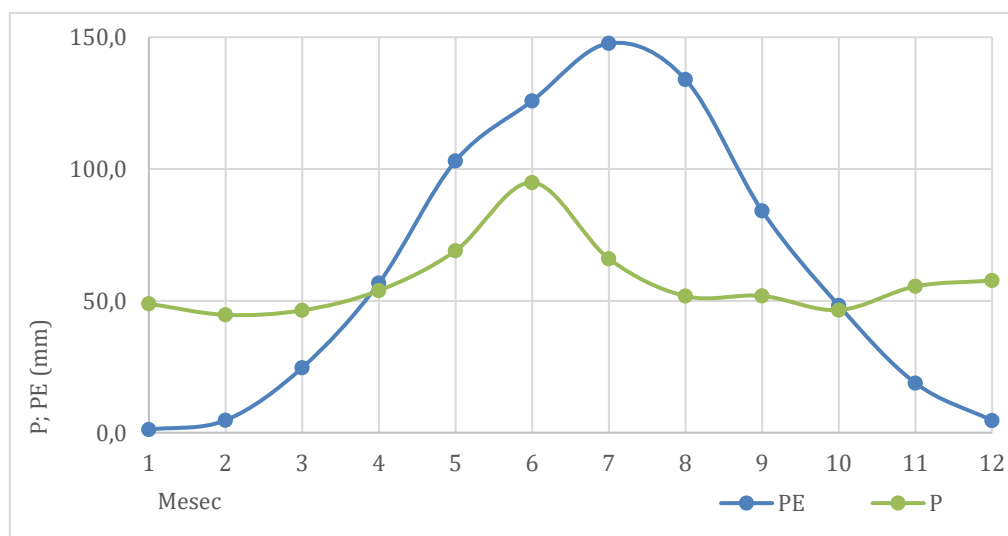
⁵ PET – Korigovana PET u odnosu na geografsku širinu analiziranog područja.

⁶ SE – Količina vode koja se oslobađa transpiracijom iz zemljišta ili preko biljaka, kada zemljište dostigne optimalnu vlažnost.

Tabela 7. Vrednosti hidričkog balansa po Thornthwaite-ovoj metodologiji, za meteorološku stanicu Beograd (lokalitet I), za period 1949-2013. godine

Mesec	T (°C)	i	(PET)	PET	P	R	SET	M	V
I	0,9	0,07	1	1,2	48,9	100	1,2	0,0	37,5
II	2,7	0,39	6	4,7	44,7	100	4,7	0,0	40,0
III	7,2	1,74	23	24,6	46,4	100	24,6	0,0	21,8
IV	12,7	4,10	50	56,7	53,9	97	56,7	0,0	-2,8
V	17,6	6,72	78	103,0	69,0	63	103,0	0,0	0,0
VI	20,8	8,66	98	125,8	94,9	32	125,8	0,0	0,0
VII	22,6	9,81	109	147,7	66,0	0	98,2	49,5	0,0
VIII	22,3	9,62	107	134,0	51,8	0	51,8	82,2	0,0
IX	18,1	7,01	81	84,1	51,9	0	51,9	32,2	0,0
X	12,6	4,05	50	48,2	46,5	0	46,5	1,7	0,0
XI	7,3	1,77	24	18,8	55,5	37	18,8	0,0	0,0
XII	2,6	0,37	6	4,6	57,7	90	4,6	0,0	0,0
God.	12,3	54,33		753,6	687,2	619	587,9	165,6	96,4
Veg.per.	19,0	45,98		651,4	387,5	192	487,5	163,9	-2,8

T (°C) – temperature; i – kalorijski indeks; (PET) – nekorigovana potencijalna evapotranspiracija; PET – korigovana potencijalna evapotranspiracija; P – padavine; R – reserve vlage; SET – stvarna evapotranspiracija; M – manjak vode u zemljištu; V – višak vode u zemljištu;

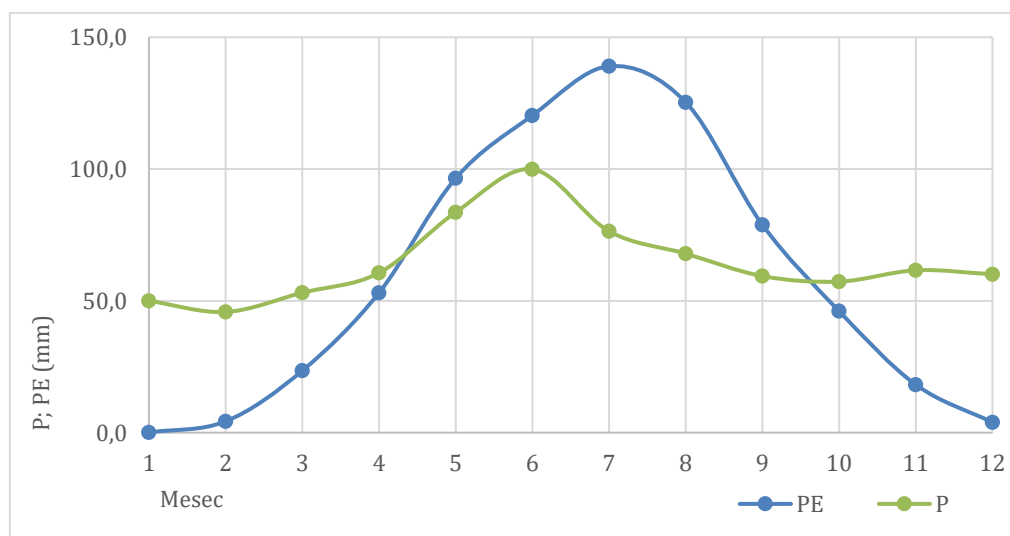


Grafikon 1. Klimatogram za meteorološku stanicu Beograd (lokalitet I), za period 1949-2013. godine

Tabela 8. Vrednosti hidričkog balansa po Thornthwaite-ovoj metodologiji, za meteorološku stanicu Valjevo (lokalitet II), za period 1949-2013. godine

Mesec	T (°C)	i	(PET)	PET	P	R	SET	M	V
I	0,1	0,00	0	0,1	50,0	100	0,1	0,0	49,9
II	2,1	0,27	6	4,3	45,8	100	4,3	0,0	41,5
III	6,3	1,42	22	23,5	53,1	100	23,5	0,0	29,6
IV	11,4	3,48	47	53,1	60,6	100	53,1	0,0	7,5
V	16,3	5,98	74	96,5	83,6	87	96,5	0,0	0,0
VI	19,7	7,97	93	120,3	99,9	67	120,3	0,0	0,0
VII	21,4	9,04	103	139,0	76,4	4	139,0	0,0	0,0
VIII	21,0	8,78	101	125,3	67,9	0	72,0	53,3	0,0
IX	16,7	6,21	76	78,8	59,4	0	59,4	19,4	0,0
X	11,4	3,48	47	46,1	57,3	11	46,1	0,0	0,0
XI	6,4	1,45	23	18,2	61,6	55	18,2	0,0	0,0
XII	1,9	0,23	5	3,9	60,1	100	3,9	0,0	10,8
God.	11,2	48,32		709,2	775,7	724	636,4	72,8	139,3
Veg.per.	17,8	41,46		613,0	447,8	258	540,3	72,8	7,5

T (°C) – temperature; i – kalorijski indeks; (PET) – nekorigovana potencijalna evapotranspiracija; PET – korigovana potencijalna evapotranspiracija; P – padavine; R – rezerve vlage; SET – stvarna evapotranspiracija; M – manjak vode u zemljištu; V – višak vode u zemljištu;

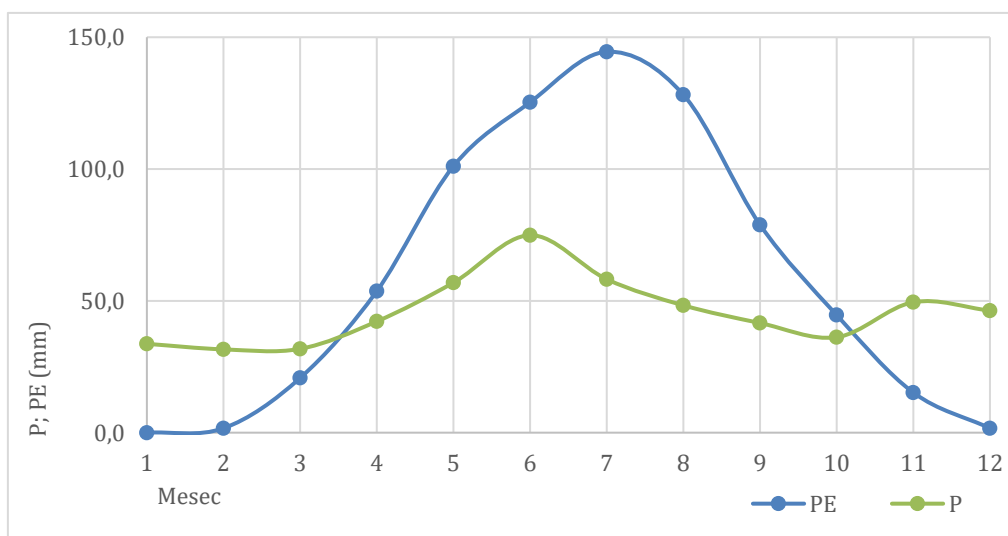


Grafikon 2. Klimatogram za meteorološku stanicu Valjevo (lokalitet II), za period 1949-2013. godine

Tabela 9. Vrednosti hidričkog balansa po Thornthwaite-ovoj metodologiji, za meteorološku stanicu Palić (lokalitet III), za period 1949-2013. godine

Mesec	T (°C)	i	(PET)	PET	P	R	SET	M	V
I	-0,8	0,00	0	0,0	33,7	100	0,0	0,0	12,6
II	1,0	0,09	2	1,7	31,6	100	1,7	0,0	29,9
III	5,7	1,22	20	20,8	31,8	100	20,8	0,0	11,0
IV	11,5	3,53	48	53,7	42,2	89	53,7	0,0	-11,5
V	16,7	6,21	76	101,1	56,9	44	101,1	0,0	0,0
VI	20,1	8,22	96	125,3	74,9	0	119,2	6,1	0,0
VII	21,8	9,29	106	144,5	58,2	0	58,2	86,3	0,0
VIII	21,1	8,85	102	128,2	48,3	0	48,3	79,9	0,0
IX	16,7	6,21	76	78,9	41,6	0	41,6	37,3	0,0
X	11,2	3,39	46	44,6	36,2	0	36,2	8,4	0,0
XI	5,6	1,19	19	15,2	49,5	34	15,2	0,0	0,0
XII	1,0	0,09	2	1,7	46,3	79	1,7	0,0	0,0
God.	10,9	48,27		715,6	551,3	546	497,7	218,0	42,0
Veg.per.	18,0	42,31		631,6	322,1	133	422,1	209,5	-11,5

T (°C) – temperature; i – kalorijski indeks; (PET) – nekorigovana potencijalna evapotranspiracija; PET – korigovana potencijalna evapotranspiracija; P – padavine; R – rezerve vlage; SET – stvarna evapotranspiracija; M – manjak vode u zemljištu; V – višak vode u zemljištu;

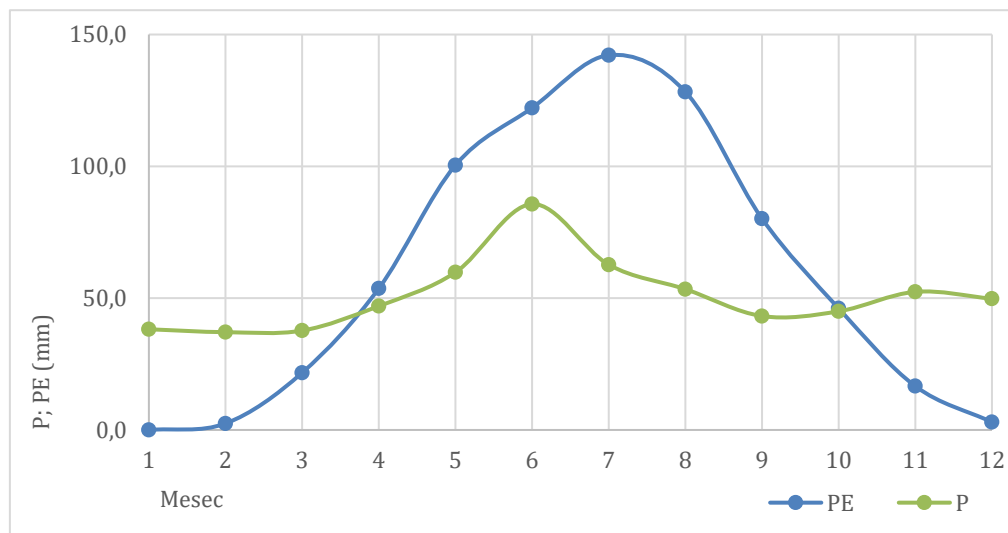


Grafikon 3. Klimatogram za meteorološku stanicu Palić (lokalitet III), za period 1949-2013. godine

Tabela 10. Vrednosti hidričkog balansa po Thornthwaite-ovoj metodologiji, za meteorološku stanicu Novi Sad – Rimski Šančevi (lokalitet IV), za period 1949-2013. godine

Mesec	T (°C)	i	(PET)	PET	P	R	SET	M	V
I	-0,4	0,00	0	0,0	38,2	100	0,0	0,0	20,8
II	1,4	0,15	3	2,5	37,1	100	2,5	0,0	34,6
III	6,0	1,32	21	21,7	37,7	100	21,7	0,0	16,0
IV	11,6	3,58	47	53,7	47,0	93	53,7	0,0	-6,7
V	16,8	6,26	76	100,4	59,8	53	100,4	0,0	0,0
VI	20,0	8,16	95	122,2	85,7	16	122,2	0,0	0,0
VII	21,7	9,23	105	142,2	62,7	0	78,9	63,3	0,0
VIII	21,3	8,97	103	128,3	53,4	0	53,4	74,9	0,0
IX	17,0	6,38	77	80,2	43,2	0	43,2	37,0	0,0
X	11,6	3,58	47	46,1	45,0	0	45,0	1,1	0,0
XI	6,1	1,35	21	16,6	52,4	36	16,6	0,0	0,0
XII	1,6	0,18	4	3,0	49,8	83	3,0	0,0	0,0
God.	11,2	49,14		716,8	612,0	581	540,6	176,2	64,7
Veg.per.	18,1	42,58		626,9	351,8	162	451,8	175,1	-6,7

T (°C) – temperature; i – kalorijski indeks; (PET) – nekorigovana potencijalna evapotranspiracija; PET - korigovana potencijalna evapotranspiracija; P – padavine; R – reserve vlage; SET – stvarna evapotranspiracija; M – manjak vode u zemljištu; V – višak vode u zemljištu;



Grafikon 4. Klimatogram za meteorološku stanicu Novi Sad – Rimski Šančevi (lokalitet IV), za period 1949-2013. godine

Rezerve vode u zemljištu tokom vegetacionog perioda su male, i kreću se od 133 na lokalitetu u Subotici (III) do 258 na lokalitetu u Pambukovici (II).

Manjak vode u vegetacionom periodu javlja se na sva četiri lokaliteta, a najveći je na lokalitetu u Subotici (III) (tabela 9). Najmanji nedostatak je na lokalitetu u Pambukovici (II), i javlja se jedino u avgustu i u septembru mesecu (tabela 8).

Na osnovu izračunatih elemenata hidričkog balansa izvršena je klimatska reonizacija lokaliteta, prema Thornthwaite (1948) (tabela 11).

Tabela 11. Klimatska reonizacija po Thornthwaite-ovoj metodologiji, za period 1949-2013. godine

Ogledno polje (Meteorološka stanica)	Ih	Ia	Im	Tip klime	
I (Beograd)	12,795	21,981	-0,394	subhumidna	suvlja – C1
II (Valjevo)	19,643	10,262	13,486	subhumidna	vlažnija – C2
III (Palić)	5,875	30,457	-12,400	subhumidna	suvlja – C1
IV (Novi Sad)	9,031	24,585	-5,720	subhumidna	suvlja – C1

Prema dobijenim vrednostima klimatskog indeksa ($I_m=0-20$) lokalitet u Pambukovici (II) se nalazi u oblasti subhumidne vlažne klime. Lokaliteti u Obrenovcu (I), Subotici (III) i Mošorinu (IV) se nalaze u okviru subhumidne suvlje klime ($I_m=-20-0$), pri čemu je lokalitet III suvlji od lokaliteta IV, koji je suvlji od lokaliteta I (tabela 11).

5.2 Fizičke i hemijske karakteristike zemljišta na oglednim poljima

Biljke iz zemljišta usvajaju vodu i biljne asimilative neophodne za njihov rast i razvoj. Od ishrane biljaka u velikoj meri zavisi i njihov habitus i vitalnost, kao i otpornost na različite patogene i toksične materije.

U prirodnim ekosistemima uspostavljen je bilans kruženja hranljivih materija. U toku jedne vegetacione sezone živi deo ekosistema usvaja potrebnu količinu hranljivih materija iz zemljišta, a preko izumrlih organskih ostataka u zemljište se vraća, približno, ista količinu hranljivih materija koju su biljke usvojile (Nešković i sar., 2003; Krstić i sar., 2011). Za razliku od prirodnih šumskih ekosistema, u plantažama je kruženje hranljivih materija ograničeno. Za međurednu obradu se često koriste totalni herbicidi (koji uništavaju i korisne mikroorganizme u zemljištu) pored toga, redovne mere nege, koje podrazumevaju: orezivanje i podizanje krune drveća, i zamenu propalih stabala, odnošenje suvih grana; smanjuju količine organske materije čije raspadanje utiče na plodnost zemljišta. Iz tih razloga, naročito kod dugogodišnjih plantaža nedostatak esencijalnih biljnih asimilativa, može da se odrazi na slabiju vitalnost drveća, koja imaju slabiju otpornost na toksične materije i podložna su raznim patogenima (Krstić i sar., 2011).

Istraživanja García-Morote et al. (2014) pokazuju da visok sadržaj organske materije i hranljivih elemenata u zemljištu, u mnogome mogu da redukuju uticaj đubriva, ako postoji dovoljna količina dostupne vode, što znači da prihranjivanje može da izostane. Najplodnija šumska zemljišta imaju veliki kapacitet razmene katjona, što omogućava više hranljivih sastojaka koje se zadržavaju na glinenim česticama i organskim koloidima, što umanjuje njihov gubitak isparavanjem.

Fizičke i hemijske karakteristike zemljišta na lokalitetu u Obrenovcu (I)

Tabela 12. Fizička svojstva zemljišta na lokalitetu u Obrenovcu (I)

Broj profila	Dubina profila (cm)	Krupan pesak	Sitan pesak	Prah	Glina	Ukupan		Teksturna klasa
						pesak	glina	
						%		
p1	0-20	4.20	47.80	21.70	26.30	52.00	48.00	Ilovača
	20-40	3.50	46.80	23.80	25.90	50.30	49.70	Ilovača
p2	0-20	4.50	48.62	20.58	26.30	53.12	46.88	Peskovita ilovača
	20-40	4.20	46.60	22.30	26.90	50.80	49.20	Ilovača
p3	0-20	4.80	35.60	28.20	31.40	40.40	59.60	Glinovita ilovača
	20-40	4.20	30.90	27.50	37.40	35.10	64.90	Glinovita ilovača

Zemljište koje reprezentuje profil 1 na lokalitetu u Obrenovcu (I) dobro je propustljivo i za vodu i za vazduh, a ima i dovoljno visok kapacitete zadržavanja pristupačne vode. Po teksturnom sastavu pripada peskovitim ilovačama. Površinski sloj zemljišta koji reprezentuje profil 2, na ovom lokalitetu, pripada klasi peskovitih ilovača, a dublji analizirani sloj klasi ilovača. Iako pripadaju različitim teksturnim klasama fizička svojstva oba analizirana sloja su slična, odnosno nema jače diferencijacije profila po teksturnom sastavu. Sadržaj pojedinih teksturnih frakcija kod oba sloja su bliska graničnim vrednostima između peskovitih ilovača i ilovača. Ovo zemljište je dobro propustljivo za vodu i dobro aerisano celom dubinom soluma. Dosta visok sadržaj gline omogućava i visoke kapacitete zadržavanja vode. Zemljište koje reprezentuje profil 3 ima visok sadržaj gline što uslovljava sporiju filtraciju vode i slabiju aerisanost, po teksturnom sastavu pripada glinovitim ilovačama (tabela 12).

Tabela 13. Hemijska svojstva zemljišta na lokalitetu u Obrenovcu (I)

Broj profila	Dubina profila (cm)	pH		Adsorptivni kompleks					Ukupni		C/N	Pristupačni	
		H2O	KCl	T	S	T-S	V	Y1	humus	N		P205	K20
				ekv.m.mol/100g			%	cm ³	%	%			
p1	0-20	6.13	4.94	33.52	26.41	7.11	78.79	10.94	2.69	0.19	8.23	28.22	26.88
	20-40	6.13	5.06	33.23	26.19	7.03	78.83	10.82	2.42	0.18	7.62	29.14	22.59
p2	0-20	5.91	4.74	32.50	24.94	7.56	76.74	11.63	2.55	0.19	7.59	23.55	19.39
	20-40	5.87	4.77	32.90	25.27	7.63	76.80	11.74	2.03	0.12	10.13	21.63	17.45
p3	0-20	6.09	5.00	33.09	25.60	7.48	77.38	11.51	2.11	0.18	6.95	24.97	22.04
	20-40	6.13	4.81	33.70	27.11	6.59	80.46	10.13	1.33	0.14	5.65	22.89	16.20

Na lokalitetu u Obrenovcu (I) reakcija zemljišnog rastvora se kreće od umereno (profil 2) do slabo (profil 1 i 3) kisele. Totalni kapacitet adsorpcije je dosta visok, zbog visokog učešća gline u teksturnom sastavu. I suma adsorbovanih baznih katjona je dosta visoka. Prema stepenu zasićenosti adsorptivnog kompleksa baznim katjonima analizirano zemljište spada u eutrična. Prema sadržaju ukupnog humusa oba analizirana sloja spadaju u slabo humozna na sva tri profila. Za ovako nizak sadržaj humusa sadržaj ukupnog azota je visok, a odnos ugljenika i azota uzak. Ovako uzak odnos C/N je povoljan za mineralizaciju organske materije.

Obezbeđenost lako pristupačnim oblicima fosfora je dobra u celoj dubini soluma, a obezbeđenost pristupačnim oblicima kalijuma je srednja kod profila 2, a dobra u ostala dva profila (tabela 13).

Fizičke i hemijske karakteristike zemljišta na lokalitetu u Pambukovici (II)

Tabela 14. Fizička svojstva zemljišta na lokalitetu u Pambukovici (II)

Broj profila	Dubina profila (cm)	Krupan pesak	Sitan pesak	Prah	Glina	Ukupan		Teksturna klasa
						pesak	glina	
						%		
p1	0-20	0.70	43.60	29.20	26.50	44.30	55.70	Ilovača
	20-40	0.40	45.00	25.30	29.30	45.40	54.60	Peskovito glinovita ilovača
p2	0-20	0.60	44.50	29.00	25.90	45.10	54.90	Ilovača
	20-40	0.40	42.20	25.70	31.70	42.60	57.40	Peskovito glinovita ilovača
p3	0-20	0.70	43.50	30.70	25.10	44.20	55.80	Ilovača
	20-40	0.50	43.90	26.20	29.40	44.40	55.60	Peskovito glinovita ilovača

Fizička svojstva zemljišta na lokalitetu u Pambukovici (II) su skoro identična u sva tri profila. Površinski sloj pripada klasi ilovača i dobro je propustljiv za vodu i vazduh. Sa dubinom zemljišnog soluma u teksturnom sastavu se povećava sadržaj gline i sitnog peska, a teksturna klasa prelazi u peskovito glinovitu ilovaču, koja je nešto slabije propustljiva za vodu i vazduh (tabela 14).

Tabela 15. Hemijska svojstva zemljišta na lokalitetu u Pambukovici (II)

Broj profila	Dubina profila (cm)	pH		Adsorptivni kompleks					Ukupni		C/N	Pristupačni	
		H2O	KCl	T	S	T-S	V	Y1	humus	N		P2O5	K2O
				ekv.m.mol/100g			%	cm ³	%	%			
p1	0-20	5.66	4.11	32.34	20.74	11.60	64.13	17.85	1.52	0.13	6.89	<LD	11.85
	20-40	5.41	3.84	31.55	21.00	10.55	66.55	16.23	0.74	0.10	4.16	<LD	9.87
p2	0-20	5.35	3.84	32.13	19.56	12.57	60.87	19.34	1.47	0.15	5.87	<LD	8.76
	20-40	5.41	3.94	32.66	21.51	11.15	65.86	17.15	0.98	0.13	4.41	<LD	7.94
p3	0-20	5.53	4.22	31.10	20.85	10.25	67.04	15.77	1.53	0.14	6.44	<LD	9.15
	20-40	5.46	4.04	32.43	21.88	10.55	67.47	16.23	1.08	0.12	5.32	<LD	8.71

Reakcija zemljišnog rastvora profila 2 je jako kisela celom dubinom soluma, a reakcija zemljišnog rastvora površinskog sloja ovog profila 1 i 3 je na prelazu između umereno kisele i jako kisele, dok je dublji analizirani sloj jako kiseo. Totalni kapacitet adsorpcije kod sva tri profila je visok. Za ovako nisku pH vrednost zemljišnog rastvora u vodi suma adsorbovanih baznih katjona je dosta visoka, zbog čega je stepen zasićenosti baznim katjonima preko 60%, što ova zemljišta svrstava u eutrična. Prema sadržaju ukupnog humusa površinski sloj je slabo, a dublji analizirani sloj vrlo slabo humozan (osim kod profila 2 gde se nalazi na prelazu između slabo i vrlo slabo humoznih zemljišta). Sadržaj ukupnog azota je nizak, a odnos ugljenika i azota uzak. U oba analizirana sloja količina biljkama pristupačnog fosfora kod sva četiri profila je ispod limita detekcije za Al-metodu, što znači da je ovo zemljište izuzetno slabo obezbeđeno biljkama lako pristupačnim oblicima fosfora. Količine biljkama lako pristupačnim oblicima kalijuma su u granicama slabe obezbeđenosti na celoj dubini profila, osim kod profila 1 gde je u površinskom sloju zemljište srednje obezbeđeno (tabela 15).

Fizičke i hemijske karakteristike zemljišta na lokalitetu u Subotici (III)

Tabela 16. Fizička svojstva zemljišta na lokalitetu u Subotici (III)

Broj profila	Dubina profila (cm)	Krupan pesak	Sitno pesak	Prah	Glina	Ukupan		Teksturna klasa
						pesak	glina	
%								
p1	0-20	1.41	85.99	6.00	6.60	87.40	12.60	Ilovasti pesak
	20-40	1.00	88.10	4.50	6.40	89.10	10.90	Ilovasti pesak
p2	0-20	1.50	92.10	2.20	4.20	93.60	6.40	Pesak
	20-40	0.70	93.10	2.30	3.90	93.80	6.20	Pesak
p3	0-20	0.30	92.90	1.20	5.60	93.20	6.80	Pesak
	20-40	1.00	91.80	0.90	6.30	92.80	7.20	Pesak

Na lokalitetu u Subotici (III) zemljište je u pogledu mehaničkog sastava prilično ujednačeno. Zemljište koje reprezentuje profil 1 pripada teksturnoj klasi ilovastih peskova. U teksturnom sastavu dominira frakcija sitnog peska. Frakcije gline i praha su slabo zastupljene. Ovo zemljište je jako propustljivo za vodu, dobro aerisano i sa niskim retencijama vode, zbog čega se brzo isušuje. Zemljište koje

reprezentuje profil 2 i 3 po teksturnoj klasi pripada peskovima. Frakcija ukupnog peska u teksturnom sastavu učestvuje sa više od 90% celom dubinom soluma, dok je učešće frakcija praha i gline zanemarljivo. To je veoma filtrabilno zemljište, dobro aerisano, ali bez sposobnosti da zadrži dovoljne količine vode od padavina. Zemljište se brzo isušuje, višak vode descedentno otiče brzim gravitacionim porama. Poljski vodni kapacitet kod peskova je nizak (tabela 16).

Tabela 17. Hemijska svojstva zemljišta na lokalitetu u Subotici (III)

Broj profila	Dubina profila (cm)	pH		CaCO ₃	Adsorptivni kompleks					Ukupni		C/N	Pristupačni	
		H ₂ O	KCl	%	T	S	T-S	V	Y1	humus	N		P ₂ O ₅	K ₂ O
					ekv.m.mol/100g	%	cm ³	%	%	mg/100g				
p1	0-20	8.15	7.73	1.56	-	-	-	-	-	1.04	0.10	6.29	12.47	23.90
	20-40	8.16	7.65	1.53	-	-	-	-	-	0.78	0.12	3.73	6.30	16.07
p2	0-20	7.98	7.44	0.36	-	-	-	-	-	0.56	0.12	2.68	8.40	13.68
	20-40	7.90	7.34	0.46	-	-	-	-	-	0.58	0.09	3.81	7.85	10.46
p3	0-20	7.98	7.51	1.51	-	-	-	-	-	0.44	0.07	3.71	16.00	11.59
	20-40	8.20	7.73	1.98	-	-	-	-	-	0.36	0.05	3.90	13.57	10.60

Na ovom lokalitetu nema bitnijih razlika ni u hemijskom sastavu između profila. Kao posledica prisustva slobodnih karbonata u zemljištu, reakcija zemljišnog rastvora profila 1 i 3 u vodi je umereno alkalna, a profila 2 na se nalazi na prelazu između slabo i umereno alkalne. Sadržaj slobodnih karbonata u zemljištu je za ovako visoku pH vrednost nizak, što indicira da alkalnu reakciju ne uzrokuju samo karbonati zemnoalkalnih elemenata, već da u njima učestvuju i karbonati alkalnih elemenata (natrijumovi karbonati). Zemljište je slabo humozno celom dubinom soluma, osim kod profila 1 gde je dublji analizirani sloj vrlo slabo humozan. Zbog niskog zadržaja organske materije u zemljištu i količina ukupnog azota je mala. Za potrebe većine šumskih vrsta drveća sasvim je zadovoljavajuća obezbeđen biljkama lako pristupačnim oblicima fosfora, koja je u površinskom sloju profila 1 i 3 je srednja (dublji sloj profila 1 je slabo obezbeđen, a profila 3 srednje), dok je kod profila 2 slaba obezbeđenost celom dubinom. Kod profila 1 pristupačni oblici kalijuma u površinskom sloju su dobro obezbeđeni, a u dubljim srednje, kod profila 2 u površinskom sloju su dobro obezbeđeni, a u dubljim srednje. Količina biljkama

lako pristupačnih oblika kalijuma kod profila 3 je na prlazu između slabe i srednje obezbeđenosti (tabela 17).

Fizičke i hemijske karakteristike zemljišta na lokalitetu u Mošorinu (IV)

Tabela 18. Fizička svojstva zemljišta na lokalitetu u Mošorinu (IV)

Broj profila	Dubina profila (cm)	Krupan pesak	Sitan pesak	Prah	Glina	Ukupan		Teksturna klasa
						pesak	glina	
						%		
p1	0-20	3,60	54,20	35,90	6,30	57,80	42,20	Peskovita ilovača
	20-40	1,50	55,00	36,90	6,60	56,50	43,50	Peskovita ilovača
p2	0-20	2,90	62,70	22,50	11,90	65,60	34,40	Peskovita ilovača
	20-40	0,60	54,80	22,90	21,70	55,40	44,60	Peskovita ilovača
p3	0-20	2,10	59,10	24,50	14,30	61,20	38,80	Peskovita ilovača
	20-40	3,50	53,30	24,40	18,80	56,80	43,20	Peskovita ilovača

Po fizičkim karakteristikama nema razlika između profila zemljišta na lokalitetu u Mošorinu (IV). Zemljište je lakog teksturnog sastava i pripada klasi peskovitih ilovača celom analiziranom dubinom. Dominantnu teksturnu frakciju čini sitan pesak. Ovakav teksturni sastav omogućava dobru vodopropustljivost zemljišta, brzu infiltraciju padavinskih voda i dobru aerisanost celog zemljišnog soluma (tabela 18).

Tabela 19. Hemijska svojstva zemljišta na lokalitetu u Mošorinu (IV)

Broj profila	Dubina profila (cm)	pH		CaCO ₃	Adsorptivni kompleks					Ukupni		C/N	Pristupačni	
		H ₂ O	KCl	%	T	S	T-S	V	Y1	humus	N		P ₂ O ₅	K ₂ O
					ekv.m.mol/100g			%	cm ³	%	%			
p1	0-20	7,45	6,85	10,43	-	-	-	-	-	6,36	0,57	6,43	> 40	> 40
	20-40	7,59	7,29	11,96	-	-	-	-	-	4,16	0,41	5,93	> 40	> 40
p2	0-20	7,33	6,80	15,97	83,09	79,50	3,59	95,68	5,53	5,93	0,51	6,70	> 40	> 40
	20-40	7,73	7,47	16,10	-	-	-	-	-	2,30	0,21	6,34	> 40	> 40
p3	0-20	8,02	7,48	16,97	-	-	-	-	-	4,06	0,35	6,68	> 40	> 40
	20-40	8,20	7,81	24,67	-	-	-	-	-	2,86	0,26	6,31	> 40	> 40

Kao posledica visokog sadržaja karbonata zemnoalkalnih elemenata, reakcija zemljišnog rastvora površinskog sloja zemljišta profila 1 je slabo alkalna. Sa dubinom soluma alkalnost se blago povećava, to je posledica povećanja sadržaja slobodnih karbonata, što je slučaj kod sva tri profila. Površinski sloj kod profila 2 je beskarbonatan, pa je reakcija zemljišnog rastvora u površinskom sloju na prelazu između neutralne i slabo alkalne. Aktivna kiselost iznosi 7,33 pH jedinica, a supstituciona 6,8. Dublji analizirani sloj kod ovog profila je slabo alkalna, što je posledica prisustva slobodnih karbonata. Hemijska svojstva zemljišta koji reprezentuje profil 3 na ovom lokalitetu, karakteriše umereno alkalna reakcija zemljišnog rastvora u vodi. U površinskom sloju zemljišta profila 2 totalni kapacitet adsorpcije je veoma visok, a takođe i suma adsorbovanih baznih katjona i stepen zasićenosti adsorptivnog kompleksa bazama. Visok totalni kapacitet adsorpcije kod ovog zemljišta je posledica visokog sadržaja humusa u površinskom sloju, što je slučaj kod sva tri profila. Prema sadržaju ukupnog humusa površinski sloj zemljišta je jako, a dublji slabo humozan (osim kod profila 1 gde je i dublji sloj dosta humozan). Visok sadržaj ukupnog humusa i organske materije rezultira visokim sadržajem ukupnog azota celom dubinom soluma kod sva tri profila. Odnos C/N je uzak, što u povoljnim uslovima vlažnosti i temperature omogućava brzu mineralizaciju organske materije i brzo prevođenje biljnih asimilativa iz organskih u mineralne i biljkama pristupačne oblike. Količine biljkama lako pristupačnih oblika fosfora i kalijuma u zemljištu su izuzetno visoke i nalaze se iznad gornje granice pouzdane detekcije za Al-metodu (tabela 19).

Tabela 20. Količine Mg i Ca u zemljištu oglednih polja, rastvorljivih u carskoj vodi

Lokalitet	Profil	Dubina (cm)	Mg	Ca
			%	
Obrenovac (I)	p1	0-20	0,30	0,26
	p2	0-20	0,31	0,26
	p3	0-20	0,29	0,24
Pambukovica (II)	p1	0-20	0,23	0,14
	p2	0-20	0,24	0,13
	p3	0-20	0,25	0,11

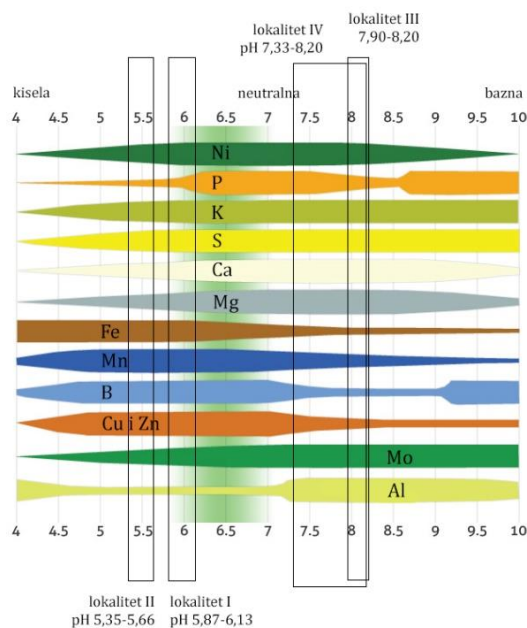
Lokalitet	Profil	Dubina (cm)	Mg	Ca
			%	
		20-40	0,30	0,14
Subotica (III)	p1	0-20	0,17	0,65
		20-40	0,17	0,74
	p2	0-20	0,08	0,17
		20-40	0,09	0,19
	p3	0-20	0,10	0,52
		20-40	0,11	0,78
Mošorin (IV)	p1	0-20	0,92	5,21
		20-40	1,02	6,97
	p2	0-20	0,98	4,95
		20-40	1,54	7,35

Prema Škvorc i sar. (2014) Mg se u zemljištu javlja od 0,1%-1,0%, a Ca od 0,2-2%. Oba ova elementa se u karbonatnim zemljištima mogu javiti u znatno većem procentu. Na lokalitetu u Obrenovcu (I) sadržaj Mg i Ca u zemljištu se nalaze u granicama prosečnih vrednosti za većinu zemljišta. Na lokalitetu u Pambukovici (II) oba elementa su zastupljen u granicama referentnih vrednosti. Na lokalitetu u Subotici (III) Mg je zastupljen u referentnim vrednostima, dok je Ca nešto niži, što znači da bazna reakcija ovog zemljišta potiče od alkalnih karbonata (Na). Na lokalitetu u Mošorinu (IV) Mg i Ca su zastupljeni u velikim količinama, što odgovara tipu ovog zemljišta (tabela 20).

5.3 Sadržaj elemenata ishrane u asimilacionim organima

Osnovne komponente zemljišta su voda (25%), vazduh (25%), organske (5%) i mineralne materije (45%) (Škvorc i sar., 2014). U zemljištu se nalaze nejednake količine neophodnih hranljivih elemenata, a njihovo iskorišćavanje od strane biljaka je različito. Biljke nisu u stanju da koriste celokupnu količinu hranljivih elemenata koja se nalazi u zemljištu, jer se oni često nalaze u jedinjenjima koja nisu dostupna biljkama (Batos, 2010; Krstić i sar., 2011). Za pravilan rast i razvoj biljaka neophodan je uravnotežen odnos hranljivih elemenata u zemljištu, jer

svaki od njih ima posebnu ulogu u biljnim tkivima (Krstić i sar., 2011). Da bi biljke bile u stanju da koriste neophodne nutrijente oni se moraju procesima raspadanja minerala i razlaganja organske materije prevesti u biljkama pristupačne oblike. Značajnu ulogu u tim procesima imaju mikroorganizmi, koji pomažu u apsorpciji nutrijenata, jer utiču na razgradnju organske materije, a neki od njih vezuju atmosferski N i pretvaraju ga u oblike koje biljke mogu da koriste (Škvorc i sar., 2014). Dostupnost mineralnih elemenata zavisi i od pH vrednosti zemljišta, i najveća je u intervalu između srednje i slabo kisele reakcije zemljišta (pH=5,5-6,5). Alkalna zemljišta su bogatija karbonatima od kiselih koja imaju više silikata. Bazna zemljišta imaju manje fosfata i teških metala (Cu, Zn, B, Al, Cu), kojima su bogatija kiselozemljišta (Škvorc i sar., 2014).



Izvor: Belinda Lake, Yanco Agricultural Institute

http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0003/167187/soil-ph.pdf

(modifikovano)

Slika 15. Šematski prikaz dostupnosti mineralnih elemenata u odnosu na pH vrednost zemljišta (širina polja odgovara dostupnosti elemenata)

Na slici 15 je prikazano kako se sa povećanjem kiselosti zemljišta povećava i pristupačnost i usvajanje metalnih jona. To može da dovede do povećanja

koncentracije teških metala u zemljištu, do nivoa koji je toksičan za biljke (Stanković, 2006).

Određena grupa elemenata se može akumulirati u biljkama (još u ranom periodu života) u količinama koje su dovoljne da zadovolje potrebe za fiziološko – biohemijske procese do kraja života. Dok postoji i grupa elemenata koje biljka mora kontinuirano da unosi radi optimalne sinteze organske materije (Krstić i sar., 2011).

Tabela 21. Granične vrednosti makroelemenata u suvoj materiji lista nekih lišćara (Krstić i sar., 2011)

Elementi ishrane	Jasen	Lipa	Topola
N (%)	1,70-2,20	2,30-2,80	1,80-2,50
P (%)	0,15-0,30	0,15-0,30	0,18-0,30
K (%)	1,10-1,50	1,00-1,50	1,20-1,80
Ca (%)	0,30-1,50	0,20-1,20	0,30-1,50
Mg (%)	0,20-0,40	0,15-0,30	0,20-0,30

U cilju ispitivanja mogućnosti paulovnije za korišćenje elemenata ishrane iz zemljišta na oglednim poljima, izvršena je folijarna analiza dvogodišnjih listova i rezultati su prikazani u tabeli 22.

Tabela 22. Sadržaj makroelemenata u suvoj materiji lista paulovnije na oglednim poljima

makroelementi			N	P	K	Ca	Mg	S
Lokalitet	Vrsta	Tretman	%					
Lokalitet I (Obrenovac)	<i>Paulownia elongata</i>	te1	2,24	0,16	1,40	2,05	0,36	0,11
		te2	1,98	0,03	1,34	2,65	0,40	0,09
		te3	2,10	0,19	1,65	1,83	0,39	0,11
	<i>Paulownia fortunei</i>	tf1	3,48	0,14	1,47	2,34	0,37	0,06
		tf2	2,62	0,15	1,44	2,99	0,46	0,12
		tf3	2,32	0,16	1,59	2,04	0,43	0,12
Lokalitet II (Pambukovica)	<i>Paulownia elongata</i>	te1	2,68	0,09	0,39	3,26	0,53	0,06
		te2	2,62	0,10	0,49	3,69	0,54	0,10
		te3	2,49	0,11	0,52	3,97	0,61	0,16

makroelementi			N	P	K	Ca	Mg	S
Lokalitet	Vrsta	Tretman	%					
	<i>Paulownia fortunei</i>	tf1	2,45	0,10	0,53	3,40	0,35	0,08
		tf2	2,56	0,10	0,47	3,34	0,38	0,06
		tf3	2,19	0,07	0,56	3,60	0,52	0,06
Lokalitet III (Subotica)		t4	2,89	0,28	2,15	3,60	0,49	0,09
		t5	2,17	0,17	1,65	2,43	0,32	0,04
		t6	2,51	0,20	1,34	2,36	0,35	0,03
Lokalitet IV (Mošorin)		t4	3,29	0,48	3,82	1,91	0,28	0,13
		t5	3,46	0,25	4,76	1,98	0,30	0,06
		t6	2,98	0,29	3,96	1,79	0,25	0,04

te1 – sadnice *P. elongata* iz prvog tretmana (prihranjivane većom količinom đubriva); te2 – sadnice *P. elongata* iz drugog tretmana (prihranjivane manjom količinom đubriva); te3 – sadnice *P. elongata* koje nisu prihranjivane (kontrola); tf1 – sadnice *P. fortunei* iz prvog tretmana (prihranjivane većom količinom đubriva); tf2 – sadnice *P. fortunei* iz drugog tretmana (prihranjivane manjom količinom đubriva); tf3 – sadnice *P. fortunei* koje nisu prihranjivane (kontrola); t4 – sadnice navodnjavane većom količinom vode; t5 – sadnice navodnjavane sa manjom količinom vode; t6 – sadnice koje nisu navodnjavane (kontrola).

Prema podacima koje navode Krstić i sar. (2011) suva masa biljaka sadrži između 2-4% azota (tabela 21), dok se prema navodima Estefan et al. (2013) sadržaj azota kreće između 1-5% suve mase. **Azot** je osnovni sastojka u izgradnji belančevina nukleinskih kiselina hlorofila i drugih organskih jedinjenja. Ovaj element utiče na razvoj zelene mase, koja je osnov fotosinteze i stvaranja organske materije. Rezultati merenja N u listovima paulovnije na sva četiri ogledna polja pokazuju da se sadržaj azota nalazi u granicama prosečnih vrednosti, čak i kod sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II), na kom je smanjen sadržaj azota u zemljištu. Najviše azota je izmereno u uzorcima listova sadnica vrste *Paulownia fortunei* koje su rasle na lokalitetu u Obrenovcu (I) i to u tretmanu sa dodatom većom količinom đubriva. Na ovom lokalitetu u sva tri tretmana sadnice vrste *Paulownia fortunei* imaju veću koncentraciju azota u asimilacionim organima u odnosu na sadnice vrste *Paulownia elongata*. Na lokalitetu u Pambukovici (II) usvajanje azota je prilično ujednačeno kod sadnica u svim tretmanima bez obzira na vrstu. Visoka koncentracija azota konstatovana je i kod sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV) u tretmanima koji su zalivani. Ovde su koncentracije azota znatno veće nego kod istog hibrida paulovnije na lokalitetu u Subotici (III), gde su primenjeni isti tretmani. To je rezultat povoljnijih uslova ishrane na lokalitetu u Mošorinu (IV) u

odnosu lokalitet u Suborici (III), gde je zemljište lakšeg teksturnog sastava, što omogućava gubljenje nitrata ispiranjem, a pH vrednost veća, što omogućava volatizaciju (izvetravanje) amonijačnog oblika azota (tabela 22).

Iako se u suvoj materiji biljaka nalazi prema Estefan et al. (2013) samo 0,1-0,5% ili prema Škvorc i sar. (2014) 0,1-0,8% fosfora, on je važan element koji ulazi u deo strukture nukleoproteina koji čine jedrovu plazmu. **Fosfor** utiče na razvoj korena i cvetova, a time i na brži rast biljaka i stimuliše rad mikroorganizma u zemljištu (Estefan et al., 2013). Na lokalitetu u Obrevcu (I) sadržaj fosfora u listovima se nalazi na donjoj granici referentnih vrednosti prema Krstić i sar. (2011) (tabela 21), iako je prisutan u zemljištu. Niska količina usvojenog fosfora kod sadnica obe vrste paulovnije na lokalitetu u Pambukovici (II) je rezultat jako niske količine biljkama pristupačnih oblika fosfora u zemljištu, koje su u sva tri analizirana profila ispod limita detekcije. Istovremeno je na ovom lokalitetu reakcija zemljišnog rastvora jako kisela. Ovako kisela reakcija zemljišnog rastvora može da izazove okludovanje fosfora dodatog đubrenjem u biljkama pristupačnom obliku. Pristupačni oblici fosfora u kiseloj sredini se vezuju sa gvožđem i aluminijumom u nerastvorljive i biljkama nepristupačne oblike. Razlike između koncentracija fosfora u suvoj masi listova sadnica između vrsta *Paulownia elongata* i *Paulownia fortunei* na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) su neznatne. Na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) biljke su usvojile više fosfora, naročito u tretmanu koji je navodnjavan većom količinom vode. Na lokalitetu u Mošorinu (IV) sadržaj fosfora u suvoj masi listova biljaka je veći od 3%. Na ovom lokalitetu je i sadržaj pristupačnog fosfora u zemljištu iznad 0,4% (40 mg/100g zemljišta), što je iznad gornje granice opsega merenja za Al metodu (tabela 22).

Kalijum u korenu biljaka povećava osmotski pritisak i olakšava uzimanje vode, čime se povećava otpornost biljaka na sušu (Kastori i sar., 2013). Koncentracija kalijuma u suvoj masi biljaka može da dostigne i 5% (Vukadinović i Vukadinović, 2011), a granične vrednosti za neke lišćarske vrste prema Krstić i sar. (2011) su 1,00-1,80% (tabela 21). Sadržaj kalijuma u suvoj masi lista na lokalitetima u Obrenovcu (I), Pambukovici (II) i Subotici (III) se nalazi u okvirima referentnih

vrednosti za lišćarske vrste. Najveće količine kalijuma u suvoj masi lista imaju sadnice na lokalitetu u Mošorin (IV), preko 3%. Na ovom lokalitetu je izmeren i veliki sadržaj biljkama dostupnog kalijuma u zemljištu, a najveća količina kalijuma u suvoj masi lista na ovom lokalitetu izmerena je kod sadnica navodnjavanih manjom količinom vode. Pored nepovoljnih fizičkih osobina zemljišta i nedostatak kalijuma u listovima sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II) (ispod 1%) negativno utiče na razvoj korenovog sistema i na porast biljaka. Na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) nema razlike u usvajanju kalijuma kod sadnica u okviru različitih tretmana, kao ni većih razlika u koncentraciji kalijuma u listovima biljaka između vrsta *Paulownia elongata* i *Paulownia fortunei*. Na lokalitetu u Subotica (III) količine usvojenog kalijuma u suvoj materiji lista su različita po tretmanima i srazmerne su količini vode kojom su biljke bile navodnjavane (tabela 22).

Kalcijum ima važnu ulogu u upravljanju fiziološkim procesima u ćelijama. Pozitivno utiče na poboljšanje fizičkih i hemijskih svojstava zemljišta, i predstavlja važan element ishrane. Koncentracija kalcijuma je od 0,2-1,5% kod nekih lišćarskih vrsta (Krstić i sar., 2011) (tabela 21), a kod kalcofilnih vrsta može da bude i veći od 5% (Vukadinović i Vukadinović, 2011). Sadržaj kalcijuma u suvoj masi listova na sva četiri lokaliteta se nalazi u okvirima referentnih vrednosti. Najmanje koncentracije kalcijuma je kod sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV), oko 2% suve mase lista. Najveće koncentracije je izmerena kod sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II), na kom sadnice vrste *Paulownia elongata* beleže nešto veće koncentracije kalcijuma u suvoj masi lista od sadnica vrste *Paulownia fortunei*. Na ovom lokalitetu najveći sadržaj kalcijuma je izmeren kod sadnica iz kontrolnog tretmana. Na lokalitetu u Obrenovcu (I) sadnice vrste *Paulownia fortunei* imaju nešto veći sadržaj Ca u odnosu na sadnice vrste *Paulownia elongata*. U okviru ovog lokaliteta sadnice iz tretmana prihranjivanog manjom količinom đubriva imaju najveći sadržaj kalcijuma u suvoj masi lista. Na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) veće koncentracije kalcijuma u suvoj masi lista imaju sadnice iz zalivanih tretmana (tabela 22).

Magnezijum je sastavni deo hlorofila, učestvuje u izgradnji ćelijskog zida i važan je aktivator enzima. Magnezijum je esencijalni element za rast i razvoj biljaka,

a njegov udeo u suvoj masi nekih lišćara prema Krstić i sar. (2011) je između 0,15 i 0,40% (tabela 21), dok prema Škvorc i sar. (2014) neke druge vrste mogu da sadrže i do 1% Mg u suvoj masi. Koncentracija magnezijuma u suvoj masi lista sadnica na sva četiri lokaliteta se javlja u granicama koje su referentne za ovaj element ishrane (Krstić i sar., 2011). Kod sadnica vrste *Paulownia elongata* na lokalitetu u Pambukovici (II) izmerena je najveća koncentracija magnezijuma u suvoj masi lista i kreće se u intervalu između 0,53 i 0,60%. Na ovom lokalitetu nema većih razlika u usvajanju između sadnica u okviru različitih tretmana, a najveće su kod sadnica iz kontrolnog tretmanima za obe vrste. Na lokalitetu u Subotici (III) najveći udeo magnezijuma imaju sadnice iz tretmana koji je najviše zalivan, dok je na lokalitetu u Mošorinu (IV) koncentracija nešto veća kod sadnica u okviru tretmana koji je navodnjavan manjom količinom vode. Najmanja koncentracija (0,25%) je izmerena kod sadnica iz kontrolnog tretmana na lokalitetu u Mošorinu (IV) (tabela 22).

Po svom značaju za biljke **sumpor** spada u konstitucione elemente (učestvuje u izgradnji belančevina, biljnih ulja i vitamin), a po koncentraciji u makroelemente. Prema Škvorc i sar. (2014) učešće supora u suvoj masi lista je 0,05-0,1%, dok je prema Vukadinović i Vukadinović (2011) od 0,1 do 0,5%. Koncentracija sumpora u suvoj masi listova sadnica na sva četiri ogledna polja se nalazi u granicama referentnih vrednosti, prema pomenutim autorima. Najveću vrednost koncentracije sumpora imaju sadnice vrste *Paulownia elongata* iz kontrolnog tretmana, na lokalitetu u Pambukovici (II), od 0,16% suve mase. Ostale sadnice na tom lokalitetu (II) kod obe vrste imaju koncentraciju između 0,06-0,1%, i neznatno su manje od koncentracija koje imaju sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) (0,06-0,12%), gde najveći udeo sumpora u suvoj masi lista imaju sadnice vrste *Paulownia fortunei* iz tretmana koji je prihranjivan manjom količinom đubriva. Najmanje koncentracije su zabeležene kod sadnica na lokalitetu u Subotici (III) u kontrolnom tretmanu (0,03%). Učešće sumpora u suvoj masi lista sadnica isto je raspoređena po tretmanima na lokalitetima u Subotici (III) i u Mošorinu (IV), samo su koncentracije različite. Na lokalitetu u Subotici (III) sadržaj sumpora u suvoj masi lista sadnica iznosi od 0,03 do 0,09%, a lokalitetu u Mošorinu (IV) koncentracije sumpora u listovima paulovnja su veće, i iznose od 0,04% do 0,13% (tabela 22).

5.4 Preživljavanje sadnica

U cilju analize preživljavanja biljaka na određenim lokalitetima vršeno je prebrojavanje sadnica: mesec dana nakon sadnje, u toku leta i na kraju prvog vegetacionog perioda. U drugoj godini, mesec dana nakon čepovanja, ponovljeno je prebrojavanje u cilju evidencije preživelih sadnica nakon zimskog perioda. Prebrojavanje je vršeno sredinom i na kraju vegetacionog perioda iste godine.

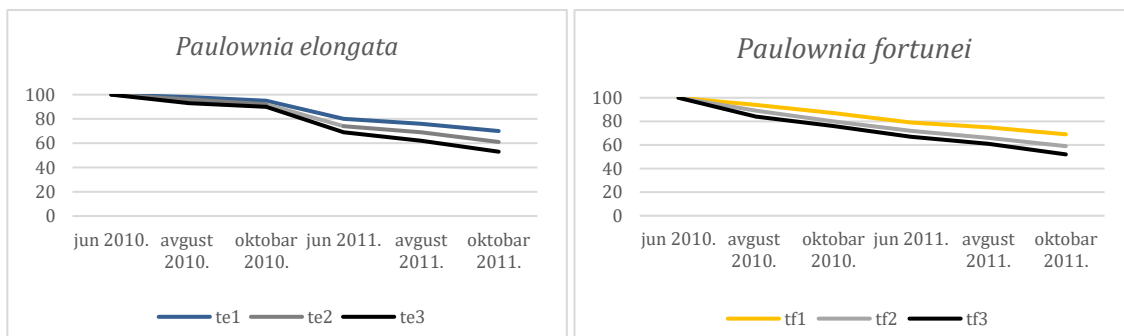
Tabela 23. Procenat sadnica koje su preživele u period od sadnje do kraja druge vegetacione sezone, na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II)

lokalitet	vrsta	tret.	Jun	Avgu.	Okto.	Jun	Avgu.	Okto.
			2010	2010	2010	2010	2010	2010.
			%					
Obrenovac (I)	<i>Paulownia elongata</i>	te1	100	98	95	80	76	70
		te2	100	96	92	74	69	61
		te3	100	93	90	69	62	53
	<i>Paulownia fortunei</i>	tf1	100	94	87	79	75	69
		tf2	100	89	80	72	66	59
		tf3	100	84	76	67	61	52
Pambukovica (II)	<i>Paulownia elongata</i>	te1	100	96	92	77	74	67
		te2	100	93	87	72	68	59
		te3	100	90	82	67	60	51
	<i>Paulownia fortunei</i>	tf1	100	90	86	76	73	67
		tf2	100	87	78	70	65	58
		tf3	100	84	74	65	59	50

sadnice *P. Elongata*: te1 –prihranjivane većom količinom đubriva; te2 – prihranjivane manjom količinom đubriva; te3 –nisu prihranjivane (kontrola); sadnice *P. fortunei*: tf1 – prihranjivane većom količinom đubriva; tf2 – prihranjivane manjom količinom đubriva; tf3 –nisu prihranjivane (kontrola).

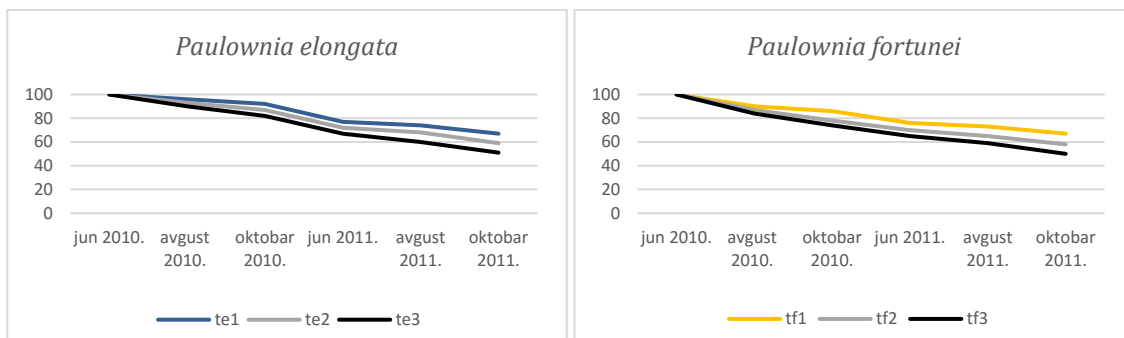
Na kraju vegetacionog perioda prve godine, na lokalitetu u Obrenovcu (I) broj preživelih sadnica vrste *Paulownia elongata* se kreće od 90-95%, u zavisnosti od tretmana. Najveći procenat preživelih sadnica je u tretmanu koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva, a najmanji u kontrolnom tretmanu. Isti trend preživljavanja imaju i sadnice vrste *Paulownia fortunei*, koji se kreće od 84-94%. U drugom vegetacionom periodu broj preživelih sadnica koje su evidentirane nakon čepovanja za vrstu *Paulownia elongata* je 69-80%, a za vrstu *Paulownia fortunei* 67-

79%, u odnosu na broj posađenih biljaka. Sadnice su imale isti trend preživljavanja (grafikon 5) u odnosu na tretmane kao i u prvoj vegetacionoj sezoni. Na kraju druge godine broj preživelih sadnica vrste *Paulownia elongata* je 70% u tretmanu koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva, odnosno 53% na kontrolni tretman, koji nije prihranjivan. Isti trend preživljavanja, ali u u manjem procentu (52-69%), imaju i sadnice vrste *Paulownia fortunei*, na ovom lokalitetu (I) (tabela 23).



Grafikon 5. Preživljavanje sadnica vrsta *Paulownia elongata* i *Paulownia fortunei* od početka prve do kraja druge vegetacione sezone na lokalitetu u Obrenovcu

Trend je isti i na lokalitetu u Pambukovici (II), ali sa manjim uspehom preživljavanja sadnica (grafikon 6). Na kraju prvog vegetacionog perioda evidentirano je 82-92% preživelih sadnica vrste *Paulownia elongata*, odnosno 74-86% vrste *Paulownia fortunei*, zavisno od tretmana. Broj sadnica koje su evidentirane nakon čepovanja je od 67% u kontrolnom tretmanu do 77% u tretmanu koji je prihranjivan većom količinom đubriva, za vrstu *Paulownia elongata*. Kao i na lokalitetu (I) i na ovom lokalitetu sadnice vrste *Paulownia fortunei* imaju manji uspeh preživljavanja, 65-76% u odnosu na broj posađenih biljaka. Na kraju druge godine preživljavanje sadnica vrste *Paulownia elongata* je 51-67%, a vrste *Paulownia fortunei* 50-67%, u zavisnosti od tretmana (tabela 23).



Grafikon 6. Preživljavanje sadnica vrsta *Paulownia elongata* i *Paulownia fortunei* od početka prve do kraja druge vegetacione sezone na lokalitetu u Pambukovici

Tabela 24. Procenat sadnica koje su preživele u periodu od sadnje do kraja druge vegetacione sezone, na lokalitetu u Subotici (III) i Mošorinu (IV)

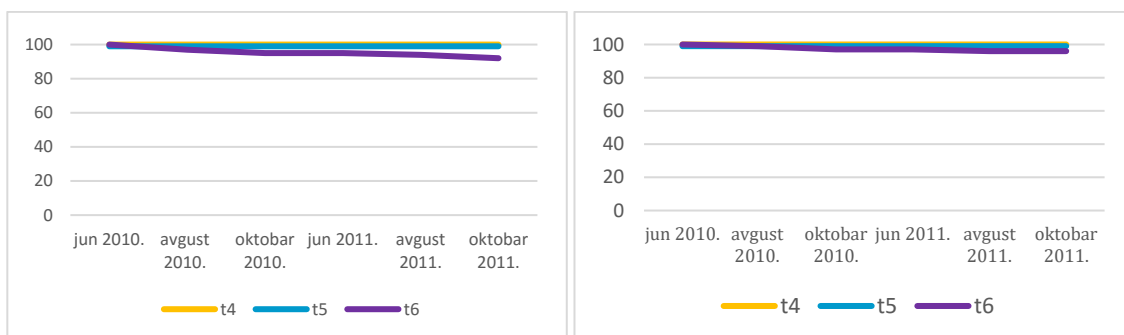
lokalitet	tret.	Jun 2011	Avgu. 2011	Okto. 2011	Jun 2012	Avgu. 2012	Okto. 2012
		%					
Subotica (III)	t4	100	100	100	100	100	100
	t5	100	100	100	100	100	100
	t6	100	97	95	95	94	92
Mošorin (IV)	t4	100	100	100	100	100	100
	t5	100	100	100	100	100	100
	t6	100	99	97	97	96	96

t4 – sadnice navodnjavane većom količinom vode; t5 – sadnice navodnjavane sa manjom količinom vode; t6 – sadnice koje nisu navodnjavane (kontrola).

Na lokalitetu u Subotici (III), na kraju prvog vegetacionog perioda, broj preživelih sadnica je od 95% (u tretmanu koji se nije zalivao) do 100% u tretmanima koji su navodnjavani. Druge godine nakon čepovanja, evidentiran je identičan procenat preživelih sadnica kao i na kraju prve vegetacione sezone. Na kraju druge vegetacione sezone broj preživelih biljaka u navodnjavanim tretmanima je 100%, a u kontrolnom tretmanu 92% (tabela 24; grafikon 7).

Isti trend i uspeh prijema i preživljavanja sadnica je i na lokalitetu u Mošorinu (IV), ali sa većim procentom preživelih biljaka. Na kraju prve vegetacione sezone, u kontrolnom tretmanu evidentirano je 97% sadnica, nakon čepovanja druge godine 97%, i na kraju druge vegetacione sezone preživljavanje je 96% u odnosu na broj

posadenih biljaka. U tretmanima koji su navodnjavani, uspeh preživljavanja je 100%, u svakom evidentiranju (tabela 24; grafikon 7).



Grafikon 7. Preživljavanje sadnica od početka prve do kraja druge vegetacione sezone na lokalitima u Subotici (levo) i Mošorinu (desno)

5.5 Varijabilnost morfometrijskih karakteristika biljaka

5.5.1 Varijabilnost morfometrijskih karakteristika biljaka na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda

5.5.1.1 *Visina sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda*

Rezultati deskriptivne statistike za lokalitet u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) za prosečnu visinu sadnica dati su u tabeli 25, za svih šest merenja u prvom vegetacionom periodu.



Slika 16. Sadnice paulovnja na oglednom polju u Obrenovcu u 2010. god.

Tabela 25. Osnovni parametri deskriptivne statistike i tro-faktorska ANOVA za šest periodičnih merenja za svojstvo visina sadnica (cm) tokom prvog vegetacionog perioda, na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II)

faktor	nivo	I merenje	II merenje	III merenje	IV merenje	V merenje	VI merenje
lokalitet (A)	lokalitet I	^A 13.28 (3.60) ^b	18.18 (6.67) ^b	23.51 (9.26) ^b	27.42 (10.96) ^b	31.76 (12.96) ^b	32.95 (13.14) ^b
	lokalitet II	9.06 (2.59) ^a	12.48 (3.96) ^a	16.56 (4.89) ^a	19.85 (6.14) ^a	23.00 (6.89) ^a	25.32 (14.95) ^a
		^B $F_{1,290}=155.11^*$	$F_{1,290}=113.94^*$	$F_{1,290}=106.44^*$	$F_{1,290}=93.65^*$	$F_{1,290}=107.59^*$	$F_{1,290}=31.34^*$
vrsta (B)	<i>P. elongata</i>	10.70 (3.78) ^b	14.54 (6.09) ^a	18.99 (7.75) ^a	22.52 (8.96) ^a	26.09 (10.08) ^a	27.10 (9.87) ^a
	<i>P. fortunei</i>	11.63 (3.72) ^a	16.12 (6.17) ^b	21.08 (8.46) ^b	24.75 (10.20) ^b	28.67 (12.21) ^b	31.18 (17.88) ^b
		$F_{1,290}=7.55^*$	$F_{1,290}=8.75^*$	$F_{1,290}=9.63^*$	$F_{1,290}=8.19^*$	$F_{1,290}=9.32^*$	$F_{1,290}=8.97^*$
tretman (C)	tretman 1	11.85 (4.57) ^b	17.39 (7.84) ^c	22.65 (10.12) ^c	26.84 (11.41) ^b	31.61 (13.37) ^c	34.74 (20.48) ^c
	tretman 2	11.02 (3.84) ^a	15.31 (6.01) ^b	20.85 (8.10) ^b	25.03 (9.64) ^b	29.06 (10.66) ^b	30.02 (10.41) ^b
	tretman 3	10.63 (2.56) ^a	13.28 (3.00) ^a	16.59 (3.72) ^a	19.03 (4.91) ^a	21.46 (5.80) ^a	22.64 (6.11) ^a
		$F_{2,290}=4.56^*$	$F_{2,290}=19.71^*$	$F_{2,290}=28.47^*$	$F_{2,290}=36.43^*$	$F_{2,290}=52.10^*$	$F_{2,290}=26.70^*$
interactions (AXB)		ns	ns	ns	ns	$F_{1,290}=4.98^*$	ns
interactions (AXC)		$F_{2,290}=15.7^*$	$F_{2,290}=39.0^*$	$F_{2,290}=61.1^*$	$F_{2,290}=67.8^*$	$F_{2,290}=92.05^*$	$F_{2,290}=32.07^*$
interactions (BXC)		ns	ns	ns	ns	$F_{2,290}=3.85^*$	$F_{2,290}=3.56^*$

Tro-faktorska analiza varijanse (ANOVA III). Faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet 1 (Obrenovac) i lokalitet 2 (Pambukovica); faktor B (vrsta) sa 2 nivoa: vrsta 1 (*P. elongata*) i vrsta 2 (*P. fortunei*); faktor C (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1 (veća količina đubriva), tretman 2 (manja količina đubriva), i tretman 3 (kontrola), i njihove interakcije. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=300 (2 lokaliteta x 2 vrste x 3 tretmana x 25 = 300). ^A= srednja vrednost (standardna devijacija); ^B= F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesigifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Za svojstvo visina sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) u prvoj godini (tabela 25) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet, vrsta i tretman.

U prvoj vegetacionoj sezoni sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) pokazuje signifikano značajno veće srednje vrednosti visina kod svih šest merenja, u odnosu na sadnice na lokalitetu Pambukovici (II). Na početku vegetacione sezone najmanja srednja vrednost visina sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) je 13,28 cm, a na lokalitetu u Pambukovici (II) 9,06 cm. Na kraju vegetacione sezone srednja vrednost visina sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) je 32,95 cm, a na lokalitetu u Pambukovici (II) 25,32 cm.

Sadnice vrsta *Paulownia fortunei* pokazuju veće prosečne vrednosti visina u odnosu na sadnice vrste *Paulownia elongata* tokom celog vegetacionog perioda. Razlika između vrsta je signifikantna tokom svih šest merenja. Sadnice vrste *Paulownia fortunei* na kraju prve vegetacione sezone imaju veće srednje vrednosti visina (31,18 cm), od sadnica vrste *Paulownia elongata* (27,10 cm).

Statistički značajna razlika u srednjim vrednostima visine sadnica postoji između tretmana (prihranjivanje i kontrola) tokom celog vegetacionog perioda. U prvom merenju ne postoji signifikantna razlika između sadnica u okviru tretmana koji su prihranjivani sa manjom količinom đubriva i kontrolnog tretmana, a u četvrtom merenju između sadnica iz tretmana koji su prihranjivani. Sadnice u okviru tretmana koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva pokazuje veće srednje vrednosti visina tokom celog vegetacionog perioda, u odnosu na sadnice iz drugog tretmana i kontrole. Na kraju prve sezone najveća srednja vrednost visina imaju sadnice u tretmanu koji je prihranjivan sa najvećom količinom đubriva (34,74 cm), zatim u tretmanu prihranjivanom sa manjom količinom đubriva (30,02 cm), i najmanja u kontrolnom tretmanu (22,64 cm).

Za svojstvo srednja visina sadnica, međusobna interakcija faktora vrsta (*P. elongata* i *P. fortunei*) i faktora tretman (prihranjivanje i kontrola) je signifikantna

samo u poslednjem (šestom) merenju, na kraju prve vegetacione sezone. Interakcija između faktora vrsta (*P. elongata* i *P. fortunei*) i faktora lokalitet je signifikantna samo u petom merenju. Međusobna interakcija faktora lokalitet (Obrenovac (I) i Pambukovica (II)) i faktora tretman (prihranjivanje i kontrola) je statistički značajna tokom celog vegetacionog perioda.

5.5.1.2 Prečnik sadnica u zoni korenovog vrata na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda

Rezultati deskriptivne statistike za lokalitet u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) za srednje vrednosti prečnika u vratu korena sadnica dati su u tabeli 26, za svih šest merenja u prvom vegetacionom periodu.



Slika 17. Sadnice paulovnja na oglednom polju u Pambukovici, tokom 2010. god.

Tabela 26. Osnovni parametri deskriptivne statistike i tro-faktorska ANOVA za šest periodičnih merenja za svojstvo prečnik u vratu korena (mm) sadnica tokom prvog vegetacionog perioda, na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II)

faktor	nivo	I merenje	II merenje	III merenje	IV merenje	Vmerenje	VI merenje
lokalitet (A)	lokalitet I	4,33 (1,14) ^b	4,81 (1,27) ^b	5,21 (1,27) ^b	5,80 (1,47)	6,26 (1,60)	6,67 (1,71)
	lokalitet II	3,60 (0,87) ^a	4,03 (1,01) ^a	4,78 (1,48) ^a	5,57 (1,37)	6,25 (1,49)	7,03 (4,33)
		$F_{1,290}=39,26^*$	$F_{1,290}=36,34^*$	$F_{1,290}=10,67^*$	ns	ns	ns
vrsta (B)	<i>P. elongata</i>	4,06 (1,09)	4,59 (1,26) ^b	5,14 (1,30) ^b	6,01 (1,50) ^b	6,39 (1,61)	7,08 (4,37)
	<i>P. fortunei</i>	3,87 (1,05)	4,24 (1,13) ^a	4,84 (1,13) ^a	5,34 (1,40) ^a	6,12 (1,47)	6,61 (1,59)
		ns	$F_{1,290}=7,10^*$	$F_{1,290}=5,24^*$	$F_{1,290}=3,95^*$	ns	ns
tretman (C)	tretman 1	4,03 (1,17)	4,63 (1,41) ^b	5,18 (1,38)	6,01 (1,50) ^b	6,63 (1,58) ^b	7,08 (1,63)
	tretman 2	3,94 (1,07)	4,44 (1,63) ^{ab}	4,95 (1,14)	5,71 (1,29) ^b	6,37 (1,34) ^b	6,88 (1,39)
	tretman 3	3,92 (0,98)	4,18 (0,99) ^a	4,86 (1,14)	5,34 (1,40) ^a	5,77 (1,59) ^a	6,59 (5,29)
		ns	$F_{2,290}=4,02^*$	ns	$F_{2,290}=6,85^*$	$F_{2,290}=10,37^*$	ns
interactions (AXB)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
interactions (AXC)		ns	ns	$F_{2,290}=16,31^*$	$F_{2,290}=26,22^*$	$F_{2,290}=33,79^*$	$F_{2,290}=15,58^*$
interactions (BXC)		ns	ns	ns	ns	ns	$F_{2,290}=3,36^*$

Tro-faktorska analiza varijanse (ANOVA III). Faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet 1 (Obrenovac) i lokalitet 2 (Pambukovica); faktor B (vrsta) sa 2 nivoa: vrsta 1 (*P. elongata*) i vrsta 2 (*P. fortunei*); faktor C (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1 (veća količina đubriva), tretman 2 (manja količina đubriva), i tretman 3 (kontrola), i njihove interakcije. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=300 (2 lokaliteta x 2 vrste x 3 tretmana x 25 = 300). ^A= srednja vrednost (standardna devijacija); ^B= F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesigifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Za svojstvo prečnik u vratu korena sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 26) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet, vrsta i tretman.

Na lokalitetu u Obrenovcu (I) srednje vrednosti prečnika u vratu korena sadnica su signifikantno veće u prvom, drugom i trećem merenju, u odnosu na sadnice na lokalitet u Pambukovici (II). Kod ostalih merenja razlike nisu statistički značajne. Na kraju prve vegetacione sezone srednja vrednosti prečnika u vratu korena veća je kod sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II) i iznosi 7,03 mm, dok je kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) 6,67 mm.

Sadnice vrste *Paulownia elongata* pokazuju veće srednje vrednosti prečnika u vratu korena u odnosu na sadnice vrste *Paulownia fortunei*, kod drugog, trećeg i četvrtog merenja i ove razlike su statistički značajne. Kod ostalih merenja razlike nisu statistički značajne. Sadnice vrste *Paulownia elongata* na kraju prve vegetacione sezone imaju veće srednje vrednosti prečnika (7,08 mm) od sadnica vrste *Paulownia fortunei* (6,61 mm).

Signifikantna razlika između srednjih vrednosti prečnika u vratu korena sadnica između različitih tretmana postoji u drugom, četvrtom i petom merenju. Kod ostalih merenja razlike nisu statistički značajne, ali su srednje vrednosti prečnika u vratu korena i u tim merenjima najveće kod sadnica u okviru tretmana prihranjivanog većom količinom đubriva. U drugom merenju nema statistički značajne razlike u srednjim vrednostima prečnika sadnica između tretmana koji je prihranjivan sa manjom količinom đubriva i kontrolnog tretmana. Tretmanu u okviru kog su sadnice prihranjivane sa većom količinom đubriva imaju statistički značajno veću srednju vrednost prečnika u vratu korena od sadnica na kontrolnoj površini. U četvrtom i petom merenju između sadnica u tretmanima koji se prihranjuju nema statistički značajne razlike, ali se signifikantno razlikuju u odnosu na kontrolni tretman. Sadnice iz tretmana koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva imaju veće srednje vrednosti prečnika u vratu korena u odnosu na sadnice iz drugih tretmana i kontrole, u svih šest merenja.

Međusobna interakcija faktora lokalitet (Obrenovac (I) i Pambukovica (II)) i faktora vrsta (*P. elongata* i *P. fortunei*) nije statistički značajna tokom svih šest merenja. Međusobna interakcija faktora vrsta (*P. elongata* i *P. fortunei*) i faktora tretman (prihranjivanje i kontrola) signifikantno je različita u petom i šestom merenju, dok kod ostalih merenja nema statistički značajne razlike. Međusobna interakcija faktora lokalitet (Obrenovac (I) i Pambukovica (II)) i faktora tretman (prihranjivanje i kontrola) statistički je značajna u trećem, četvrtom, petom i šestom merenju.

5.5.2 Varijabilnost morfometrijskih karakteristika biljaka na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda

5.5.2.1 Visina sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda

Rezultati deskriptivne statistike za lokalitet u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) za prosečnu visinu sadnica dati su u tabeli 27, za svih šest merenja u drugom vegetacionom periodu.



Slika 18. Sadnice paulovnja na oglednom polju u Obrenovcu, tokom 2011. god.

Tabela 27. Osnovni parametri deskriptivne statistike i tro-faktorska ANOVA za šest periodičnih merenja za svojstvo visina sadnica (cm) tokom drugog vegetacionog perioda, na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II)

faktor	nivo	I merenje	II merenje	III merenje	IV merenje	V merenje	VI merenje
lokalitet (A)	lokalitet I	14,98 (5,15) ^b	19,18 (7,12)	25,77 (10,37)	31,38 (11,89) ^b	35,11 (12,76) ^b	38,82 (13,86) ^b
	lokalitet II	12,32 (7,45) ^a	19,64 (9,32)	25,03 (11,53)	25,27 (11,49) ^a	27,70 (11,81) ^a	29,09 (12,31) ^a
		$F_{1,290}=14,06^*$	ns	ns	$F_{1,290}=34,17^*$	$F_{1,290}=49,84^*$	$F_{1,290}=82,72^*$
vrsta (B)	<i>P. elongata</i>	13,23 (6,71)	18,77 (8,46)	24,93 (11,48)	27,65 (12,49)	30,90 (13,42)	33,14 (14,27)
	<i>P. fortunei</i>	14,07 (6,33)	20,05 (8,08)	25,86 (10,43)	29,00 (11,64)	31,90 (12,21)	34,77 (13,65)
		ns	ns	ns	ns	ns	ns
tretman (C)	tretman 1	15,23 (6,70) ^b	22,86 (8,20) ^c	30,80 (9,78) ^c	34,62 (10,55) ^c	38,52 (10,81) ^c	41,54 (11,51) ^c
	tretman 2	14,14 (6,60) ^b	20,74 (7,92) ^b	27,96 (10,67) ^b	31,75 (11,57) ^b	35,00 (12,16) ^b	38,23 (13,52) ^b
	tretman 3	11,57 (5,76) ^a	14,63 (6,35) ^a	17,43 (7,28) ^a	18,61 (6,89) ^a	20,68 (7,17) ^a	22,08 (7,39) ^a
		$F_{2,290}=9,35^*$	$F_{2,290}=32,06^*$	$F_{2,290}=57,79^*$	$F_{2,290}=88,87^*$	$F_{2,290}=107,99^*$	$F_{2,290}=126,19^*$
interactions (AXB)		ns	ns	ns	ns	ns	ns
interactions (AXC)		$F_{2,290}=4,47^*$	ns	$F_{2,290}=3,78^*$	$F_{2,290}=10,93^*$	$F_{2,290}=17,81^*$	$F_{2,290}=25,38^*$
interactions (BXC)		ns	ns	ns	ns	ns	ns

Tro-faktorska analiza varijanse (ANOVA III). Faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet 1 (Obrenovac) i lokalitet 2 (Pambukovica); faktor B (vrsta) sa 2 nivoa: vrsta 1 (*P. elongata*) i vrsta 2 (*P. fortunei*); faktor C (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1 (veća količina đubriva), tretman 2 (manja količina đubriva), i tretman 3 (kontrola), i njihove interakcije. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=300 (2 lokaliteta x 2 vrste x 3 tretmana x 25 = 300). A = srednja vrednost (standardna devijacija); B = F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Kod srednjih vrednosti visina sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 27) postoji signifikantna razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman, ali ne i za faktor vrtsta.

Na lokalitetu u Obrenovcu (I) srednje vrednosti visina sadnica u drugoj vegetacionoj sezoni se signifikantno razlikuju od sadnica na lokalitetu u Pambukovici, kod prvog, četvrtog, petog i šestog merenja. Na kraju drugog vegetacionog perioda srednja vrednost visine sadnica u Obrenovcu (I) iznosi 38,82 cm, i veća je od srednje vrednosti sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II), koja iznosi 29,09 cm.

Razlike između srednjih vrednosti visina sadnica kod vrsta *Paulownia elongata* i *Paulownia fortunei* nisu statistički značajne. Kao i u prvoj, i u drugoj vegetacionoj sezoni sadnice vrste *Paulownia fortunei* imaju veće srednje vrednosti visina od sadnica vrste *Paulownia elongata*. Na kraju druge vegetacione sezone srednja vrednost visine sadnica vrste *Paulownia fortunei* je 34,77 cm, a vrste *Paulownia elongata* je 33,14 cm.

Razlika između srednjih vrednosti visina sadnica je statistički značajna kod svih tretmana. U svim merenjima postoji statistički značajna razlika između oba tretmana i kontrole, osim u prvom merenju, gde nema statistički značajne razlike između sadnica u okviru tretmana koji se prihranjuju, ali statistički značajna razlika postoji između njih i kontrole. Sadnice iz tretmana koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva pokazuju najveće srednje vrednosti visina, a sadnice iz kontrolnog najmanje, tokom celog vegetacionog perioda, kao i u prvoj sezoni. Na kraju druge vegetacione sezone najveća srednja vrednost visina je kod sadnica iz tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva (41,54 cm), a najmanja kod sadnica iz kontrolnog tretmana (22,08 cm).

Za svojstvo srednja vrednost visina sadnica, međusobna interakcija faktora lokalitet (Obrenovac (I) i Pambukovica (II)) i faktora tretman (prihranjivanje i kontrola) je signifikantna u svim merenjima, osim u drugom merenju gde nema

statistički značajne razlike. Međusobne interakcije faktora lokalitet (Obrenovac (I) i Pambukovica (II)) i faktora vrsta (*P. elongata* i *P. fortunei*), kao i faktora vrsta (*P. elongata* i *P. fortunei*) i faktora tretman (prihranjivanje i kontrola) nisu statistički značajne tokom svih šest merenja.

5.5.2.2 Prečnik sadnica u zoni korenovog vrata na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda

Rezultati deskriptivne statistike za lokalitet u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) za prosečnu vrednost prečnika u vratu korena sadnica dati su u tabeli 28, za svih šest merenja u drugom vegetacionom periodu.



Slika 19. Sadnice paulovnja na oglednom polju u Pambukovici, tokom 2011. god.

Tabela 28. Osnovni parametri deskriptivne statistike i tro-faktorska ANOVA za šest periodičnih merenja za svojstvo prečnik u vratu korena (mm) sadnica tokom drugog vegetacionog perioda, na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II)

faktor	nivo	I merenje	II merenje	III merenje	IV merenje	V merenje	VI merenje
lokalitet (A)	lokalitet I	4,40 (1,06) ^a	5,20 (1,37) ^a	6,21 (1,92) ^a	7,15 (2,27) ^a	8,05 (2,63)	8,99 (2,95)
	lokalitet II	4,79 (1,94) ^b	5,98 (2,29) ^b	7,01 (2,62) ^b	7,73 (2,73) ^b	8,43 (2,78)	9,22 (2,90)
		$F_{1,290}=4,74^*$	$F_{1,290}=13,66^*$	$F_{1,290}=10,9^*$	$F_{1,290}=5,10^*$	ns	ns
vrsta (B)	<i>P. elongata</i>	4,58 (1,53)	5,65 (1,88)	6,82 (2,40)	7,67 (2,66)	8,47 (2,89)	9,33 (3,14)
	<i>P. fortunei</i>	4,61 (1,61)	5,53 (1,97)	6,40 (2,24)	7,20 (2,37)	8,01 (2,50)	8,87 (2,69)
		ns	ns	ns	ns	ns	ns
tretman (C)	tretman 1	4,83 (1,61) ^b	6,10 (1,94) ^b	7,41 (2,27) ^b	8,40 (2,33) ^b	9,38 (2,57) ^b	10,50 (2,67) ^b
	tretman 2	4,67 (1,68) ^{ab}	5,81 (2,06) ^b	7,06 (2,45) ^b	8,02 (2,66) ^b	8,89 (2,73) ^b	9,84 (2,84) ^b
	tretman 3	4,29 (1,38) ^a	4,86 (1,53) ^a	5,37 (1,67) ^a	5,89 (1,74) ^a	6,44 (1,76) ^a	6,97 (1,88) ^a
		$F_{2,290}=3,20^*$	$F_{2,290}=12,70^*$	$F_{2,290}=27,05^*$	$F_{2,290}=37,78^*$	$F_{2,290}=46,36^*$	$F_{2,290}=60,82^*$
interactions (AXB)		ns	$F_{1,290}=5,92^*$	$F_{1,290}=8,56^*$	$F_{1,290}=11,35^*$	$F_{1,290}=12,45^*$	$F_{1,290}=10,40^*$
interactions (AXC)		ns	ns	ns	ns	$F_{2,290}=3,43^*$	$F_{2,290}=6,19^*$
interactions (BXC)		ns	ns	ns	ns	ns	ns

Tro-faktorska analiza varijanse (ANOVA III). Faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet 1 (Obrenovac) i lokalitet 2 (Pambukovica); faktor B (vrsta) sa 2 nivoa: vrsta 1 (*P. elongata*) i vrsta 2 (*P. fortunei*); faktor C (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1 (veća količina đubriva), tretman 2 (manja količina đubriva), i tretman 3 (kontrola), i njihove interakcije. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=300 (2 lokaliteta x 2 vrste x 3 tretmana x 25 = 300). ^a = srednja vrednost (standardna devijacija); ^b = F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesigifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Kao i kod svojstva visina sadnica u drugoj vegetacionoj sezoni, i za svojstvo prečnik u vratu korena sadnica za lokalitet u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 28) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman, ali ne i vrsta.

Srednje vrednosti prečnik u vratu korena sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II) su signifikantno veće u odnosu na sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) u prvom, drugom, trećem i četvrtom merenju. Kod ostala dva merenja razlike nisu statistički značajne. Sadnice na lokalitetu u Pambukovici (II) pokazuju veće srednje vrednosti prečnik u vratu korena tokom cele vegetacione sezone. Na lokalitetu u Pambukovici (II) srednja vrednost prečnika u vratu korena sadnica je 9,22 mm, i veća je nego kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) gde iznosi 8,99 mm.

Razlike između srednjih vrednosti prečnika u vratu korena kod sadnica vrsta *Paulownia elongata* i *Paulownia fortunei* nisu statistički značajne. Sadnice vrste *Paulownia fortunei* imaju veće srednje vrednosti od sadnica vrste *Paulownia elongata* u prvom i trećem merenju. Na kraju druge vegetacione sezone srednja vrednost prečnika u vratu korena kod sadnica vrste *Paulownia elongata* je 9,33 mm, a kod sadnica vrste *Paulownia fortunei* je 8,87 mm.

U svim merenjima, osim u prvom, ne postoji statistički značajna razlika između sadnica u okviru tretmana koji su prihranjivani, ali se oni signifikantno razlikuju od sadnica iz kontrolnog tretmana. U prvom merenju sadnice u okviru tretmana koji je prihranjivan sa manjom količinom đubriva nema statistički značajnu razliku srednjih vrednosti prečnika u vratu korena, u odnosu na sadnice iz tretmana koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva i kontrolnog tretmana, koji se među sobom signifikantno razlikuju u svih šest merenja. Kao i kod svojstva visine, sadnica iz tretmana koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva pokazuju najveće vrednosti tokom cele vegetacione sezone, kod svih šest merenja, u odnosu na sadnice iz drugog prihranjivanog tretmana i kontrole. Na kraju druge vegetacione sezone najveća srednja vrednost prečnika u vratu korena je kod sadnica iz tretmana

koji je prihranjivan većom količinom đubriva (10,50 mm), zatim kod sadnica iz manje prihranjivanog tretmana (9,84 mm), i najmanja kod sadnica iz kontrolnog tretmana (6,97 mm).

Za svojstvo srednja vrednost prečnika u vratu korena, međusobna interakcija faktora lokalitet (Obrenovac (I) i Pambukovica (II)) i faktora vrsta (*Paulownia elongata* i *Paulownia fortunei*) je signifikantna u svim, osim u drugom merenju. Međusobna interakcija faktora lokalitet (Obrenovac (I) i Pambukovica (II)) i faktora tretman (prihranjivanje i kontrola) je statistički značajna u petom i šestom merenju.

5.5.3 Varijabilnost morfometrijskih karakteristika biljaka na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom prvog vegetacionog perioda

5.5.3.1 Visina sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom prvog vegetacionog perioda

Rezultati deskriptivne statistike za lokalitet u Subotici (I) i u Mošorinu (IV) za srednju vrednost visine sadnica dati su u tabeli 29, za svih šest merenja u prvom vegetacionom periodu.



Slika 20. Sadnice paulovnja na oglednom polju u Subotici, tokom 2012. god.

Tabela 29. Osnovni parametri deskriptivne statistike i dvo-faktorska ANOVA za šest periodičnih merenja za svojstvo visina sadnica (cm) tokom prvog vegetacionog perioda, na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV)

faktor	nivo	I merenje	II merenje	III merenje	IV merenje	V merenje	VI merenje
lokalitet (A)	lokalitet III	20,88 (9,16) ^a	32,39 (15,49) ^a	63,48 (35,33) ^a	101,89 (60,13) ^a	124,27 (71,41) ^a	126,31 (72,28) ^a
	lokalitet IV	22,96 (12,43) ^b	36,85 (19,80) ^b	80,31 (37,94) ^b	133,23 (54,37) ^b	164,52 (70,40) ^b	167,43 (71,75) ^b
		$F_{1,144}=4,60^*$	$F_{1,144}=12,33^*$	$F_{1,144}=50,29^*$	$F_{1,144}=61,97^*$	$F_{1,144}=78,86^*$	$F_{1,144}=79,85^*$
tretman (B)	tretman 4	32,10 (9,33) ^c	52,52 (12,31) ^c	107,70 (20,18) ^c	180,38 (32,02) ^c	218,74 (35,00) ^c	222,58 (35,71) ^c
	tretman 5	23,02 (5,85) ^b	37,08 (7,42) ^b	80,38 (21,41) ^b	117,44 (37,75) ^b	151,96 (49,45) ^b	154,26 (50,17) ^b
	tretman 6	10,64 (2,33) ^a	14,26 (2,64) ^a	27,60 (5,21) ^a	54,86 (13,68) ^a	62,48 (14,51) ^a	63,76 (14,60) ^a
		$F_{2,144}=164,54^*$	$F_{2,144}=305,35^*$	$F_{2,144}=392,67^*$	$F_{2,144}=331,47^*$	$F_{2,144}=398,91^*$	$F_{2,144}=399,67^*$
interactions (AXB)		$F_{2,144}=13,71^*$	$F_{2,144}=8,04^*$	$F_{2,144}=6,42^*$	$F_{2,144}=5,78^*$	$F_{2,144}=11,97^*$	$F_{2,144}=11,66^*$

Dvo-faktorska analiza varijanse (ANOVA II). Faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet 3 (Subotica) i lokalitet 4 (Mošorin); faktor B (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1 (navodnjavane sa većom količinom vode), tretman 2 (navodnjavane sa manjom količinom vode), i tretman 3 (kontrola), i njihova interakcija (AxB). Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=150 (2 lokaliteta x 3 tretmana x 25 = 150). ^a = srednja vrednost (standardna devijacija); ^b= F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Kod srednjih vrednosti visina sadnica u prvoj vegetacionoj sezoni na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) (tabela 29) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman.

Srednje vrednosti visine sadnica signifikantno su veće na lokalitetu u Mošorinu (IV), u odnosu na sadnice na lokalitetu u Subotici (III), u svih šest merenja prve vegetacione sezone. Na lokalitetu u Mošorinu (IV) srednja vrednost visine sadnica na kraju prve vegetacione sezone je iznosila 167,43 cm, a na lokalitetu u Subotici (III) je 126,31 cm.

Srednje vrednosti visina sadnica u okviru tretmana navodnjavanih različitim količinama vode i kontrolnom tretmanu signifikantno se razlikuju, u svih šest merenja. Sadnice u okviru tretmana koji je navodnjavan sa većom količinom vode pokazuje najveće, a u okviru kontrolnog tretmana najmanje srednje vrednosti visina, kod svih šest merenja. Najveću srednju vrednost visine od 222,58 cm na kraju prve vegetacione sezone imaju sadnice koje su navodnjavane sa većom količinom vode, a najmanju srednje vrednosti visine sadnice iz kontrolnog tretmana, koja iznosi 63,76 cm.

Za svojstvo visina sadnica, međusobna interakcija faktora lokalitet (Subotica (III) i Mošorin (IV)) i faktora tretman (različita navodnjavanja i kontrola) je statistički značajna kod svih šest merenja.

5.5.3.2 Prečnik sadnica u zoni korenovog vrata na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom prvog vegetacionog perioda

Rezultati deskriptivne statistike za lokalitet u Subotici (III) i u Mošorini (IV) za prosečan prečnik u vratu korena sadnica dati su u tabeli 30, za svih šest merenja u prvom vegetacionom periodu.

Tabela 30. Osnovni parametri deskriptivne statistike i dvo-faktorska ANOVA za šest periodičnih merenja za svojstvo prečnik u vratu korena (mm) sadnica tokom prvog vegetacionog perioda, na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV)

faktor	nivo	I merenje	II merenje	III merenje	IV merenje	V merenje	VI merenje
lokalitet (A)	lokalitet III	7,70 (3,90)	11,26 (5,55)	19,61 (8,74) ^a	28,18 (13,27) ^a	35,51 (17,53) ^a	36,22 (17,88) ^a
	lokalitet IV	7,24 (4,51)	11,00 (6,51)	22,10 (9,73) ^b	32,29 (15,19) ^b	41,34 (20,34) ^b	42,18 (20,68) ^b
		ns	ns	$F_{1,144} = 10,92^*$	$F_{1,144} = 12,32^*$	$F_{1,144} = 15,44^*$	$F_{1,144} = 15,58^*$
tretman (B)	tretman 4	11,47 (2,66) ^c	16,97 (3,36) ^c	28,18 (5,90) ^c	43,02 (9,65) ^c	55,19 (12,09) ^c	56,24 (12,29) ^c
	tretman 5	8,29 (2,34) ^b	12,58 (2,72) ^b	24,52 (6,01) ^b	33,68 (9,27) ^b	43,74 (12,43) ^b	44,63 (12,71) ^b
	tretman 6	2,65 (0,70) ^a	3,84 (0,88) ^a	9,86 (0,54) ^a	14,00 (0,46) ^a	16,34 (0,97) ^a	16,72 (1,04) ^a
		$F_{2,144} = 246,70^*$	$F_{2,144} = 354,04^*$	$F_{2,144} = 220,44^*$	$F_{2,144} = 213,47^*$	$F_{2,144} = 241,65^*$	$F_{2,144} = 241,12^*$
interactions (AXB)		$F_{2,144} = 5,75^*$	$F_{2,144} = 3,41^*$	$F_{2,144} = 4,38^*$	$F_{2,144} = 7,21^*$	$F_{2,144} = 9,94^*$	$F_{2,144} = 10,03^*$

Dvo-faktorska analiza varijanse (ANOVA II). Faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet 3 (Subotica) i lokalitet 4 (Mošorin); faktor B (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1 (navodnjavane sa većom količinom vode), tretman 2 (navodnjavane sa manjom količinom vode), i tretman 3 (kontrola), i njihova interakcija (AxB). Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), $n=150$ (2 lokaliteta x 3 tretmana x 25 = 150). ^A = srednja vrednost (standardna devijacija); ^B = F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Za srednje vrednosti prečnika u vratu korena na lokalitetu u Subotici (III) i lokalitetu u Mošorinu (IV) u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 30) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman.

Srednje vrednosti prečnika u vratu korena sadnica sa lokaliteta u Mošorinu (IV) su statistički značajno veće u odnosu sadnice sa lokaliteta u Subotici (III) u trećem, četvrtom, petom i šestom merenju. Kod prva dva merenja srednje vrednosti su veće kod sadnica na lokalitetu u Subotici (III), ali one nisu statistički značajne. Srednja vrednost prečnika u vratu korena sadnica, od 42,28 mm, na kraju prve vegetacione sezone je kod sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV) i veća je od srednje vrednosti sadnica sa lokaliteta u Subotici (III), koja iznosi 36,22 mm.

Kao i za svojstvo visina, i kod prečnika u vratu korena srednje vrednosti sadnica u okviru različitih tretmanima navodnjavanja i kontrolnog tretmana signifikantno se razlikuju u svih šest merenja. Sadnice iz tretmana koji je navodnjavao sa većom količinom vode pokazuju najveće, a iz kontrolnog tretmana najmanje srednje vrednosti prečnika u vratu korena, kod svih šest merenja. Na kraju prve vegetacione sezone sadnice u okviru tretmana navodnjavanog sa više vode imaju veće srednje vrednosti prečnika u vratu korena (56,24 mm) od sadnica iz tretmana koji je navodnjavao sa manje vode (44,63 mm) i iz kontrolnog tretmana (16,72 mm).

Za svojstvo prečnik u vratu korena međusobna interakcija faktora lokalitet (Subotica (III) i Mošorin (IV)) i faktora tretman (navodnjavanje i kontrola) je statistički značajna kod svih šest merenja.



Slika 21. Sadnice paulovnja na oglednom polju u Mošorinu, tokom 2012. god.

5.5.4 Varijabilnost morfometrijskih karakteristika biljaka na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom drugog vegetacionog perioda

5.5.4.1 Visina sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom drugog vegetacionog perioda

Rezultati deskriptivne statistike za lokalitet u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) za prosečanu visinu sadnica dati su u tabeli 31, za svih šest merenja u drugom vegetacionom periodu.



Slika 22. Sadnice paulovnja na oglednom polju u Subotici, tokom 2013. god.



Slika 23. Sadnice paulovnja na oglednom polju u Mošorinu, tokom 2013. god

Tabela 31. Osnovni parametri deskriptivne statistike i dvo-faktorska ANOVA za šest periodičnih merenja za svojstvo visina sadnica (cm) tokom drugog vegetacionog perioda, na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV)

faktor	nivo	I merenje	II merenje	III merenje	IV merenje	V merenje	VI merenje
lokalitet (A)	lokalitet III	36,95 (28,27) ^a	67,01 (50,32) ^a	114,45 (86,40) ^a	139,67 (101,53) ^a	154,40 (105,22) ^a	157,48 (107,29) ^a
	lokalitet IV	78,99 (43,94) ^b	106,33 (49,46) ^b	163,96 (78,68) ^b	203,56 (104,68) ^b	229,72 (113,68) ^b	233,71 (115,84) ^b
		$F_{1,144} = 158,11^*$	$F_{1,144} = 87,02^*$	$F_{1,144} = 50,50^*$	$F_{1,144} = 47,71^*$	$F_{1,144} = 52,76^*$	$F_{1,144} = 52,01^*$
tretman (B)	tretman 4	92,68 (34,24) ^c	136,34 (34,57) ^c	216,26 (57,33) ^c	261,42 (79,26) ^c	281,10 (90,33) ^c	286,76 (92,23) ^c
	tretman 5	60,64 (39,31) ^b	88,64 (45,18) ^b	148,16 (72,32) ^b	189,08 (91,52) ^b	216,36 (100,41) ^b	219,94 (101,71) ^b
	tretman 6	20,58 (9,78) ^a	35,04 (14,96) ^a	53,20 (17,12) ^a	64,34 (17,33) ^a	78,72 (23,14) ^a	80,08 (23,30) ^a
		$F_{2,144} = 155,66^*$	$F_{2,144} = 192,75^*$	$F_{2,144} = 184,26^*$	$F_{2,144} = 154,88^*$	$F_{2,144} = 132,45^*$	$F_{2,144} = 132,75^*$
interactions (AXB)		$F_{2,144} = 13,34^*$	$F_{2,144} = 11,73^*$	$F_{2,144} = 21,35^*$	$F_{2,144} = 18,36^*$	$F_{2,144} = 15,71^*$	$F_{2,144} = 15,41^*$

Dvo-faktorska analiza varijanse (ANOVA II). Faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet 3 (Subotica) i lokalitet 4 (Mošorin); faktor B (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1 (navodnjavane sa većom količinom vode), tretman 2 (navodnjavane sa manjom količinom vode), i tretman 3 (kontrola), i njihova interakcija (AxB). Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=150 (2 lokaliteta x 3 tretmana x 25 = 150). ^A = srednja vrednost (standardna devijacija); ^B = F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Za svojstvo visina sadnica u drugoj vegetacionoj sezoni na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorin (IV) (tabela 31) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman.

I u drugoj vegetacionoj sezoni srednje vrednosti visine sadnica signifikantno su veće na lokalitetu u Mošorinu (IV), u odnosu na sadnice na lokalitetu u Subotici (III), u svih šest merenja. Srednja vrednost visina sadnica na kraju druge vegetacione sezone veća je kod sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV) i iznosi 233,71 cm, od sadnica na lokalitetu u Subotici (III), 157,48 cm.

Srednje vrednosti visina sadnica u okviru tretmana navodnjavanih različitim količinama vode i kontrolnog tretmana signifikantno se razlikuju u svih šest merenja. Kao i u prvoj vegetacionoj sezoni, i u drugoj sadnice iz tretmana koji je navodnjavan sa većom količinom vode pokazuju najveće srednje vrednosti visine sadnica kod svih šest merenja. Najveća srednja vrednost visina sadnica na kraju druge vegetacione sezone je u okviru tretmana koji je navodnjavan sa većom količinom vode, i iznosi 286,76 cm. U tretmanu koji je navodnjavan sa manjom količinom vode srednja vrednost visina sadnica je 219,94 cm, a u kontrolnom tretmanu 80,08 cm.

Za svojstvo visina sadnica, interakcija faktora lokalitet (Subotica (III) i Mošorin (IV)) i faktora tretman (navodnjavanje i kontrola) pokazuje statistički značajne razlike u svih šest merenja.

5.5.4.2 Prečnik sadnica u zoni korenovog vrata na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom drugog vegetacionog perioda

Rezultati deskriptivne statistike za lokalitet u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) za srednju vrednost prečnika u vratu korena sadnica dati su u tabeli 32, za svih šest merenja u drugom vegetacionom periodu.

Tabela 32. Osnovni parametri deskriptivne statistike i dvo-faktorska ANOVA za šest periodičnih merenja za svojstvo prečnik u vratu korena (mm) sadnica tokom drugog vegetacionog perioda, na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV)

faktor	nivo	I merenje	II merenje	III merenje	IV merenje	V merenje	VI merenje
lokalitet (A)	lokalitet III	13,85 (10,92) ^a	21,69 (15,38) ^a	29,98 (20,37) ^a	36,37 (24,21) ^a	42,42(27,71) ^a	43,29 (28,24) ^a
	lokalitet IV	21,84 (15,56) ^b	27,03 (16,32) ^b	35,48 (18,52) ^b	42,44 (21,54) ^b	48,65 (25,22) ^b	49,75 (25,52) ^b
		$F_{1,144}= 49,66^*$	$F_{1,144}= 15,59^*$	$F_{1,144}= 11,13^*$	$F_{1,144}= 8,99^*$	$F_{1,144}= 7,13^*$	$F_{1,144}=7,44^*$
tretman (B)	tretman 4	30,56 (9,66) ^c	39,70 (10,74) ^c	51,95 (13,75) ^c	60,19 (17,10) ^c	67,94 (19,57) ^c	69,32 (19,94) ^c
	tretman 5	20,03 (10,83) ^b	26,39 (11,33) ^b	34,62 (12,76) ^b	43,83 (15,36) ^b	52,99 (17,72) ^b	54,02 (18,01) ^b
	tretman 6	3,29 (0,33) ^a	7,35 (0,54) ^a	12,05 (1,25) ^a	14,68 (1,90) ^a	16,18 (2,43) ^a	16,74 (2,66) ^a
		$F_{2,144}= 203,90^*$	$F_{2,144}= 210,94^*$	$F_{2,144}= 222,19^*$	$F_{2,144}= 196,19^*$	$F_{2,144}= 200,35^*$	$F_{2,144}= 199,40^*$
interactions (AXB)		$F_{2,144}= 15,53^*$	$F_{2,144}= 15,95^*$	$F_{2,144}= 18,54^*$	$F_{2,144}= 19,57^*$	$F_{2,144}= 21,29^*$	$F_{2,144}= 21,25^*$

Dvo-faktorska analiza varijanse (ANOVA II). Faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet 3 (Subotica) i lokalitet 4 (Mošorin); faktor B (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1 (navodnjavane sa većom količinom vode), tretman 2 (navodnjavane sa manjom količinom vode), i tretman 3 (kontrola), i njihova interakcija (AxB). Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=150 (2 lokaliteta x 3 tretmana x 25 = 150). ^A = srednja vrednost (standardna devijacija); ^B= F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Za svojstvo prečnik u vratu korena sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 32) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman.

Kao i u prvoj godini, srednje vrednosti prečnika u vratu korena sadnica signifikantno su veće kod sadnica sa lokaliteta u Mošorinu (IV) u odnosu na sadnice sa lokalitetu u Subotici (III), tokom svih šest merenja. Na kraju druge vegetacione sezone srednja vrednost prečnika u vratu korena sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV) je 49,75 mm, a na lokalitetu u Subotici (III) je 43,29 mm.

Statistički značajna razlika između srednjih vrednosti svojstva prečnik u vratu korena sadnica postoji u okviru oba tretmana i kontrole, kao i u prvoj vegetacionoj sezoni, kod svih merenja. Sadnice u okviru tretmana koji je navodnjavan sa većom količinom vode, imaju najveće srednje vrednosti tokom cele vegetacione sezone. U poslednjem merenju, na kraju vegetacione sezone, srednja vrednost prečnika u vratu korena sadnica je 69,32 mm u okviru tretmana koji je navodnjavan sa većom količinom vode, 54,02 mm u okviru tretmana koji je navodnjavan manjom količinom vode i najmanja 16,74 u kontrolnom tretmanu.

Za svojstvo prečnik u vratu korena sadnica, interakcija faktora lokalitet (Subotica (III) i Mošorin (IV)) i faktora tretman (navodnjavanje i kontrola) pokazuje statistički značajne razlike u svih šest merenja.

5.5.5 Broj i dužina nodusa sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda

Prosečan broj i dužina nodusa sa listovima sadnica prikazan je u tabeli 33, za svih šest merenja tokom prvog vegetacionog perioda.

Interakcija između lokaliteta, vrste i tretmana na broj i dužinu nodusa sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda prikazane su u tabeli 34.

Tabela 33. Prosečan broj i dužina nodusa (cm) sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda

lok.	vrsta	tret.	I merenje		II merenje		III merenje		IV merenje		V merenje		VI merenje	
			broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa
I	<i>P.elongata</i>	te1	1,44	8,94	2,52	5,05	4,36	5,47	4,56	5,80	4,16	7,12	3,00	2,92
		te2	1,40	3,42	2,44	4,07	4,40	4,92	5,16	5,21	5,76	5,32	2,88	2,64
		te3	1,40	3,61	2,36	2,78	3,36	2,43	4,16	2,29	4,72	2,31	2,16	2,00
		pros.	1,41	5,32	2,44	3,97	4,04	4,27	4,63	4,43	4,88	4,92	2,68	2,52
	<i>P.fortunei</i>	tf1	1,36	4,30	2,40	5,49	4,48	6,30	5,24	6,84	6,44	6,48	3,32	4,40
		tf2	1,48	2,98	2,72	4,33	4,32	5,60	5,04	5,81	6,16	5,75	3,44	4,89
		tf3	1,68	3,30	2,72	3,33	4,32	3,26	5,40	3,49	6,16	3,59	3,16	3,79
		pros.	1,51	3,53	2,61	4,38	4,37	5,05	5,23	5,38	6,25	5,27	3,31	4,36
II	<i>P.elongata</i>	te1	1,68	2,86	2,20	3,30	3,08	3,31	3,72	3,32	3,72	3,64	2,04	3,88
		te2	1,28	4,98	2,08	3,15	3,24	3,30	4,36	3,31	5,16	3,46	2,44	3,48
		te3	1,48	3,43	2,20	3,52	3,40	3,57	4,16	3,79	4,52	4,04	2,00	4,25
		pros.	1,48	3,76	2,16	3,32	3,24	3,39	4,08	3,47	4,47	3,71	2,16	3,87
	<i>P.fortunei</i>	tf1	1,84	3,57	3,24	3,64	4,52	3,53	4,88	3,72	5,76	3,68	2,64	3,87
		tf2	2,04	3,20	2,88	3,50	4,04	3,49	5,16	3,44	5,68	3,67	2,52	3,91
		tf3	1,68	3,30	2,72	3,33	4,32	3,26	5,40	3,49	6,16	3,59	3,16	3,79
		pros.	1,85	3,36	2,95	3,49	4,29	3,43	5,15	3,55	5,87	3,65	2,77	3,86

(I) - lokalitet u Obrenovcu; (II) - lokalitet u Pambukovici; te1 - sadnice *P.elongata* iz prvog tretmana (prihranjivane većom količinom đubriva); te2 - sadnice *P.elongata* iz drugog tretmana (prihranjivane manjom količinom đubriva); te3 - sadnice *P.elongata* koje nisu prihranjivane (kontrola); tf1 - sadnice *P.fortunei* iz prvog tretmana (prihranjivane većom količinom đubriva); tf2 - sadnice *P.fortunei* iz drugog tretmana (prihranjivane manjom količinom đubriva); tf3 - sadnice *P.fortunei* koje nisu prihranjivane (kontrola).

Tabela 34. Interakcije između lokaliteta, vrste i tretmana na broj i dimenzije nodusa sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda

	I merenje		II merenje		III merenje		IV merenje		V merenje		VI merenje	
	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa
interactions (AXB) ^B F _{1,290} =	ns	18,98*	4,17*	ns	5,74*	6,39*	ns	9,22*	ns	ns	ns	38,26*
interactions (AXC) ^B F _{2,290} =	ns	56,43*	ns	25,40*	8,39*	69,85*	14,18*	93,34*	16,55*	114,63*	19,22*	4,27*
interactions (BXC) ^B F _{2,290} =	6,60*	20,25*	8,21*	ns	5,47*	ns	ns	ns	6,39*	3,23*	9,94*	ns

Izvedeno iz tro-faktorske analize varijanse (ANOVA III). AXB =interakcije između faktora lokalitet i vrsta, AXC =interakcije između faktora lokalitet i tretman i BXC=interakcije između faktora vrsta i tretman. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=300 (2 lokaliteta x 2 vrste x 3 tretmana x 25 = 300). ns = nesigifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); ^B= F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; *= statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Prosečan broj nodusa vrsta *Paulownia elongata* i *Paulownia fortunei* je veći kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I), osim u prvom merenju (za obe vrste), u odnosu na lokalitet u Pambukovici (II). Sadnice vrste *Paulownia fortunei* prosečno imaju veći broj nodusa, u odnosu na sadnice vrste *Paulownia elongata*.

U prvom merenju, na oba lokaliteta sadnice vrste *Paulownia elongata* najveći broj nodusa imaju u okviru tretmana koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva. Sadnice vrste *Paulownia fortunei* na lokalitetu u Obrenovcu (I) najveći broj nodusa imaju u okviru kontrolnog tretmana, a na lokalitetu u Pambukovici (II) u okviru tretmana koji je prihranjivan sa manjom količinom đubriva (tabela 33). Za svojstvo broj nodusa u prvom merenju, jedino je statistički značajna interakcija između faktora vrsta i faktora tretman (BxC) (tabela 34).

U drugom merenju sadnice vrste *Paulownia elongata* prosečno najveći broj nodusa imaju u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva, na oba lokaliteta. Sadnice vrste *Paulownia fortunei* na lokalitetu u Obrenovcu (I) prosečno isti broj nodusa imaju u okviru tretmana koji je prihranjivan manjom količinom đubriva i tretmana koji nije prihranjivan, a najmanji u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva. Na lokalitetu u Pambukovici (II) sadnice ove vrste prosečno najveći broj nodusa imaju u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva, u odnosu na sadnice u druga dva tretmana (tabela 33). Za svojstvo broj nodusa u drugom merenju, statistički su značajne interakcije između faktora lokalitet i faktora vrsta (AxB) i faktora vrsta i faktora tretman (BxC) (tabela 34).

U trećem merenju, prve vegetacione sezone, sadnice obe vrste prosečno najveći broj nodusa imaju u okviru tretmana koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva, u odnosu na druge tretmane, osim na lokalitetu u Pambukovici (II), gde sadnice vrste *Paulownia elongata* prosečno najveći broj nodusa imaju u kontrolnom tretmanu (tabela 33). Za svojstvo broj nodusa u trećem merenju, statistički su značajne sve interakcije (tabela 34).

U četvrtom merenju sadnice vrste *Paulownia elongata* najveći prosečan broj nodusa imaju u okviru tretmana koji je prihranjivan sa manjom količinom đubriva, na oba lokaliteta (I i II). Sadnice vrste *Paulownia fortunei* najveći prosečan broj nodusa imaju na oba lokaliteta u okviru kontrolnog tretmana, koji nije prihranjivan (tabela 33). Za svojstvo broj nodusa u četvrtom merenju, jedino je statistički značajna interakcija između faktora lokalitet i faktora tretman (AxC) (tabela 34).

Kao i u predhodnom merenju, sadnice vrste *Paulownia elongata* na oba lokaliteta (I i II) najveću prosečnu vrednost imaju u okviru tretmana koji je prihranjivan sa manjom količinom đubriva. Sadnice vrste *Paulownia fortunei* na lokalitetu u Obrenovcu (I) najveći prosečan broj nodusa imaju u okviru tretmanu koji je prihranjivan većom količinom đubriva, a na lokalitetu u Pambukovici (II) u kontrolnom tretmanu (tabela 33). Za svojstvo brojnodusa u petom merenju, statistički su značajne interakcije između faktora lokalitet i faktora tretman (AxC) i faktora vrsta i faktora tretman (BxC) (tabela 34).

U šestom merenju, na lokalitetu u Obrenovcu (I) prosečno najveći broj nodusa imaju sadnice vrste *Paulownia elongata* u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom, a vrste *Paulownia fortunei* u okviru tretmana koji je prihranjivan manjom količinom đubriva. Na lokalitetu u Pambukovici (II) sadnice vrste *Paulownia elongata* prosečno veći broj nodusa imaju u okviru tretmana koji je prihranjivan manjom količinom đubriva, a sadnice vrste *Paulownia fortunei* u kontrolom tretmanu (tabela 33). Za svojstvo broj nodusa u šestom merenju, statistički su značajne interakcije između faktora lokalitet i faktora tretman (AxC) i faktora vrsta i faktora tretman (BxC), kao i u prethodnom merenju (tabela 34).

Na oba lokaliteta maksimalan broj nodusa imaju sadnice vrste *Paulownia fortunei* u petom merenju. Na lokalitetu u Obrenovcu (I) kod sadnica u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva prosečan broj nodusa je 6,44, a na lokalitetu u Pambukovici (II) maksimalan broj je 6,16, i to kod sadnica iz kontrolnog tretmana.

Sadnice obe vrste paulovnja prosečno veću dužinu nodusa imaju na lokalitetu u Obrenovcu (I), osim u šestom merenju, gde sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju veću prosečnu vrednost na lokalitetu u Pambukovici (II). Sadnice vrste *Paulownia fortunei* prosečno imaju veću dužinu nodusa, u odnosu na sadnice vrste *Paulownia elongata*.

Na lokalitetu u Obrenovcu (I) sadnice obe vrste paulovnja u svih šest merenja imaju najveće prosečne vrednosti dužine nodusa u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva, osim u šestom merenju gde sadnice vrste *Paulownia fortunei* najveću prosečnu vrednost imaju u okviru tretmanu koji je prihranjivan manjom količinom đubriva. Isti trend prosečne vrednosti dužine nodusa imaju i sadnice vrste *Paulownia fortunei* na lokalitetu u Pambukovici (II). Na ovom lokalitetu u prvom merenju sadnice vrste *Paulownia elongata* prosečno najveću vrednost imaju u okviru tretmanu koji je prihranjivan manjom količinom đubriva, u šestom merenju u tretmanu koji je prihranjivan većom količinom đubriva, dok je u ostalim merenjima prosečna vrednost dužine nodusa najveća u kontrolnom tretmanu (tabela 33). Za svojstvo dužina nodusa, samo je interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxC) statistički značajna u svih šest merenja (tabela 34).

Maksimalnu prosečnu dužinu nodusa postigle su sadnice vrste *Paulownia elongata* u petom merenju, na lokalitetu u Obrenovcu (I) u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva (7,12 cm), i šestom merenju na lokalitetu u Pambukovici (II) u kontrolnom tretmanu, koji nije prihranjivan (4,25 cm) (tabela 33).

5.5.6 Broj i dužina nodusa sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda

Prosečan broj i dužina nodusa sa listovima sadnica u drugoj vegetacionoj sezoni prikazan je u tabeli 35, za svih šest merenja. Interakcija između lokaliteta, vrste i tretmana na broj i dužine nodusa sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda prikazane su u tabeli 36.

Tabela 35. Prosečan broj i dužina nodusa (cm) sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda

lok.	vrsta	tret.	I merenje		II merenje		III merenje		IV merenje		V merenje		VI merenje	
			broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa
I	<i>P.elongata</i>	te1	2,56	2,98	4,32	3,86	5,52	4,33	6,96	4,71	7,84	4,92	11,36	6,01
		te2	2,68	4,29	3,68	4,30	3,64	5,36	5,48	5,69	6,12	5,80	8,16	4,33
		te3	2,20	2,28	2,48	3,06	4,08	3,26	3,60	3,22	4,08	3,26	5,60	3,49
		pros.	2,48	3,18	3,49	3,74	4,41	4,32	5,35	4,54	6,01	4,66	8,37	4,61
	<i>P.fortunei</i>	tf1	3,44	4,10	4,64	4,42	4,96	4,72	7,48	4,90	8,24	4,95	10,24	4,97
		tf2	2,80	3,62	3,60	4,16	4,84	4,54	6,24	4,56	6,88	4,77	8,96	5,48
		tf3	2,52	5,43	2,96	3,11	3,44	3,34	4,20	3,29	4,64	3,27	6,40	2,72
		pros.	2,92	4,38	3,73	3,90	4,41	4,20	5,97	4,25	6,59	4,33	8,53	4,39
II	<i>P.elongata</i>	te1	2,68	3,48	3,76	4,37	4,88	4,69	5,08	4,91	5,88	9,89	7,76	4,54
		te2	2,24	3,21	3,64	4,03	5,08	4,22	5,16	4,46	5,48	4,46	7,36	4,44
		te3	1,52	2,71	2,20	2,55	3,28	3,66	3,80	3,79	4,36	3,83	6,56	3,96
		pros.	2,15	3,13	3,20	3,65	4,41	4,19	4,68	4,39	5,24	6,06	7,23	4,31
	<i>P.fortunei</i>	tf1	2,15	3,13	3,20	3,65	4,41	4,19	4,68	4,39	5,24	6,06	7,23	4,32
		tf2	2,24	3,42	3,96	4,15	4,76	4,54	5,08	4,63	5,60	4,55	7,28	3,91
		tf3	1,92	2,70	3,00	3,34	3,60	3,74	3,68	4,10	4,16	4,03	5,92	3,44
		pros.	2,10	3,08	3,39	3,71	4,26	4,16	4,48	4,37	5,00	4,88	6,81	3,89

(I) - lokalitet u Obrenovcu; (II) - lokalitet u Pambukovici; te1 - sadnice *P. elongata* iz prvog tretmana (prihranjivane većom količinom đubriva); te2 - sadnice *P. elongata* iz drugog tretmana (prihranjivane manjom količinom đubriva); te3 - sadnice *P. elongata* koje nisu prihranjivane (kontrola); tf1 - sadnice *P. fortunei* iz prvog tretmana (prihranjivane većom količinom đubriva); tf2 - sadnice *P. fortunei* iz drugog tretmana (prihranjivane manjom količinom đubriva); tf3 - sadnice *P. fortunei* koje nisu prihranjivane (kontrola).

Tabela 36. Interakcije između lokaliteta, vrste i tretmana na broj i dimenzije nodusa sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda

	I merenje		II merenje		III merenje		IV merenje		V merenje		VI merenje	
	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa
Interactions AXB ${}^B F_{1,290} =$	ns	19,72*	ns	ns	ns	ns	ns	5,04*	ns	38,28*	ns	ns
Interactions AXC ${}^B F_{2,290} =$	ns	6,66*	ns	ns	ns	13,23*	8,53*	26,55*	11,26*	63,48*	26,58*	25,57*
Interactions BXC ${}^B F_{2,290} =$	ns	17,21*	ns	ns	ns	ns	ns	7,53*	ns	59,64*	ns	9,72*

Izvedeno iz tro-faktorske analize varijanse (ANOVA III). AXB =interakcije između faktora lokalitet i vrsta, AXC =interakcije između faktora lokalitet i tretman i BXC=interakcije između faktora vrsta i tretman. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), $n=300$ (2 lokaliteta x 2 vrste x 3 tretmana x 25 = 300). ns = nesigifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); ${}^B = F$ -test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Rezultati merenja, u drugoj vegetacionoj sezoni, pokazuju da je kod obe vrste paulovnja prosečan broj nodusa, kao i u prvoj godini, veći kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) u svih šest merenja, u odnosu na sadnice na lokalitetu u Pambukovici (II). Prosečno veći broj nodusa imaju sadnice vrste *Paulownia fortunei*, u odnosu na sadnice vrste *Paulownia elongata*. Tokom svih šest merenja, na oba lokaliteta sadnice obe vrste su postigle prosečno maksimalan broj i dužinu nodusa u okviru jednog od prihranjivanih tretmana.

Na lokalitetu u Obrenovcu (I) sadnice vrste *Paulownia elongata* najveći prosečan broj nodusa u prvom merenju imaju u okviru tretmana koji je prihranjivan manjom količinom đubriva. U ostalih pet merenja najveći prosečan broj nodusa imaju sadnice iz tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva. U četvrtom merenju na lokalitetu u Obrenovcu (I) sadnice vrste *Paulownia fortunei* imaju najveći prosečan broj nodusa u okviru tretmanu koji je prihranjivan manjom količinom đubriva, dok u ostalim merenjima imaju u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva. Na lokalitetu u Pambukovici (II) najveći prosečan broj nodusa sadnice obe vrste imaju u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva, osim u trećem i četvrtom merenju, gde sadnice vrsta *Paulownia elongata* najveći prosečan broj imaju u tretmanu koji je prihranjivan manjom količinom đubriva (tabela 35). Za svojstvo broj nodusa, samo je statistički značajna interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxC) i to u četvrtom, petom i šestom merenju (tabela 36).

Na oba lokaliteta maksimalan prosečan broj nodusa sadnice obe vrste imaju u šestom merenju, pri čemu veće vrenosti imaju sadnice vrste *Paulownia elongata* 11,36 na lokalitetu u Obrenovcu (I) i 7,76 na lokalitetu u Pambukovici (II). Sadnice vrste *Paulownia fortunei* imaju 10,24 na lokalitetu u Obrenovcu (I) i 7,28 na lokalitetu u Pambukovici (II). Maksimalni broj nodusa je zabeležen u šestom merenju kod sadnica u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva, osim kod sadnica vrste *Paulownia fortunei* na lokalitetu u Pambukovici (II) gde je maksimum broja nodusa zabeležen u tretmanu koji je prihranjivan sa manjom količinom đubriva.

Prosečna dužina nodusa je veća kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (II), u svim mrenjima osim u petom, gde je za obe vrste prosečana dužina nodusa veća kod sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II). Sadnice vrste *Paulownia fortunei* imaju prosečno veće vrednosti dužina nodusa, u odnosu na sadnice vrste *Paulownia elongata*.

Na lokalitetu u Obrenovcu (I) sadnice vrste *Paulownia elongata* u prvih pet merenja, najveću prosečnu dužinu nodusa imaju u okviru tretmana koji je prihranjivan sa manjom količinom đubriva, a samo u šestom merenju u tretmanu koji je prihranjivan većom količinom. Na ovom lokalitetu sadnice vrste *Paulownia fortunei* prosečno veće dužine nodusa imaju u drugom, trećem, četvrtom i petom merenju u okviru tretmana prihranjivanog većom količinom đubriva, u prvom merenju u kontrolnom tretmanu, a u šestom merenju u tretmanu prihranjivanom manjom količinom đubriva. Na lokalitetu u Pambukovici (II) sadnice vrste *Paulownia elongata* u svih šest merenja imaju prosečno najveće dužine nodusa u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva. Sadnice vrste *Paulownia fortunei* na ovom lokalitetu, prosečno najveće dužine nodusa imaju u tretmanu koji je prihranjivan većom količinom đubriva, i to u petom i šestom merenju, a u prva četiri merenja prosečno najveće vrednosti imaju sadnice iz tretmana koji je prihranjivan sa manjom količinom đubriva (tabela 35). Za svojstvo dužina nodusa, interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxC) je statistički značajna u najvećem broju merenja (u pet od šest merenja) (tabela 36).

Maksimalne prosečne dužine nodusa sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) imaju obe vrste u šestom merenju, i to sadnice vrste *Paulownia elongata* 6,01 cm u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva, a sadnice vrste *Paulownia fortunei* 5,48 cm u tretmanu koji je prihranjivan manjom količinom đubriva. Na lokalitetu u Pambukovici (II) sadnice obe vrste su svoje maksimalne prosečne vrednosti dužine nodusa dostigle u petom merenju i to u tretmanu prihranjivanom većom količinom đubriva, *Paulownia elongata* 9,89 cm i *Paulownia fortunei* 6,06 cm (tabela 35).

5.5.7 Broj i dužina nodusa sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom prvog vegetacionog perioda

Prosečan broj i dužina nodusa sadnica u prvoj vegetacionoj sezoni prikazan je u tabeli 37 za svih šest merenja. Interakcija između lokaliteta u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) i navodnjavanih tretmana i kontrole prikazana je u tabeli 38.



Slika 24. Ogledno polje u Subotici, 2012. godina



Slika 25. Ogledno polje u Subotici, 2013. godina

Tabela 37. Prosečan broj i dužina nodusa (cm) sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom prvog vegetacionog perioda

lok.	tret.	I merenje		II merenje		III merenje		IV merenje		V merenje		VI merenje	
		broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa
III	t4	4,60	5,30	7,28	6,06	9,92	10,02	14,00	11,99	15,04	12,40	12,48	12,19
	t5	3,92	5,60	6,08	5,75	8,36	7,68	9,28	9,24	9,80	10,56	7,84	8,36
	t6	1,92	3,22	3,20	3,46	4,08	4,74	6,08	5,16	4,72	5,82	2,92	4,85
	pros.	3,48	4,71	5,52	5,09	7,45	7,48	9,79	8,80	9,85	9,59	7,75	8,47
IV	t4	3,24	5,73	6,92	7,84	8,76	7,88	11,32	9,60	12,44	17,45	4,96	12,81
	t5	3,48	3,30	5,68	5,99	7,92	7,06	8,88	10,93	10,24	17,09	5,20	12,68
	t6	2,44	2,52	3,00	3,01	5,36	3,65	7,56	4,64	8,28	4,87	4,32	5,95
	pros.	3,05	3,85	5,20	5,61	7,35	6,20	9,25	8,39	10,32	13,14	4,83	10,48

(III) – lokalitet u Subotici; (II) – lokalitet u Mošorinu; t4 – sadnice navodnjavane većom količinom vode; t5 – sadnice navodnjavane sa manjom količinom vode; t6 – sadnice koje nisu navodnjavane (kontrola).

Tabela 38. Interakcije između lokaliteta i tretmana na broj i dimenzije nodusa sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom prvog vegetacionog perioda

	I merenje		II merenje		III merenje		IV merenje		V merenje		VI merenje	
	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa
Interactions AXB ^B F _{1,144} =	21,31*	19,60*	ns	13,18*	19,17*	5,94*	41,30*	22,91*	50,56*	42,49*	260,52*	9,30*

Izvedeno iz dvo-faktorske analize varijanse (ANOVA II). AXB=interakcija između faktora lokalite i tretman. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=150 (2 lokaliteta x 1 vrste x 3 tretmana x 25 = 150). ns = nesigifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); ^B= F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; *= statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Prosečan broj nodusa veći je kod sadnica na lokalitetu u Subotici (III) u svim merenjima, osim u petom u kom je zabeležen i maksimum za ovaj lokalitet (9,85), ali je on manji od maksimalnog prosečanog broja nodusa koje su imale sadnice na lokalitetu u Mošorinu (IV) (10,32).

Na lokalitetu u Subotici (III) prosečan broj nodusa u svim merenjima najveći je kod sadnica u okviru tretmana koji je zalivan većom količinom vode, a najmanji u kontrolnom tretmanu, koji nije zalivan. Najveći prosečan broj nodusa je zabeležena u petom merenju, 15,04. Isti trend prosečnog broja nodusa je i kod sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV), osim u prvom i šestom merenju gde su najveći prosečan broj nodusa imale sadnice u okviru tretmana koji je navodnjavan manjom količinom vode. I na ovom lokalitetu najmanji broj nodusa je bio kod sadnica u okviru kontrolnog tretmana (tabela 37). Za svojstvo broj nodusa, interakcija između faktora lokalitet i faktora tretman je statistički značajna u svim, osim u drugom merenju (tabela 38).

U prvom, trećem i četvrtom merenju prosečna dužina nodusa veća je kod sadnica na lokalitetu u Subotici (I), a u drugom, petom i šestom merenju kod sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV). Maksimalna prosečna dužina nodusa sadnica je u petom merenju na lokalitetu u Mošorinu (IV) 13,14 cm. Maksimum prosečnih dužina nodusa sadnica za sve tretmane na lokalitetu u Subotici (III) je 9,85 cm, i zabeležen je u petom merenju.

Na lokalitetu u Subotici (III) prosečno najveću dužinu nodusa imaju sadnice iz tretmana koji je navodnjavan većom količinom vode, u svim, osim u prvom merenju, gde je najveća prosečna vrednost zabeležena u okviru tretmana koji je navodnjavan manjom količinom vode. Najveća prosečna dužina nodusa zabeležena je u petom merenju (12,40 cm). Na lokalitetu u Mošorinu (IV) najveće prosečne dužine u svim merenjima imaju sadnice koje su navodnjavane većom količinom vode, osim u četvrtom i šestom merenju gde veće prosečne dužine imaju sadnice iz tretmana navodnjavanog manjom količinom vode. Najveća prosečna dužina nodusa kod sadnica i na ovom lokalitetu je u petom tretmanu (17,45 cm) (tabela 37). Za

svojstvo dužina nodusa, interakcija između faktora lokalitet i faktora tretman je statistički značajna u svim merenjima (tabela 38).

5.5.8 Broj i dužina nodusa sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom drugom vegetacionog perioda

Prosečan broj i dužina nodusa sadnica u drugoj vegetacionoj sezoni prikazan je u tabeli 39 za svih šest merenja. Interakcija između lokaliteta u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) i navodnjavanih tretmana i kontrole prikazana je u tabeli 40.



Slika 26. Ogledno polje u Mošorinu, 2012. godina



Slika 27. Ogledno polje u Mošorinu 2013. godina

Tabela 39. Prosečan broj i dužina nodusa (cm) sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom drugog vegetacionog perioda

lok.	tret.	I merenje		II merenje		III merenje		IV merenje		V merenje		VI merenje	
		broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa
III	t4	7,20	9,03	11,56	10,16	13,88	14,42	14,76	16,21	17,80	14,34	15,28	11,18
	t5	4,00	5,50	6,92	6,53	9,00	7,69	9,12	8,52	10,58	8,63	8,19	6,95
	t6	3,17	3,13	3,67	4,86	7,83	4,27	9,63	4,55	8,63	5,00	6,08	4,34
	pros.	4,79	5,89	7,38	7,18	10,24	8,79	11,17	9,76	12,34	9,32	9,85	7,49
IV	t4	5,60	13,50	8,28	16,70	10,36	18,35	12,64	17,85	12,88	18,78	10,12	16,86
	t5	4,88	15,93	6,96	15,32	9,24	15,79	11,12	16,35	11,80	16,55	8,96	14,90
	t6	2,88	4,31	4,36	4,61	6,20	5,21	7,28	5,59	8,64	5,77	5,36	6,30
	pros.	4,45	11,25	6,53	12,21	8,60	13,12	10,35	13,26	11,11	13,70	8,15	12,69

(III) – lokalitet u Subotici; (II) – lokalitet u Mošorinu; t4 – sadnice navodnjavane većom količinom vode; t5 – sadnice navodnjavane sa manjom količinom vode; t6 – sadnice koje nisu navodnjavane(kontrola).

Tabela 40. Interakcije između lokaliteta i tretmana na broj i dimenzije nodusa sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom drugog vegetacionog perioda

	I merenje		II merenje		III merenje		IV merenje		V merenje		VI merenje	
	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa	broj nodusa	dužina nodusa
Interactions AXB	11,35*	44,76*	18,56*	72,76*	13,27*	34,70*	11,09*	34,54*	21,59*	25,70*	23,02*	19,32*
^B F _{1,144} =												

Izvedeno iz dvo-faktorske analize varijanse (ANOVA II). AXB=interakcija između faktora lokalite i tretman. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=150 (2 lokaliteta x 1 vrste x 3 tretmana x 25 = 150). ns = nesigifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); ^B= F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; *= statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Prosečan broj nodusa sadnica na lokalitetu u Subotici (III) u svih šest merenja su veće u odnosu na prosečan broj sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV). U petom merenju je zabeležen maksimalan prosečan broj nodusa sadnica 12,34 na lokalitetu u Subotici (III) i 11,11 na lokalitetu u Mošorinu (IV).

Na oba lokaliteta najveći prosečan broj nodusa je kod sadnica u okviru tretmana koji je navodnjavan većom količinom vode. Najveći prosečan broj nodusa zabeležena je u petom merenju 17,80 kod sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i 12,88 kod sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV) (tabela 39). Za svojstvo broj nodusa, interakcija između faktora lokalitet i faktora tretman je statistički značajna u svim merenjima (tabela 40).

Prosečna dužina nodusa veća je kod sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV) u odnosu sadnice na lokalitetu u Subotici (III), u svih šest merenja. Maksimalna prosečna dužina nodusa kod sadnica na lokalitetu u Subotici (III) je u četvrtom merenju 9,76 cm, a na lokalitetu u Mošorinu (IV) je u petom merenju 13,70 cm.

Na oba lokaliteta prosečno najveće dužine nodusa su zabeležene kod sadnica iz tretmana koji je navodnjavan većom količinom vode, osim na lokalitetu u Mošorinu (IV) u prvom merenju gde je najveća vrednost zabeležena kod sadnica u tretmanu navodnjavanom manjom količinom vode. Najveća prosečna dužina nodusa sadnica koje su navodnjavane većom količinom vode na lokalitetu u Subotici (III) je u četvrtom merenju (16,21 cm), a na lokalitetu u Mošorinu (IV) je u petom merenju (18,78 cm) (tabela 39). Za svojstvo dužina nodusa, interakcija između faktora lokalitet i tretman je statistički značajna u svim merenjima (tabela 40).

5.5.9 Broj i opis listova sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda

Prosečan broj listova sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) u prvoj vegetacionoj sezoni prikazan je u tabeli 41, za svih šest merenja. Interakcija između lokaliteta, tretmana i vrsta na broj listova prikazana je u tabeli 42, za svih šest merenja u prvoj vegetacionoj sezoni. Boja listova sadnica na

lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda prikazan je u tabeli 43, za svih šest merenja.

Tabela 41. Prosečan broj listova na sadnicama na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda

lokalitet	vrsta	tretman	merenje					
			I	II	III	IV	V	VI
Obrenovac (I)	<i>P.elongata</i>	te1	4,88	7,04	10,72	11,12	10,32	8,00
		te2	4,80	6,88	10,80	12,32	13,52	7,76
		te3	4,80	6,72	8,72	10,32	11,44	6,32
		pros.	4,83	6,88	10,08	11,25	11,76	7,36
	<i>P.fortunei</i>	tf1	4,72	6,80	10,96	12,48	14,88	8,64
		tf2	4,96	7,44	10,64	12,08	14,32	8,88
		tf3	5,36	7,44	10,64	12,80	14,32	8,32
		pros.	5,01	7,23	10,75	12,45	14,51	8,61
Pambukovica (II)	<i>P.elongata</i>	te1	5,36	6,40	8,16	9,44	9,44	6,08
		te2	4,56	6,16	8,48	10,72	12,32	6,88
		te3	4,96	6,40	8,80	10,32	11,04	6,00
		pros.	4,96	6,32	8,48	10,16	10,93	6,32
	<i>P.fortunei</i>	tf1	5,68	8,48	11,04	11,76	13,52	7,28
		tf2	6,08	7,76	10,08	12,32	13,36	7,04
		tf3	5,36	7,44	10,64	12,80	14,32	8,32
		pros.	5,71	7,89	10,59	12,29	13,73	7,55

(I) – lokalitet u Obrenovcu; (II) – lokalitet u Pambukovici; te1 – sadnice *P. elongata* iz prvog tretmana (prihranjivane većom količinom đubriva); te2 – sadnice *P. elongata* iz drugog tretmana (prihranjivane manjom količinom đubriva); te3 – sadnice *P. elongata* koje nisu prihranjivane (kontrola); tf1 – sadnice *P. fortunei* iz prvog tretmana (prihranjivane većom količinom đubriva); tf2 – sadnice *P. fortunei* iz drugog tretmana (prihranjivane manjom količinom đubriva); tf3 – sadnice *P. fortunei* koje nisu prihranjivane (kontrola).

Tabela 42. Interakcije između lokaliteta, vrste i tretmana na broj listova sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda

	I merenje	II merenje	III merenje	IV merenje	V merenje	VI merenje
	broj listova	broj listova	broj listova	broj listova	broj listova	broj listova
<i>interactions (AXB)</i>						
^B F _{1,290} =	ns	4,17*	5,74*	ns	ns	ns

	I merenje	II merenje	III merenje	IV merenje	V merenje	VI merenje
	broj listova	broj listova	broj listova	broj listova	broj listova	broj listova
interactions (AXC)						
$F_{2,290} =$	ns	ns	8,39*	14,18*	16,55*	19,22*
interactions (BXC)						
$F_{2,290} =$	6,60*	8,21*	5,47*	ns	6,39*	9,94*

Izvedeno iz tro-faktorske analize varijanse (ANOVA III). AXB =interakcije između faktora lokalitet i vrsta, AXC =interakcije između faktora lokalitet i tretman i BXC=interakcije između faktora vrsta i tretman. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), $n=300$ (2 lokaliteta x 2 vrste x 3 tretmana x 25 = 300). ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); ^B= *F*-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; *= statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Sadnice vrste *Paulownia fortunei* imaju prosečno veći broj listova tokom svih šest merenja u odnosu na sadnice vrste *Paulownia elongata*. Sadnice vrste *Paulownia elongata* u prvom, a *Paulownia fortunei* u prvom i u drugom merenju, imaju prosečno veći broj listova na lokalitetu u Pambukovici (II), dok u ostalim merenjima porosečan broj listova je veći kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I). Sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju prosečno veći broj listova u okviru tretmana koji su prihranjivani. U prvom, drugom i šestom merenju, na lokalitetu u Obrenovcu (I) broj listova je najveći kod sadnica u okviru tretmana koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva, dok je u trećem, četvrtom i petom merenju prosečan broj listova najveći kod sadnica koje su prihranjivane manjom količinom đubriva. Sadnice vrste *Paulownia fortunei* na ovom lokalitetu, najveći prosečan broj listova u prvom i četvrtom merenju imaju kod sadnica iz kontrolnog tretmana, u drugom i šestom merenju kod sadnica iz tretmana koji je prihranjivan manjom količinom đubriva, i u trećem i petom merenju kod sadnica u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva. Na lokalitetu u Obrenovcu (I) sadnice obe vrste prosečno najveći broj listova imaju u petom merenju, pri čemu sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju 13,52, a vrste *Paulownia fortunei* 14,88. Na lokalitetu u Pambukovici (II) sadnice vrste *Paulownia elongata* u prvom i drugom merenju imaju prosečno najveći broj listova u tretmanu koji je prihranjivan većom količinom đubriva, u trećem merenju u kontrolnom tretmanu, a u ostalim merenjima kod sadnica iz tretmana koji je prihranjivan sa manjom količinom đubriva. Sadnice vrste *Paulownia fortunei* na ovom lokalitetu prosečno najveći broj listova imaju u okviru tretmana koji je prihranjivan manjom količinom đubriva u prvom merenju. U drugom i trećem

merenju prosečno najveći broj listova imaju sadnice iz tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva, a u četvrtom, petom i šestom merenju iz kontrolnog tretmana. Na lokalitetu u Pambukovici (II) sadnice obe vrste prosečno najveći broj listova imaju u petom merenju, pri čemu sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju 12,32, a *Paulownia fortunei* 14,32 (tabela 41). Za svojstvo broj listova, interakcija između faktora lokalitet i vrsta (AxB) je statistički značajna samo u dva merenja; između faktora lokalitet i faktora tretman (AxC) u četiri merenja, a između faktora vrsta i faktora tretman (BxC) je statistički značajna u pet od šest merenja (tabela 42).

Na oba lokaliteta tokom prvog merenja boja listova je svetlo zelena. Iste boje su listovi i u drugom merenju kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) kod vrste *Paulownia elongata* u tretmanu prihranjivanom većom količinom đubriva i kod sadnica vrste *Paulownia fortunei* u tretmanu prihranjivanom manjom količinom đubriva, listovi sadnica iz ostalih tretmana imaju tamno zelenu boju. Na lokalitetu u Pambukovici (II) u trećem merenju listovi sadnica u okviru sva tri tretmana imaju tamno zelenu boju. Tamno zelenu boju imaju listovi i u trećem i četvrtom merenju. Na lokalitetu u Obrenovcu (I) u četvrtom merenju kod sadnice iz tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva vrste *Paulownia elongata* listovi su počeli da žute, a u petom merenju kod sadnica u ovom tretmanu evidentiran je početak opadanja listova. Tokom petog merenja u okviru ostalih tretmana na oba lokaliteta listovi obe vrste su počeli da žute, a tokom šestog merenja počelo je njihovo opadanje (tabela 43).

Tabela 43. Boja listova sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom prvog vegetacionog perioda

lokalitet	vrsta	tretman	merenje					
			I	II	III	IV	V	VI
Obrenovac (I)	<i>P.elongata</i>	te1	light green	dark green	green	yellow-green	grey	grey
		te2	light green	green	green	green	yellow	grey
		te3	light green	green	green	green	yellow	grey
	<i>P.fortunei</i>	tf1	light green	green	green	green	yellow	grey
		tf2	light green	dark green	green	green	yellow	grey

lokalitet	vrsta	tretman	merenje					
			I	II	III	IV	V	VI
		tf3						
Pambukovica (II)	<i>P.elongata</i>	te1						
		te2						
		te3						
	<i>P.fortunei</i>	tf1						
		tf2						
		tf3						

(I) – lokalitet u Obrenovcu; (II) – lokalitet u Pambukovici; te1 – sadnice *P. elongata* iz prvog tretmana (prihranjivane većom količinom đubriva); te2 – sadnice *P. elongata* iz drugog tretmana (prihranjivane manjom količinom đubriva); te3 – sadnice *P. elongata* koje nisu prihranjivane (kontrola); tf1 – sadnice *P. fortunei* iz prvog tretmana (prihranjivane većom količinom đubriva); tf2 – sadnice *P. fortunei* iz drugog tretmana (prihranjivane manjom količinom đubriva); tf3 – sadnice *P. fortunei* koje nisu prihranjivane (kontrola).

5.5.10 Broj i opis listova na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda

Prosečan broj listova sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) u drugoj vegetacionoj sezoni prikazan je u tabeli 44, za svih šest merenja. Interakcija između lokaliteta, tretmana i vrsta na broj listova prikazana je u tabeli 45, za svih šest merenja u prvoj vegetacionoj sezoni. Boja listova sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda prikazan je u tabeli 46, za svih šest merenja.

Tabela 44. Prosečan broj listova na sadnicama na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda

lokalitet	vrsta	tretman	merenje					
			I	II	III	IV	V	VI
Obrenovac (I)	<i>P.elongata</i>	te1	7,12	10,64	13,04	15,92	17,68	11,36
		te2	7,36	9,36	9,28	12,96	14,24	8,16
		te3	6,40	6,96	10,16	9,20	10,16	5,60
		pros.	6,96	8,99	10,83	12,69	14,03	8,37
	<i>P.fortunei</i>	tf1	8,88	11,28	11,92	16,96	18,48	10,24
		tf2	7,60	9,20	11,68	14,48	15,76	8,96
tf3		7,04	7,92	8,88	10,40	11,28	6,40	

lokalitet	vrsta	tretman	merenje					
			I	II	III	IV	V	VI
		pros.	7,84	9,47	10,83	13,95	15,17	8,53
Pambukovica (II)	<i>P.elongata</i>	te1	7,36	9,52	11,76	12,16	13,76	7,76
		te2	6,48	9,28	12,16	12,32	12,96	7,36
		te3	5,04	6,40	8,56	9,60	10,72	6,56
		pros.	6,29	8,40	10,83	11,36	12,48	7,23
	<i>P.fortunei</i>	tf1	6,29	8,40	10,83	11,36	12,48	7,23
		tf2	6,48	9,92	11,52	12,16	13,20	7,28
		tf3	5,84	8,00	9,20	9,36	10,32	5,92
		pros.	6,20	8,77	10,52	10,96	12,00	6,81

(I) – lokalitet u Obrenovcu; (II) – lokalitet u Pambukovici; te1 – sadnice *P. elongata* iz prvog tretmana (prihranjivane većom količinom đubriva); te2 – sadnice *P. elongata* iz drugog tretmana (prihranjivane manjom količinom đubriva); te3 – sadnice *P. elongata* koje nisu prihranjivane (kontrola); tf1 – sadnice *P. fortunei* iz prvog tretmana (prihranjivane većom količinom đubriva); tf2 – sadnice *P. fortunei* iz drugog tretmana (prihranjivane manjom količinom đubriva); tf3 – sadnice *P. fortunei* koje nisu prihranjivane (kontrola).

Tabela 45. Interakcije između lokaliteta, vrste i tretmana na broj listova sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda

	I merenje	II merenje	III merenje	IV merenje	V merenje	VI merenje
	broj listova	broj listova	broj listova	broj listova	broj listova	broj listova
Interactions AXB ${}^B F_{1,290} =$	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interactions AXC ${}^B F_{2,290} =$	ns	ns	ns	8,53*	11,26*	26,58*
Interactions BXC ${}^B F_{2,290} =$	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Izvedeno iz tro-faktorske analize varijanse (ANOVA III). AXB =interakcije između faktora lokalitet i vrsta, AXC =interakcije između faktora lokalitet i tretman i BXC=interakcije između faktora vrsta i tretman. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=300 (2 lokaliteta x 2 vrste x 3 tretmana x 25 = 300). ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); B = F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; *= statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Prosečan broj listova u drugoj vegetacionoj sezoni veći je kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) u odnosu na sadnice na lokalitetu u Pambukovici (II). Na lokalitetu u Obrenovcu (I) sadnice vrste *Paulownia fortunei* imaju veći prosečan broj listova u svih šest merenja, u odnosu na sadnice vrste *Paulownia elongata*. Obe vrste imaju najveći prosečan broj listova u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva, osim sadnice vrste *Paulownia elongata* u prvom merenju, gde je

prosečan broj listova najveći u tretmanu koji je prihranjivan manjom količinom đubriva. Na lokalitetu u Obrenovcu (I) sadnice obe vrste imaju prosečno najveći broj listova u petom merenju, pri čemu sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju 17,68, a *Paulownia fortunei* 18,48. Na lokalitetu u Pambukovici (II) sadnice vrste *Paulownia fortunei* imaju prosečan broj listova veći samo u drugom merenju u odnosu na sadnice vrste *Paulownia elongata*, dok je u svim ostalim merenjima prosečan broj listova manji. I na ovom lokalitetu sadnice obe vrste imaju najveći prosečan broj listova u tretmanu koji je prihranjivan većom količinom đubriva, osim sadnice vrste *Paulownia elongata* u trećem i četvrtom merenju, gde je prosečan broj listova najveći u tretmanu koji je prihranjivan manjom količinom đubriva. Na lokalitetu u Pambukovici (II) sadnice obe vrste imaju prosečno najveći broj listova u petom merenju, pri čemu sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju 13,76, a *Paulownia fortunei* 13,20 (tabela 44). Za svojstvo broj listova, tokom drugog vegetacionog perioda, jedino je statistički značajna interakcija između faktora lokalitet i faktora tretman (AxC), i to u poslednja tri merenja (tabela 45).

Tokom prvog merenja boja listova sadnica obe vrste je svetlo zelena na oba lokaliteta. Iste boje su listovi i u drugom merenju na lokalitetu u Obrenovcu (I) kod sadnica vrste *Paulownia elongata* u okviru tretmana prihranjivanog većom količinom đubriva i kontrolnog tretmana. Na lokalitetu u Pambukovici (II) sadnice obe vrste imaju svetlo zelenu boju listova u tretmanu prihranjivanom manjom količinom đubriva. U ostalim tretmanima na oba lokaliteta listovi imaju tamno zelenu boju, koja se zadržava i u trećem i četvrtom merenju. U petom merenju kod sadnica obe vrste na oba lokaliteta u okviru sva tri tretmana evidentirana je žuta boja listova, a u periodu šestog merenja evidentirano je opadanje listova (tabela 46).

Tabela 46. Boja listova sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) tokom drugog vegetacionog perioda

lokalitet	vrsta	tretman	merenje					
			I	II	III	IV	V	VI
Obrenovac (I)	<i>P.elongata</i>	te1						
		te2						

lokalitet	vrsta	tretman	merenje					
			I	II	III	IV	V	VI
	<i>P. fortunei</i>	te3						
		tf1						
		tf2						
		tf3						
Pambukovica (II)	<i>P. elongata</i>	te1						
		te2						
		te3						
	<i>P. fortunei</i>	tf1						
		tf2						
		tf3						

(I) – lokalitet u Obrenovcu; (II) – lokalitet u Pambukovici; te1 – sadnice *P. elongata* iz prvog tretmana (prihranjivane većom količinom đubriva); te2 – sadnice *P. elongata* iz drugog tretmana (prihranjivane manjom količinom đubriva); te3 – sadnice *P. elongata* koje nisu prihranjivane (kontrola); tf1 – sadnice *P. fortunei* iz prvog tretmana (prihranjivane većom količinom đubriva); tf2 – sadnice *P. fortunei* iz drugog tretmana (prihranjivane manjom količinom đubriva); tf3 – sadnice *P. fortunei* koje nisu prihranjivane (kontrola).

5.5.11 Broj i opis listova na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom prvog vegetacionog perioda

Prosečan broj listova sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) u prvoj vegetacionoj sezoni prikazan je u tabeli 47, za svih šest merenja. Interakcija između lokaliteta i tretmana na broj listova prikazana je u tabeli 48, za svih šest merenja u prvoj vegetacionoj sezoni. Boja listova sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom prvog vegetacionog perioda prikazan je u tabeli 49, za svih šest merenja.

Tabela 47. Prosečan broj listova na sadnicama na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom prvog vegetacionog perioda

lokalitet	tretman	merenje					
		I	II	III	IV	V	VI
Subotica (III)	t4	11,20	16,56	21,84	30,00	32,08	26,96
	t5	9,84	14,16	18,72	20,56	21,60	17,68
	t6	5,84	8,40	10,16	14,16	11,44	7,84
	pros.	8,96	13,04	16,91	21,57	21,71	17,49

lokalitet	tretman	merenje					
		I	II	III	IV	V	VI
Mošorin (IV)	t4	8,48	15,84	19,52	24,64	26,88	11,92
	t5	8,96	13,36	17,84	19,76	22,48	12,40
	t6	6,88	8,00	12,72	17,12	18,56	10,64
	pros.	8,11	12,40	16,69	20,51	22,64	11,65

(III) – lokalitet u Subotici; (IV) – lokalitet u Mošorinu; t4 – sadnice navodnjavane većom količinom vode; t5 – sadnice navodnjavane sa manjom količinom vode; t6 – sadnice koje nisu navodnjavane (kontrola).

Tabela 48. Interakcije između lokaliteta i tretmana na broj listova sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom prvog vegetacionog perioda

	I merenje	II merenje	III merenje	IV merenje	V merenje	VI merenje
	broj listova	broj listova	broj listova	broj listova	broj listova	broj listova
Interactions AXB ${}^B F_{1,144} =$	21,31*	ns	19,17*	41,30*	50,56*	260,52*

Izvedeno iz dvo-faktorske analize varijanse (ANOVA II). AXB=interakcija između faktora lokalite i tretman. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), $n=150$ (2 lokaliteta x 1 vrste x 3 tretmana x 25 = 150). ^B= F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Tokom prve godine istraživanja sadnice na lokalitetu u Subotici (III) imaju prosečno veći broj listova od sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV). Na lokalitetu u Subotici (III) prosečno najveći broj listova imaju sadnice iz tretmana koji je navodnjavan većom količinom vode u svih šest merenja. Na lokalitetu u Mošorinu (IV) u prvom i šestom merenju sadnice prosečno najveći broj listova imaju u okviru tretmana koji je navodnjavan manjom količinom vode, dok je u vreme ostalih merenja najveći broj listova evidentiran kod sadnica koje su navodnjavane većom količinom vode. Prosečno najveći broj listova zabeležen je u petom merenju na oba lokaliteta. Na lokalitetu u Subotici (III) sadnice imaju prosečno 32,08 listova, a na lokalitetu u Mošorinu (IV) imaju prosečno 26,88 listova (tabela 47). Za svojstvo broj listova tokom prvog vegetacionog perioda, interakcija između faktora lokalitet i faktora tretman je statistički značajna u svim, osim u drugom merenju (tabela 48).

Na oba lokaliteta u period prvog merenja listovi sadnica paulovnije imaju svetlozelenu boju. Tokom drugog, trećeg i četvrtog merenja listovi imaju tamno

zelenu boju na oba lokaliteta, jedino je zabeležena promena boja listova u period četvrtog merenja na lokalitetu u Subotici (III), kod sadnica u okviru kontrolnog tretmana, gde je evidentirana žuta boja listova. Na oba lokaliteta u sva tri tretmana žuta boja listova je evidentirana kod sadnica u petom merenju, osim na lokalitetu u Subotici (III) gde je kod sadnica u kontrolnom tretmanu zabeleženo opadanje listova. U šestom merenju je evidentirano opadanje listova sadnica na oba lokaliteta u okviru sva tri tretmana (tabela 49).

Tabela 49. Boja listova sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom prvog vegetacionog perioda

lokalitet	tretman	merenje					
		I	II	III	IV	V	VI
Subotica (III)	t4	green	green	green	green	yellow	grey
	t5	green	green	green	green	yellow	grey
	t6	green	green	green	yellow	grey	grey
Mošorin (IV)	t4	green	green	green	green	yellow	grey
	t5	green	green	green	green	yellow	grey
	t6	green	green	green	green	yellow	grey

(III) – lokalitet u Subotici; (IV) – lokalitet u Mošorinu; t4 – sadnice navodnjavane većom količinom vode; t5 – sadnice navodnjavane sa manjom količinom vode; t6 – sadnice koje nisu navodnjavane (kontrola).

5.5.12 Broj i opis listova na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom drugog vegetacionog perioda

Prosečan broj listova sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) u drugoj vegetacionoj sezoni prikazan je u tabeli 50, za svih šest merenja. Interakcija između lokaliteta i tretmana na broj listova prikazana je u tabeli 51, za svih šest merenja u drugoj vegetacionoj sezoni. Boja listova sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom drugog vegetacionog perioda prikazan je u tabeli 52, za svih šest merenja.

Tabela 50. Prosečan broj i listova na sadnicama na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom drugog vegetacionog perioda

lokalitet	tretman	merenje					
		I	II	III	IV	V	VI
Subotica (III)	t4	16,40	25,12	29,76	31,52	37,60	32,56
	t5	10,00	15,85	20,00	20,23	23,15	18,38
	t6	8,33	9,33	17,67	21,25	19,25	14,17
	pros.	11,58	16,77	22,48	24,33	26,67	21,70
Mošorin (IV)	t4	13,20	18,56	22,72	27,28	27,76	22,24
	t5	11,76	15,92	20,48	24,24	25,60	19,92
	t6	7,76	10,72	14,40	16,56	19,28	12,72
	pros.	10,91	15,07	19,20	22,69	24,21	18,29

(III) – lokalitet u Subotici; (II) – lokalitet u Mošorinu; t4 – sadnice navodnjavane većom količinom vode; t5 – sadnice navodnjavane sa manjom količinom vode; t6 – sadnice koje nisu navodnjavane (kontrola).

Tabela 51. Interakcije između lokaliteta i tretmana na broj listova sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) tokom drugog vegetacionog perioda

	I merenje	II merenje	III merenje	IV merenje	V merenje	VI merenje
	broj listova	broj listova	broj listova	broj listova	broj listova	broj listova
Interactions AXB ${}^B F_{1,144} =$	11,35*	18,56*	13,27*	11,09*	21,59*	23,02*

Izvedeno iz dvo-faktorske analize varijanse (ANOVA II). AXB=interakcija između faktora lokalite i tretman. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), $n=150$ (2 lokaliteta x 1 vrste x 3 tretmana x 25 = 150). ^B= *F*-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Tokom druge godine istraživanja sadnice na lokalitetu u Subotici (III) imaju prosečno veći broj listova u odnosu na sadnice na lokalitetu u Mošorinu (IV). Prosečno najveći broj listova na oba lokaliteta imaju sadnice u okviru tretmana koji je navodnjavan većom količinom vode u svih šest merenja. I u ovoj godini prosečno najveći broj listova sadnice imaju u terminu petog merenja. Na lokalitetu u Subotici (III) prosečan broj listova kod sadnica je 37,60, a na lokalitetu u Mošorinu (IV) je 27,76 listova (tabela 50). Interakcija lokalitet i tretman statistički je značajna u svim merenjima tokom druge sezone (tabela 51).

Dinamika promene boje listova kod sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) u svih šest merenja je ista kao i u prvoj godini istraživanja (tabela 52).

Tabela 52. Boja listova sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i Mošorinu (IV) tokom drugog vegetacionog perioda

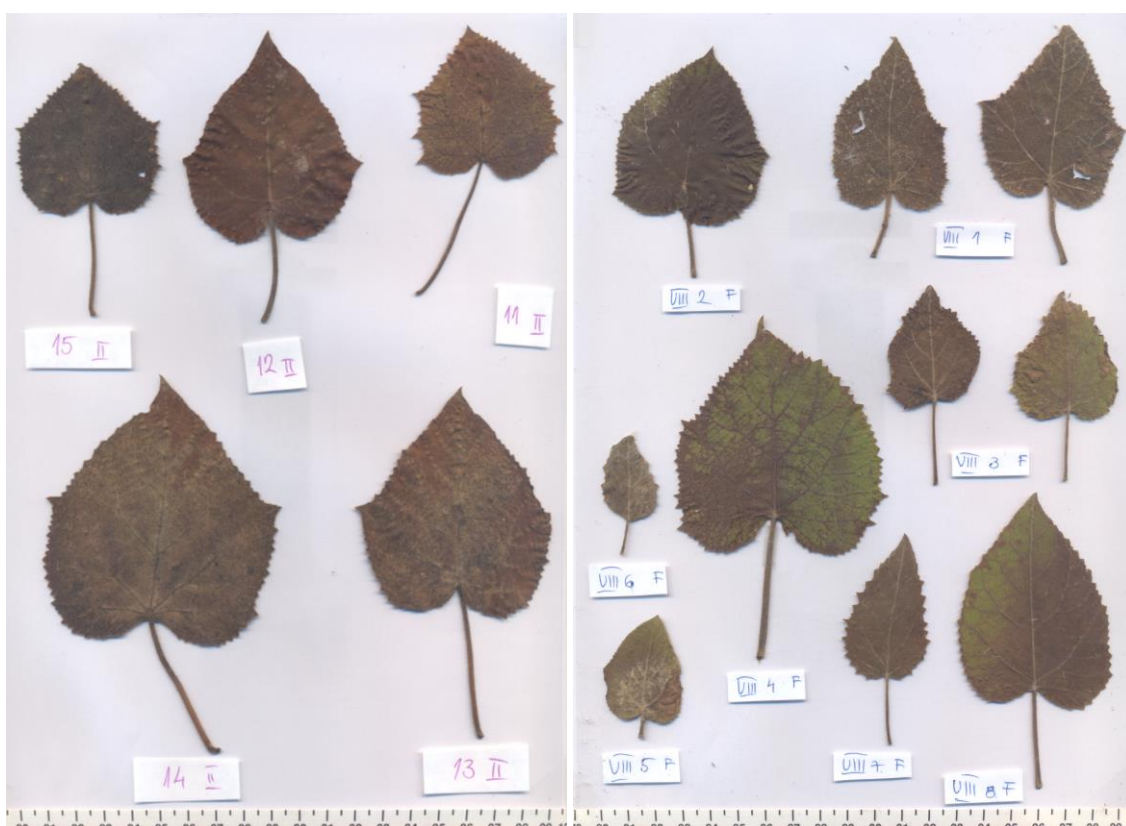
lokalitet	tretman	merenje					
		I	II	III	IV	V	VI
Subotica (III)	t4	green	green	green	green	yellow	grey
	t5	green	green	green	green	yellow	grey
	t6	green	green	green	yellow	grey	grey
Mošorin (IV)	t4	green	green	green	green	yellow	grey
	t5	green	green	green	green	yellow	grey
	t6	green	green	green	green	yellow	grey

(III) – lokalitet u Subotici; (IV) – lokalitet u Mošorinu; t4 – sadnice navodnjavane većom količinom vode; t5 – sadnice navodnjavane sa manjom količinom vode; t6 – sadnice koje nisu navodnjavane (kontrola).

5.6 Varijabilnost morfometrijskih karakteristika listova biljaka

5.6.1 Varijabilnost morfometrijskih karakteristika listova biljaka na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) na kraju prvog vegetacionog perioda

Rezultati deskriptivne statistike za sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) za srednje vrednosti analiziranih parametara lista dati su u tabeli 53 i tabeli 54, za svih šest merenja u prvom vegetacionom periodu.



Slika 28. Listovi sadnica paulovnja sa oglednog polja u Obrenovcu (levo) i u Pambukovici (desno), na kraju prve vegetacione sezone

Tabela 53. Osnovni parametri deskriptivne statistike i tro-faktorska ANOVA za svojstva lista: površina lista (cm²), obim (cm), dužina liste ploče (cm), dužina centralnog nerva (cm), širina lista (cm); za sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II), na kraju prve vegetacione sezone

faktor	nivo	površina lista	obim	dužina lisne ploče	dužina centralnog nerva	širina lista
Lokalitet (A)	lokalitet I	^A 57,25(45,14) ^b	31,26(20,01) ^b	9,30(4,50) ^b	7,81(3,56) ^b	8,51(3,97) ^b
	lokalitet II	38,02(19,17) ^a	24,84(13,70) ^a	7,48(2,33) ^a	6,12(1,90) ^a	6,82(2,28) ^a
		^B $F_{1,1490}=124,71^*$	$F_{1,1490}=54,53^*$	$F_{1,1490}=105,47^*$	$F_{1,1490}=146,68^*$	$F_{1,1490}=109,94^*$
Vrsta (B)	<i>P. elongata</i>	50,06(41,50) ^b	29,19(16,64) ^b	8,53(4,18)	7,00(3,35)	7,75(3,06)
	<i>P. fortunei</i>	45,22(29,28) ^a	26,91(18,15) ^a	8,25(3,13)	6,93(2,54)	7,58(3,60)
		$F_{1,1490}=8,04^*$	$F_{1,1490}=7,00^*$	ns	ns	ns
Tretman (C)	tretman 1	57,57(35,53) ^c	31,81(16,18) ^c	9,28(3,01) ^c	7,64(2,53) ^b	8,44(3,81) ^c
	tretman 2	49,30(45,38) ^b	28,25(15,64) ^b	8,29(3,11) ^b	6,74(2,58) ^a	7,74(3,46) ^b
	tretman 3	36,02(18,22) ^a	24,08(19,42) ^a	7,60(4,56) ^a	6,47(3,56) ^a	6,82(2,41) ^a
		$F_{2,1490}=53,13^*$	$F_{2,1490}=26,38^*$	$F_{2,1490}=30,15^*$	$F_{2,1490}=26,99^*$	$F_{2,1490}=33,62^*$
interactions (AXB)		ns	ns	ns	ns	ns
interactions (AXC)		$F_{2,1490}=7,69^*$	ns	ns	ns	$F_{2,1490}=4,89^*$
interactions (BXC)		ns	ns	$F_{2,1490}=32,13^*$	$F_{2,1490}=57,34^*$	$F_{2,1490}=18,87^*$

Tro-faktorska analiza varijanse (ANOVA III). Faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet 1 (Obrenovac) i lokalitet 2 (Pambukovica); faktor B (vrsta) sa 2 nivoa: vrsta 1 (*P. elongata*) i vrsta 2 (*P. fortunei*); faktor C (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1 (veća količina đubriva), tretman 2 (manja količina đubriva), i tretman 3 (kontrola), i njihove interakcije. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=1500 (2 lokaliteta x 2 vrste x 3 tretmana x 125 = 1500). ^A= srednja vrednost (standardna devijacija); ^B= F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Tabela 54. Osnovni parametri deskriptivne statistike i tro-faktorska ANOVA za svojstva lista: širina lista na 1 cm od osnove (cm), dužina peteljke (cm), razmak između 3. i 4. nerva, broj nerava – levo i broj nerava – desno; za sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II), na kraju prve vegetacione sezone

faktor	nivo	širina lista na 1 cm od osnove	dužina peteljke	razmak 3. i 4. nerva	broj nerava - levo	broj nerava -desno
Lokalitet (A)	lokalitet I	7,74(3,06) ^b	6,38(3,22) ^b	2,11(0,98) ^b	8,49(1,04) ^b	8,54(0,98) ^b
	lokalitet II	6,53(4,16) ^a	4,57(1,73) ^a	1,41(0,58) ^a	8,27(0,91) ^a	8,19(0,78) ^a
		$F_{1,1490}=42,48^*$	$F_{1,1490}=223,56^*$	$F_{1,1490}=319,79^*$	$F_{1,1490}=24,23^*$	$F_{1,1490}=74,99^*$
Vrsta (B)	<i>P. elongata</i>	7,24(4,01)	5,88(2,79) ^b	1,74(0,92)	8,51(1,02) ^b	8,44(0,97) ^b
	<i>P. fortunei</i>	7,03(3,36)	5,07(2,62) ^a	1,78(0,84)	8,24(0,93) ^a	8,30(0,84) ^a
		ns	$F_{1,1490}=46,68^*$	ns	$F_{1,1490}=36,60^*$	$F_{1,1490}=11,88^*$
Tretman (C)	tretman 1	7,88(4,58) ^c	6,37(2,90) ^c	2,00(0,87) ^c	8,45(1,15)	8,46(1,08) ^b
	tretman 2	7,19(2,94) ^b	5,29(2,88) ^b	1,75(0,81) ^b	8,35(0,79)	8,34(0,81) ^a
	tretman 3	6,32(3,21) ^a	4,76(2,10) ^a	1,53(0,89) ^a	8,34(0,98)	8,31(0,80) ^a
		$F_{2,1490}=23,71^*$	$F_{2,1490}=61,76^*$	$F_{2,1490}=46,27^*$	ns	$F_{2,1490}=5,08^*$
interactions (AXB)		ns	$F_{1,1490}=28,58^*$	$F_{1,1490}=8,01^*$	$F_{1,1490}=132,14^*$	$F_{1,1490}=103,36^*$
interactions (AXC)		ns	$F_{2,1490}=20,26^*$	$F_{2,1490}=7,65^*$	$F_{2,1490}=22,61^*$	$F_{2,1490}=25,10^*$
interactions (BXC)		$F_{2,1490}=8,21^*$	$F_{2,1490}=57,52^*$	$F_{2,1490}=32,08^*$	$F_{2,1490}=96,22^*$	$F_{2,1490}=124,15^*$

Tro-faktorska analiza varijanse (ANOVA III). Faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet 1 (Obrenovac) i lokalitet 2 (Pambukovica); faktor B (vrsta) sa 2 nivoa: vrsta 1 (*P. elongata*) i vrsta 2 (*P. fortunei*); faktor C (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1 (veća količina đubriva), tretman 2 (manja količina đubriva), i tretman 3 (kontrola), i njihove interakcije. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=1500 (2 lokaliteta x 2 vrste x 3 tretmana x 125 = 1500). ^A= srednja vrednost (standardna devijacija); ^B= F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Za svojstvo **površina lista** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 53) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet, vrsta i tretman. Sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) imaju signifikantno veće srednje vrednosti površine lista ($57,25\text{cm}^2$) od srednjih vrednosti kod sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II) ($38,02\text{ cm}^2$). Statistički značajna razlika postoji između vrsta, sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju veće srednje vrednosti ($50,06\text{ cm}^2$) površine lista od sadnica vrste *Paulownia fortunei* ($45,22\text{ cm}^2$). Statistički značajna razlika postoji između sva tri tretmana, pri čemu sadnice iz tretmana koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva imaju veće srednje vrednosti površina lista ($57,57\text{ cm}^2$), a najmanje srednje vrednosti imaju sadnice u okviru kontrolnog tretmana ($36,02\text{ cm}^2$). Za svojstvo površina lista u prvoj vegetacionoj sezoni, statistički je značajna samo interakcija između faktora lokalitet i faktora tretman (AxC) (tabela 53).

Za svojstvo **obim lista** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 53) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet, vrsta i tretman. Sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) pokazuju signifikantno veće vrednosti obima lista ($31,26\text{ cm}$) u odnosu na srednje vrednosti kod sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II) ($24,84\text{ cm}$). Postoji statistički značajna razlika srednjih vrednosti obima lista između vrsta. Sadnice vrste *Paulownia elongata* pokazuju signifikantno veće srednje vrednosti ($29,19\text{ cm}$) od sadnica vrste *Paulownia fortunei* ($26,91\text{ cm}$). Statistički je značajna razlika srednjih vrednosti obima lista između sadnica u okviru različitih tretmana. Najveće srednje vrednosti imaju sadnice u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva ($31,81\text{cm}$), a najmanje u okviru u kontrolnog tretmana ($24,08\text{ cm}$). Interakcije između sva tri ispitivana faktora nisu statistički značajne.

Za svojstvo **dužina lisne ploče** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 53) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman, ali ne i vrsta. Srednje vrednosti dužine lisne ploče signifikantno se razlikuju u odnosu na ova dva lokaliteta, pri čemu sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) pokazuju veće srednje vrednosti ($9,30\text{ cm}$) od sadnica na lokaliteta u Pambukovici (II) ($7,48\text{ cm}$). Između vrsta ne postoji statistički značajna razlika u

srednjoj vrednosti dužine lisne ploče, iako sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju veće srednje vrednosti (8,53 cm) u odnosu na sadnice druge vrste (8,25 cm). Statistički značajna je i razlika srednjih vrednosti između sadnica u okviru različitih tretmana, pri čemu najveću srednju vrednost dužine lisne ploče (9,28 cm) imaju sadnice iz tretmana koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva, zatim iz (8,29 cm) tretmana koji je prihranjivan sa manjom količinom đubriva i najmanju srednju vrednost (7,60 cm) imaju sadnice iz kontrolnog tretmana. Za svojstvo dužina lisne ploče u prvoj vegetacionoj sezoni, statistički je značajna samo interakcija između faktora vrsta i faktora tretman (BxC) (tabela 53).

Za svojstvo **dužina centralnog nerva** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 53) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman, ali ne i vrste. Sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) imaju signifikantno veću (7,81 cm) srednju vrednost dužine centralnog nerva, u odnosu na sadnice na lokalitetu u Pambukovici (II) (6,12 cm). Između vrsta ne postoji statistički značajna razlika u srednjoj vrednosti dužine centralnog nerva, iako sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju veće srednje vrednosti (7,00 cm) u odnosu na sadnice druge vrste (6,93 cm). Sadnice u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva imaju signifikantno veću srednju vrednost (7,64) od sadnica iz tretmana prihranjivanog sa manjom količinom đubriva i iz kontrolnog tretmana. Sadnice u okviru ova dva tretmana se međusobom signifikantno ne razlikuju, iako u okviru drugog tretmana imaju veće srednje vrednosti (6,74 cm) svojstva dužine centralnog nerva od sadnica iz kontrole (6,47 cm). Za svojstvo dužina centralnog nerva u prvoj vegetacionoj sezoni, statistički je značajna samo interakcija između faktora vrsta i faktora tretman (BxC) (tabela 53).

Za svojstvo **širina lista** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 53) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman. Ni kod ovog svojstva ne postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora vrsta. Na lokalitetu u Obrenovcu (I) i Pambukovici (II) postoji signifikantna razlika između sadnica za svojstvo srednja vrednost širine lista, pri čemu je kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) veća (8,51 cm) od sadnica na

lokalitetu u Pambukovici (II) (6,82 cm). Srednje vrednosti svojstva između vrsta nisu statistički značajne, iako sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju veće (7,75 cm) srednje vrednosti od sadnica vrste *Paulownia fortunei* (7,58 cm). Srednje vrednosti širine lista su signifikantno različite kod sadnica u okviru različitih tretmana, pri čemu sadnice iz tretmana koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva imaju najveću srednju vrednost svojstva širina lista (8,44 cm), a najmanju u okviru kontrolnog tretmana (6,82 cm). Za svojstvo širina lista u prvoj vegetacionoj sezoni, statistički je značajna interakcija između faktora lokalitet i faktora tretman (AxC) i između faktora vrsta i faktora tretman (BxC)(tabela 53).

Za svojstvo **širina lista na 1 cm od osnove** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 54) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merjenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman, ali ne i vrste. Između sadnica na različitim lokalitetima postoji signifikantna razlika u srednjoj vrednosti parametra širina osnove lista na 1 cm od peteljke, pri čemu je kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) statistički značajno veća (7,74 cm) u odnosu na sadnice sa lokaliteta u Pambukovici (II) (6,53 cm). Sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju veće (7,24 cm) srednje vrednosti širine lista od sadnica vrste *Paulownia fortunei* (7,03 cm), ali razlika nije statistički značajna. Sadnice u okviru različitih tretmana imaju statistički značajno različite srednje vrednosti širine lista na 1 cm od osnove, pri čemu sadnice iz tretmana koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva imaju statistički značajno veće (7,88 cm) srednje vrednosti svojstva, u odnosu na sadnice iz tretmana koji je prihranjivan sa manje đubriva (7,19 cm) i kontrolnog tretmana (6,32 cm). Za svojstvo širina lista na 1 cm od osnove u prvoj vegetacionoj sezoni, jedino je statistički značajna interakcija faktora vrsta i faktora tretman (BxC) (tabela 54).

Za svojstvo **dužina peteljke** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 54) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merjenja) zavisno od faktora lokalitet, vrsta i tretman. Na lokalitetu u Obrenovcu (I) sadnice imaju signifikantno veće srednje vrednosti dužine peteljke (6,38 cm) od srednje vrednosti svojstva kod sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II) (4,57 cm). Sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju statistički značajno veće (5,88 cm) srednje vrednosti dužine peteljke od sadnica

vrste *Paulownia fortunei* (5,07 cm). Između sadnica u okviru različitih tretmana postoji signifikantna razlika srednje vrednosti dužine peteljke, pri čemu je kod sadnica koje su prihranjivane većom količinom đubriva najveća (6,37 cm), a najmanja kod sadnica iz kontrolnog tretmana srednja vrednost dužine peteljke (4,76 cm). Sve interakcije su statistički značajne.

Za svojstvo **razmak između trećeg i četvrtog nerva lista** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 54) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman, ali ne i vrsta. Sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) pokazuju signifikantno veće vrednosti razmaka između trećeg i četvrtog nerva lista (2,11 cm) u odnosu na srednje vrednosti kod sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II) (1,41 cm). Između vrsta ne postoji statistički značajna razlika u srednjoj vrednosti ovog svojstva, iako sadnice vrste *Paulownia fortunei* imaju veće srednje vrednosti (1,78 cm) u odnosu na sadnice druge vrste (1,74 cm). Statistički je značajna razlika srednjih vrednosti razmaka između trećeg i četvrtog nerva između sadnica u okviru različitih tretmana. Najveće srednje vrednosti pokazuju sadnice iz tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva (2,00 cm), a najmanju iz kontrolnog tretmana (1,53 cm). Sve interakcije su statistički značajne.

Za svojstvo **broj nerava na levoj strani lista** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 54) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i vrsta, ali ne i tretman. Kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) srednja vrednost broja nerava na levoj strani lista je signifikantno veća (8,49) od srednje vrednosti svojstva kod sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II) (8,27). Sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju statistički značajno veće (8,51) srednje vrednosti broja nerava na levoj strani lista od sadnica vrste *Paulownia fortunei* (8,24). Između sadnica u okviru različitih tretmana ne postoji statistički značajna razlika u broju nerava. Najveće srednje vrednosti broja nerava na levoj strani lista pokazuju sadnice iz tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva (8,45), zatim iz tretmana koji je prihranjivan manjom količinom đubriva (8,35), i najmanje iz kontrolnog tretmana (8,34). Sve interakcije su statistički značajne.

Za svojstvo **broj nerava na desnoj strani lista** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 54) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet, vrsta i tretman. Sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) imaju signifikantno veće srednje vrednost broja nerava na desnoj strani lista je (8,54) od srednje vrednosti svojstva kod sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II) (8,19). sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju statistički značajno veće (8,44) srednje vrednosti broja nerava na desnoj strani lista od sadnica vrste *Paulownia fortunei* (8,30). Između sadnica u okviru različitih tretmana postoji signifikantna razlika srednje vrednosti broja nerava na desnoj strani lista. Sadnice iz tretman koji je prihranjivan većom količinom đubriva ima statistički značajno veće (8,46) srednje vrednosti broja nerava, od sadnica iz tretmana koji je prihranjivan manjom količinom đubriva (8,34) i iz kontrolnog tretmana (8,31), koje se statistički značajno među sobom ne razlikuju. Sve interakcije su statistički značajne.

5.6.2 Varijabilnost morfometrijskih karakteristika listova biljaka na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) na kraju drugog vegetacionog perioda

Rezultati deskriptivne statistike za sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) za srednje vrednosti analiziranih parametara lista dati su u tabeli 55 i tabeli 56, za svih šest merenja u drugom vegetacionom periodu.



Slika 29. Listovi sadnica paulovnijsa sa oglednog polja u Obrenovcu (levo) i u Pambukovici (desno), na kraju druge vegetacione sezone

Tabela 55. Osnovni parametri deskriptivne statistike i tro-faktorska ANOVA za svojstva lista: površina lista (cm²), obim (cm), dužina liste ploče (cm), dužina centralnog nerva (cm), širina lista (cm); za sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II), na kraju druge vegetacione sezone

faktor	nivo	površina lista	obim	dužina lisne ploče	dužina central nerva	širina lista
lokalitet (A)	lokalitet I	^A 75,36(53,03) ^b	33,54(15,54) ^b	33,54(15,54) ^b	8,23(5,66) ^b	9,42(3,99) ^b
	lokalitet II	43,98 (32,08) ^a	25,99(13,64) ^a	25,99(13,64) ^a	6,67(3,32) ^a	7,07(2,93) ^a
		^B $F_{1,1490}=254,61^*$	$F_{1,1490}=117,52^*$	$F_{1,1490}=53,84^*$	$F_{1,1490}=45,08^*$	$F_{1,1490}=226,02^*$
vrsta (B)	<i>P. elongata</i>	64,69(46,40) ^b	31,33(16,91) ^b	31,33(16,91) ^b	7,82(5,56) ^b	8,76(3,76) ^b
	<i>P. elongata</i>	54,66(46,16) ^a	28,19(12,86) ^a	28,19(12,86) ^a	7,08(3,62) ^a	7,74(3,56) ^a
		$F_{1,1490}=26,02^*$	$F_{1,1490}=20,33^*$	$F_{1,1490}=5,80^*$	$F_{1,1490}=10,27^*$	$F_{1,1490}=12,57^*$
tretman (C)	tretman 1	80,61(56,55) ^c	34,20(14,21) ^c	10,39(3,86) ^c	8,57(5,10) ^c	9,70(3,97) ^c
	tretman 2	54,05(30,36) ^b	29,20(13,78) ^b	8,71(2,53) ^b	7,28(3,44) ^b	8,11(2,92) ^b
	tretman 3	44,36(41,00) ^a	25,90(16,06) ^a	7,91(7,03) ^a	6,50(5,14) ^a	6,94(3,58) ^a
		$F_{2,1490}=121,48^*$	$F_{2,1490}=48,06^*$	$F_{2,1490}=37,36^*$	$F_{2,1490}=27,21^*$	$F_{2,1490}=104,78^*$
<i>interactions (AXB)</i>		$F_{1,1490}=15,18^*$	$F_{1,1490}=7,31^*$	$F_{1,1490}=11,91^*$	$F_{1,1490}=11,11^*$	$F_{1,1490}=22,99^*$
<i>interactions (AXC)</i>		$F_{2,1490}=83,88^*$	$F_{2,1490}=48,97^*$	$F_{2,1490}=36,18^*$	$F_{2,1490}=20,20^*$	$F_{2,1490}=80,84^*$
<i>interactions (BXC)</i>		$F_{2,1490}=21,31^*$	$F_{2,1490}=24,89^*$	ns	ns	$F_{2,1490}=39,44^*$

Tro-faktorska analiza varijanse (ANOVA III). Faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet 1 (Obrenovac) i lokalitet 2 (Pambukovica); faktor B (vrsta) sa 2 nivoa: vrsta 1 (*P. elongata*) i vrsta 2 (*P. fortunei*); faktor C (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1 (veća količina đubriva), tretman 2 (manja količina đubriva), i tretman 3 (kontrola), i njihove interakcije. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=1500 (2 lokaliteta x 2 vrste x 3 tretmana x 125 = 1500). ^A = srednja vrednost (standardna devijacija); ^B = F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Tabela 56. Osnovni parametri deskriptivne statistike i tro-faktorska ANOVA za svojstava lista: širina lista na 1 cm od osnove, dužina peteljke, razmak između 3. i 4. nerva, broj nerava – levo i broj nerava – desno; za sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II), na kraju druge vegetacione sezone

faktor	nivo	širina lista na 1 cm od osnove lista	dužina peteljke	razmak 3. i 4. nerva	broj nerava - levo	broj nerava -desno
lokalitet (A)	lokalitet I	8,76(3,64) ^b	6,37(2,53) ^b	2,09(1,03) ^b	7,82(1,00) ^a	7,86(0,98) ^b
	lokalitet II	6,71(2,81) ^a	4,87(2,17) ^a	1,76(1,29) ^a	8,02(0,89) ^b	7,99(0,83) ^a
		$F_{1,1490}=205,16^*$	$F_{1,1490}=170,25^*$	$F_{1,1490}=34,95^*$	$F_{1,1490}=21,23^*$	$F_{1,1490}=10,88^*$
vrsta (B)	<i>P. elongata</i>	8,22(3,39) ^b	5,82(2,44) ^b	2,06(1,41) ^b	7,67(0,95) ^a	7,68(0,95) ^a
	<i>P. elongata</i>	7,26(3,36) ^a	5,42(2,50) ^a	1,79(0,86) ^a	8,18(0,88) ^b	8,16(0,80) ^b
		$F_{1,1490}=44,46^*$	$F_{1,1490}=12,32^*$	$F_{1,1490}=22,90^*$	$F_{1,1490}=152,03^*$	$F_{1,1490}=152,34^*$
tretman (C)	tretman 1	9,26(3,82) ^c	6,06(2,55) ^b	2,30(1,02) ^c	7,56(0,93) ^a	7,53 (0,92) ^a
	tretman 2	7,45(2,47) ^b	5,97(2,11) ^b	1,97(1,23) ^b	8,12(0,86) ^b	8,14(0,78) ^b
	tretman 3	6,50(3,20) ^a	4,82(2,55) ^a	1,51(1,13) ^a	8,09(0,95) ^b	8,09(0,90) ^b
		$F_{2,1490}=129,50^*$	$F_{2,1490}=48,11^*$	$F_{2,1490}=67,90^*$	$F_{2,1490}=78,01^*$	$F_{2,1490}=98,32^*$
interactions (AXB)		$F_{1,1490}=15,12^*$	$F_{1,1490}=8,93^*$	ns	c	ns
interactions (AXC)		$F_{2,1490}=103,25^*$	$F_{2,1490}=23,30^*$	$F_{2,1490}=55,65^*$	$F_{2,1490}=108,73^*$	$F_{2,1490}=111,85^*$
interactions (BXC)		$F_{2,1490}=29,97^*$	$F_{2,1490}=14,79^*$	$F_{2,1490}=5,76^*$	$F_{2,1490}=51,41^*$	$F_{2,1490}=43,46^*$

Tro-faktorska analiza varijanse (ANOVA III). Faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet 1 (Obrenovac) i lokalitet 2 (Pambukovica); faktor B (vrsta) sa 2 nivoa: vrsta 1 (*P. elongata*) i vrsta 2 (*P. fortunei*); faktor C (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1 (veća količina đubriva), tretman 2 (manja količina đubriva), i tretman 3 (kontrola), i njihove interakcije. Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=1500 (2 lokaliteta x 2 vrste x 3 tretmana x 125 = 1500). ^A = srednja vrednost (standardna devijacija); ^B = F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Za svojstvo **površina lista** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 55), kao i u prvoj, postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet, vrsta i tretman. Sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) imaju srednje vrednosti površine lista signifikantno veće (75,36 cm²) od srednjih vrednosti kod sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II) (43,98 cm²). Između vrsta postoji statistički značajna razlika. Sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju veće srednje vrednosti (64,69 cm²) površine lista od sadnica vrste *Paulownia fortunei* (54,66 cm²). Statistički značajna razlika postoji između sva tri tretmana, pri čemu sadnice iz tretmana koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva imaju veće srednje vrednosti svojstava površina lista (80,61 cm²), pa zatim sadnice iz tretmana prihranjivanog sa manjom količinom đubriva (54,05 cm²), a najmanje srednje vrednosti imaju sadnice iz kontrolnog tretmana (44,36 cm²). Sve interakcije su statistički značajne.

Za svojstvo **obim lista** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 55), kao i u prvoj sezoni, postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet, vrsta i tretman. Sadnice sa lokaliteta u Obrenovcu (I) pokazuju signifikantno veće vrednosti obima lista (33,54 cm) u odnosu na srednje vrednosti sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II) (25,99 cm). Postoji statistički značajna razlika srednjih vrednosti obima između vrsta, pri čemu sadnice vrste *Paulownia elongata* pokazuje signifikantno veće srednje vrednosti (31,33 cm) od sadnica vrste *Paulownia fortunei* (28,19 cm). Statistički je značajna razlika srednjih vrednosti obima između sadnica u okviru različitih tretmana. Najveće srednje vrednosti pokazuju sadnice iz tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva (34,20 cm), a najmanje iz kontrolnog tretmana (25,90 cm). Za svojstvo obim lista u drugoj vegetacionoj sezoni, sve interakcije su signifikantne (za razliku od prve vegetacione sezone).

Za svojstvo **dužina lisne ploče** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 55) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet, vrsta i tretman. Srednje vrednosti dužine lisne ploče signifikantno se razlikuju kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II), pri čemu je sadnice na

lokalitetu (I) imaju veće srednje vrednosti dužine lista (33,54 cm) od sadnica na lokalitetu (II) (25,99 cm). Sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju signifikantno veće srednje vrednosti dužine lista (31,33 cm) u odnosu na sadnice vrste *Paulownia fortunei* (28,19 cm). Signifikantna je i razlika srednjih vrednosti dužine lisne ploče kod sadnica u okviru različitih tretmana, pri čemu najveću srednju vrednost dužine imaju sadnice iz tretmana koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva (10,39 cm), a najmanju iz kontrolnog tretmana (7,91 cm). Interakcija između vrsta i tretmana nije statistički značajna. Za svojstvo dužina lisne ploče u drugoj vegetacionoj sezoni, statistički je značajna interakcija između faktora lokalitet i faktora vrsta (AxB) i između faktora lokalitet i faktora tretman (AxC)(tabela 55).

Za svojstvo **dužina centralnog nerva** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 55) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet, vrsta i tretman. Sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) imaju signifikantno veće srednje vrednosti dužine centralnog nerva (8,23 cm), u odnosu na sadnice na lokalitetu u Pambukovici (II) (6,67 cm). Sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju statistički značajno veću srednju vrednosti (7,82 cm) u odnosu na drugu sadnice vrste *Paulownia fortunei* (7,08 cm). Sadnice u okviru tretmana prihranjivanog većom količinom đubriva imaju signifikantno veće (8,57 cm) srednje vrednosti od sadnica iz tretmana prihranjivanog sa manjom količinom đubriva (7,28 cm) i iz kontrolnog tretmana (6,50 cm). Za svojstvo dužina centralnog nerva u drugoj vegetacionoj sezoni, statistički je značajna interakcija između faktora lokalitet i faktora vrsta (AxB) i između faktora lokalitet i faktora tretman (AxC)(tabela 55).

Za svojstvo **širina lista** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 55) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet, vrsta i tretman. Postoji signifikantna razlika srednjih vrednosti širine lista kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II), pri čemu je kod sadnica na lokalitetu (II) veća (9,42 cm) od sadnica na lokaliteta (I) (7,07 cm). Sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju signifikantno veće srednje vrednosti svojstva (8,76 cm) od sadnica vrste *Paulownia fortunei* (7,74 cm). Srednje vrednosti širine lista su signifikantno

različite kod sadnica u okviru tretmanima, pri čemu sadnice iz tretmana koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva imaju najveću (9,70 cm) srednju vrednost svojstva širina lista, a najmanju sadnice iz kontrolnog tretmana (6,94 cm). Sve interakcije su statistički značajne.

Za svojstvo **širina lista na 1 cm od osnove** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 56) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet, vrsta i tretman. Sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) imaju statistički značajno veće srednje vrednosti širine lista (8,76 cm) u odnosu na sadnice na lokalitetu u Pambukovici (II) (6,71 cm). Sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju signifikantno veće (8,22 cm) srednje vrednosti šitine lista od sadnica vrste *Paulownia fortunei* (7,26 cm). Među tretmanima postoji signifikantna razlika pri čemu sadnice u okviru tretmana prihranjivanog sa većom količinom đubriva imaju statistički značajno veće (9,26 cm) srednje vrednosti svojstva, u odnosu na sadnice iz tretmana koji je prihranjivan sa manje đubriva (7,45 cm) i kontrolnog tretmana (6,50 cm). Sve interakcije faktora su statistički značajne.

Za svojstvo **dužina peteljke** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 56) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet, vrsta i tretman. Sadnice na lokalitetu u Obrenovac (I) imaju signifikantno veće srednje vrednosti dužine peteljke (6,37 cm) od srednjih vrednosti svojstva kod sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II) (4,87 cm). Sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju statistički značajno veće (5,82 cm) srednje vrednosti dužine peteljke od sadnica vrste *Paulownia fortunei* (5,42 cm). Srednja vrednost svojstva dužina peteljke se signifikantno razlikuje kod sadnica u okviru u različitim tretmanima koji su prihranjivani (nema statistički značajne razlike između njih) u odnosu na sadnice iz kontrolnog tretmana. Najveću srednju vrednost dužine peteljke imaju sadnice iz tretmana prihranjivanog većom količinom đubriva (6,06 cm), a najmanju iz kontrolnog tretmana (4,82 cm). Sve interakcije su statistički značajne.

Za svojstvo **razmak između trećeg i četvrtog nerva lista** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 56) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet, vrsta i tretman. Sadnice na lokalitetu u

Obrenovcu (I) pokazuju signifikantno veće srednje vrednosti razmaka između trećeg i četvrtog nerva lista (2,09 cm) u odnosu na srednje vrednosti kod sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II) (1,76 cm). Sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju signifikantno veće srednje vrednosti svojstva (2,06 cm) u odnosu na sadnice vrste *Paulownia fortunei* (1,79 cm). Statistički je značajna razlika srednjih vrednosti razmaka između trećeg i četvrtog nerva lista kod sadnica u okviru različitih tretmana. Najveća srednja vrednosti ovog svojstva je kod sadnica iz tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva (2,30 cm), a najmanja kod sadnica iz kontrolnog tretmana (1,51 cm). Za svojstvo razmak između trećeg i četvrtog nerva lista u drugoj vegetacionoj sezoni, statistički su značajne interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxC) i faktora vrsta i faktora tretman (BxC) (tabela 56).

Za svojstvo **broj nerava na levoj strani lista** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 56) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet, vrsta i tretman. Sadnice na lokalitetu u Pambukovici (II) imaju signifikantno veće srednje vrednosti broja nerava na levoj strani lista (8,02) od srednje vrednosti svojstva kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (II) (7,82). Sadnice vrste *Paulownia fortunei* imaju statistički značajno veće (8,18) srednje vrednosti broja nerava na levoj strani lista od sadnica vrste *Paulownia elongata* (7,67). Kod sadnica u okviru različitih tretmana ne postoji statistički značajna razlika u srednjoj vrednosti broja nerava. Najveće srednje vrednost broja nerava na levoj strani lista pokazuju sadnice iz tretmana koji je prihranjivan manjom količinom đubriva (8,12), zatim iz kontrolnog tretmana (8,09) i najmanje iz tretmana prihranjivanog većom količinom đubriva (7,56). Za svojstvo broj nerava na levoj strani lista u drugoj vegetacionoj sezoni, statistički su značajne interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxC) i faktora vrsta i faktora tretman (BxC) (tabela 56). Interakcija faktora lokalitet i vrsta nema statistički značaj.

Za svojstvo **broj nerava na desnoj strani lista** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 56) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet, vrsta i tretman. Sadnice na lokalitetu u Pambukovici (II) imaju signifikantno veće srednje vrednosti broja nerava na desnoj strani lista je (7,99) od

srednje vrednosti svojstva kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) (7,86). sadnice vrste *Paulownia fortunei* imaju statistički značajno veće (8,16) srednje vrednosti broj nerava na desnoj strani lista od sadnica druge vrste (7,68). Sadnice iz tretman koji je prihranjivan manjom količinom đubriva imaju veće srednje vrednosti svojstva (8,14) od sadnica iz kontrolnog tretmana (8,09), i statistički se značajno ne razlikuju. Signifikantna razlika postoji u srednjoj vrednosti svojstva kod sadnica iz ova dva tretmana u odnosu na sadnice iz tretmana prihranjivanog većom količinom đubriva, koji ima najmanju srednju vrednost (7,53). Za svojstvo broj nerava na desnoj strani lista u drugoj vegetacionoj sezoni, statistički su značajne interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxC) i faktora vrsta i faktora tretman (BxC) (tabela 56). Interakcija lokalitet i vrsta nije statistički značajna.

5.6.3 Varijabilnost morfometrijskih karakteristika listova biljaka na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) na kraju prvog vegetacionog perioda

Rezultati deskriptivne statistike za sadnice na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) za srednje vrednosti analiziranih parametara lista dati su u tabeli 57 i tabeli 58, za svih šest merenja u prvom vegetacionom periodu.



Slika 30. Listovi sadnica paulovnja sa oglednog polja u Subotici (levo) i Mošorinu (desno), na kraju prve vegetacione sezone

Tabela 57. Osnovni parametri deskriptivne statistike i dvo-faktorska ANOVA za svojstva lista: površina lista (cm²), obim (cm), dužina liste ploče (cm), dužina centralnog nerva (cm), širina lista (cm); za sadnice na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV), na kraju prve vegetacione sezone

faktor	nivo	površina lista	obim	dužina lisne ploče	dužina central nerva	širina lista
lokalitet (A)	lokalitet III	^A 394,91(383,56) ^a	78,44(41,77) ^a	27,83(114,59)	17,31(9,36) ^a	23,25(0,62) ^a
	lokalitet IV	709,03(478,65) ^b	109,81(36,26) ^b	30,75(10,13)	23,49(7,97) ^b	32,20(0,62) ^b
		^B $F_{1,744}=140,59^*$	$F_{1,744}=195,25^*$	ns	$F_{1,744}=127,90^*$	$F_{1,744}=103,30^*$
tretman (B)	tretman 4	787,94(469,74) ^c	119,09(35,86) ^c	41,36(13,42) ^c	24,62(7,60) ^c	35,13(11,03) ^c
	tretman 5	627,79(479,11) ^b	99,01(42,13) ^b	28,09(11,09) ^{bc}	21,92(8,63) ^b	29,36(12,81) ^b
	tretman 6	239,46(172,36) ^a	64,29(27,07) ^a	18,41(7,48) ^a	14,65(8,37) ^a	18,69(15,09) ^a
		$F_{2,744}=150,61^*$	$F_{2,744}=203,40^*$	$F_{2,744}=5,09^*$	$F_{2,744}=118,60^*$	$F_{2,744}=119,60^*$
interactions (AXB)		$F_{2,744}=10,23^*$	$F_{2,744}=30,20^*$	ns	$F_{2,744}=13,00^*$	$F_{2,744}=15,76^*$

Dvo-faktorska analiza varijanse (ANOVA II). Faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet 3 (Subotica) i lokalitet 4 (Mošorin); faktor B (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1 (navodnjavane sa većom količinom vode), tretman 2 (navodnjavane sa manjom količinom vode), i tretman 3 (kontrola), i njihova interakcija (AxB). Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=750 (2 lokaliteta x 1 vrste x 3 tretmana x 125 = 750). ^A= srednja vrednost (standardna devijacija); ^B= *F*-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija (*P* > 0.05); * = statistički značajna razlika (*P* ≤ 0.05).

Tabela 58. Osnovni parametri deskriptivne statistike i dvo-faktorska ANOVA za svojstava lista: za svojstava lista: širina lista na 1 cm od osnove (cm), dužina peteljke (cm), razmak između 3. i 4. nerva, broj nerava – levo i broj nerava – desno; za sadnice na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV), na kraju prve vegetacione sezone

faktor	nivo	širina lista na 1 cm od osnove	dužina peteljke	razmak 3. i 4. nerva	broj nerava - levo	broj nerava -desno
lokalitet (A)	lokalitet III	20,27(10,85) ^a	17,70(10,26) ^a	3,26(1,52) ^a	9,03(0,82) ^a	9,04(0,82) ^a
	lokalitet IV	28,30(14,28) ^b	23,25(12,03) ^b	4,25(2,02) ^b	10,05(0,97) ^b	10,13(0,96) ^b
		$F_{1,744}=100,04^*$	$F_{1,744}=77,93^*$	$F_{1,744}=66,45^*$	$F_{1,744}=296,34^*$	$F_{1,744}=346,30^*$
tretman (B)	tretman 4	30,80(9,48) ^c	26,91(10,16) ^c	4,20(1,93) ^b	9,89(0,90) ^c	9,97(0,74) ^c
	tretman 5	25,66(11,07) ^b	23,52(11,58) ^b	4,21(1,96) ^b	9,51(1,19) ^b	9,52(1,23) ^b
	tretman 6	16,39(14,57) ^a	10,98(4,52) ^a	2,86(1,23) ^a	9,23(0,87) ^a	9,27(1,00) ^a
		$F_{2,744}=110,35^*$	$F_{2,744}=236,19^*$	$F_{2,744}=54,67^*$	$F_{2,744}=41,53^*$	$F_{2,744}=48,66^*$
interactions (AXB)		$F_{2,744}=15,47^*$	$F_{2,744}=19,58^*$	ns	$F_{2,744}=49,32^*$	$F_{2,744}=41,37^*$

Dvo-faktorska analiza varijanse (ANOVA II). Faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet 3 (Subotica) i lokalitet 4 (Mošorin); faktor B (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1 (navodnjavane sa većom količinom vode), tretman 2 (navodnjavane sa manjom količinom vode), i tretman 3 (kontrola), i njihova interakcija (AxB). Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), $n=750$ (2 lokaliteta x 1 vrste x 3 tretmana x 125 = 750). ^A= srednja vrednost (standardna devijacija); ^B= F -test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Za svojstvo **površina lista** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 57) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman. Sadnice na lokalitetu u Mošorinu (IV) imaju signifikantno veće (709,03 cm²) srednje vrednosti površine lista od srednjih vrednosti sadnica na lokalitetu u Subotici (III) (394,91 cm²). Između tretmana postoji signifikantna razlika u srednjim vrednostima površine lista, pri čemu je najveća kod sadnica iz tretmana koji je navodnjavan većom količtom vode (787,94 cm²), zatim kod sadnica iz tretmana navodnjavanog manjom količinom vode (627,79 cm²) i najmanja kod sadnica iz kontrolnog tretmana koji nije navodnjavan (239,46 cm²). Za svojstvo površina lista u prvoj vegetacionoj sezoni, interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.

Za svojstvo **obim lista** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 57) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman. Na lokalitetu u Mošorinu (IV) srednja vrednost obima lista kod sadnica je signifikantno veća (109,81 cm) u odnosu na srednje vrednosti kod sadnica na lokalitetu u Subotici (III) (78,44 cm). Sadnice u okviru tretmana koji je navodnjavan sa većom količinom vode imaju statistički značajno veće (119,09 cm) srednje vrednosti svojstva obim lista, od sadnica iz tretmana koji je navodnjavan sa manjom količinom vode (99,01 cm). Najmanje srednje vrednosti obima lista imaju sadnice u okviru kontrolnog tretmana (64,29 cm). Za svojstvo površina lista u prvoj vegetacionoj sezoni, interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.

Za svojstvo **dužina lisne ploče** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 57) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) jedino zavisno od tretmana. Srednje vrednosti dužine liste ploče su veće kod sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV) (30,75 cm), u odnosu na sadnice sa lokaliteta u Subotici (III) (27,83 cm), ali razlike nisu statistički značajne. Za srednju vrednost dužine lisne ploče postoji signifikantna razlika između tretmana, pri čemu sadnice u okviru tretmanu koji je navodnjavan većom količinom vode imaju najveće srednje vrednosti (41,36 cm), a kod sadnice iz kontrolnog tretmana, koji se ne zaliva, najmanje (18,41 cm). Interakcija faktora lokalitet i faktora tretman nije statistički značajna.

Za svojstvo **dužina centralnog nerva** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 57) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman. Sadnice na lokalitetu u Mošorinu (IV) imaju signifikantno veće srednje vrednosti dužine centralnog nerva (23,49 cm) od srednjih vrednosti sadnica na lokalitetu u Subotici (III) (17,31 cm). Između sadnica u okviru različitih tretmana postoji signifikantna razlika u srednjim vrednostima ovog svojstva, pri čemu je najveća kod sadnica iz tretmana navodnjavanog većom količinom vode (24,62 cm), zatim kod sadnica u okviru tretmana navodnjavanog manjom količinom vode (21,92 cm) i najmanji kod sadnica iz kontrolnog tretmana (14,65 cm), koji nije navodnjavan. Za svojstvo dužina centralnog nerva u prvoj vegetacionoj sezoni, interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.

Za svojstvo **širina lista** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 57) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman. Sadnice na lokalitetu u Mošorinu (IV) pokazuju signifikantno veće srednje vrednosti širine lista (32,20 cm) u odnosu na sadnice na lokalitetu u Subotici (III) (23,25 cm). Između tretmana postoji signifikantna razlika u srednjoj vrednosti svojstva širina lista. Sadnice u okviru tretman koji je navodnjavan većom količinom vode imaju najveće srednje vrednosti širine lista (35,13 cm), zatim sadnice iz tretmana navodnjavanog manjom količinom vode (29,36 cm) i najmanje srednje vrednosti imaju sadnice iz kontrolnog tretmana (18,69 cm). Za svojstvo širina lista u prvoj vegetacionoj sezoni, interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.

Za svojstvo **širina lista na 1 cm od osnove** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 58.) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman. Sadnice na lokalitetu u Mošorinu (IV) imaju signifikantno veće srednje vrednosti širine osnove lista (28,30 cm) u odnosu na srednje vrednosti sadnica na lokalitetu u Subotici (III) (20,27 cm). Statistički značajna razlika postoji u srednjim vrednostima između sadnica u okviru različitih tretmana, pri čemu najveću srednju vrednost imaju sadnice u okviru tretmana koji je navodnjavan većom količinom vode (30,80 cm), a najmanje u okviru kontrolnog tretmana (16,39

cm). Za svojstvo širina lista na 1 cm od osnove u prvoj vegetacionoj sezoni, interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.

Za svojstvo **dužina peteljke** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 58) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman. Sadnice na lokalitetu u Mošorinu (IV) pokazuju statistički značajno veće srednje vrednosti (23,25 cm) od sadnica na lokalitetu u Subotici (III) (17,70 cm). Signifikantna razlika postoji i između tretmana, pri čemu sadnice iz tretmana koji je navodnjavao sa većom količinom vode ima najveću srednju vrednost dužine peteljke (26,91 cm), a najmanju srednju vrednost imaju sadnice iz kontrolnog tretmana (10,98 cm). Za svojstvo dužina peteljke lista u prvoj vegetacionoj sezoni, interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.

Za svojstvo **razmak između trećeg i četvrtog nerva** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 58) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman. Srednje vrednosti razmaka između trećeg i četvrtog nerva su signifikantno veće (4,25 cm) kod sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV) u odnosu na sadnice na lokalitetu u Subotici (III) (3,26 cm). Za srednju vrednost ovog svojstva postoji signifikantna razlika između sadnica u okviru različitih tretmana. Sadnice u okviru tretmana koji je navodnjavao manjom količinom vode imaju veće srednje vrednosti (4,21 cm) u odnosu na sadnice iz tretmana koji je navodnjavao većom količinom vode (4,20 cm), ali razlika između njih nije signifikantna. Najmanju srednju vrednost razmaka između trećeg i četvrtog nerva imaju sadnice u okviru kontrolnog tretmana (2,86 cm), koji se signifikantno razlikuje od sadnica iz navodnjavao tretmana. Interakcija faktora lokalitet i faktora tretman nije statistički značajna.

Za svojstvo **broj nerava na levoj strani lista** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 58) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman. Sadnice na lokalitetu u Mošorinu (IV) pokazuju signifikantno veće srednje vrednosti broja nerava na levoj strani lista (10,05), u odnosu na sadnice na lokalitetu u Subotici (III) (9,03). Signifikantna razlika postoji između srednjih vrednosti ovog svojstva kod sadnica u okviru različitih tretmana.

Sadnice u okviru tretmana koji je navodnjavao većom količinom vode imaju najveću srednju vrednost (9,89), zatim sadnice iz tretmana navodnjavao manjom količinom vode (9,51) i najmanju srednju vrednost broja nerava na levoj strani lista imaju sadnice iz kontrolnog tretmana (9,23). Za svojstvo broj nerava na levoj strani lista u prvoj vegetacionoj sezoni, interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.

Za svojstvo **broj nerava na desnoj strani lista** u prvoj vegetacionoj sezoni (tabela 58) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman. Sadnice na lokalitetu u Mošorinu (IV) imaju statistički značajno veće srednje vrednosti broja nerava na desnoj strani lista (10,13) u odnosu na srednje vrednosti sadnica na lokalitetu u Subotici (III) (9,04). Signifikantna razlika postoji i između tretmana, pri čemu sadnice u okviru tretmana koji je navodnjavao sa većom količinom vode imaju najveću (9,97), zatim sadnice iz tretmana navodnjavao manjom količinom vode (9,52), a najmanju srednju vrednost broja nerava na desnoj strani lista imaju sadnice iz kontrolnog tretmana (9,27). Za svojstvo broj nerava na desnoj strani lista u prvoj vegetacionoj sezoni, interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.

5.6.4 Varijabilnost morfometrijskih karakteristika listova biljaka na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) na kraju drugog vegetacionog perioda

Rezultati deskriptivne statistike za sadnice na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) za srednje vrednosti analiziranih parametara lista dati su u tabeli 59 i tabeli 60, za svih šest merenja u drugom vegetacionom periodu.

Tabela 59. Osnovni parametri deskriptivne statistike i dvo-faktorska ANOVA za svojstva lista: površina lista (cm²), obim (cm), dužina liste ploče (cm), dužina centralnog nerva (cm), širina lista (cm); za sadnice na lokalitetu u (III) i u Mošorinu (IV), na kraju druge vegetacione sezone

faktor	nivo	površina lista	obim	dužina lisne ploče	dužina central nerva	širina lista
lokalitet (A)	lokalitet III	^A 1033,61(848,49)	138,98(74,09)	36,55(11,53)	28,58(9,70) ^b	39,33(12,59)
	lokalitet IV	1090,67(673,82)	137,83(70,18)	36,42(12,47)	27,13(9,48) ^a	39,84(14,10)
		ns	ns	ns	$F_{1,744}=7,11^*$	ns
tretman (B)	tretman 4	1475,04(580,77) ^c	162,77(49,18) ^c	43,45(11,35) ^c	33,59(9,29) ^c	46,46(12,79) ^c
	tretman 5	1230,56(922,06) ^b	150,34(78,53) ^b	40,03(9,93) ^b	30,29(7,87) ^b	44,50(11,03) ^b
	tretman 6	480,83(198,34) ^a	102,11(70,63) ^a	25,97(5,80) ^a	19,69(4,87) ^a	27,81(6,38) ^a
		$F_{2,744}=165,47^*$	$F_{2,744}=56,60^*$	$F_{2,744}=251,97^*$	$F_{2,744}=238,75^*$	$F_{2,744}=246,33^*$
interactions (AXB)		$F_{2,744}=3,93^*$	ns	$F_{2,744}=9,92^*$	$F_{2,744}=12,49^*$	$F_{2,744}=8,53^*$

Dvo-faktorska analiza varijanse (ANOVA II). Faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet 3 (Subotica) i lokalitet 4 (Mošorin); faktor B (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1 (navodnjavane sa većom količinom vode), tretman 2 (navodnjavane sa manjom količinom vode), i tretman 3 (kontrola), i njihova interakcija (AxB). Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=750 (2 lokaliteta x 1 vrste x 3 tretmana x 125 = 750). ^A= srednja vrednost (standardna devijacija); ^b= F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Tabela 60. Osnovni parametri deskriptivne statistike i dvo-faktorska ANOVA za svojstava lista: za svojstava lista: širina lista na 1 cm osnove (cm), dužina peteljke (cm), razmak između 3. i 4. nerva, broj nerava – levo i broj nerava – desno; za sadnice na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV), na kraju druge vegetacione sezone

faktor	nivo	širina na 1 cm osnove lista	dužina peteljke	razmak 3. i 4. nerva	broj nerava - levo	broj nerava -desno
lokalitet (A)	lokalitet III	33,66(10,84) ^a	28,53(8,84)	6,35(4,06) ^b	9,53(0,77) ^a	9,54(0,83) ^a
	lokalitet IV	35,96(12,44) ^b	27,97(14,61)	4,14(2,45) ^a	10,81(1,06) ^b	10,89(0,99) ^b
		$F_{1,744}=11,13^*$	ns	$F_{1,744}=116,44^*$	$F_{1,744}=382,67^*$	$F_{1,744}=443,92^*$
tretman (B)	tretman 4	40,60(10,91) ^c	34,12(11,81) ^c	7,07(4,07) ^c	9,86(1,24) ^a	9,91(1,23) ^a
	tretman 5	38,60(9,49) ^b	30,83(10,38) ^b	5,49(2,17) ^b	10,32(1,05) ^b	10,38(1,09) ^b
	tretman 6	25,23(7,97) ^a	19,81(8,86) ^a	3,17(2,91) ^a	10,34(1,02) ^b	10,36(1,02) ^b
		$F_{2,744}=196,23^*$	$F_{2,744}=138,02^*$	$F_{2,744}=122,36^*$	$F_{2,744}=22,37^*$	$F_{2,744}=22,89^*$
interactions (AXB)		$F_{2,744}=4,27^*$	$F_{2,744}=26,11^*$	$F_{2,744}=40,14^*$	$F_{2,744}=8,15^*$	$F_{2,744}=9,04^*$

Dvo-faktorska analiza varijanse (ANOVA II). Faktor A (lokalitet) sa 2 nivoa: lokalitet 3 (Subotica) i lokalitet 4 (Mošorin); faktor B (tretman) sa 3 nivoa: tretman 1 (navodnjavane sa većom količinom vode), tretman 2 (navodnjavane sa manjom količinom vode), i tretman 3 (kontrola), i njihova interakcija (AxB). Veličina zbirnog uzorka (broj elemenata zbirnog uzorka), n=750 (2 lokaliteta x 1 vrste x 3 tretmana x 125 = 750). ^A= srednja vrednost (standardna devijacija); ^B= F-test pokazatelj sa brojevima stepeni slobode; ns = nesignifikantna razlika između srednjih vrednosti populacija ($P > 0.05$); * = statistički značajna razlika ($P \leq 0.05$).

Za svojstvo **površina lista** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 59) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno samo od faktora tretman. Sadnice na lokalitetu u Mošorinu (IV) imaju veće (1090,067 cm²) srednje vrednosti površine lista od srednjih vrednosti sadnica na lokalitetu u Subotici (III) (1033,61 cm²), ali razlika nije statistički značajna. Između tretmana postoji signifikantna razlika u srednjim vrednostima površine lista. Najveću srednju vrednost površine lista imaju sadnice iz tretmana koji je navodnjavao većom količinom vode (1475,04 cm²), a najmanju srednju vrednost imaju sadnice iz kontrolnog tretmana, koji nije navodnjavao (480,83 cm²). Za svojstvo površina lista u drugoj vegetacionoj sezoni, međusobna interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.

Za svojstvo **obim lista** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 59) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora tretman, ali ne i od lokaliteta. Sadnice na lokalitetu u Subotici (III) imaju veće srednja vrednost obima (138,98 cm) u odnosu na srednje vrednosti sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV) (137,83 cm), ali razlika nije signifikantna. Sadnice u okviru tretmana koji je navodnjavao sa većom količinom vode imaju statistički značajno veće srednje vrednosti svojstva obim lista (162,77 cm) od sadnica iz tretmana koji je navodnjavao sa manjom količinom vode (150,34 cm). Najmanje srednje vrednosti obima lista imaju sadnice iz kontrolnog tretman (102,11 cm). Međusobna interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) nije statistički značajna.

Za svojstvo **dužina lisne ploče** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 59) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno samo od tretmana. Srednje vrednosti svojstva dužina lisne ploče su veće (36,55 cm) kod sadnica na lokalitetu u Subotici (III) u odnosu na sadnice na lokalitetu u Mošorinu (IV) (36,42 cm), ali razlike nisu statistički značajne. Za srednju vrednost ovog svojstva postoji signifikantna razlika između sadnica u okviru različitih tretmana, pri čemu sadnice iz tretmana koji je navodnjavao većom količinom vode imaju najveće srednje vrednosti (43,45 cm), a sadnice iz kontrolnog tretmana najmanje srednje vrednosti dužine lisne ploče (25,97 cm). Za svojstvo dužina lisne ploče u drugoj vegetacionoj

sezoni, međusobna interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.

Za svojstvo **dužina centralnog nerva** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 59) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman. Sadnice na lokalitetu u Subotici (III) imaju signifikantno veće srednje vrednosti dužine centralnog nerva od srednje vrednosti sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV). Između sadnica u okviru različitih tretmana postoji statistički značajna razlika u srednjim vrednostima dužina centralnog nerva. Najveća srednja vrednost svojstva je kod sadnica iz tretmana koji je navodnjavao većom količinom vode (33,59 cm), a najmanja kod sadnica iz kontrolnog tretmana (19,69 cm). Za svojstvo dužina centralnog nerva u drugoj vegetacionoj sezoni, interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.

Za svojstvo **širina lista** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 59) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora tretman, ali ne i od faktora lokalitet. Sadnice na lokalitetu u Mošorinu (IV) imaju veće srednje vrednosti širine lista (39,84 cm) u odnosu na sadnice na lokalitetu u Subotici (III) (39,33 cm), ali razlika nije statistički značajna. Između sadnica u okviru različitih tretmana postoji signifikantna razlika u srednjoj vrednosti širine lista. Sadnice iz tretmana koji je navodnjavao većom količinom vode imaju najveću srednju vrednost širine lista (46,46 cm), a najmanju sadnice iz kontrolnog tretmana (27,81 cm). Za svojstvo širina lista u drugoj vegetacionoj sezoni, međusobna interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.

Za svojstvo **širina lista na 1 cm od osonove** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 60) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman. Sadnice na lokalitetu u Mošorinu (IV) imaju statistički značajno veće srednje vrednosti širine osnovne lista (35,96 cm) od sadnica na lokalitetu u Subotici (III) (33,66 cm). Signifikantna razlika postoji između srednjih vrednosti kod sadnica u okviru različitih tretmana, pri čemu najveću imaju sadnice iz tretmana koji je navodnjavao većom količinom vode (40,60 cm), a najmanju iz kontrolnog tretmana (25,23 cm). Za svojstvo širina lista na 1 cm od osonove u drugoj

vegetacionoj sezoni, međusobna interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.

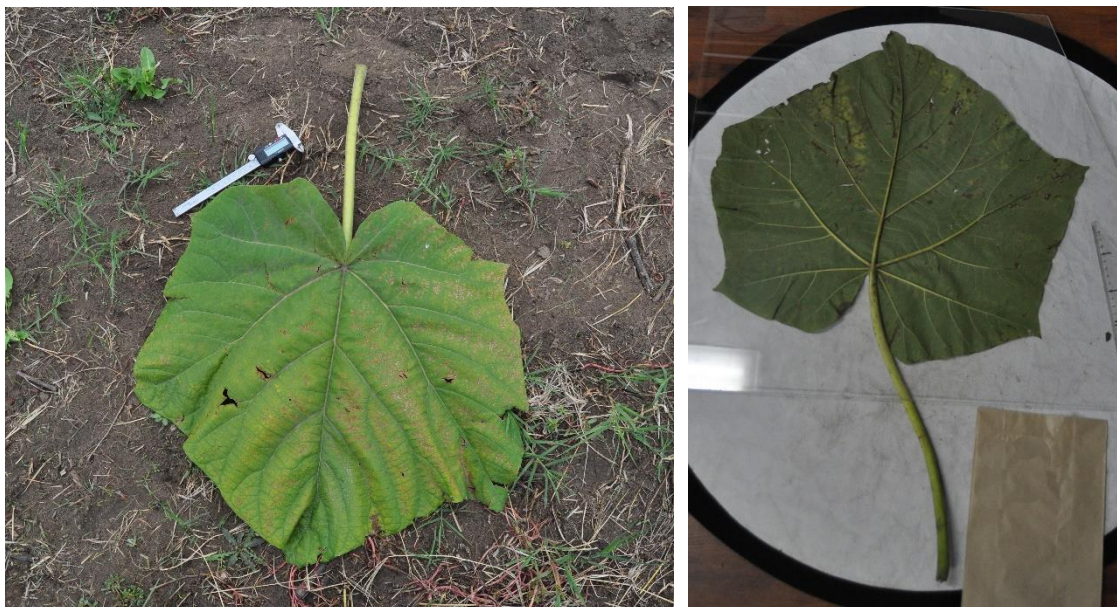
Za svojstvo **dužina peteljke** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 60) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno samo od faktora tretman. Sadnice na lokalitetu u Subotici (III) imaju veće (28,53 cm) srednje vrednosti dužine peteljke od sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV) (27,97 cm), ali ova razlika nije statistički značajna. Signifikantna razlika postoji i između sadnica u okviru različitih tretmana. Sadnice iz tretman koji je navodnjavao sa većom količinom vode imaju najveću srednju vrednost dužine peteljke (34,12 cm), a najmanju srednju vrednost imaju sadnice iz kontrolnog tretmana (19,81 cm). Za svojstvo dužina peteljke u drugoj vegetacionoj sezoni, međusobna interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.

Za svojstvo **razmak između trećeg i četvrtog nerva** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 60) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman. Srednje vrednosti razmaka između trećeg i četvrtog nerva su signifikantno veće (6,35 cm) kod sadnica na lokalitetu u Subotici (III) u odnosu na sadnice na lokalitetu u Mošorinu (IV) (4,14 cm). Za srednju vrednost ovog svojstva postoji signifikantna razlika između sadnica u okviru različitih tretmana. Sadnice iz tretmana koji je navodnjavao većom količinom vode imaju najveće srednje vrednosti razmaka između nerava (7,07 cm), a najmanje sadnice u okviru kontrolnog tretmana (3,17 cm). Za svojstvo razmak između trećeg i četvrtog nerva u drugoj vegetacionoj sezoni, međusobna interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.

Za svojstvo **broj nerava na levoj strani lista** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 60) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman. Sadnice na lokalitetu u Mošorinu (IV) pokazuju statistički značajno veće srednje vrednosti svojstva broj nerava na levoj strani (10,81), u odnosu na sadnice na lokalitetu u Subotici (III) (9,53). Veće srednje vrednosti broja nerava na levoj strani lista pokazuju sadnice u okviru tretmana koji je navodnjavao manjom količinom vode (10,32) i u okviru kontrolnog tretmana (10,34), i između

njih nema statistički značajne razlike. Sadnice iz ova dva tretmana se signifikantno razlikuju od sadnica iz tretmana koji je navodnjavan većom količinom vode, i koje imaju najmanju srednju vrednost broja nerava (9,86). Za svojstvo broj nerava na levoj strani lista u drugoj vegetacionoj sezoni, međusobna interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.

Za svojstvo **broj nerava na desnoj strani lista** u drugoj vegetacionoj sezoni (tabela 60) postoji razlika u srednjim vrednostima grupa (merenja) zavisno od faktora lokalitet i tretman. Sadnice na lokalitetu u Mošorinu (IV) imaju statistički značajno veće srednje vrednosti broja nerava na desnoj strani lista (10,89) u odnosu na sadnice na lokalitetu u Subotici (III) (9,54). Signifikantna razlika postoji i između tretmana. Sadnice u okviru tretmana koji je navodnjavan sa većom količinom vode imaju najmanju srednju vrednost svojstva (9,91), i statistički se značajno razlikuje od sadnica iz druga dva tretmana. Najveću srednju vrednost broja nerava na desnoj strani lista imaju sadnice iz tretmana koji je navodnjavan manjom količinom vode (10,38), i statistički se ne razlikuje od sadnica iz kontrolnog tretmana (10,36). Za svojstvo broj nerava na desnoj strani lista u drugoj vegetacionoj sezoni, međusobna interakcija faktora lokalitet i faktora tretman (AxB) je statistički značajna.



Slika 31. Listovi sadnica paulovnja sa oglednog polja u Subotici (levo) i u Mošorinu (desno), na kraju druge vegetacione sezone

5.7 Diskusija

Biljke imaju sposobnost da prilagode svoj rast, razvoj i fiziologiju u zavisnosti od okruženja u kom se nalaze, što im omogućava da prevaziđu različite uticaje koji izazivaju stres i tako nastave svoje razviće (Murchie and Horton, 1997; Walters et al., 2003).

Rezultati dobijeni u sprovedenim istraživanjima na ogledim poljima pokazuju da postoji značajna razlika u fenotipskoj stabilnosti dve vrste paulovnja (*Paulownia elongata* S. Y. Hu. i *Paulownia fortunei* Seem. Hemsl.) u odnosu na različite lokalitete i tretmane, kao i njihovog hibrida (*Paulownia x belissima* (*Paulownia elongata x fortunei x elongata* – T2)) na različitim lokalitetima i u okviru različitih tretmana.

Analiza morfoloških karakteristika biljka i njihovih listova ukazuje da dodavanje hranljivih materija doprinosi boljem razvoju sadnica. Rezultati istraživanja koja su sproveli Campoe et al. (2013) i García-Morote et al. (2014), pokazuju da navodnjavanje i prihranjivanje u znatnoj meri poboljšava rast paulovnja u plantažama, ali na prvom mestu brzina njihovog porasta zavisi od dostupne vode i plodnosti samog zemljišta (Carpenter and Smith, 1979; Beckjord, 1984; Donald, 1990). Vrednosti rezultata analiziranih parametara za sadnice vrsta *Paulownia elongata* i *Paulownia fortunei* koje su rasle na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) se nalaze daleko ispod vrednosti rezultata dosadašnjih istraživanja koja su rađena na ovim vrstama (Zhu et al., 1986; El-Showk i El-Showk, 2003; Johnson et al., 2003; Šoškić i sar., 2003; Woods, 2008; Vilotić i sar., 2011; Tisserat et al., 2013; Olave et al., 2015). Rezultati dobijeni za sadnice njihovog hibrida na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) su u skladu sa rezultatima dobijenim u različitim istraživanjima (Bergman 1998; Bergman 2003; Šoškić i sar., 2003; Barton et al., 2007; Hassanzad and Rostami, 2007; Woods, 2008; Vilotić i sar., 2011; Kiaei, 2012; Rad and Mirkala, 2015).

Preživljavanje sadnica *Paulownia elongata* i *Paulownia fortunei* (tabela 23) na kontrolnim površinama oglednog polja u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II), na kraju druge godine istraživanja je 50-53%, što ukazuju da u datim ekološkim uslovima ove vrste imaju probleme sa prijemom, razvojem i preživljavanjem u juvenilnoj fazi razvoja. Kako navode Kays et al. (1998) preživljavanje sadnica u juvenilnoj fazi je otežano kod zemljišta koja u svom sastavu imaju više od 20-30% gline. U istraživanjima koja je sproveo Bergmann (1998) na jugoistoku Amerike, uspeh preživljavanja paulovnja, koje su proizvedene generativnim putem, na kraju prve vegetacione sezone je i do 79%. Na lokalitetu u Obrenovcu (I) ovakvim rezultatima preživljavanja sadnica doprineo je i pedološki supstrat teškog mehaničkog sastava i kisele reakcije, kao i nedostatak biljkama lako pristupačnih elemenata ishrane, na prvom mestu fosfora (P) i kalijuma (K) (Krstić i sar., 2011; Kastori i sar., 2013; Škvorc i sar., 2014). Nedostatak ovih elemenata (tabela 15) naročito je izražen na lokalitetu u Pambukovici (II), gde je preživljavanje sadnica obe vrste bilo manje u odnosu na sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I). Rezultati do kojih su došli Johnson et al. (2003) pokazuju da je preživljavanja paulovnja u drugoj godini na zemljištu teškog mehaničkog sastava manje od 45%. Isti autori navode da se problemi teškog mehaničkog sastava donekle mogu prevazići predhodnom pripremom zemljišta, pri čemu se procenat preživljavanja biljaka povećava na 53-63%. Marović i sar. (1989) u svojim istraživanjima navode da je procenat preživljavanja znatno bolji kod sadnica koje se prihranjuju, što je potvrđeno i u istraživanjima na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) gde je trend preživljavanja u odnosu na tretmane prihranjivanja isti za obe vrste i veće je kod sadnica koje su prihranjivane većom količinom đubriva, i to 70% za sadnice vrste *Paulownia elongata* i 69% za sadnice vrste *Paulownia fortunei*. Prema Zhu et al. (1986) *Paulownia elongata* lakše podnosi niže temperature od *Paulownia fortunei*, što je jedan od razloga njenog boljeg preživljavanja na istraživanim lokalitetima. Do sličnih rezultata su došli i Olave et al. (2015) u svojim istraživanjima na Severu Irske, gde navode da je procenat preživljavanja u hladnijim uslovima dva genotipa paulovnije (španskog i marokanskog) na kraju treće godine bio 70,8% i 32%.

Težak teksturni sastav zemljišta na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) takođe je uticao i na razvoj korenovog sistema sadnica paulovnja u prvoj godini nakon sadnje (tabela 12; tabela 14). Prema istraživanjima koja su sproveli Hu (1959), Dhiman (1997), Longbrake et al. (2001) i Johnson et al. (2003) to je period kada paulovnja intenzivno razvija korenov sistem. Slaba dostupnost hranljivih materija (tabela 13; tabela 15) i osobine zemljišta uticali su i na nadzemni deo sadnica, koje su imale male srednje vrednosti visina tokom istraživanog perioda. Na kraju prvog vegetacionog perioda srednja vrednost visina sadnica je bila statistički značajno različita između vrsta, i iznosila je 27,10 cm za sadnice vrste *Paulownia elongata*, odnosno 31,18 cm za sadnice vrste *Paulownia fortunei* (tabela 25). Kao posledica slabo razvijenog korenovog sistema nakon čepovanja u proleće druge godine nakon sadnje, biljke nisu dostigle vrednosti visina ni približno onim koje su prosečne za ovu vrstu. Ayan et al. (2006) u svojim istraživanjima koje su sprovodili gajenjem ovih vrsta u kontrolisanim uslovima rasadnika, dobili su srednje vrednosti visina na kraju prve vegetacione sezone za vrstu *Paulownia elongata* 69,06 cm, odnosno 48,09 cm za vrstu *Paulownia fortunei*. Na kraju druge godine istraživanja, na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II), između srednjih vrednosti visina nije bilo signifikantne razlike, ali i u ovoj godini su sadnice vrste *Paulownia fortunei* imale veće srednje vrednosti (34,77 cm) od sadnica *Paulownia elongata* (33,14 cm) (tabela 27). Poredeći ove dve vrste u svojim istraživanjima Zhu et al. (1986) i Woods (2008) zaključili su da *Paulownia fortunei* bolje podnosi zemljišta težeg mehaničkog sastava sa većim procentualnim učešćem gline i nižim vrednostima pH od vrste *Paulownia elongata*, iako obe vrste najbolje rezultate postižu na dobro dreniranim zemljištima sa pH između 5,5-7,5 (Kays et al., 1998; Mitchem et al., 2002; El-Showk and El-Showk, 2003; Barkley, 2007). Rezultati dobijeni u ovom istraživanju potvrđuju da su sadnice koje su rasle na lokalitetu u Pambukovici (II) na zemljištu težeg mehaničkog sastava, sa većim procentualnim učešćem gline (>55%) i nižom pH zemljišta (5,35-5,66) postigle lošije rezultate od sadnica koje su rasle u nešto povoljnijim uslovima staništa na lokalitetu u Obrenovcu (I), gde je prosečno učešće gline 53% i pH vrednost 5,87-6,13.

Brojna istraživanja su potvrdila da prihranjivanje ima pozitivan uticaj na formiranje dobro razvijenog korenovog sistema sa većim brojem bočnih žila i stabla sa većim brojem listova, što doprinosi opštoj bujnosti sadnica i pravilnijem rastu biljaka uopšte (Mead and Gadgil, 1978; Marović i sar., 1989; Marković i Marković, 1989; Veselinović, 1989; Cromer and Jarvis, 1990; Šijačić-Nikolić i sar., 2006; Brown, 2007; Brown et al., 2011; Ćirković-Mitrović, 2015). Rezultati istraživanjima koja su sprovedena na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) pokazuju da je razlika u visinama sadnica koje su rasle u okviru tretmana, koji su prihranjivani sa različitim količinama đubriva, statistički značajna u odnosu na sadnice koje su rasle u okviru neprihranjivanih – kontrolnih površinama. Uticaj prihranjivanja je različit i ima veći efekat na lokalitetu u Obrenovcu (I), gde su sadnice obe vrste postigle bolje rezultate. Na kraju prve vegetacione sezone, srednje vrednosti visina sadnica iz tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva je 34,74 cm, dok je kod sadnica u kontrolnom tretmanu 22,64 cm. Srednja vrednost visina sadnica na kraju druge vegetacione sezone je 41,54 cm u prihranjivanom i 22,08 cm u kontrolnom tretmanu. Slične rezultate srednje vrednosti visina na kiselim i teškim zemljištima dobili su Johnson et al. (2003). U njihovim istraživanjima na kraju prve vegetacione sezone sadnice su dostigle srednje vrednosti visina od 27,60 cm. Iako je vrsta *Paulownia fortunei* tolerantnija na teža zemljišta u odnosu na vrstu *Paulownia elongata*, najbolji visinski i debljinski porast obe vrste postižu ako rastu na rastresitom, dobro dreniranom i vlažnom zemljištu (Zhu et al., 1986; Woods, 2008). Rezultati koji su postignuti na lokalitetima u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) gde u prvoj godini sadnice *Paulownia fortunei* imaju veće srednje vrednosti visine u odnosu na sadnice *Paulownia elongata*, potvrđuju da ova vrsta bolje podnosi teža zemljišta. Interakcija faktora lokalitet i faktora vrsta je značajna samo u petom merenju, dok je interakcija faktora tretman i faktora vrsta značajna u poslednja dva merenja. U prvoj vegetacionoj sezoni interakcija faktora lokalitet i faktora tretman na srednje vrednosti visina sadnica značajna je u svim merenjima, pri čemu su bolji rezultati postignuti na lokalitetu u Obrenovcu (I) (tabela 25). U drugoj godini istraživanja (tabela 27) jedino ova interakcija ima statistički značaj. Prihranjivanje je imalo najveći značaj na lokalitetu koji je lakšeg mehaničkog sastava, lokalitet u Obrenovcu (I), u kome se đubrivo lakše razlaže, a samim ti i elementi ishrane su

dostupniji sadnicama (Brockley, 1953; Tucović i Simić, 2002; Šijačić-Nikolić, 2006; Bown et al., 2011).

Prečnik u vratu korena, kao jedan od pokazatelja kvaliteta biljaka u juvenilnom stadijumu razvoja (Stilinović, 1987), takođe ukazuje da na ovakvim staništima obe vrste paulovnije ne iskazuje osobine zbog kojih se ubrajaju u vrste sa najvećim godišnjim rastom kod drvenastih vrsta uopšte (Šijačić-Nikolić i sar., 2009). Prema istraživanjima Radošević i Vilotić (2010) kulminacija debljinskog prirasta je periodična i prva se javlja već tokom druge i treće godine starosti stabala. Ovo potvrđuju i istraživanja Hu (1959), Dhiman (1997), Longbrake et al. (2001) i Johnson et al. (2003), koji u svojim istraživanjima navode da nadzemni deo sadnica paulovnija sporije raste u prvoj godini, jer su fiziološki procesi usmereni ka intezivnijem razvoju korenovog sistema, zatim se u drugoj godini iz dobro razvijenog korena porast sadnica usmerava ka nadzemnom delu. Iako je dinamika porasta visine i prečnika u vratu korena sadnica (tabela 27; tabela 28) na lokalitetima u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) u drugoj godini veća, srednje vrednosti oba parametra su daleko ispod očekivanih. Sadnice koje su rasle na sličnim staništima dostigle su srednje vrednosti prečnika na kraju prve godine 7 mm, a na kraju druge 9 mm (Johnson et al., 2003). Dobijeni rezultati za sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) su u kontrolnom tretmanu bili na kraju prve 6,59 mm, a na kraju druge vegetacione sezone 6,97 mm. Statistički značajna razlika u srednjim vrednostima između prečnika u vratu korena sadnica između vrsta postoji samo u drugoj polovini prve vegetacione sezone, dok u svim drugim merenjima razlike nemaju statistički značaj. Veće srednje vrednosti prečnika u vratu korena na kraju obe vegetacione sezone imala su sadnice vrste *Paulownia elongata* (na kraju prve srednja vrednost je 7,08 mm, a na kraju druge 9,33 mm), sa većim vrednostima na lokalitetu u Pambukovici (II). Na kraju prve vegetacione sezone srednja vrednost prečnika u vratu korena sadnica vrste *Paulownia fortunei* je 6,61 mm, a na kraju druge 8,87 mm. Rezultati srednjih vrednosti prečnika u vratu korena biljaka na kraju prve vegetacione sezone koje su dobili Ayan et al. (2006) u svojim istraživanjima su veće od vrednosti koje su dobijene u istraživanjima na oglednim poljima u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II),

i za vrstu *Paulownia elongata* iznosi 9,04 mm, a za vrstu *Paulownia fortunei* 8,71 mm. Pomenuti autori svoja istraživanja su vršili u kontrolisanim uslovima rasadničke proizvodnje, gde su biljke rasle u obogaćenom šumskom zemljištu i gde su imale veću negu tokom svog rasta, što je i uticalo na veće vrednosti prečnika u vratu korena. Tokom oba vegetaciona perioda u prvih pet merenja srednje vrednosti prečnika u vratu korena su bile veće kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I), osim u poslednjem merenju. Predpostavlja se da je to direktna posledica klimatskih faktora, iako su temperature na lokalitetu u Obrenovcu (I) nešto veće krajem vegetacionog perioda u odnosu na lokalitet u Pambukovici (II), količina padavina je znatno manja već u avgustu, a trend opadanja se nastavlja i u septembru mesecu. Zbog ovakvih uslova sredine sadnice na lokalitetu u Pambukovici (II) su nastavile da debljaju u prečniku korenovog vrata na ovom lokalitetu do samog kraja vegetacionog perioda. Prema Zhu et al. (1986) prestanak prirasta u prečniku se poklapa sa periodom opadanja listova, dok biljke sa porastom u visinu prestaju ranije. Razlike u srednjim vrednostima prečnika u vratu korena kod sadnica na različitim lokalitetima imaju statistički značaja i u drugoj godini istraživanja. Kao i kod visina i na prečnik u vratu korena interakcija lokalitet i tretman je značajna u oba vegetaciona perioda u poslednja dva merenja. Zemljište na lokalitetu u Obrenovcu (I) ima manji procenat gline i lakšeg je mehaničkog sastava, u odnosu na zemljište u Pambukovici (II). Reakcija zemljišnog rastora na ovom lokalitetu je između 5,87 i 6,13 pH jedinica, što je mnogo povoljnije za rast paulovnije, od pH 5,33-5,66 kolika je na lokalitetu u Pambukovici (II). Kako navode Kays et al. (1998) i Barkley (2007) najveći broj vrsta *Paulownia* sp. najbolje raste na zemljištima koja imaju vrednosti između 5,5-7,5. Iz tog razloga, ali i zbog izuzetno velikog procentualnog učešća gline u zemljištu (>55%) na lokalitetu u Pambukovici (II) većina hranljivih elemenata je nepristupačna biljkama, što je uticalo na njihov pravilan rast. Interakcija lokalitet i vrsta je imala statistički značaj na prečnik u vratu korena u drugoj vegetacionoj sezoni. Vrsta *Paulownia fortunei* bolje podnosi niže pH vrednosti zemljišta od vrste *Paulownia elongata* (Zhu et al., 1986) što je i u ovim istraživanjima potvrđeno, jer su sadnice ove vrste dostigle veće srednje vrednosti visina. Srednje vrednosti prečnika u vratu korena su veće kod sadnica vrste *Paulownia elongata*, jer su sadnice vrste *Paulownia fortunei*, koje imaju brži porast

(Barton, 2007) svoju energiju usmerile u visinski prirast. Razlike u srednjim vrednostim prečnika u vratu korena između sadnica u okviru različitih tretmana su statistički značajne u obe godine istraživanja, pri čemu su u tretmanima u okviru kojih su sadnice prihranjivane većim količinama đubriva, imale i veće srednje vrednosti. Interakcija faktora vrsta i faktora tretman ima statistički značaj samo u poslednjem merenju prvog vegetacionog perioda, jer su sadnice obe vrste imale veće vrednosti prečnika u vratu korena u tretmanu koji je prihranjivan sa više đubriva, u odnosu na tretman koji je prihranjivan sa manjom količinom đubriva i kontrolni tretman. Rezultati nekih istraživanja koja su sprovedena radi ispitivanja koliko prihranjivanje utiče na porast biljka (Jey, 1998; Šijačić-Nikolić i sar., 2011) su potvrđeni i ovde. García-Morote et al. (2014) su zaključili da primena vode i đubriva u znatnoj meri poboljšava rast biljka u plantažama, ali na prvom mestu brzina porasta zavisi od dostupne vode i plodnosti zemljišta. Do ovakvih zaključaka došli su i Carpenter and Smith (1979), Beckjord (1984) i Donald (1990) u svojim istraživanjima. Pored ova dva veoma važna uslova, kako navode mnogi autori (Zhu et al., 1986; Kays et al., 1998; Barkley, 2007; Woods, 2008; Innes, 2009), mehanički sastav zemljišta je limitirajući faktor za rast i razvoj sadnica paulovnja, što je i slučaj na oglednim poljima na kojima je vršeno istraživanje, (lokalitet u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II)).

Kod sadnica vrsta roda *Paulownia* na svakom nodusu se nalazile po dva lista (Coder, 2012), tako da je broj nodusa i listova međusobno srazmeran. I u prvoj i u drugoj godini istraživanja interakcija lokalitet i tretman ima značaj na broj i na dužinu nodusa (skoro u svim merenjima). Prosečan broj i dužina nodusa i broj listova tokom obe godine istraživanja su veći kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) (tabela 33; tabela 35) za obe istraživane vrste paulovnja (osim u prvom merenju prve vegetacione sezone, koje nije imalo statistički značaj i što se može objasniti neujednačenim polaznim sadnim materijalom). Rast i kvalitet sadnica se povećava ako rastu na zemljištu koje ima veći sadržaj dostupnog kalcijuma (Tučović i Simić, 2002; Nešković i sar., 2003), veću pH vrednost (Stanković, 2006; Krstić i sar., 2011; Škvorc i sar., 2014), veći sadržaj ugljenika (Fender et al., 2011) i azota (Vukadinović i Vukadinović, 2011), kao i nižu vrednost odnosa C/N (Bown et al., 2011). Pedološka

analiza zemljišta na istraživanim lokalitetima (tabela 12; tabela 13; tabela 14; tabela 15) pokazuje da je sadržaj kalcijuma, azota i humusa znatno veći na lokalitetu u Obrenovcu (I) u odnosu na lokalitet u Pambukovici (II). Pored toga i pH vrednost zemljišta, kao i odnos C/N su povoljniji na lokalitetu u Obrenovcu (I). Kada se uzme u obzir i lakši teksturni sastava zemljišta, kao jedan od najznačajnijih faktora za razvoj sadnica (Beckjord, 1984; Stringer, 1986; Graves, 1989; Graves and Stringer, 1989; Donald, 1990; Torbert and Johnson, 1990; Johnson et al., 1992; Kays et al., 1998) dobijeni rezultati na lokalitetu u Obrenovcu (I) gde su sadnice formirale veći broj listova u odnosu na sadnice na drugom lokalitetu, potvrđuju dosadašnja istraživanja. Na lokalitetu u Pambukovici (II) težak mehanički sastav i jako kisela reakcija zemljišta su nepovoljni, pa su i elementi ishrane nepristupačni biljkama (Tucović i Simić, 2002; Stanković, 2006; Krstić i sat., 2011). Prosečan broj i dužina nodusa i broj listova kod sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) nema pravilan raspored u odnosu na tretmane (tabela 33; tabela 35). Iako prosečno najveći broj nodusa i listova imaju sadnice u okviru tretmana koji su prihranjivani, njihov broj nije zavisio od količine đubriva koja im je dodata. Nešto veću zavisnost pokazuju prosečne vrednosti dužine nodusa, koje su najveće kod sadnica u okviru tretmana koji je prihranjivan sa većom količinom đubriva. U prvoj vegetacionoj sezoni, veće vrednosti sva tri parametra imaju sadnice vrste *Paulownia fortunei*, što je srazmerno njenom visinskom porastu u prvoj godini. Na lokalitetu u Pambukovici (II) kod obe vrste ne postoji zavisnost u odnosu na tretmane, pri čemu sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju veće prosečne dužine nodusa u kontrolnom tretmanu u većini merenja tokom prvog vegetacionog perioda.

Broj nodusa i listova ne pokazuju nikakvu zavisnost i najčešće su veći u kontrolnom tretmanu. Sadnice vrste *Paulownia fortunei* pokazuje veću zavisnost dužine nodusa u odnosu na prihranjivanje, pri čemu najveće prosečne dužine imaju sadnice u okviru tretmana koji je prihranjivan većom količinom đubriva. Prosečne vrednosti broja nodusa i listova na sadnicama, ne pokazuju zavisnost u odnosu na različite tretmane. U drugoj godini istraživanja, prosečan broj i dužina nodusa i broj listova sadnica kod obe vrste paulovnijske pokazuju zavisnost u svim merenjima u odnosu na tretmane koji su prihranjivani, ali ne i u odnosu na količinu đubriva koja

im je dodata. Na lokalitetu u Obrenovcu (I) sadnice vrste *Paulownia fortunei* u većini slučajeva imaju veće prosečne vrednosti sva tri parametra u odnosu na sadnice vrste *Paulownia elongata*. Na lokalitetu u Pambukovici (II) sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju veće prosečne vrednosti ovih parametara u većini slučajeva od sadnica vrste *Paulownia fortunei*, što se ne poklapa sa njihovim razlikama u visinskom porastu.

Broj nodusa prosečno za sadnice obe vrste na ovim lokalitetima je od 4,47-6,25 (prosečan broj listova je 10,93-14,51), ali su i njihove dimenzije male, prosečno 3,65-5,27 cm, na kraju prve godine istraživanja (tabela 33; tabela 41). Na kraju druge vegetacione sezone, vrednosti su veće i srazmerne su visinskom porastu biljaka. Prosečan broj nodusa je 5,60-8,24, broj listova 12,00-15,17, a prosečna dužina nodusa je 4,33-6,06 cm (tabela 35; tabela 44). Sadnice koje su rasle na oba lokaliteta imaju prosečan broj nodusa i listova, i dužina nodusa, kao i srednje vrednosti visina i prečnika u vratu korena, daleko ispod prosečnih vrednosti za ove vrste (Tackett and Graves, 1983; Zhu et al., 1986; Šoškić i sar., 2003; Barton et al., 2007; Woods, 2008; Vilotić i sar., 2011; Kiaei, 2012), na šta su uticali nepovoljni uslovi staništa. Iako ne postoji izražena zavisnost broja nodusa i listova, i dužine nodusa, vrednosti rezultati pokazuju da sadnice na lokalitetu u Obrenovcu (I), imaju veće vrednosti analiziranih parametara, što je očekivano ako se uzme u obzir da su osobine supstrata na lokalitetu u Obrenovcu (I) bolje u odnosu na lokalitet u Pambukovici (II). Ovakvi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima do kojih su došli u svojim istraživanjima Girma et al. (2011) i Adugn et al. (2015), gde navode da veći broj i dužinu nodusa imaju biljke koje rastu na boljim staništima.

Rezultati testa analize varijanse u prvoj vegetacionoj sezoni pokazuju da između sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) postoji značajna razlika (tabela 53; tabela 54) u morfometrijskim karakteristikama listova. Najveća razlika postoji između parametara koji određuju veličinu lista. Srednje vrednosti dužine lisne ploče sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) su 9,30 cm, a na lokalitetu u Pambukovici (II) 7,48 cm. Dok su srednje vrednosti dužine lisne peteljke 6,38 cm i 4,57 cm. Veličine listova koje su postigle biljke na lokalitetima u Obrenovcu (I) i u

Pambukovici (II), daleko su ispod vrednosti koje paulovnja može da dostigne (Graves, 1989; Šijačić-Nikolić, et al., 2009). Oblik i struktura listova značajno zavise od brojnih faktora (Fender et al., 2011; Stojnić, 2013). Rezultati morfometrijskih karakteristika listova sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II) su posledica adaptacije biljaka na nepovoljne ekološke uslove u kojima su sadnice rasle. Na lokalitetu u Pambukovici (II) sadržaj azota, fosfora i kalijuma u zemljištu (što se odrazilo i na listove) je manji nego na lokalitetu u Obrenovcu (I), zbog čega su i uslovi za rast biljaka i razvijanje listova nepovoljniji (tabela 22). Pored toga što je prosečna vrednost padavina u vegetacionom periodu na lokalitetu u Pambukovici (II) veća, sadnice su imale nedostatak vlage u zemljištu, jer su atmosferske padavine brzo oticale sa parcele koja je pod nagibom, a shodno tome i listovi su imali manji. U svojim istraživanjima Ozturk et al. (2014) navode da veličina listova zavisi od klimatskih faktora, i da su oni manji u suvljim uslovima sredine (Pedrol et al., 2000; Otieno et al., 2005).

Razlike u morfometrijskim karakteristikama lista između sadnica analiziranih vrsta postoje, kao što i literaturni podaci navode (Šilić, 1990; Wu et al., 1998; Cvjetičanin i Perović, 2009), pri čemu sadnice vrste *Paulownia elongata* imaju veće srednje vrednosti svih parametara u odnosu na sadnice *Paulownia fortunei* na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II).

Rezultati prihranjivanja su najbolje izraženi u razlikama između morfometrijskih parametara lista. Najveće srednje vrednosti imaju sadnice koje su prihranjivane većom količinom đubriva. Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima do kojih su došli Boughalleb et al. (2011) i Adejobi et al. (2014) u svojim istraživanjima gde su utvrdili da prihranjivanje ima pozitivan uticaj na veličinu listova.

Analiza rezultata u drugoj vegetacionoj sezoni pokazuje da su srednje vrednosti svih morfometrijskih parametara lista veće u odnosu na prvu godinu (tabela 55; tabela 56). Razlike između morfometrijskih karakteristika lista između sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) i u Pambukovici (II), i između sadnica u okviru različitih vrsta, kao i između sadnica u okviru tretmana su iste kao i u prvoj godini

istraživanja. Razlike imaju statistički značaj za sve analizirane parametre lista. Srednje vrednosti dužine (33,54 cm) i širine lista (9,42 cm) i lisne peteljke (6,37 cm) sadnica na lokalitetu u Obrenovcu (I) u drugoj godini istraživanja su daleko ispod prosečnih vrednosti za ove vrste (Graves, 1989; Šijačić-Nikolić, et al., 2009). Dok su kod sadnica na lokalitetu u Pambukovici (II) srednje vrednosti ovih parametara lista još manje i iznose 25,99 cm, 7,07 cm i 4,87 cm.

Uspeh pošumljavanja, odnosno plantažnog uzgoja neke vrste, je u direktnoj vezi sa uspehom preživljavanja biljaka (Óskarsson, 2009), na koje utiče mnogo faktora. Kako navode Tackett and Graves (1983) rezultati prijema paulovnja su različiti, i kreću se od veoma visokih, do jako niskih, u zavisnosti od ekoloških uslova sredine (Beckjord and McIntosh, 1983; Pollio and Davidson, 1992; Mitchem et al., 2002; Johnson et al., 2003). Prema Johnson et al. (2003), iako je osetljivost biljaka u prvim godinama razvoja velika, u povoljnim uslovima preživljavanje u toku prve godine se kreće i do 99,5%. Rezultati koji su dobijeni za preživljavanje sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV), potvrđuju ova istraživanja. Na lokalitetu u Mošorinu (IV) preživljavanje sadnica na kraju prve godine istraživanja je 97% (u kontrolnim) i 100% u navodnjavanim tretmanima, a na kraju druge godine 96% - 100%. Procenat preživljavanja sadnica koje nisu navodnjavane je nešto niži na lokalitetu u Subotici (III), i kreće se od 95%, na kraju prve do 92% na kraju druge vegetacione sezone, dok je kod sadnica u okviru navodnjavanih tretmana preživljavanje 100%. Razlike u preživljavanju između sadnica u okviru kontrolnih tretmana na ova dva lokaliteta su posledica različitih uslova staništa. Na lokalitetu u Subotici (III) zemljište je veoma filtrabilno, dobro aerisano, ali bez sposobnosti da zadrži dovoljne količine vode od padavina (tabela 16), zbog čega je biljkama otežano preživljavanje, ali i porast tokom sušnog perioda godine. Na lokalitetu u Mošorinu (IV) zemljište ima dobru vodopropustljivost, brzu infiltraciju padavinskih voda i dobru aerisanost celog zemljišnog soluma. Poljski vodni kapacitet ovog zemljišta je znatno veći, pa biljke imaju mogućnost da iz zemljišta duže crpe vodu u sušnim periodima tokom godine (tabela 18).

Na osnovu rezultata analize varijanse morfoloških karakteristika sadnica hibrida paulovnije, utvrđeno je da se značajno razlikuju po analiziranim faktorima: lokaliteta i tretmana. Lokalitet u Mošorinu (IV) ima uslove najbližnje prirodnom arealu osnovnih vrsta, iz kojih je nastao hibrid (Zhu i sar., 1986). To je duboko, lako rastresito, dobro aersisano zemljište, bogato hranljivim materijama, sa pH vrednošću zemljišta u opsegu od 7,33-8,20 (tabela 19.). Na lokalitetu u Subotici (III) pesak koji ima nizak vodni kapacitet i malo hranljivih materija, koje se lako ispiraju i nisu dostupne biljkama (tabela 17). Pored toga ovo zemljište je više bazno (pH=7,9-8,20), a prema navodima Kays et al. (1998) i Barkley (2007) najveći broj vrsta paulovnja najbolje raste na zemljištima koja imaju vrednosti između 5,5-7,5.

Prosečna godišnja količina padavina na lokalitetima u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) je iznad 500 mm, koliko se navodi kao minimum na prirodnim staništima vrsta roda paulovnja (Hassanzad and Rostami, 2007; Lucas-Borja et al., 2011). Pravilan raspored padavina tokom vegetacionog perioda je od izuzetnog značaja za povoljan rast paulovnja (Radošević i Vilotić, 2010), što je i slučaj na oglednim poljima u Subotici (III) i u Mošorinu (IV), na kojima je preko 57% ukupnih godišnjih padavina upravo u vegetacionom periodu.

Analizom rezultata za svojstvo visina sadnica u prvoj i drugoj godini istraživanja konstatovano je da postoji ujednačen trend kako po lokalitetima, tako i po tretmanima (tabela 29; tabela 31), i nalazi se u okvirima rezultata prikazanih dosadašnjim istraživanjima (Hassanzad and Rostami, 2007; Rad and Mirkala, 2015). Srednje vrednosti visine sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV) su u svim merenjima statistički značajno veće od srednjih vrednosti sadnica na lokalitetu u Subotici (III). Na kraju prve vegetacione sezone sadnice su dostigle srednju visinu od 167,43 cm na lokalitetu u Mošorinu (IV), odnosno 126,31 cm na lokalitetu u Subotici (III). Na kraju druge vegetacione sezone, srednja vrednost visina sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV) je 233,71 cm, a u Subotici (III) 157,48 cm. Dobijeni rezultati na kraju prve vegetacione sezone su veći od srednjih vrednosti koje su dobili Hassanzad and Rostami (2007) u svojim istraživanjima (96 cm), ali su manji od rezultata koje su dobili na kraju druge vegetacione sezone (287 cm). Srednje vrednosti visina sadnica

su veće na lokalitetu u Mošorinu (IV) u odnosu na lokalitet u Subotici (III), i najveće su na početku druge godine, kada su biljke naglo izrasle nakon čepovanja, iz dobro razvijenog korenovog sistema. Razlika između srednjih vrednosti visina sadnica na lokalitetima, kao i između sadnica u okviru tretmana su statistički značajne. Imajući u vidu da primarni porast u prvoj godini ima koren sadnica, navodnjavanje je uticalo na ukupni razvoj sadnica u ovom periodu.

U drugoj godini biljke imaju snažno razvijen korenov sistem, koji može da crpi vodu i sa većih dubina (Longbrake et al., 2001; El-Showk and El-Showk, 2003; Johnson et al., 2003; Woods, 2008), pa porast sadnica ne zavisi samo od navodnjavanja. Sadnice koje su navodnjavane sa 25 l svakog trećeg dana, su na kraju prve vegetacione sezone dostigle veće srednje vrednosti visine 222,58 cm, u odnosu na sadnice koje su navodnjavane svakog trećeg dana sa 15 l vode 154,26 cm i na sadnice iz kontrolnog tretmana, koji nije navodnjavan 63,76 cm. Srednja vrednost visina sadnica na kraju druge godine je 286,76 cm u tretmanu navodnjavanom sa većom količinom vode, 219,94 cm u tretmanu zalivanom manjom količinom vode i 80,08 cm u kontrolnom tretmanu. Ovakvu dinamiku razvoja sadnica potvrđuju i istraživanja koja su sprovodili Hu (1959), Dhiman (1997), Longbrake et al. (2001) i Johnson et al. (2003) gde navode da je porasta u prvoj godini manji u nadzemnom delu, jer biljka najveću energiju porasta usmerava u razvoj korenovog sistema, a tek u drugoj godini razvoja porast nadzemnog dela se intenzivira. Interakcija lokalitet i tretman na srednje vrednosti visina sadnica je statistički značajna u svim merenjima u obe godine istraživanja. Iako su biljke na ova dva lokalitete rasle u prilično kontrolisanim uslovima staništa, može se reći da navodnjavanje nije jedini faktor brzog i uspešnog rasta ovog hibrida. Kako García-Morote et al. (2014) navode da je uticaj zalivanja i plodnosti zemljišta uzajaman i da zalivanje ima veći efekat kada je plodnost zemljišta povoljna. Zato je značajan faktor zemljište koje je boljih karakteristika na lokalitetu u Mošorinu (IV) (tabela 18; tabela 19) u odnosu na lokalitet u Subotici (III) (tabela 16; tabela 17), što je i razlog boljeg visinskog porasta sadnica na ovom lokalitetu.

Srednje vrednosti prečnika u vratu korena su veće kod sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV) u svim merenjima u obe godine istraživanja (tabela 30; tabela 32), a razlika je statistički značajna u odnosu na sadnice na lokalitetu u Subotici (III). Na kraju prve vegetacione sezone srednja vrednost sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV) je 42,18 mm, a na kraju druge 49,75 mm. Na lokalitetu u Subotici (III) srednja vrednost prečnika sadnica je značajno manja, na kraju prve godine je 36,22 mm, a na kraju druge 43,29 mm. Najveći rast u prečniku korenovog vrata (85%) sadnice su imale u prva tri meseca tokom vegetacione sezone, a najmanja razlika u porastu je između poslednja dva merenja. Ovakve rezultate su dobili Rad and Mirkala (2015) u svojim istraživanjima u tretmanima sa zalivanjem, kod kojih je procenat u prva tri meseca bio oko 80%. Kao i na visine i na prečnik u vratu korena veliki uticaj su imali povoljniji uslovi zemljišta na lokalitetu u Mošorinu (IV) (tabela 18; tabela 19). Signifikantne razlike postoje između sadnica koje su rasle u okviru oba tretmana i kontrole. U svim merenjima u obe godine istraživanja, sadnice koje su navodnjavane sa većom količinom vode, imaju značajno veće srednje vrednosti prečnika u vratu korena u odnosu na sadnice koje su navodnjavane sa manjom količinom vode i sadnice iz kontrole.

Srednja vrednost prečnika u vratu korena sadnice koje su navodnjavane većom količinom vode na kraju prve vegetacione sezone je 56,24 mm, a na kraju druge 69,32 mm. Sadnice koje su navodnjavane manjom količinom vode imaju značajno manje vrednosti i na kraju prve (44,63 mm) i na kraju druge (54,02 mm) godine istraživanja. Na kraju drugog vegetacionog perioda srednja vrednost prečnika u vratu korena kod sadnica iz kontrolnog tretmana (16,74 mm) je približno ista kao i na kraju prve godine (16,72 mm). Što je samo jedan od pokazatelja koliki uticaj na rast i pravilan razvoj paulovnja ima navodnjavanje, odnosno vlažnost zemljišta. Do istih rezultata su došli i García-Morote et al. (2014) u svojim istraživanjima, gde navode da je proizvodnja biomase hibrida *Paulownia elongata* × *Paulownia fortunei* (klon *in vitro* 112®) direktno uslovljena navodnjavanjem ili prihranjivanjem, jer je količina dostupne vode glavni faktor u proizvodnji biomase. Prihranjivanje i navodnjavanje, u znatnoj meri poboljšava rast biljka u plantažama,

ali na prvom mestu brzina porasta zavisi od dostupne vode i plodnosti zemljišta (Carpenter and Smith, 1979; Beckjord, 1984; Donald, 1990).

Pedološkom analizom utvrđeno da je vodni kapacitet zemljišta i sadržaj azota veći na lokalitetu u Mošorinu (IV) (tabela 18; tabela 19) od onih na lokalitetu u Subotici (III) (tabela 16 i 17). Zato su sadnice paulovnja koje su rasle na lokalitetu u Mošorinu (IV) imale povoljnije uslove za razvoj većih listova od sadnica na lokalitetu u Subotici (III). Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima do kojih su došli Brix and Ebell (1969) u svojim istraživanjima na četinama duglazije gde su utvrdili da je prihranjivanje azotom imalo pozitivan uticaj na dužinu i širinu četina, kao i istraživanja koja ukazuju da na povećanje lisne površine direktno utiče i veća količina biljkama dostupne vode (Lof and Welander, 2000; Pedrol et al., 2000; Otieno et al., 2005; Meier and Lauschner, 2008).

Analiza rezultata morfometrijskih karakteristika listova sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) pokazuju da postoje razlike između sadnica na različitim lokalitetima, ali i između sadnica u okviru tretmana. U prvoj godini istraživanja srednje vrednosti svih analiziranih parametra lista su veće kod sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV), što je u skladu sa celokupnim razvojem sadnica. Svi parametri koji su uticali na rast biljaka imali su pozitivan efekat i na razvoj listova kod sadnica na ovom lokalitetu, a na prvom mestu količine azota dostupnog biljkama (Cromer and Jarvis, 1990; Otuba, 2012). Visoka koncentracija azota, koja je konstatovana u folijarnoj analizi listova sadnica koje su rasle na lokalitetu u Mošorinu (IV) je znatno veće nego kod istog hibrida paulovnije na lokalitetu u Subotici (III). Veće usvajanje azota je rezultat povoljnijih uslova ishrane na lokalitetu u Mošorinu (IV) u odnosu na lokalitet u Subotici (III), gde je zemljište lakšeg teksturnog sastava, što omogućava gubljenje nitrata ispiranjem, a pH vrednosti veće, što omogućava izvetravanje amonijačnog oblika azota (Schwenke et al., 2008).

Očekivane rezultate imaju sadnice u okviru tretmana koji je navodnjavao većom količinom vode. Analizirani parametri lista imaju najveću srednju vrednost kod sadnica u više navodnjavao tretmanu. Srednje vrednosti dužine lista kod sadnica na lokalitetu u Subotici (III) su 27,83 cm, a dužina peteljke 17,70 cm. Na

lokalitetu u Mošorinu (IV) srednje vrednosti dužine lista i lisne peteljke sadnica su 30,75 cm i 23,25 cm. Iako su najveće srednje vrednosti sadnice postigle u okviru navodnjavanog tretmana (41,36 cm za dužinu lista i 26,91 cm za dužinu lisne peteljke), one su manje od maksimalnih vrednosti veličina lista kod mladih biljaka koje navode u svojim istraživanjima drugi autori (Graves, 1989; Šijačić-Nikolić, et al., 2009).

U drugoj godini istraživanja sadnice na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) imaju veće srednje vrednosti parametara lista u odnosu na prvu godinu. U drugoj vegetacionoj sezoni razlike između srednjih vrednosti parametara koji određuju veličinu lista nemaju statistički značaj između sadnica koje su rasle na ova dva lokaliteta. Listovi sadnica koje su rasle na lokalitetu u Mošorinu (IV) imaju veću površinu i širinu lista. Sadnice koje su rasle na lokalitetu u Subotici (III) imaju manje i izduženije listove, sa većim obimom (listovi sa više režnjeva), i na dužim lisnim peteljkama. Do ovakvih rezultata su došli i Peppe et al. (2011) u svojim istraživanjima, gde su zaključili da biljake koje su rasle u hladnijim uslovima imaju manje i više nazubljene listove, od listova biljaka koje su rasle u vlažnijim i toplijim uslovima sredine. Givnish (1984) u svojim istraživanjima navodi da je veličina listova u suvljim regijama manja, jer biljka na taj način smanjuje evaporaciju i gubitak vode, u odnosu na vlažnije regije gde su listovi veći, jer ne postoji takva opasnost (Ozturk et al., 2014). Prema Thornthwaite-u manjak vode u zemljištu u toku vegetacionog perioda na lokalitetu u Subotici (III) je veći (209,5), a prosečna temperatura niža (18°C) u odnosu na lokalitet u Mošorinu (IV) (175,1; 18,1°C), što potvrđuje vezu veličine i oblikom listova, sa količinom vode i temperaturom.

Očekivani rezultati navodnjavanja imaju statistički značaj i u drugoj vegetacionoj sezoni. Srednje vrednosti parametara lista su najveće kod sadnica koje su navodnjavane sa većom količinom vode. Najveća razlika u srednjim vrednostima je kod dužine i širine lista. U drugoj vegetacionoj sezoni, interakcija faktora lokalitet i faktora tretman ima statistički značaj za sve analizirane parametre, osim za obim lista.

Brzorastuće vrste karakterišu krupni i brojni listovi (Ceulemans et al., 1990; Gardner et al., 1995). Analiza rezultata broja i dužine nodusa i broja listova sadnica na lokalitetu u Subotici (III) i u Mošotinu (IV) pokazuje da postoji razlika u prosečnim vrednostima ovih parametara, i da je interakcija između lokaliteta i tretmana statistički značajna za ove parametre. U obe vegetacione sezone prosečan broj nodusa i listova je u svim merenjima veći kod sadnica na lokalitetu u Subotici (III) (tabela 37; tabela 39; tabela 47; tabela 50), ali je njihova površina značajno manja u odnosu na srednju vrednost površina lista sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV). Sitniji listovi i kraći nodusi sadnica na lokalitetu u Subotici (III) su posledica fizičko – hemijskih osobina zemljišta (tabela 16; tabela 17), koje je filtrabilno, dobro aerisano, i koje ima manji vodni kapacitet u odnosu na zemljište na lokalitetu u Mošorinu (IV). Zahvaljujući malom vodnom kapacitetu količine biljkama dostupnih hranljivih materija su umanjene ispiranjem, što utiče na kraće noduse i prosečno više sitnijih listova (Meier and Lauschner, 2008; Peppe et al., 2011). Zahvaljujući boljem vodnom kapacitetu, većoj dostupnosti hranljivih materija (tabela 18 i 19), na lokalitetu u Mošorinu (IV) biljke su razvile veće listove. Prema istraživanjima Horn (1971), King (1994), Stuefer and Huber (1998), Sterck (1999) i Pearcy et al. (2005) biljke svetlosti, da bi izbegle preklapanje listova, izdužuju noduse, kako bi dostupnost svetla bila što veća na celoj površini lista. Girma et al. (2011) i Adugn et al. (2015) u svojim istraživanjima su došli do zaključka da biljke koje rastu na plodnijem zemljištu imaju duže noduse. Činjenice da je paulovnija biljka svetlosti (Grime, 1965; Hull and Scott, 1982; Zhu et al., 1986; Williams, 1993; Kayas et al., 1988) i da je na lokalitetu u Mošorinu (IV) prisutna veća količina hranljivih materija, u odnosu na lokalitet u Subotici (III), može se objasniti zašto su sadnice razvile veće listove, ali i veće razmake između nodusa, i tako listovima omogućile dovoljnu izloženost svetlosti. Prosečan broj nodusa i listova na kraju vegetacionih sezona je manji za oba parametra, jer su sadnice već počele da odbacuju donje listove. Iz tog razloga kao maksimalna vrednost za broja nodusa i listova je uzeta vrednost iz petog merenja, pre nego što je počelo opadanje listova. Na lokalitetu u Mošorinu (IV) prosečan broj nodusa je 10,32, prosečna dužina nodusa je 13,14 cm, i prosečan broj listova po biljci je 22,64, na kraju prvog vegetacionog perioda. U drugoj vegetacionoj sezoni prosečan broj nodusa (12,34) i listova (26,67) je veći kod sadnica na

lokalitetu u Subotici (III), ali je površina listova statistički značajno manja u odnosu na srednju vrednost površina lista sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV). Prosečne dužine nodusa, kao i ukupna visina sadnica, je veća kod sadnica na lokalitetu u Mošorinu (IV) (13,70 cm), što znači da su sadnice imale dužu krunu sa manje većih listova. Analiza vrednosti prosečnog broja nodusa i listova, kao i dužina nodusa, ali i srednje vrednosti visine i prečnika u vratu korena sadnica na oglednim poljima u Subotici (III) i u Mošorinu (IV) potvrđuju rezultate koje su dobili Hu (1959), Dhiman (1997), Longbrake et al. (2001), Johnson et al. (2003) i Radošević i Vilotić (2010) u svojim istraživanjima, da paulovnja ima bolji porast nadzemnog dela u drugoj godini, u odnosu na prvu vegetacionu sezonu u kojoj razvija korenov sistem.

6. Zaključci

Nedostatak zaliha i sve veća potražnja za drvetom ukazuju na potrebu korišćenja brzorastućih vrsta u plantažnom uzgoju, za proizvodnju drveta i biomase. U cilju unapređenja plantažnog šumarstva neophodno je vršiti istraživanja mogućnosti introdukcije i adaptacije brzorastućih vrsta drveća osnivanjem različitih zasada.

Osnovni cilj istraživanja u ovom radu je bio testiranje mogućnosti introdukcije vrsta *Paulownia* sp. Sieb. & Zucc. na različita staništa u cilju proizvodnje drveta za različite namene.

Na osnovu uporedne analize fenotipske stabilnosti sadnica paulovnije, u juvenilnoj fazi razvoja, utvrđeno je da se na staništima sa teškim mehaničkim sastavom zemljišta, nedovoljnom količinom vode i hranljivih materija smanjuje opstanak i razvoj biljaka. Na zakržljao i ne razvijen korenov sistem, koji je osnovni razlog za loš prijem i rast sadnica, utiču i mehaničke osobine i kisela reakcija zemljišta, pri čemu je usvajanje elemenata ishrane umanjeno. Na lokalitetima gde je zemljište težeg teksturnog sastava i gde su uslovi za razvoj paulovnije manje povoljni, veće preživljavanje, bolji porast i produkciju biomase ostvaruju sadnice iz prihranjivanih tretmana, jer su uslovi ishrane povoljniji.

Na lokalitetima sa rastresitim, propustljivim i dobro aerisanim zemljištem lakšeg teksturnog sastava, paulovnja ostvaruje veće preživljavanje, bolji porast i veću produkciju biomase u celini, u odnosu na lokalitete gde je zemljište glinovitije. Osim toga povoljniji uslovi za ishranu na ovakvim lokalitetima i bolja obezbeđenosti zemljišta pristupačnim oblicima biljnih asimilativa utiču na celokupan razvoj sadnica paulovnije.

Na lokalitetima koja su imala povoljnije uslove zemljišta bolje morfometrijske karakteristike biljaka i listova su pokazale sadnice koje su rasle u okviru navodnjavanih tretmana. Dovoljne količine pristupačne vode u okviru ovih

tretmana omogućile su maksimalan uspeh preživljavanja, jer su se u sadnicama i u sušnim mesecima nesmetano odvijali fiziološki procesi i usvajanje hranljivih materija iz zemljišta, što je rezultiralo brži porast biljaka i veću produkciju biomase.

Analiza rezultata visina sadnica i prečnik u vratu korena, veličina lista, broj i dužina nodusa i broja listova na ovim lokalitetima potvrđuje da paulovnja na staništima gde je zemljište rastresito, propustljivo, dobro aerisano, sa povoljnim vodnim kapacitetom, uz adekvatne mere prihranjivanja i navodnjavanja, u stadijumu dvogodišnjih sadnica iskazuje svoje osobine kao brzorastuća vrsta.

Dobijeni rezultati ukazuju na potencijal ove vrste, ali da bi se sa sigurnošću tvrdilo da se na našim prostorima paulovnja može sa uspehom gajiti kao vrsta u energetske zasade i plantažama kratke ophodnje, istraživanja treba nastaviti u pravcu sagledavanja njenog rasta i razvoja u stadijumu odraslih stabala, uzimajući u obzir, naročito uticaj klimatskih faktora, uticaj različitih mera nege kao i preventivne mere zaštite od bolesti i štetočina.

7. Literatura

1. Adejobi, K.B., Akanbi, O.S., Ugioro, O., Adeosun, S. A., Mohammed, I., Nduka, B.A., Adeniyi, D.O. (2014): Comparative effects of NPK fertilizer, cowpea pod husk and some tree crops wastes on soil, leaf chemical properties and growth performance of cocoa (*Theobroma cacao* L.). African Journal of Plant Science 8(2): 103-107.
2. Adugna, M., Belew, D., Tilahun, D. (2015): Influence of rooting media and number of nodes per stem cutting on nursery performance of vanilla (*Vanilla planifolia* Andr. Syn. *Vanilla fragranas*). Journal of horticulture and forestry 7(3): 48-56.
3. Aerts, R., Boot, R.G.A., Van der Aart, P.J.M. (1991): The relation between above- and belowground biomass allocation patterns and competitive ability. Oecologia 87(4): 551–559.
4. Andrasko, K. (1990): Global warming and forests: An overview of current knowledge. Unasylyva - No. 163 - Forestry and environment 41 - 1990/4.
5. APG II (2003): An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Botanical Journal of the Linnean Society 141: 399–436.
6. Aragao, L.E.O.C., Malhi, Y., Barbier, N., Lima, A., Shimabukuro, Y., Anderson, L., Saatchi, S. (2008): Interactions between rainfall, deforestation and fires during recent years in the Brazilian Amazonia. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B Biological Sciences 363: 1779–1785.
7. Armstrong, J.E. (1985): The delimitation of *Bignoniaceae* and *Scrophulariaceae* based on floral anatomy, and the placement of problem genera. American Journal of Botany 72: 755 – 766.
8. Ayan, S., Sađlam, I., Sivaciođlu, A. (2003): *Paulownia* Sieb.&Zucc: a New Exotic Genus for Multi-Purpose Uses in Kastamonu – Turkey. Decision Support for Multiple Purpose Forestry, April 23-25, 2003, Vienna – Austria: 1-9.

9. Ayan, S., Sivacioglu, A., Bilir, N. (2006): Growth variation of *Paulownia* Sieb. and Zucc. species and origins at the nursery stage in Kastamonu-Turkey. *Journal of Environmental Biology* 27(3): 499-504.
10. Azzarello, E., Pandolfi, C., Rossi, M., Mugnai, S., Mancuso, S. (2012): Ultramorphological and physiological modifications induced by high zinc levels in *Paulownia tomentosa*. *Environ Exp Bot* 81: 11-17.
11. Bahri, N.B., Laribi, B., Soufi, S., Rezgui, S., Bettaieb, T. (2015): Growth performance, photosynthetic status and bioaccumulation of heavy metals by *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud growing on contaminated soils. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research* 6(4): 32-43.
12. Barkley, Y. (2007): *Paulownia*. *Alternative Tree Crops Information Serie* 7: 1-2.
13. Barlow, J., Peres, C.A. (2008): Fire-mediated dieback and compositional cascade in an Amazonian forest. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 363: 1787-1794.
14. Bartlow, J., Johnson K., Kertis M., Remaley T., Ross S., Simet E., Smith T., Soehn D., Taylor G. (1996): Tennessee exotic plant management manual. Southeast Exotic Pest Plant Council. 17-22.
15. Barton, I.L., Nicholas, I.D., Ecroyd, C.E. (2007): *Paulownia* – Forest Research Bulletin No. 231. New Zealand Forest Research Institute, New Zealand. 1-71.
16. Batos, B. (2010): Populaciona i individualna varijabilnost hemijskih markera - flavonoida i morfo - anatomskih karakteristika hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni Fakultet, Novi Sad. 1-69.
17. Bauhus, J., Khanna, P.K., Hopmans, P., Weston, C. (2002): Is soil carbon a useful indicator of sustainable forest soil management? – a case study from native eucalyptus forests of south-eastern Australia. *Forest Ecology and Management* 171(1-2): 59-74.
18. Beckjord, P.R. (1984): *Paulownia tomentosa*: a brief guide for the tree farmer. Miscellaneous Publication No. 984. College Park, MD. University of Maryland; Maryland Agricultural Experiment Station. 1-13.

19. Beckjord, P.R., McIntosh, M.S. (1983): *Paulownia tomentosa*: effects of fertilization and coppicing in plantation establishment. *Southern Journal of Applied Forestry* 7(2): 81-85.
20. Bergmann, A.B. (1998): Propagation method influences first year field survival and growth of *Paulownia*. *New Forests* 16(3): 251-264.
21. Bergmann, A.B. (2003): Five years of *Paulownia* field trails in North Carolina. *New Forests* 25(3): 185-199.
22. Best Practice Guidelines (2007): Planting and Growing Short Rotation Copice. COFORD, National Council for Forest Research and Development, Dublin, Ireland.
23. Betts, R.A., Malhi, Y., Roberts, J.T. (2008): The future of the Amazon: new perspectives from climate, ecosystem and social sciences. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences* 363: 1729–1735.
24. Biringer, J. (2003): Forest ecosystems threatened by climate change: promoting long-term forest resilience. *Buying time: A user's manual for building resistance and resilience to climate change in natural systems*. World Wide Fund for Nature. 43–71.
25. Bojović, S., Dražić, D., Jovanović Lj., Veselinović M., Rakonjac Lj., Nikolić B., Nevenić R. (2006): Gene pool conservation and forest seed production. *International Scientific Conference Sustainable Use of Forest Ecosystems, Donji Milanovac, Serbia. Proceeding*: 501-504.
26. Börjesson P., Gustavsson L., Christersson L., Linder S. (1997): Future production and utilisation of biomass in Sweden: Potentials and CO₂ mitigation. *Biomass and Bioenergy* 13(6): 399-412.
27. Börjesson, P. (1999a): Environmental Effects of Energy Crop Cultivation in Sweden - I: Identification and Quantification Biomass and Bioenergy 16(2): 137-154.
28. Börjesson, P. (1999b): Environmental Effects of Energy Crop Cultivation in Sweden - Part II: Economic Valuation. *Biomass and Bioenergy*, 16(2): 155-170.

29. Börjesson, P., Berndes, G. (2006): The prospects for willow plantations for wastewater treatment in Sweden. *Biomass and Bioenergy* 30(5): 428-438.
30. Botkin, D.B., Nisbet, R.A., Simpson, L.G. (1992): Forests and Global Climate Change. *Global Climate Change: Implications, Challenges and Mitigation Measures*, Philadelphia, Pennsylvania Academy of Sciences, Chapter 19: 274-290.
31. Boughalleb, F., Mhamdi, M., Hajlaoui, H. (2011): Response of Young Citrus Trees to NPK Fertilization under Greenhouse and Field Conditions. *Agricultural Journal* 6(3): 66-73.
32. Bown, H.E., Watt, M.S., Clinton, P.W., Mason, E.G. (2011): Soil C/N influences the carbon flux and partitioning in control and fertilized mini-plots of *Pinus radiata* in New Zealand. *Cien. Inv. Agr.* 38(2): 277-289.
33. Brašanac – Bosanac, Lj. (2013): Šumski ekosistemi Srbije u funkciji zaštite životne sredine od negativnog uticaja klimatskih promena. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Geografski Fakultet, Beograd. 111-169, 234-237.
34. Brockley, R.P. (1953): The effect of fertilization on the early growth of planted seedlings. FRDA Report. B.C. Ministry of forests and lands, Government of Canada. 1-16.
35. Brockley, R.P. (1988): The effects of fertilization on the early growth of planted seedlings: A problem analysis (Ontario Forest Resource Development Agreement Report 0835-0752:011) Forestry, Canada: Ottawa.
36. Brown, H.E. (2007): Representing Nutrition of *Pinus radiata* Inphysiological Hybrid Productivity Models. University of Canterbury, New Zealand. Doctoral Dissertations. 265.
37. Brown, L.R. (2008): Plan B 3.0: Mobilizing to Save Civilization. Earth Policy Institute, W. W. Norton and Company. New York-London. 398.
38. Burns R.G., DeForest J.L., Marxsen J., Sinsabaugh R.L., Stromberger M.E., Wallenstein M.D. (2013): Soil enzymes in a changing environment: current knowledge and future directions, *Soil Biol. Biochem.* 58: 216–234.
39. Campoe, O.C., Stape, J.L., Albaugh, T., Lee Allen, H., Fox, T.R., Rubila, R., Binkey, D. (2013): Fertilization and irrigation effects on tree level above ground net

- primary production, light interception and light use efficiency in a loblolly pine plantation. *For. Ecol. Manag.* 288: 43-48.
40. Cannell, M.G.R. (2003): Carbon sequestration and biomass energy offset: theoretical, potential and achievable capacities globally, in Europe and the UK. *Biomass and Bioenergy* 24(2): 97-116.
 41. Carey, A.B. (2003): Restoration of landscape function: reserves or active management? *Forestry* 76: 221-230.
 42. Carpenter, S.B., Smith, N.D. (1979): Germination of *Paulownia* seeds after stratification and dry storage. *Tree Planters' Notes* 30(4): 4-6.
 43. Cencilj, J. (1966): Određivanje reakcije zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta, Knjiga I, Hemijske metode ispitivanja zemljišta. Jugoslovensko društvo za ispitivanje zemljišta, Beograd. 78-86.
 44. Ceulemans, R., Stettler, R.F., Hinckley, T.M., Isebrands, J.G. & Heilman, P.E. (1990): Crown architecture of *Populus* clones as determined by branch orientation and branch characteristics. *Tree Physiology* 7: 157-167.
 45. Chong, Y. (1989): *Paulownia*: The rediscovery of China's "magic tree". *Agroforestry Today* 1: 19- 20.
 46. Clapa, D., Fira A., Simu, M., Vasu, L.B., Buduroi, D. (2014): Improved *In Vitro* Propagation of *Paulownia elongata*, *P. fortunei* and its Interspecific Hybrid *P. elongata* x *P. fortunei*. *Bulletin UASVM Horticulture* 71(1): 6-14.
 47. Clement, J.D., Constable, G.A., Stiller, W.N., Liu, S. M. (2012): Negative associations still exist between yield and fibre quality in cotton breeding programs in Australia and USA, *Field Crops Res.* 128: 1-7.
 48. Coder, K.D., (2012): *Tree Anatomy: Twigs*. *Tree Anatomy Series*, Warnell School of Forestry & Natural Resources, University of Georgia. 1-51.
 49. Cromer, R.N., Jarvis, P.G. (1990): Growth and Biomass Partitioning in *Eucalyptus grandis* Seedlings in Response to Nitrogen Supply. *Australian Journal of Plant Physiology* 17(5): 503 - 515.
 50. Csurches, S., Edwards, R. (1998): Potential environmental weeds in Australia: Candidate species for preventative control. Canberra, ACT: Biodiversity Group, Environment Australia. 202.

51. Cunningham, T.R., Carpenter, S.B. (1980): The effect of diammonium phosphate fertilizer on the germination of *Paulownia tomentosa* seeds. *Tree Planters' Notes* 31: 6-8.
52. Cvjetičanin, R., Perović, M. (2009): Pregled vrsta roda Paulovnja (*Paulownia* Sieb. et Zucc.) i njihove bioekološke karakteristike. *Šumarstvo* (2009) 3-4: 111-121.
53. Čule, N., Brašanac-Bosanac, Lj., Jović, Đ., Mitrović, S. (2010a): The measures suggested for mitigation of negative impact of climate change on forest ecosystems. International Scientific Conference Forest Ecosystems and Climate Changes, Belgrade, Serbia. *Proceeding 1*: 223-229.
54. Čule, N., Nešić, M., Mitrović, S., Nešić, M., Dražić, D., Veselinović, M. (2010b): The importance of ecological footprint estimation for Serbia. International Scientific Conference Forest Ecosystems and Climate Changes, Belgrade, Serbia. *Proceeding 2*: 325-330.
55. Ćirković – Mitrović, T. (2015): Uticaj različitih preparata ishrane na morfoanatomske karakteristike sadnica šumskih voćkarica. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet. Doktorska disertacija. 232-248.
56. Dhiman, R.C. (1997): An eco-friendly multi-purpose species: *Paulownia*. *MFP News*. Uttaranchal, India: *Minor Forest Products* 7(4): 14-16.
57. Donald, D.G.M. (1990): *Paulownia* - the tree of the future? *South African Forestry Journal* 154: 94-98.
58. Dong, H., van Buijtenen, J.P. (1994): A *Paulownia* seed source trial in east Texas and its implications to species introduction. *Southern Journal of Applied Forestry* 18(2): 65-67.
59. Doumett, S., Azzarello, E., Fibbi D., Mancuso, S., Mugnai, S., Petruzzelli, G., Del Bubba, M. (2011): Influence of the application renewal of glutamate and tartrate on Cd, Cu Pb and Zn distribution between contaminated soil and *Paulownia tomentosa* in a pilot-scale assisted phytoremediation study. *Int. J. Phytoremediation* 13: 1–17.
60. Doumett, S., Lamperi, L., Checchini, L., Azzarello E., Mugnai S., Mancuso S., Petruzzelli G., Del Bubba M., (2008): Heavy metal distribution between contaminated soil and *Paulownia tomentosa*, in a pilot-scale assisted

- phytoremediation study: influence of different complexing agents. *Chemosphere* 72: 1481–1490.
61. Dražić, D., Veselinović, M., Jovanović, Lj., Nikolić, B., Golubović-Ćurguz, V. (2010): Opportunities for fossil fuels as energy source partial substitution by biomass in Serbia – contribution to the global climate change decrease. International Scientific Conference Forest Ecosystems and climate changes. Institute of Forestry Belgrade, Serbia. Plenary lectures: 229-255.
 62. Drever, C.R., Peterson, G., Messier, C., Bergeron, Y., Flannigan, M. (2006): Can forest management based on natural disturbances maintain ecological resilience? *Canadian Journal of Forest Research* 36: 2285–2299.
 63. Dubuisson, X., Sintzoff, I. (1998): Energy and CO₂ balances in different power generation routes using wood fuel from short rotation coppice. *Biomass and Bioenergy* 15(4-5): 379-390.
 64. DuPlissis, J. Yin, X., Baughman, M.J. (2000): Effects of Site Preparation, Seedling Quality, and Tree Shelters on Planted Northern Red Oaks. College of Natural Resources and Minnesota Agricultural Experiment Station University of Minnesota St Paul, Minnesota. 1-29.
 65. Džamić, R. (1966): Određivanje ukupnog azota po *Kjeldahl*-u. Priručnik za ispitivanje zemljišta, knjiga 1, Jugoslovensko društvo za ispitivanje zemljišta.
 66. Džamić, R., Stevanović, D., Jakovljević, M. (1996): Praktikum iz agrohemije. Univerzitet u Beogradu Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun.
 67. El-Showk, S., El-Showk, N. (2003): The *Paulownia* Tree - An alternative for sustainable forestry. Crop development. Morocco: 1-8.
 68. Estefan, G., Sommer, R., Ryan, J. (2013): Methods of Soil, Plant, and Water Analysis: A manual for the West Asia and North Africa region. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Third Edition. 243.
 69. Fender, A.-C., Mantilla-Contreras, J., Leuschner, C. (2011): Multiple environmental control of leaf area and its significance for productivity in beech saplings. *Trees* 25: 847–857.
 70. García-Morote, F.A., López-Serrano, F.R., Martínez-García, E., Andrés-Abellán, M., Dadi, T., Candel, D., Rubio, E., Lucas-Borja, M.E. (2014): Stem Biomass

- Production of *Paulownia elongata* × *P. Fortunei* under Low Irrigation in a Semi-Arid Environment. *Forests* 5(10): 2505-2520.
71. Gardner, S.D.L., Taylor, G., Bosac, C. (1995): Leaf growth of hybrid poplar following exposure to elevated CO₂. *New Phytologist* 131: 81-90.
72. Geyer, W.A. (2000): *Paulownia* tree trials in eastern Kansas. *Transactions of the Kansas Academy of Science* 103(1/2): 95-97.
73. Gil, P.M., Bonomelli, C., Schaffer, B., Ferreyra, R., Gentina, C. (2012): Effect of soil water-to-air ratio on biomass and mineral nutrition of avocado trees. *J. Soil Sci. Plant. Nutr.* 12: 609-630.
74. Girma, H., Digafie, T., Habtewold, K., Haimanot, N. (2011): Effect of node number on the nursery performance of vanilla (*Vanilla fragrans*) cutting in South Western Ethiopia. 3rd Biennial Ethiopian Horticultural Science Society, Conference on Improving Quality Production Horticultural Crops for Sustainable Development, Jimma, Ethiopia. 1-6.
75. Gitay, H., Brown, S., Easterling, W., Jallow, B. (2001): Ecosystems and their goods and services. *Climate change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, Chapter 5: 235-247.
76. Givnish, T.J. (1984): Leaf and canopy adaptations in tropical forests. *Physiological ecology of plants of the wet tropics.* 51-84.
77. Graves, D.H. (1989): *Paulownia*: a potential alternative crop for Kentucky. University of Kentucky, College of Agriculture. Kentucky University Cooperative Extension Service, FOR-11. Lexington, KY: 5.
78. Graves, D.H., Stringer, J.W. (1989): *Paulownia*: a guide to establishment and cultivation. University of Kentucky, College of Agriculture; Kentucky University Cooperative Extension Service, FOR-39. Lexington, KY: 6.
79. Grbić, M. (2004): Vegetativno razmnožavanje ukrasnog drveća i žbunja. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Beograd, 273-279.
80. Grime, J.P. (1965): Shade tolerance in flowering plants. *Nature* 206(5006): 161-163.

81. Güsewell, S., Koerselman, W., Verhoeven, J.T.A. (2003): Biomass N:P ratios as indicators of nutrient limitation for plant populations in wetlands, *Ecol. Appl.* 13: 372-38.
82. Hardie, I. Kundt, J., Miyaska, E. (1989): Economic feasibility of U.S. *Paulownia* plantations. *Journal of Forestry* 87: 19-24.
83. Hassanzad, N.I., Rostami, T. (2007): Evaluation of the growth potential of *Paulownia fortunei* in Gulian Province. Improving the Triple Bottom Line Returns from Small-scale Forestry, Ormoc, Philippines. *Proceedings* 1: 197-204.
84. Hawkins, B.J., Burgess, D., Mitchell, A.K. (2005): Growth and nutrient dynamics of western hemlock with conventional or exponential greenhouse fertilization and planting in different fertility conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 35: 1002–1016.
85. Hemmerly, T.E. (1989): New commercial tree for Tennessee: princess tree, *Paulownia tomentosa* Steud. (*Scrophulariaceae*). *Journal of the Tennessee Academy of Science* 64(1): 5-8.
86. Henderson, N., Hogg, T., Barrow, E., Dolter, B. (2002): Climate change impacts on the Island Forests of the Great Plains and the implications for nature conservation policy. *Prairie Adaptation Research Collaborative*, Regina.
87. Hopmans, P., Bauhus, J., Khanna, P., Weston, C. (2005): Carbon and nitrogen in forest soils: potential indicators for sustainable management of eucalypt forests in southeastern Australia. *Forest Ecology and Management* 220(1–3): 75–87.
88. Horn, H.S. (1971): *The Adaptive Geometry of Trees*. Princeton University Press, London. 1-144.
89. Hu, S.-Y. (1959): A monograph of the genus *Paulownia*. *Quarterly Journal of the Taiwan Museum* 12(1-2): 1-54.
90. Hu, S.-Y. (1961): The economic botany of the Paulownias. *Economic Botany* 15(1): 11-27.
91. Hui-Jun, J., Torsten, I. (1984): Nutrient requirements and stress response of *Populus simonii* and *Paulownia tomentosa*. *Physiologia Plantarum* 62(2): 117-124.

92. Hull, J.C., Scott, R.C. (1982): Plant succession on debris avalanches of Nelson County, Virginia. *Castanea* 47(2): 158-176.
93. Imeson, A.C., Emmer, I.M. (1992): Implications of climatic change on land degradation in the Mediterranean, *Climate Change and the Mediterranean*. 95-128.
94. Imeson, A.C., Lavee, H. (1998): Soil erosion and climate change: the transect approach and the influence of scale. *Geomorphology* 23: 219-227.
95. Innes, J., Joyce, L.A., Kellomaki, S., Louman, B., Ogden, A., Parrotta, J., Thompson, I. (2009): Management for Adaptation. *Adaptation of Forests and People to Climate Change - A Global Assessment Report*. IUFRO World Series 22: 135-185.
96. Innes, R.J. (2009): *Paulownia tomentosa*. In: *Fire Effects Information System*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory. 1-36.
97. Ivetić, V., Vilotić, D. (2014): The role of plantation forestry in sustainable development. *Bulletin of the Faculty of Forestry*: 157-180.
98. Jacobs, D.F., Salifu, F.F., Seifert, J.R. (2005): Growth and nutritional response of hardwood seedlings to controlled-release fertilization at outplanting. *Forest Ecology and Management* 214: 28-39.
99. Jey, A. (1998): *Paulownia* plantation experience and profitable timber production. *Australian Forest Growers Conference Proceedings, Lismore*. 199-214.
100. Joffre, R., Rambal, S., Ratte, J. (1999): The dehesa system of southern Spain and Portugal as a natural ecosystem mimic. *Agroforestry Systems* 45: 57-79.
101. Johnson, J. E., Pease, J.W., Johnson, L. A., Hopper, G. M. (1992): Tree crops for marginal farmland-royal Paulownia, with financial analysis. *Virginia Eooperative Extension Pub.* 446-606. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA. 22.
102. Johnson, J.E., Mitchem, D.O., Kreh, R.E. (2003): Establishing royal *Paulownia* on the Virginia Piedmont. *New Forests* 25(1): 11-23.

103. Kastori, R., Ilin, Ž., Maksimović, I., Putnik-Delić, M. (2013): Kalijum u ishrani biljaka - kalijum i povrće. Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu. 1-309.
104. Kays, J., Johnson, D., Stringer, J. (1998): How to produce and market *Paulownia*. Cooperative Extension Bulletin 319, College Park, University of Maryland: 1-22.
105. Keoleian, G.A., Volk, T.A. (2005): Renewable energy from willow biomass crops: Life cycle energy, environmental and economic performance. Critical reviews in Plant Sciences. 24: 385-406.
106. Khalil, H.P.S.A., Hossain, S., Rosamah, E., Azli, N.A., Saddon, N., Davoudpoura, Y., Islam, N., Dungani, R. (2015): The role of soil properties and it's interaction towards quality plant fiber: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 43: 1006–1015.
107. Kiaei, M. (2012): Physical and Mechanical Properties of Paulownia Wood (*Paulownia fortunei*) in North of Iran. Middle-East Journal of Scientific Research 11(7): 964-968.
108. King, D.A. (1994): Influence of light level on the growth and morphology of saplings in a Panamanian forest. American Journal of Botany 81: 948–957.
109. Knežević, M., Stanković, D., Krstić, B., Šijačić-Nikolić, M., Vilotić, D. (2009): Concentrations of heavy metals in soil and leaves of plant species *Paulownia elongata* S.Y.Hu and *Paulownia fortunei* Hemsl. African Journal of Biotechnology 8(17): 5422-5429.
110. Kojić, M., Vilotić, D., Janjić, V. (2008): Medeonosne biljke, Herbološko društvo Srbije, Beograd. 92.
111. Koski, V., Rousi, M. (2005): A review of the promises and constraints of breeding silver birch (*Betula pendula* Roth) in Finland. Forestry 78: 187–198.
112. Krasowski, M.J., Owens, J.N., Tackaberry, L.E., Massicotte, H.B., Stokes, A. (1999): Above- and below-ground growth of white spruce seedlings with roots divided into different substrates with or without controlled-release fertilizer. Plant and Soil 217: 131–143.

113. Krstić, B., Oljača, R., Stanković, D. (2011): Fiziologija drvenastih biljaka. Šumarski fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno – matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu. 77-120.
114. Kukadia, M. U. (1996): Kiri (*Paulownia tomentosa* Steud.): a miracle tree. Indian Journal of Forestry 19(2): 194-195.
115. Kuser, J.E., Fimbel, R.A. (1990): Preliminary evidence of genetic variation in winter injury and seedling height of paulownia trees in New Jersey. Tree Planters' Notes 41(2): 31-33.
116. Lavadinović, V., Isajev, V., Miletić, Z. (2010): Ecological adaptability of Douglas - Fir provenances in Serbia. First Serbian Forestry Congress - Future with forests. University of Belgrade Faculty of Forestry. 312-319.
117. Lavee, H., Imeson, A.C., Pariente, S., Benjamini, Y. (1991): The response of soils to simulated rainfall along a climatological gradient in an arid and semi-arid region. Catena 19: 19–37.
118. Lof, M., Welander, N.T. (2000): Carry-over effects on growth and transpiration in *Fagus sylvatica* seedlings after drought at various stages of development. Canadian Journal of Forest Research 30: 468–475.
119. Longbrake, A., Christina, W., McCarthy, B.C. (2001): Biomass allocation and resprouting ability of princess tree (*Paulownia tomentosa*: *Scrophulariaceae*) across a light gradient. The American Midland Naturalist 146(2): 388-403.
120. López, F., Pérez, A., Zamudio, M.A.M., De Alva, H.E., García, J.C. (2012): Paulownia as raw material for solid biofuel and cellulose pulp. Biomass and Bioenergy 45: 77–86.
121. Lucas-Borja, M.E., Wic-Baena, C., Moreno, J.L., Dadi, T., García, C., Andrés-Abellán, M. (2011): Microbial activity in soils under fast-growing *Paulownia* (*Paulownia elongata* x *fortunei*) plantations in Mediterranean areas. Applied Soil Ecology 51: 42– 51.
122. MacCracken, M.C. (2008): Prospects for Future Climate Change and the Reasons for Early Action. Journal of the Air and Waste Management Association 58: 735-786.
123. Madejón, P., Xiong, J., Cabrera, F., Madejón, E. (2014): Quality of trace element contaminated soils amended with compost under fast growing tree

- Paulownia fortunei* plantation. Journal of Environmental Management 144: 176-185.
124. Maksimović I., Pajević S. (2002): Praktikum iz fiziologije biljaka. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Prirodno-matematički fakultet. Srbija.
125. Marković, D., Marković, Lj. (1989): Uticaj fertilizacije na prirast biljaka obične smrče (*P. abies* Karst.) i sadržaja elemenata NPK u njihovim četinama. Institut za šumarstvo i drvnu industriju. Zbornik radova 32-33: 49-58.
126. Marović, M., Golubović-Ćurguz, V., Popović, J., Veselinović, N. (1989): Uticaj preventivne zaštite na razvoj sejanaca lišćarskih vrsta u kontejnerskoj proizvodnji. Institut za šumarstvo i drvnu industriju. Zbornik radova 32-33: 133-140.
127. Mead, D.J., Gadgil R.L. (1978): Fertilizer use in established radiata pine stands in New Zealand. New Zealand Journal of Forestry Science 8:105- 134.
128. Meier, I.C., Leuschner, C. (2008): Leaf Size and Leaf Area Index in *Fagus sylvatica* Forests: Competing Effects of Precipitation, Temperature, and Nitrogen Availability. Ecosystems 11: 655–669.
129. Melhuish, J.H.Jr., Gentry, C.E., Beckjord, P.R. (1990): *Paulownia tomentosa* seedling growth at differing levels of pH, nitrogen, and phosphorus. Journal of Environmental Horticulture 8(4): 205-207.
130. Miladinova, K., Ivanova, K., Georgieva, T., Geneva, M., Markovska, Y. (2013): The Salinity Effect on Morphology and Pigments Content in Three *Paulownia* Clones Grown *Ex Vitro*. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2013, 19 (2): 52–56.
131. Miller, J.H. (2003): Nonnative invasive plants of southern forests: A field guide for identification and control. Gen. Tech. Rep. SRS-62. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 1-93.
132. Mishra, A., Swamy, S.L., Bargali, S.S., Singh, A.K. (2010): Tree growth, biomass and productivity of wheat under five promising clones of *Populus deltoids*. Int J Ecol Environ Sci 36(2/3): 167–174.
133. Mitchem, D.O., Johnson, J.E., Kreh, R.E. (2002): Response of Planted Royal *Paulownia* to Weed Control Treatments After Coppice. 11th biennial southern

- silvicultural research conference, Knoxville, TN. Gen. Tech. Rep. SRS-48. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 276-278.
134. Mitrović, S., Veselinović, M., Vilotić, D., Bojović, S., Šijačić-Nikolić, M., Čule, N. (2012): The Influence of Fertilizing on Growth of Seedlings *Paulownia* spp. International Scientific Conference "Forests in Future - Sustainable Use, Risks and Challenges", Belgrade, Serbia. Proceedings: 1001-1009.
135. Mitrović, S., Veselinović, M., Vilotić, D., Čule, N., Dražić, D., Nikolić, B., Nešić, M. (2011): Temporary deposited of deposol as the possible area for short rotation plantation establishment – model case. *Sustainable forestry* 63-64: 77-85.
136. Murchie, E.H., Horton, P. (1997): Acclimation of photosynthesis to irradiance and spectral quality in British plant species: Chlorophyll content, photosynthetic capacity and habitat reference. *Plant Cell. Environ.* 20: 438-448.
137. Muthuri, C.W., Ong, C.K., Black, C.R., Ngumi, V.W., Mati, B.M. (2005): Tree and crop productivity in *Grevillea*, *Alnus* and *Paulownia*-based agroforestry systems in semi-arid Kenya. *Forest Ecology and Management* 212: 23–39.
138. Nakai, T. (1949): Classes, ordinae, familiae, subfamillieae, tribus, genera nova quae attinent ad plantas koreanas. *Journal of Japanese Botany* 24: 8 – 14.
139. Nešković, M., Konjević, R., Čulafić, Lj. (2003): *Fiziologija biljaka*. NNK-International, Beograd. 1-586.
140. Niemeier, J. (1984): I had to kill the empress. *University of Washington Arboretum Bulletin* 47(2): 21-23.
141. Nikolić, B., Batos, B., Dražić, D., Veselinović, M., Jović, Đ., Golubović-Ćurguz, V. (2010): The Invasive and Potentially Invasive Woody Species in The Forests of Belgrade. International Scientific Conference Forest Ecosystems and Climate Changes, Belgrade, Serbia. Proceeding 1: 9-20.
142. Ogden, A.E., Innes, J.L. (2007): Incorporating climate change adaptation considerations into forest management planning in the boreal forest. *International Forestry Review* 9: 713–733.

143. Olave, R., Forbes, G., Muñoz, F., Lyons, G. (2015): Survival, early growth and chemical characteristics of *Paulownia* trees for potential biomass production in a cool temperate climate. *Irish Forestry* 72: 42-57.
144. Olmstead, R.G., Depamphilis, C.W., Wolfe, A.D., Young, N.D., Elisons, W.J., Reeves, P.A. (2001): Disintegration of the *Scrophulariaceae*. *American Journal of Botany* 88: 348 – 361.
145. Olmstead, Richard G. (2002): Whatever happened to the *Scrophulariaceae*? *Fremontia*, Volume 30(2): 13-22.
146. Óskarsson, H., Brynleyfsdóttir, S.J.(2009): The interaction of fertilization in nursery and field on survival, growth and the frost heaving of birch and spruce. *Icel. Agric. Sci.* 22: 59-68.
147. Óskarsson, H., Sigurgeirsson, A., Raulund-Rasmussen, K. (2006): Survival, growth, and nutrition of tree seedlings fertilized at planting on Andisol soils in Iceland: Six year results. *Forest Ecology and Management* 229: 88-97.
148. Otieno, D.O., Schmidt, M.W.T., Adiku, S., Tenhunen, J. (2005): Physiological and morphological responses to water stress in two *Acacia* species from contrasting habitats. *Tree Physiology* 25: 361–371.
149. Otuba, M. (2012): Effects of soil substrate and nitrogen fertilizer on biomass production of *Acacia senegal* and *Acacia sieberiana* in North Eastern Uganda. Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Department of Crop Production Ecology. 1-32. Online publication: <http://stud.epsilon.slu.se>
150. Ozaslan, M., Can, C., Aytakin, T. (2005): Effect of explant source on *in vitro* propagation of *Paulownia tomentosa* Steud.. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 19(3): 20-26.
151. Ozturk, A., Serdar, U., Gürgör, N., Korkmaz, A. (2014): The effect of different nursery conditions on some of the leaf and stomata characteristics in Chestnuts. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 87: 190 – 195.
152. Pajević, S., Nikolić, N., Borišev, M., Župunski, M. (2014): Osnovi fiziologije biljaka, praktikum za studente ekologije. Prirodno-matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija.

153. Pardo, A., Amato, M., Chiarandà, F.Q. (2000): Relationships between soil structure, root distribution and water uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.), Plant growth and water distribution, Eur. J. Agron. 13: 39–45.
154. Pearcy, R.W., Muraoka, H., Valladares, F. (2015): Crown architecture in sun and shade environments: assessing function and trade-offs with a three-dimensional simulation model. New Phytologist 166(3): 791–800.
155. Pedrol, N., Ramos, P., Reigosa, M.J. (2000): Phenotypic plasticity and acclimation to water deficits in velvet-grass: a long-term greenhouse experiment. Changes in leaf morphology, photosynthesis and stress-induced metabolites. Journal of Plant Physiology 157: 383–393.
156. Peppe, D.J., Royer, D.L., Cariglino, B., Oliver, S.Y., Newman, S., Leight, E., Enikolopov, G., Fernandez-Burgos, M., Herrera, F., Adams, J., Correa, E., Currano, E.D., Erickson, J.M., Hinojosa, L.F., Hoganson, J.W., Iglesias, A., Jaramillo, C.A., Johnson, K.R., Jordan, G.J., Kraft, N.J.B., Lovelock, E.C., Lusk, C.H., Niinemets, U., Penñuelas, J., Rapson, G., Wing S.L., Wright, I.J. (2011): Sensitivity of leaf size and shape to climate: global patterns and paleoclimatic applications. New Research Phytologist 190: 724-739.
157. Plieninger, T., Pulido, F., Konold, W. (2003): Effects of land-use history on size structure of holm oak stands in Spanish dehesas: implications for conservation and restoration. Environmental Conservation 30: 61-70.
158. Pollio, C.A., Davidson, W.H. (1992): Native seed bank: Brooklyn reclamation project. Park Science. 12(1): 10-11.
159. Popova, T.P., Baykov, B.D. (2013): Antimicrobial Activity of Aqueous Extracts of Leaves and Silage from *Paulownia elongata*. American Journal of Biological, Chemical and Pharmaceutical Sciences 1(2): 8-15.
160. Popović, J., Mitrović, S., Veselinović, M., Vilotić, D. (2015): Impact of soil to dimensions of mechanical fibres of a juvenile wood of *Paulownia elongata* S.Y.HU. International conference Reforestation Challenges, Belgrade, Serbia. Reforesta: 175-184.
161. Popović, J., Radošević, G. (2008): Anatomsko-hemijske karakteristike drvnih vlakana vrste *Paulownia fortunei* Seem. Hems. Šumarstvo 4: 71-77.

162. Popović, J., Radošević, G. (2011): *Paulownia elongata* S. Y. Hu - Anatomical and Chemical Properties of Wood Fibers. *Prerada drveta* 9(34-35): 15-22.
163. Protul, K.R. (2015): *In Vitro* Plant Regeneration of *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. from Shoot Tip and Leaf Segment. *Bangladesh J. Bot.* 44(3): 459-463.
164. Racz, Z. (1971): Određivanje mehaničkog (teksturnog, granulometrijskog) sastava tla. Priručnik za ispitivanje zemljišta, knjiga V, Metode istraživanja fizičkih svojstava zemljišta, Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta, Novi Sad.
165. Rad, J.E., Mirkala, S.R.M. (2015): Irrigation effects on diameter growth of 2-year-old *Paulownia tomentosa* saplings. *Journal of Forestry Research* 26(1): 153-157.
166. Radošević, G., Vilotić, D. (2010): The influence of climatic factors on radial growth in the species of the genus *Paulownia*. *Šumarstvo* (2010) 1-2: 57-78.
167. Rahman, Md. Atiqur, R.F., Rahmatullah, M. (2013): *In vitro* regeneration of *Paulownia tomentosa* Steud. plants through the induction of adventitious shoots in explants derived from selected mature trees, by studying the effect of different plant growth regulators. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 7(4): 259-268.
168. Ramírez, J., Díaz, M. (2008). The role of temporal shrub encroachment for the maintenance of Spanish holm oak *Quercus ilex* dehesas. *Forest Ecology and Management* 255: 1976-1983.
169. Sand, S. (1992): The empress tree. *American Horticulturist* 71: 27-29.
170. Schroeder, L.M. (2007): Escape in space from enemies: a comparison between stands with and without enhanced densities of the spruce bark beetle. *Agricultural and Forest Entomology* 9: 85-91.
171. Schwenke, G., Perfrement, A., Manning, B., McMullen, G. (2008): Nitrogen volatilisation in northern cropping soils. In "GRDC Advisors Update - Goondiwindi". 1-6.
172. Si, C.-L., Liu, S.-C., Hu, H.-Y., Jiang, J.-Z., Yu, G.-J., Ren, X.-D., Xu G.-H. (2013): Activity Guided Screening of the Antioxidants from *Paulownia tomentosa* var. *tomentosa* Bark. *Bioresources* 8(1): 628 -637.

173. Smejkal, K., Holubova, P., Zima, A., Muselik J., Dvorska, M. (2007): Antiradical Activity of *Paulownia tomentosa* (*Scrophulariaceae*) Extracts. *Molecules* 12(6): 1210-1219.
174. Smith J., Tirpak D. (1989): The potential effects of global climate change on the United States. Report to US Congress. Washington D.C., Environmental Protection Agency: 401.
175. Spittlehouse, D.L., Stewart, R.B. (2003): Adaptation to climate change in forest management. *BC Journal of Ecosystems and Management* 4(1): 1-11.
176. Stanivuković, Z., Govedar, Z., Kapović, M., Hrkić, Z. (2010): Climate Change Impact on Forest Vegetation in Republic Of Srpska. International Scientific Conference Forest Ecosystems and Climate Changes, Belgrade, Serbia. Proceeding 1: 21-25.
177. Stanković, D. (2006): Istraživanja uticaja saobraćaja na koncentraciju polutanata u šumskim ekosistemima NP „Fruška gora“, u funkciji zaštite i unapređivanja životne sredine. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni Fakultet, Novi Sad: 52-101.
178. Stanković, D., Igić, R., Šijačić-Nikolić, M., Vilović, D., Pejović, S. (2009a): Contents of the heavy metals nickel and lead in leaves of *Paulownia elongata* S.Y. Hu and *Paulownia fortunei* Hems. In Serbia – Arch. Biol. Sci. 61(4): 827-834.
179. Stanković, D., Šijačić-Nikolić, M., Krstić, B., Vilović, D. (2009b): Heavy metals in leaves of tree species *Paulownia elongata* S.Y. Hu in the region of the city Belgrade – Biotechnology & Biotechnological Equipment 23(3): 1330-1336.
180. Sterck, F.J. (1999): Crown development in tropical rain forest trees in gaps and understorey. *Plant Ecology* 143: 89–98.
181. Stilinović, S. (1987): Proizvodnja sadnog materijala šumskog i ukrasnog drveća i žbunja. Institut za šumarstvo i drvnu industriju – Šumarski fakultet, Beograd. 1-454.
182. Stilinović, S. (1991): Pošumljavanje. Naučna knjiga. Beograd, 274.
183. Stojičić, Đ., Ocololjić, M., Obratov-Petković, D. (2010): Adaptability of *Paulownia tomentosa* (thumb.) Sieb. et Zucc. on green areas in Belgrade. *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 101: 151-162.

184. Stojnić, S. (2013): Varijabilnost anatomskih, fizioloških i morfoloških karakteristika različitih provenijencija bukve u Srbiji. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Šumarski Fakultet, Beograd. 256-287.
185. Stringer, J.W. (1986): A practical method for production of *Paulownia tomentosa*. Tree Planters' Notes 37(2): 8-11.
186. Stuefer, J.F., Huber, H. (1998): Differential effects of light quantity and spectral light quality on growth, morphology and development of two stoloniferous *Potentilla* species. *Oecologia* 117: 1-8.
187. Swamy, S.L., Mishra, A., Puri, S. (2006): Comparison of growth, biomass and nutrient distribution in five promising clones of *Populus deltoides* under an agrisilviculture system. *Bioresour Technol* 97: 57-68.
188. Šijačić-Nikolić, M., Milovanović, J., Jovanović, M., Knežević, R. (2011): Controlled-decomposing fertilizers influence on beech seedlings morphological quality parameters. The 9th International Beech Symposium: Ecology and Silviculture of Beech, Dresden, Germany. 108.
189. Šijačić-Nikolić, M., Vilotić, D., Knežević, R., Milovanović, J. (2008): Research on *Paulownia* biodiversity with the aim of conservation and sustainable usage, In: Abstracts of Papers Presented at the Third International Symposium of Ecologists of the Republic of Montenegro. 83.
190. Šijačić-Nikolić, M., Vilotić, D., Knežević, R., Milovanović, J. (2009): Varijabilnost plodova, semena i klijanaca test stabla *Paulownia elongata* S.Y. Hu sa područja grada Beograda. *Acta herbologica* 18(1): 59-71.
191. Šijačić-Nikolić, M., Vilotić, D., Radošević, G. (2006): Uticaj kontrolisano razlagajućeg đubriva na morfo-anatomske karakteristike jednogodišnjih sadnica bukve. *Šumarstvo* 1-2: 149-155.
192. Šilić, Č. (1990): Ukrasno drveće i grmlje. IP „SVJETLOST“, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd. 166.
193. Škvorc, Ž., Ćosić, T., Sever, K. (2014): Ishrana biljaka. Interna skripta. Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 3-81.

194. Šoškić, B., Vukovojac, B., Lovrić, A. (2003): Istraživanje nekih fizičkih svojstava drveta *Paulownia elongata* i *Paulownia fortunei*. Glasnik Šumarskog fakulteta 87: 211-221.
195. Tackett, E.M., Graves, D.H. (1983): Evaluation of direct-seeding of tree species on surface mine spoils after five years. Symposium on surface mining, hydrology, sedimentology and reclamation. University of Kentucky, College of Engineering, Lexington, KY. 437-441.
196. Tang, R.C., Carpenter, S.B., Wittwer, R.F. Graves, D.H. (1980): *Paulownia* - a crop tree for wood products and reclamation of surface-mined land. Southern Journal of Applied Forestry 4: 19-24.
197. Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S., Mosseler, A. (2009): Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series No. 43: 1-67.
198. Thornthwaite, C.W. (1948): An Approach toward a Rational Classification of Climate. Geographical Review 38(1): 55-94.
199. Thorpe J., Wolfe S., Campbell J., Leblanc J., Molder R. (2001): An ecoregion approach for evaluating land use management and climate change adaptation strategies on sand dune areas in the Prairie Provinces. Saskatchewan Research Council, Saskatoon. SRC Publication No. 11368-1E01.
200. Thorpe, J., Henderson, N., Vandall, J. (2006): Ecological and Policy Implications of Introducing Exotic Trees for Adaptation to Climate Change in the Western Boreal Forest. Final Report submitted to the Prairie Adaptation Research Collaborative. Saskatchewan Research Council, Saskatoon. SRC Publication No. 11776-1E06.
201. Tisserat, B., Nirmal, J., Mahapatra, K.A., Selling W. G., Finkenstadt L.V. (2013): Physical and mechanical properties of extruded poly (lactic acid) - based *Paulownia elongata* bio-composites. Industrial Crops and Products 44: 88-96.
202. Torbert, J.L., Johnson, J.E. (1990): Guidelines for establishing *Paulownia tomentosa* on reclaimed mine soils. Information for the Virginia Coalfields--

- Powell River Project Series: Publication 460-118. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA. Virginia Cooperative Extension Service. 1-4.
203. Tucović, A., Simić, Z. (2002): Ishrana bilja. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd. 1-122.
204. Turner, G.D., Lau, R.R., Young, D.R. (1988): Effect of acidity on germination and seedling growth of *Paulownia tomentosa*. Journal of Applied Ecology. 25(2): 561-567.
205. Veselinović, M (1989): Uticaj prihranjivanja sa NPK đubrivom na prirast i kvalitet sadnica krupnolisne lipe (*Tilia platyphyllos* Scop.) u prvoj i drugoj godini školovanja. Institut za šumarstvo i drvnu industriju, Beograd. Zbornik radova 32-33: 85-90.
206. Veselinović, M. (2005): Morfološke, anatomske i citološke promene izazvane aerozagadjenjem u vrste *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco u kulturama na deposalu Kolubarskog ugljenog basena. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Šumarski Fakultet, Beograd. 35-60.
207. Veselinović, M., Vilotić, D., Mitrović, S., Šijačić-Nikolić, M., Stefanović, T. (2012): Wood Biomass Challenge and Obligation of the 21st Century. International Scientific Conference "Forests in Future - Sustainable Use, Risks and Challenges", Belgrade, Serbia. Invitation Papers: 187-204.
208. Veselinović, M., Vilotić, D., Šijačić-Nikolić, M., Dražić, D., Golubović-Ćurguz, V., Čule, N., Mitrović, S. (2010): The Possibility of *Paulownia* sp. Utilization in the Reclamation of Degraded Land. International Scientific Conference Forest Ecosystems and Climate Changes, Belgrade. Proceeding 2: 297-301.
209. Vetterlein D., Szegedi K., Stange F., Jahn R. (2007): Impact of soil texture on temporal and spatial development of osmotic-potential gradients between bulk soil and rhizosphere, J. Plant Nutr. Soil. Sci. 170: 347-356.
210. Vilotić, D., Popović, J., Mitrović, S., Šijačić-Nikolić, M., Očokoljić, M., Novović, J., Veselinović, M. (2015): Dimensions of Mechanical Fibres in *Paulownia elongata* S. Y. Hu Wood from Different Habitats. Scientific Journal of Wood Technology (Drvna industrija) 66(3): 229-234.

211. Vilotić, D., Radošević, G. (2005): Comparative studies of anatomic structures of *Paulownia elongata* and *Paulownia fortunei*. International Scientific Conference Forestry and Sustainable Development. Brasov, Romania. 1-6.
212. Vilotić, D., Šijačić-Nikolić, M., Vukovojac, S. (2011): Osnovne karakteristike vrsta *Paulownia elongata* S. Y. Hu i *Paulownia fortunei* Seem. Hems. i mogućnost njihove primene u poljozaštitnim pojasevima. Pomozimo Srbiji da lakše diše, Novi Sad. Zbornik radova: 99-107.
213. Vilotić, D., Vukovojac, S., Šijačić-Nikolić, M. (2006): Effect of the Super Absorbent on Development of *Paulownia elongata* Seedlings. IUFRO Conference: Low input breeding and genetic conservation of forest tree species, Antalya Turkey. Book of Abstract: 35.
214. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2011): Ishrana bilja. Sveučilište Josip Jurja Strossmazera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku., Osjek. 1-235.
215. Vukićević, E. (1996): Dekorativna dendrologija. Univerzitet u Beogradu Šumarski fakultet, Beograd. 549-550.
216. Walters, R.G., Stephard, F., Rogers, J.J.M., Rolfe, S.A., Horton, P. (2003): Identification of mutants of *Arabidopsis* defective in acclimation of photosynthesis to the light environment. *Plant Physiol.* 131: 472-481.
217. Wang, J., Zhang, C.B., Jin, Z.X. (2009): The distribution and phytoavailability of heavy metal fractions in rhizosphere soils of *Paulownia fortunei* (seem) Hems near a Pb/Zn smelter in Guangdong, PR China. *Geoderma* 148: 299–306.
218. Webster, C.R., Jenkins, M.A., Jose, S. (2006): Woody invaders and the challenges they pose to forest ecosystems in the eastern United States. *Journal of Forestry* 104(7): 366-374.
219. Williams, C. E. (1997): Potential valuable ecological functions of nonindigenous plants. Assessment and management of plant invasions. Springer-Verlag, New York, NY. 26-34.
220. Williams, C.E. (1993): The exotic empress tree, *Paulownia tomentosa*: an invasive pest of forests? *Natural Areas Journal* 13(3): 221-222.

221. Woods, V.B. (2008): *Paulownia* as a novel biomass crop for Northern Ireland? Agri-Food and Biosciences Institute, Northern Ireland, United Kingdom. Global Research Unit, AFBI Hillsborough, Occasional publication No. 7: 1-48.
222. Wu, Z., Raven, P., Hong, D. (1998): Flora of China. Vol. 18 (*Scrophulariaceae* through *Gesneriaceae*). Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis: 8-10.
223. Yadav, N.K., Vaidya, B.N., Henderson, K., Frost Lee, J., Stewart, W.M., Dhekney, S.A., Joshee, N. (2013): A Review of Paulownia Biotechnology: A Short Rotation, Fast Growing Multipurpose Bioenergy Tree. American Journal of Plant Sciences 4: 2070-2082.
224. Yin, R., He, Q. (1997): The spatial and temporal effects of paulownia intercropping: The case of northern China. Agroforestry Systems. 37: 91-109.
225. Zhang, C.-B., Huang, L.-N., Shu, W.-S., Qiu, J.-W., Zhang, J.-T., Lan, C.-Y. (2007): Structural and functional diversity of a culturable bacterial community during the early stages of revegetation near a Pb/Zn smelter in Guangdong, PR China. Ecological engineering 30: 16–26.
226. Zhu, Z.-H., Chao, C.-J., Lu, X.-Y., Xiong, Y.G. (1986): *Paulownia* in China: Cultivation And Utilization. Asian Network For Biological Sciences And International Development Research Centre: 1-64.
227. Zou, X., Sanford, R.L.Jr. (1990): Agroforestry systems in China: a survey and classification. Agroforestry Systems 11(1): 85-94.
228. Živković, M. (1966): Određivanje sume adsorbivnih baznih katjona u zemljestu po *Kopenn*-u. Priručnik za ispitivanje zemljišta, knjiga 1. Knjiga, Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta.

Bibliografija autora

Suzana Ž. Mitrović je rođena u 27.05.1979. godine u Valjevu, gde je završila osnovnu školu (1994. godine) i gimnaziju (prirodno-matematički smer) (1998. godine). Učestvovala je u zimskom seminaru Istraživačke stanice Petnica iz oblasti geologije (1996. godine). Na Šumarskom fakultetu Univerziteta u Beogradu diplomirala je 2008. godine, sa prosečnom ocenom 8,03, na smeru pejzažna arhitektura. Doktorske studije je upisala školske 2009/10 godine na Šumarskom fakultetu, na Katedri za semenarstvo, rasadničarstvo i pošumljavanje.

U leto 2008. godine je radila kao volonter u JKP Zelenilo Beograd, a od januara 2009. godine zaposlena je na Institutu za šumarstvo u Beogradu, na odeljenju za Zaštitu i unapređenje životne sredine.

Do sada je kao autor i koautor objavila 67 naučnih radova objavljenih u naučnim časopisima i zbornicima sa međunarodnih konferencija. Tokom rada na Institutu za šumarstvo učestvovala je u više od trideset projekata. Dobitnik je nekoliko nagrada i priznanja za održana predavanja. Član je: Udruženja pejzažnih arhitekata Srbije (UPAS), Udruženja za pejzažnu hortikulturu Srbije i Udruženja šumarskih inženjera i tehničara Srbije.

Prilog 1.

Izjava o autorstvu

Potpisana: **Mitrović Ž. Suzana**

broj upisa: **2009/1**

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

Uporedna analiza fenotipske stabilnosti sadnica vrsta roda *Paulownia* Siebold & Zuccarini na različitim staništima

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

Potpis doktoranda

U Beogradu, 29.03.2016. godine

Prilog 2.

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora: **Suzana Ž. Mitrović**

Broj upisa: **2009/1**

Studijski program: **Šumarstvo**

Naslov rada: **Uparedna analiza fenotipske stabilnosti sadnica vrsta roda *Paulownia* Siebold & Zuccarini na različitim staništima**

Mentori: **Dr Dragica Vilotić, redovni profesor Šumarskog fakulteta Univerziteta u Beogradu**

Dr Milorad Veselinović, viši naučni saradnik Instituta za šumarstvo u Beogradu

Potpisani: **Suzana Ž. Mitrović**

izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la za objavljivanje na portalu **Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

Potpis doktoranda

U Beogradu, 29.03.2016. godine

Prilog 3.

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

Uporedna analiza fenotipske stabilnosti sadnica vrsta roda *Paulownia* Siebold & Zuccarini na različitim staništima

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo
2. Autorstvo - nekomercijalno
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poledini lista).

Potpis doktoranda

U Beogradu, 29.03.2016. godine

1. Autorstvo - Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.
2. Autorstvo – nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
3. Autorstvo - nekomercijalno – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.
4. Autorstvo - nekomercijalno – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.
5. Autorstvo – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
6. Autorstvo - deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.