

TOPOLA

POPLAR

2009 (MMIX)

NOVI SAD

Nº 183/184

YU ISSN 0563-9034

Izdavač

ISTRAŽIVAČKO RAZVOJNI
INSTITUT ZA NIŽIJSKO ŠUMARSTVO I ŽIVOTNU SREDINU

Redakcioni odbor

Dr Saša Orlović, Dr Bojana Klašnja, Dr Savo Rončević, Dr Zoran Galić, Dr Petar Ivanišević, Dr Branislav Kovačević, Dr Vladislava Galović, Dr Siniša Andrašev - Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad

Dr Sc. Hojka Kraigher - Slovenian Forestry Institute, Ljubljana, Slovenia
Assoc. Prof. Dr. Iantcho Naidenov - Forest Protection Station, Sofia, Bulgaria
Dr. Károly Rédei - Forest Research Institute (ERTI), Budapest, Hungary

Glavni i odgovorni urednik

Dr Saša Orlović

Glavni urednik

Dr Branislav Kovačević

Tehnički urednik

Mr Leopold Poljaković-Pajnik

Prevod na engleski

Mr Ana Tonić

UDK klasifikacija

Radmila Kevrešan

Štampa

Štamparija "Old commerce" – Novi Sad

Uredništvo i administracija: Novi Sad, Antona Čehova 13, telefon: +381 21 540 383,
+381 21 540 384, Fax +381 21 540 385, Tekući račun: Continental banka a.d. 310-
15276-72. Časopis izlazi dva puta godišnje

SADRŽAJ

CONTENT

Galić Z., Ivanišević P., Orlović S., Redei K., Pekeč S., Kebert M.

MONITORING SEZONSKE DINAMIKE VLAŽNOSTI RAZLIČITIH FORMI ALUVIJALNOG ZEMLJIŠTA ZA UZGOJ TOPOLA U SREDNJEM PODUNAVLJU KOD NOVOG SADA

Galić Z., Ivanišević P., Orlović S., Redei K., Pekeč S., Kebert M.

MONITORING OF SEASONAL DYNAMICS OF MOISTURE OF DIFFERENT SOILS FOR THE CULTIVATION OF POPLAR IN THE MIDDLE DANUBE BASIN NEAR NOVI SAD

5

Drekić, M., Vasić, V., Poljaković – Pajnik, L., Galović, V.

EFIKASNOST TIAMETOKSAMA, DELTAMETRINA I THIACLOPRIDA U SUZBIJANJU PLAVE VRBINE BUBE LISTARE (*Phyllocoptes vitellinae* L.)

Drekić, M., Vasić, V., Poljaković – Pajnik, L., Galović, V.

*EFFICACY OF THIAMETHOXAM, DELTAMETHRIN AND THIACLOPRID IN CONTROLLING BLUE WILLOW LEAF BEETLE (*Phyllocoptes vitellinae* L.)*

21

Klašnja B., Orlović S., Galić Z., Kebert M., Stevanov M.

HEMIJSKI SASTAV DRVETA ODABRANIH KLONOVA TOPOLA

Klašnja B., Orlović S., Galić Z., Kebert M., Stevanov M.

CHEMICAL COMPOSITION OF WOOD OF SOME POPLAR CLONES

29

Pekeč S., Ivanišević P., Orlović S.

PRILOG IZUČAVANJU KARAKTERISTIKA ZEMLJIŠTA U PLAVNOM DELU SREDNJEG POTISJA

Pekeč S., Ivanišević P., Orlović S.

CONTRIBUTION TO RESEARCH OF SOILS' CHARACTERISTICS IN THE FLOOD PART CENTRAL TISA BASIN

39

Galić Z., Ivanišević P., Orlović S., Klašnja B., Kebert M., Perović M., Vulević R.

PRILOG POZNAVANJU OPTIMALNIH EDAFSKIH USLOVA ZA PROIZVODNJU SADNOG MATERIJALA TOPOLA

Galić Z., Ivanišević P., Orlović S., Klašnja B., Kebert M., Perović M., Vulević R.

CONTRIBUTION TO KNOWLEDGE OF OPTIMAL EDAPHIC CONDITIONS FOR THE PRODUCTION OF POPLAR SEEDLINGS

47

Andrašev, S., Rončević S., Ivanišević, P.

ZNAČAJ DIMENZIJA SADNICA TIPO 1/2 NA IZBOR OPTIMALNE GUSTINE SADNJE KOD TRI KLONA CRNIH TOPOLA SEKCIJE AIGEIROS (DUBY)

Andrašev, S., Rončević S., Ivanišević, P.

EFFECTS OF DIMENSIONS OF NURSERY PLANTS TYPE 1/2 ON CHOICE OF OPTIMAL PLANTING DENSITY IN THREE CLONES OF BLACK POPLAR SECTION AIGEIROS (DUBY)

55

Klašnja B., Orlović S., Redei K., Galić Z., Stevanov M.

MOGUĆNOSTI PRIMENE BIOMASE SEDMOGODIŠNJE ZASADA TOPOLA ZA DOBIJANJE ENERGIJE

Klašnja B., Orlović S., Redei K., Galić Z., Stevanov M.

THE POSSIBILITIES OF UTILIZATION OF BIOMASS FROM SEVEN-YEAR POPLAR PLANTATION FOR ENERGY PRODUCTION

75

Drekić M., Kovačević B., Poljaković-Pajnik L., Pap P., Marković M., Vasić V.

PROUČAVANJE STEPENA PREFERENCIJE MALOG TOPOLINOГ STAKLOKRILCA I JOVINOГ SURLAŠA PREMA KLONOVIMA CRNIH TOPOLA

Drekić M., Kovačević B., Poljaković-Pajnik L., Pap P., Marković M., Vasić V.

STUDY OF PREFERENCE DEGREE OF POPLAR CLEARWING MOTH AND WILLOW WEEVIL VERSUS BLACK POPLAR CLONES

87

Katanić M., Orlović S., Galić Z., Kovačević B., Kraigher H.

MYCORRHIZATION OF POPLARS (*Populus sp.*)

Katanić M., Orlović S., Galić Z., Kovačević B., Kraigher H.

*MIKORIZACIJA TOPOLA (*Populus sp.*)*

95

Galović V., Orlović S., Pap P., Kovačević B., Marković M.

MOLEKULARNA KARAKTERIZACIJA PROUZROKOVAČA RĐA TOPOLA (*Melampsora spp.*)

Galović V., Orlović S., Pap P., Kovačević B., Marković M.

*MOLECULAR CHARACTERISATION OF CAUSAL AGENTS OF POPLAR RUSTS (*Melampsora spp.*)*

115

Galović V., Orlović S., Vasić V., Poljaković-Pajnik L., Drekić M., Pap P.

GENETIČKI DIVERZITET *Ambrosia sp.* NA PODRUČJU RAVNOG SREMA

Galović V., Orlović S., Vasić V., Poljaković-Pajnik L., Drekić M., Pap P.

*GENETIC DIVERSITY OF *Ambrosia sp.* IN THE AREA OF RAVNI SREM*

121

Stanković D., Trivan G.

ODRŽIVI RAZVOJ U KONCEPCIJI MULTIDISCIPLINARNOG PRISTUPA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Stanković D., Trivan G.

MONITORING SEZONSKE DINAMIKE VLAŽNOSTI RAZLIČITIH FORMI ALUVIJALNOG ZEMLJIŠTA ZA UZGOJ TOPOLA U SREDNJEM PODUNAVLJU KOD NOVOG SADA

Galić Zoran¹, Ivanišević Petar¹, Orlović Saša¹, Redei Karoly²,
Pekeč Saša¹, Kebert Marko¹

Izvod: U radu je izvršena analiza dinamike momentalne vlažnosti nerazvijenog aluvijalnog zemljišta (fluvisola) u periodu od četiri godine na rasadničkim površinama na Oglednom dobru Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu. U periodu istraživanja je u proseku utvrđen trend povećanja srednje mesečne temperature vazduha u odnosu na normalu srednji mesečnih temperature vazduha (1960-1991) za istraživano područje. Srednje temperature vazduha u 2003 su bile i do 4,6 °C veće u normalu srednjih mesečnih temperatura. Deficiti padavina u istraživanom periodu u odnosu na normalu su utvrđeni u 2000, 2002 i 2003 godini. Proučavana nerazvijena aluvijalna zemljišta (fluvisol) su relativno homogenih svojstava. Tokom vegetacionih perioda sa izraženim deficitom (2000, 2002 i 2003. godina) na svim lokalitetima su utvrđene slične dinamike vlažnosti zemljišta po dubini čitavog profila. Razlike su se javila I za vegetacioni period 2001. godine, u kojoj je zabeležena normalna raspodela padavina, a time su i promene u opskrbljenosti vodom najmanje.

Ključne reči: nerazvijeno aluvijalno zemljište, vlažnost zemljišta, monitoring

MONITORING OF SEASONAL DYNAMICS OF MOISTURE OF DIFFERENT SOILS FOR THE CULTIVATION OF POPLAR IN THE MIDDLE DANUBE BASIN NEAR NOVI SAD

Abstract: The paper analyzed the dynamics of moisture in the immediate period of four years in the areas of experimental field of the Institute of Lowland Forestry and Environment in Novi Sad. The higher average air temperature is determined for the entire period of study. The trend of increasing air temperature was positive, and high temperatures were up to 4.6 °C higher than normal. Deficit rainfall in the researched period, compared to normal were established in 2000, 2002 and 2003. Plots were relatively homogeneous properties. During the period vegetacionih a pronounced deficit (2000, 2002 and 2003. Years) at all sites were found similar dynamics in momentalnoj soil moisture at the depth of the entire profile. The

¹ Dr Zoran Galić - viši naučni saradnik, Dr Petar Ivanišević, Dr Saša Orlović – naučni savetnik, Mr Saša Pekeč – istraživač saradnik, Kebert Marko – istraživač pripravnik Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu Antona Čehova 13, e-mail: galicz@uns.ac.rs

² Dr Karoly Redei – ERTI Budapest, Hungary

differences occur for the vegetational period of 2001 where the climate was favorable, and where the changes were in the water at least.

Key words: fluvisol, soil moisture, monitoring

1. UVOD

Zemljište ima sposobnost da upija vodu, da je propušta kroz profil kao deo slobodne vode i da je zadržava u vidu različitih kategorija (Vučić, 1976). Period kritičan za snabdevanje biljaka vodom na nerazvijenom aluvijalnom zemljištu (fluvisolu) u najvećoj meri, kada su u pitanju osobine zemljišta, zavisi od vodon-fizičkih osobina zemljišta (Živanov, 1977; Ćirić, 1984; Živanov i Ivanišević, 1986; Ivanišević, 1991, Galić, 2000, Galić, 2008). Kvantitativne karakteristike vodnih svojstava nerazvijenog aluvijalnog zemljišta (fluvisola) čine vodne konstante (Vučić, 1976). Isti autor navodi da vlažnost venjenja odvaja zemljišnu vodu pristupačnu biljkama i korisnu za njihov rast i razviće, od vode koja je teško pristupačna biljkama. Poznato je da pod izvesnim uslovima biljke mogu da koriste vodu iz zemljišta i ispod vlažnosti venjenja (čak do maksimalnog higroskopiciteta).

O monitoringu dinamike kretanja vlažnosti šumskih zemljišta postoje vrlo oskudni literaturni podaci. Iz navedenog razloga je izvršeno istraživanje sezonske dinamike vlažnosti po dubini profila nerazvijenog aluvijalnog zemljišta (fluvisola) u branjenom delu aluvijalne ravni Srednjeg Podunavlja.

Na osnovu dosadašnjih istraživanja nerazvijena aluvijalna zemljišta (fluvisoli) se obrazuju u priobalnom genetičkom delu poloja reke, kojeg karakterišu nagle promene mikroreljefa (Šumakov, 1960; Živanov, 1977; Ćirić, 1984; Živanov i Ivanišević, 1986). Nagle promene mikroreljefa uslovljavaju veliku varijabilnost svojstava, posebno teksturnog sastava, a time i vodnovazdušnog režima ovih zemljišta. Moćnost humusnog horizonta ne prelazi 30 cm ispod kojeg leže slojevi različite debljine i teksture. Fizička i hemijska svojstva nerazvijenog aluvijalnog zemljišta (fluvisola) najčešće zavise od granulometrijskog sastava i porekla nanosa. Nerazvijena aluvijalna zemljišta (fluvisole) u Srednjem Podunavlju karakteriše visoka alkalnost i karbonatnost aluvijalnog nanosa (Živković, et al. 1972).

Najvažnije fizičko svojstvo nerazvijenog aluvijalnog zemljišta (fluvisola) kao tipa zemljišta je granulometrijski sastav zemljišta, što predodređuje i teksturni sastav zemljišta. Šumske ekološke značaj tekture zemljišta (Ćirić, 1984) u najvećoj meri određuje vodno-vazdušni režim zemljišta, njegovu rasteresitost i adsorpcionu sposobnost. Isto tako, utvrđeno je da svi indikatori plodnosti zemljišta funkcionalno zavise od frakcije praha+gline (Živanov, 1977; Ćirić, 1984; Živanov i Ivanišević, 1986; Ivanišević, 1991; Galić, 2000; Galić, 2008).

Cilj rada je bio da se utvrdi dinamika vlažnosti zemljišta u četvorogodišnjem periodu na različitim formama nerazvijenog aluvijalnog zemljišta (fluvisola).

2. MATERIJAL I METOD RADA

Istraživanja su obavljena u branjenom delu aluvijalne ravni u Srednjem Podunavlju. Površine se koriste u rasadničkoj proizvodnji na Oglednom dobru

Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu. Prema klasifikaciji zemljišta Jugoslavije (Škorić, et al. 1985) na objektima istraživanja je determinisan tip nerazvijenog aluvijalnog zemljišta (fluvisol). Na istraživanim lokalitetima su utvrđene peskovita forma na lokalitetu Bašte (A_p -I - II G_{so}), peskovito ilovasta na lokalitetu Fišter (A_p – I - II G_{so}) i ilovasta na lokalitetu Lugarnica ($A_{p,a}$ - A_a G_{so} -II G_{so}). Uzorci za determinisanje dinamike vlažnosti zemljišta uzimani su sa dubina od 0-10, 10-20, 20-30, 30-50 i 50-70 cm tokom vegetacionog perioda. Ovim načinom je zahvaćen deo profila odnosno humusnoakumulativni i deo sloja ispod humusnoakumulativnog horizonta. U analizi je zahvaćen humusno akumulativni horizont i slojevi zemljišta ispod humusno-akumulativnog horizonta.

Proučene fizičke i hemijske osobine su određene po standardnim metodama opisanim u priručnicima „Metode fizičkih proučavanja zemljišta“ i „Hemijske metode proučavanja zemljišta“ (JDPZ, 1977; JDPZ, 1971).

-granulometrijski sastav (%) po međunarodnoj B-pipet metodi sa pripremom u natrijevom pirofosfatu

-za razvrstavanje čestica granulometrijskog sastava korišćena je klasifikacija Atteberga

-zapreminska masa - Sv- zemljišta (g/cm^3) u cilindrima Kopeckog zapremine 100 cm^3

- momentalna vlažnost zemljišta je određena gravimetrijski, a izražena je u %vol

-humus (%) po Tjurinu u modifikaciji Simakova 1957

- CaCO_3 (%) volumetrijski Scheiblerovim kalcimetrom

Za prikaz temperature vazduha i količine padavina su korišćeni podaci sa meteorološke stанице Rimski Šančevi.

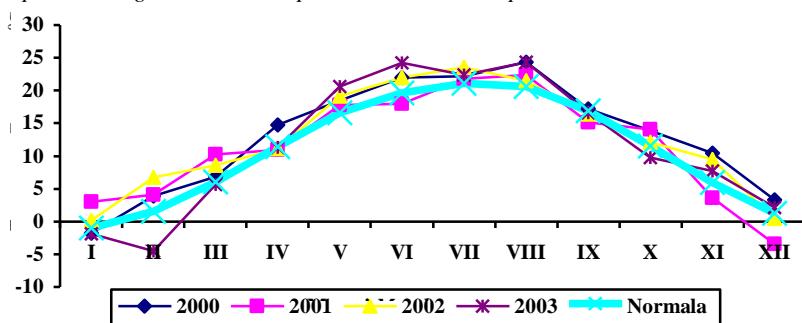
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1 Klimatske karakteristike

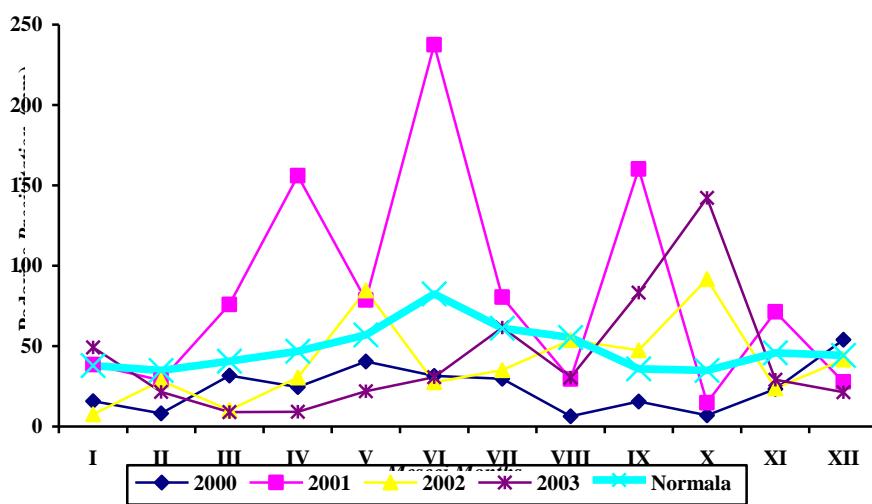
Na grafikonima 1 i 2 su prikazane normale srednjih mesečnih temperaturu vazduha i srednjih mesečnih količina padavina za period 1960-1991, kao i temperatura vazduha i količina padavina u istraživanom periodu (2000-2003).

Poređenjem normale srednjih mesečnih temperaturu vazduha i srednjih mesečnih padavina u toku istraživanog perioda je utvrđeno da je srednja temperatura vazduha u proseku bila veća u odnosu na normalu u toku čitavog istraživanog perioda. U istom periodu je utvrđena manja količina padavina u istraživanom periodu u odnosu na normalu srednje mesečne količine padavina za period 1960-1991.

Grafikon 1. Srednja mesečna temperatura vazduha u istraživanom periodu
 Graph 1. Average month air temperature in examined period



Grafikon 2. Količina padavina u istraživanom periodu
 Graph 2. The precipitation in examined period



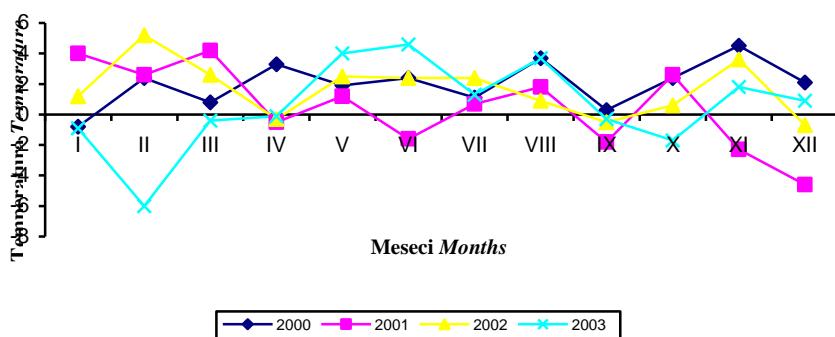
Iz navedenog razloga su na grafikonima 3 i 4 prikazana odstupanja temperature vazduha i količine padavina u istraživanom periodu u odnosu na normalu za srednju mesečnu temperaturu vazduha i srednju količinu padavina za period 1960-1991.

U proseku viša temperatura vazduha je utvrđena za čitav period istraživanja u odnosu na srednje mesečne temperature. U vegetacionom periodu 2000 godine utvrđeno je odstupanje srednje temperature vazduha od $0,3^{\circ}\text{C}$ u septembru do $3,7^{\circ}\text{C}$ u avgustu u odnosu na normalu srednjih mesečnih temperatura za period 1960-1991. U vegetacionom periodu 2002. godine je odstupanje zabeleženo za maj, jun i jul mesec (zabeležana je veća srednja mesečna temperatura vazduha od $2,4^{\circ}\text{C}$). Najveće odstupanje od normale za temperature vazduha u vegetacionom periodu je utvrđeno

u junu 2003 godine (izmerena je za $4,6^{\circ}\text{C}$ veća temperature vazduha u odnosu na normalu). U odnosu na normalu je manje temperature vazduha utvrđena u junu, oktobru, novembru 2001 godine.

Grafikon 3. Odstupanje srednjih mesečnih temperatura ($^{\circ}\text{C}$) u odnosu na normalu srednjih mesečnih temperatura vazduha u periodu 1960-1991

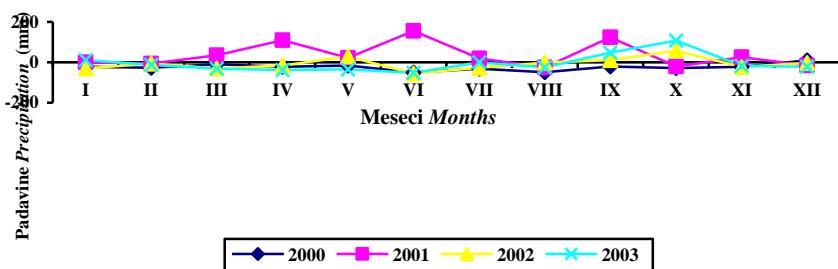
Graph 3. Deviation of average month temperatures ($^{\circ}\text{C}$) in relation to normal average month air temperatures in period 1960-1991



U istraživanom periodu srednje mesečne temperature vazduha su bile veće u razdoblju vegetacionog perioda u odnosu na normalu srednjih mesečnih temperature vazduha za period 1960-1991. Povećanje godišnje temperature vazduha uz smanjenje količine padavina direktno utiče na momentalnu vlažnost zemljišta.

Grafikon 4. Odstupanje količine padavina u odnosu na normalu srednjih mesečnih padavina u periodu 1960-1991

Graph 4. Deviation of precipitation in relation to normal average month precipitation in period 1960-1991



Veća količina padavina u odnosu na normalu srednje količine padavina u periodu 1960-1991 je u proseku utvrđena za 2001 godinu. Najveće odstupanje je utvrđeno za jun 2001 godine gde je palo za 155 mm više kiše u odnosu na normalu. Najveći deficit padavina u istraživanom periodu je utvrđen u junu 2000 i 2002 godine (palo je za 51 odnosno 55 mm manje kiše u odnosu na normalu), te u proleće 2003. U periodu od aprila do juna 2003. godine je palo 124 mm manje kiše u odnosu na normalu za ovo područje.

3.2 Karakteristike zemljišta

U tabeli 1. su prikazani granulometrijski sastav, teksturna klasa te sadržaj humusa i karbonata na dubinama od 0 - 10, 10 - 20, 20 - 30, 30 - 50 i 50 - 70 cm.

Sadržaj koloidne gline je do dubine od 70 cm ujednačen i kreće se od 4,9 do 10,9%. Preovladajuća frakcija po dubini profila u svim istraživanim zemljištima je frakcija sitnog peska. Sadržaj humusa je u humusno akumulativnom horizontu na lokalitetima Fišter i Lugarnice u proseku od 1,80 do 2,03%. Nepravilnost rasporeda humusa po dubini profila je posledica obradivanja zemljišta. Sadržaj karbonata je ujednačen i kreće se od 11,75 do 16,37%.

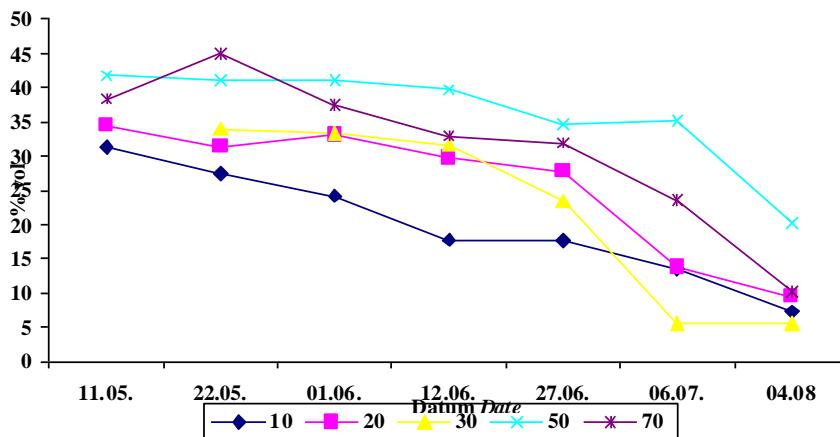
3.3 Dinamika vlažnosti zemljišta

3.3.1 Vegetacioni period 2000. godine

Na svim dubinama vlažnost zemljišta se smanjivala u osmatranim terminima od početka do kraja vegetacionog perioda u 2000. godini (grafikon 5). Najveća vrednost sadržaja vode u 2000. godini je utvrđena 22.05. na dubini od 70 cm u horizontu peskovito-ilovastog teksturnog sastava na lokalitetu Fišter. U svim drugim terminima osmatranja najvlažniji sloj je bio na dubini od 50 cm.

Grafikon 5. Dinamika vlažnosti ilovače i peskovite ilovače na lokalitetu Fišter u vegetacionom periodu 2000

Graph 5. The moisture dynamics in loam and sandy loam in Fišter site in growing season period of 2000



Peskovita ilovača na lokalitetu Bašte zadržava visoku i ujednačenu količinu vлаге na dubini od 50 do 70 cm (grafikon 6).

Na lokalitetu Lugarnica je utvrđeno da je tokom vegetacionog perioda vlažnost u peskovitoj ilovači bila najveća na dubini profila od 30 cm. Na kraju vegetacionog perioda je najveća vlažnost utvrđena na dubini od 70 cm.

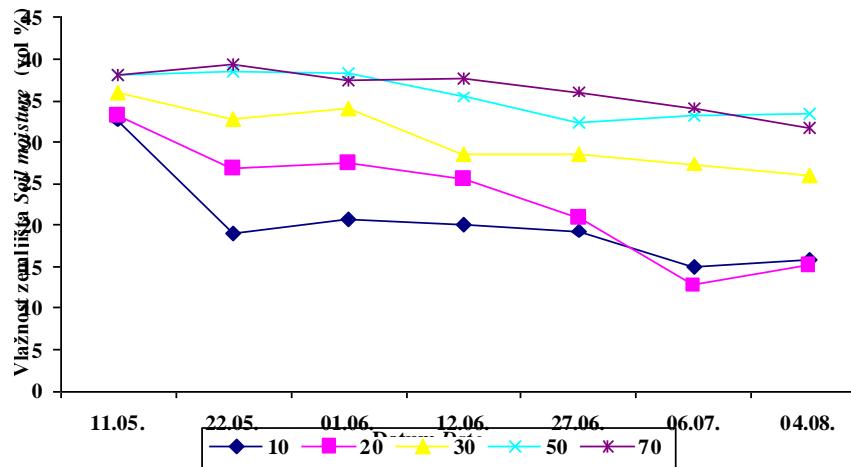
Tabela 1. Granulometrijski sastav, teksturna klasa, sadržaj humusa i karbonata

Table 1. Particle size composition, texture class, humus carbonates content

Lokalitet Site	Horizont Horizon	Dubina Depth	Granulometrijski sastav Particle size composition						Teksturna klasa Texture class	Humus Humus	Karbonati Carbonates
			Krupan pesak <i>Coarse sand</i>	Sitan pesak <i>Fine sand</i>	Prah <i>Silt</i>	Glina <i>Clay</i>	Ukupan pesak <i>Total sand</i>	Ukupna glina <i>Total clay</i>			
Fišter	A _p	0-10	11.3	40.4	38.5	9.8	51.7	48.3	Ilovača <i>Loam</i>	1.92	11.75
		10-20	2.1	49.2	39.2	9.5	51.3	48.7	Ilovača <i>Loam</i>	1.11	15.95
		20-30	5.6	44.2	40.4	9.8	49.8	50.2	Ilovača <i>Loam</i>	2.37	13.01
	I	30-50	1.5	69.1	23.2	6.2	70.6	29.4	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>	0.05	13.85
	I	50-70	10.2	46.7	32.8	10.3	56.9	43.1	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>	1.10	16.37
Bašte	A _p	0-10	12.3	66.1	16.5	5.1	78.4	21.6	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>	0.05	14.69
		10-20	0.5	79.0	15.4	5.1	79.5	20.5	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>	0.45	13.43
	I	20-30	5.0	74.6	15.5	4.9	79.6	20.4	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>	0.66	13.43
	I	30-50	1.3	59.3	32.6	6.8	60.6	39.4	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>	0.02	15.53
	I	50-70	12.5	62.8	17.9	6.7	75.3	24.7	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>	0.30	15.11
Lugarnica	A _p	0-10	5.5	60.8	28.2	5.5	66.3	33.7	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>	2.07	13.43
		10-20	1.7	59.1	29.8	9.4	60.8	39.2	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>	2.00	14.27
	A _p IG _{so}	20-30	1.1	61.5	29.9	7.5	62.6	37.4	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>	0.17	15.53
		30-50	0.4	60.8	29.1	9.7	61.2	38.8	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>	0.54	14.69
		50-70	0.1	75.2	17.8	6.9	75.3	24.7	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>	0.48	14.27

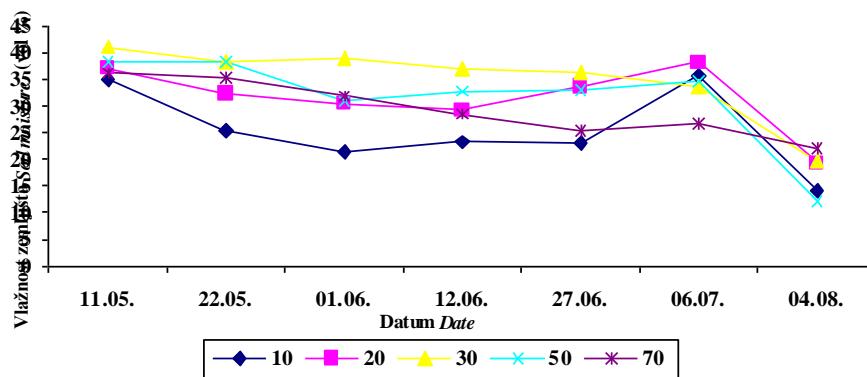
Grafikon 6. Dinamika vlažnosti peskovite ilovače na lokalitetu Bašte u vegetacionom periodu 2000

Graph 6. Moisture dynamics in sandy loam on Bašte site in growing season of 2000



Grafikon 7. Dinamika vlažnosti peskovite ilovače na lokalitetu 'Lugarnica' u vegetacionom periodu 2000.

Graph 7. Soil moisture dynamics in sandy loam on Lugarnica site in the growing season of 2000

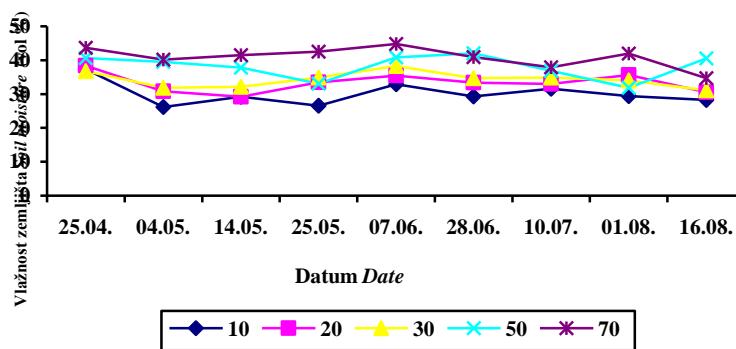


3.3.2 Vegetacioni period 2001. godine

Tokom vegetacionog perioda 2001. godine je utvrđena ujednačena vlažnost u istraživanim profilima tokom čitavog vegetacionog perioda (grafikoni 8, 9 i 10). Najveća vlažnost zemljišta je utvrđena na dubini od 70 cm.

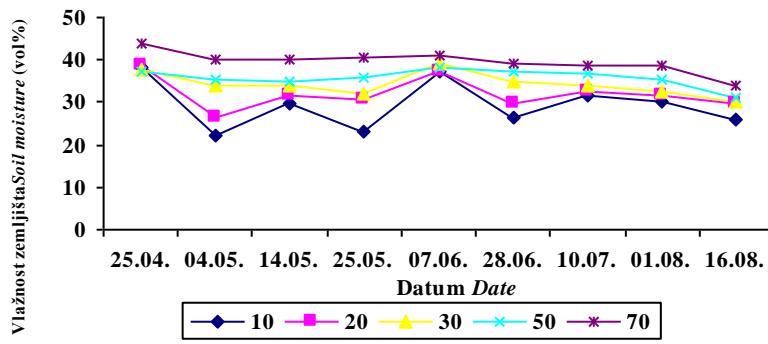
Grafikon 8. Dinamika vlažnosti ilovače i peskovite ilovače na lokalitetu Fišter u vegetacionom periodu 2001

Graph 8. Soil moisture dinamics in loam and sandy loam on Fišter site in growing season of 2001



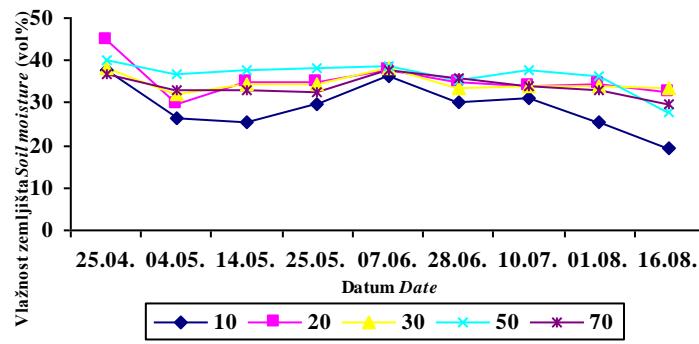
Grafikon 9. Dinamika vlažnosti peskovite ilovače na lokalitetu Bašte u vegetacionom periodu 2001

Graph 9. Soil moisture dinamics in sandy loam on Fišter site in growing season of 2001



Grafikon 10. Dinamika vlažnosti peskovite ilovače na lokalitetu "Lugarnica" u vegetacionom periodu 2001

Graph 10. Soil moisture dinamics in sandy loam on Lugarnica site in growing season of 2001

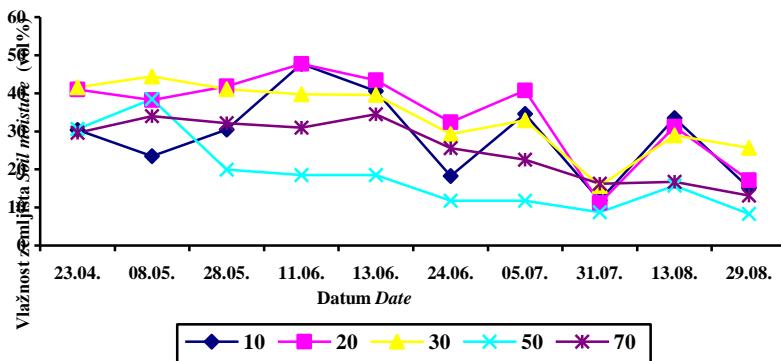


3.3.3 Vegetacioni period 2002

Tokom vegetacionog perioda 2002. godine je na lokalitetima Bašte i Lugarnica najveća momentalna vlažnost utvrđena na dubini od 70 cm (grafikoni 12 i 13). Na lokalitetu Fišter je utvrđeno da je momentalna vlažnost zemljišta tokom vegetacionog perioda smanjuje (grafikon 11).

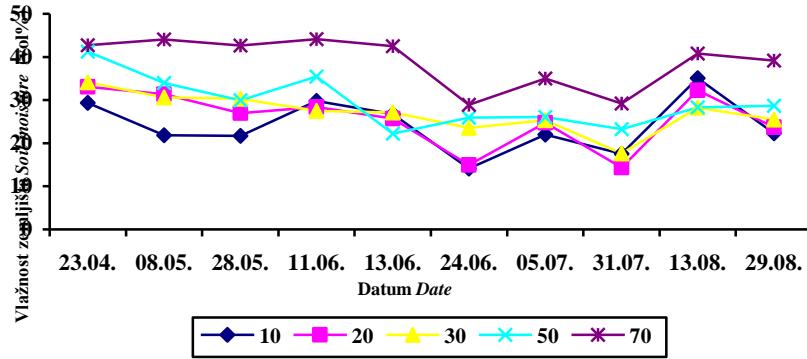
Grafikon 11. Dinamika vlažnosti ilovače i peskovite ilovače na lokalitetu Fišter u vegetacionom periodu 2002

Graph 11. Soil moisture dinamics in loam and sandy loam on Fišter site in growing season of 2002



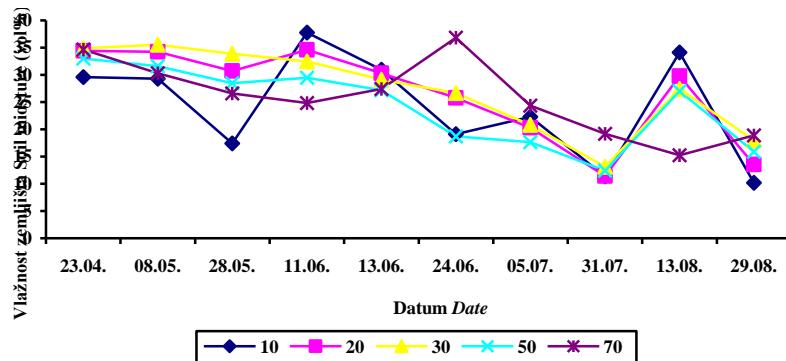
Grafikon 12. Dinamika vlažnosti peskovite ilovače na lokalitetu Bašte u vegetacionom periodu 2002

Graph 12. Soil moisture dinamics in loam and sandy loam on Bašte site in growing season of 2002



Grafikon 13. Dinamika vlažnosti peskovite ilovače na lokalitetu Lugarnica u vegetacionom periodu 2002

Graph 13. Soil moisture dynamics in sandy loam on Lugarnica site in growing season of 2002



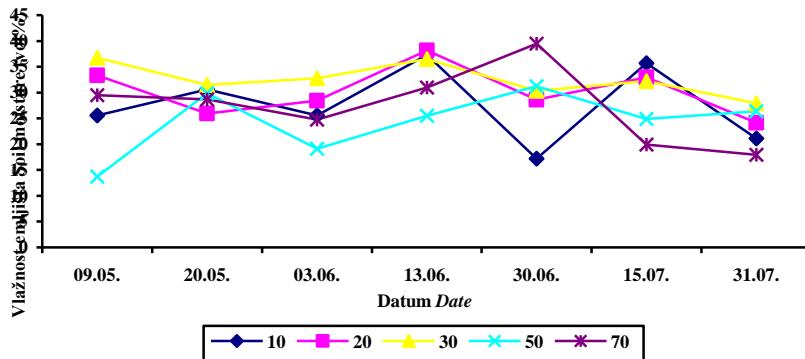
3.3.4 Vegetacioni period 2003. godine

Momentalna vlažnost zemljišta tokom vegetacionog perioda u 2003 godini ima slične karakteristike sa momentalnom vlažnošću u vegetacionom periodu u 2002. godini (grafikoni 14, 15 i 16).

Najveća momentalna vlažnost je utvrđena na dubini profila od 70 cm na lokalitetima Bašte i Lugarnica. Na lokalitetu Fišter je većim delom momentalna vlažnost bila najveća u površinskim horizontima.

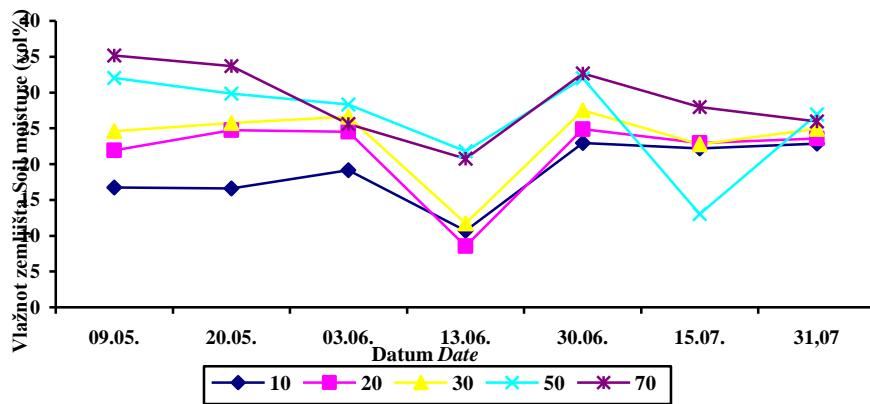
Grafikon 14. Dinamika vlažnosti ilovače i peskovite iloveče na lokalitetu Fišter u vegetacionom periodu 2003

Graph 14. Soil moisture dynamics in loam and sandy loam on Fišter site in growing season of 2003



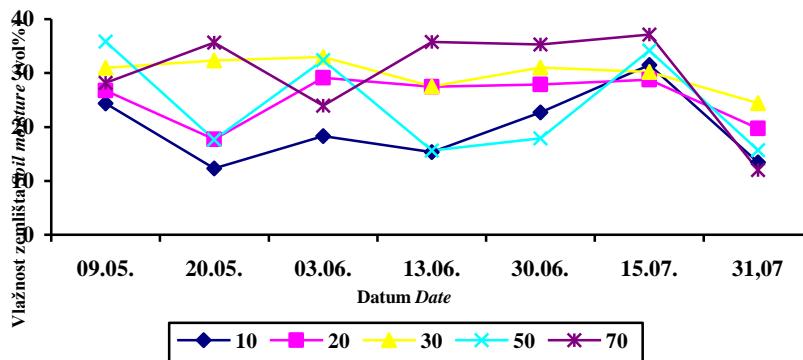
Grafikon 15. Dinamika vlažnosti peskovite ilovače na lokalitetu Bašte u vegetacionom periodu 2003

Graph 15. Soil moisture dinamics in loam and sandy loam on Bašte site in growing season of 2003



Grafikon 16. Dinamika vlažnosti peskovite ilovače na lokalitetu "Lugarnica" u vegetacionom periodu 2003

Graph 16. Soil moisture dinamics in sandy loam on Luarnica site in growing season of 2003



4. DISKUSIJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

U proseku viša temperatura vazduha, u odnosu na srednje mesečne vrednosti, je utvrđena za čitav period istraživanja, što je u skladu sa pokazateljima trenda rasta temperature vazduha na celom području Republike Srbije (Popović,

2007). S obzirom da na području Srbije dominira pozitivan trend povećanja temperature vazduha to su i odstupanja u vegetacionom periodu srednje temperature vazduha bile i do $4,6^{\circ}\text{C}$. Isto tako je potrebno istaći da su manje srednje temperature vazduha u odnosu na normalu utvrđene u junu, oktobru, novembru 2001 godine. Deficiti padavina u istraživanom periodu u odnosu na normalu (srednja mesečna količina padavina za period 1960-1991) su utvrđeni u 2000, 2002 i 2003 godini. U vegetacionom periodu su najveći deficiti padavina zabeleženi u junu 2000 i 2002. godine (palo je za 51 odnosno 55 mm manje kiše u odnosu na normalu), te u proleće 2003. U periodu od aprila do juna 2003. godine je pao 124 mm manje kiše u odnosu na normalu za ovo područje. Veća količina padavina u odnosu na normalu je u proseku utvrđena za 2001 godinu. Najveće odstupanje je utvrđeno za jun 2001 godine gde je pao za 155 mm više kiše u odnosu na normalu. Trendovi pokazuju na povećanje temperature i to u scenaruju sa ekstremnim promenama temperature vazduha, sa smanjenjem padavina tokom leta u delovima srednje Europe (IPCC 2007; Schar et al. 2004). Odstupanje na prethodnu konstataciju se javlja u smislu da je na istraživanim lokalitetima i tokom zime utvrđen deficit padavina, što nije u skladu sa predviđanjima u prethodno navedenim radovima. U tom smislu je i izvršena analiza momentalne vlažnosti, koja je praćena na rasadničkim površinama. Zemljišta su bila relativno homogenih svojstava. Na ovu konstataciju upućuje sadržaj koloidne gline koji je po dubini do 70 cm bio ujednačen (kretao se od 4,9 do 10,9%). Preovlađujuća frakcija po dubini profila na svim istraživanim zemljištima je bila frakcija sitnog peska. Sadržaj humusa je bio mali, što je neznatno uticalo na mogućnost skladištenja vode po dubini profila.

Tokom vegetacionih perioda sa izraženim deficitom (2000, 2002 i 2003. godina) na svim lokalitetima su utvrđene slične dinamike u momentalnoj vlažnosti zemljišta po dubini čitavog profila. Razlike se javlja za vegetacioni period 2001. godine gde su klimatske karakteristike bile povoljne i gde su promene bile u opskrbljenošću vodom najmanje, što se može dovesti u vezu da je količina padavina bila iznad proseka za normalu utvrđenu za područje istraživanja. Klimatske karakteristike (Živanov et al., 1985), manjak padavina je uticao na smanjenje uticaja efekata dubrenja i to verovatno zbog smanjene količine lakopristupačne vode u zemljištu.

U samoj dinamici momentalne vlažnosti po dubini profila ima razlike, tako da je na lokalitetu Lugarnica utvrđeno da je tokom vegetacionog perioda 2000. godine momentalna vlažnost bila najveća na dubini profila od 30 cm. Na kraju vegetacionog perioda je najveća momentalna vlažnost utvrđena na dubini od 70 cm. Tokom vegetacionog perioda 2002. i 2003. godine je na lokalitetima Bašte i Lugarnica najveća momentalna vlažnost utvrđena na dubini od 70 cm. Na lokalitetu Fišter je utvrđeno da je momentalna vlažnost zemljišta tokom vegetacionog perioda smanjuje.

5. ZAKLJUČCI

U radu je izvršena analiza dinamike vlažnosti zemljišta na tri ogledne površine u periodu od četiri godine na Oglednom dobru Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu.

U proseku viša temperatura vazduha (u odnosu na srednju mesečnu temperaturu vazduha) je utvrđena za čitav period istraživanja, što je u skladu sa pokazateljima trenda rasta temperature vazduha na celom području Republike Srbije. Trend povećanja temperature vazduha je bio pozitivan, a srednje temperature vazduha bile i do 4,6 °C veće u odnosu na normalu. Deficiti padavina u istraživanom periodu u odnosu na normalu su utvrđeni u 2000, 2002 i 2003 godini.

Fluvisol zemljišta su bila relativno homogenih svojstava. Preovlađujuća frakcija po dubini profila na svim istraživanim zemljištima je bila frakcija sitnog peska. Tokom vegetacionih perioda sa izraženim deficitom (2000, 2002 i 2003. godina) na svim lokalitetima su utvrđene slične dinamike vlažnosti zemljišta po dubini čitavog profila. Razlike se javlja za vegetacioni period 2001. godine gde su klimatske karakteristike bile povoljne i gde su promene bile u opskrbljenosću vodom najmanje.

6. LITERATURA

- Ćirić, M.(1984). Pedologija, Svetlost, str.311, Sarajevo
- Galić, Z. (2000). Istraživanje značajnijih faktora staništa na gajenje nekih sorti crne topole u Srednjem Podunavlju. Šumarski fakultet
- Galić Z. (2008). Uticaj meliorativnih zahvata na promene svojstava zemljišta u inundaciji reke Tamiš. Topola 181/82 str. 5-11
- Grupa autora (1971). Hemijske metode ispitivanja zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta. Knjiga I. JDPZ. Beograd
- Grupa autora (1977). Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta. JDPZ. str. 278. Novi Sad
- IPCC (2007) Summary for policymakers. In: Salomon S, Qin D, Manning M et al (eds) Climate change 2007: the physical science basis Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. University Press, Cambridge
- Ivanišević P., Milanovskij E. (1991). Mogućnost klasifikacije aluvijalnih zemljišta Srednjeg Podunavlja na bazi rezervi humusa. Radovi Instituta za topolarstvo, Knjiga 23, str. 33-42

- Popović, T. (2007). "Trend promena temperature vazduha i količine padavina na području Republike Srbije", *Šume i promena klime*, Šumarski fakultet, Beograd, pp. 81 -123
- Schär C, Vidale PL, Luthi D, Frei C, Haberli C, Liniger MA, Appenzeller C (2004). The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature* 427 p.332–336. doi:10.1038/nature02300
- Škorić, A.. Filipovski, G. i Ćirić, M. (1985). Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. ANUBiH. Posebna izdanja. Knjiga LXXVIII. Odelenje prirodnih nauka. Knjiga 13. str. 1-72. Sarajevo.
- Šumakov, S.V. (1960): Zemljišni uslovi u kulturama topola na rečnom poloju (Sava-Sr. Mitrovica i Drava-Varaždin), Jugoslov. savetodavni centar za polj. i šumarstvo, br. 23, Beograd
- Vučić, N. (1976): Navodnjavanje poljoprivrednih kultura, str. 440, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
- Živanov, N. (1977). Osobine aluvijalnih zemljišta i njihov značaj za taksacione elemente *Populus xeuramericana* (Dode) Guinier. cl. I-214. Doktorska disertacija. str. 376. Institut za topolarstvo Novi Sad.
- Živanov N., Ivanišević P., Herpka I., Marković J. (1985). Uticaj đubrenja i navodnjavanja na razvoj topola u rasadnicima i zasadima. Radovi 16. str. 119-162
- Živanov. N. i Ivanišević. P. (1986). Zemljišta za uzgoj topola i vrba. U Monografiji "Topole i vrbe u Jugoslaviji". str. 103 - 120. Novi Sad.
- Živković, B.. Nejgebauer, V.. Tanasijević, Đ.. Miljković, N.. Stojković, L. Drezgić, P. (1972). Zemljišta Vojvodine. Novi Sad.

Summary

**MONITORING OF SEASONAL DYNAMICS OF MOISTURE OF DIFFERENT SOILS
FOR THE CULTIVATION OF POPLAR IN THE MIDDLE DANUBE BASIN NEAR
NOVI SAD**

by

Galić Zoran, Ivanišević Petar, Orlović Saša, Redei Karoly, Pekeč Saša, Kebert Marko

Research conducted in the protected part of the alluvial plains of the Middle Danube Basin. The higher average air temperature is determined for the entire period of study. The vegetation period in 2000 found high variation of air temperature of 0.3 °C in September to 3.7°C in August compared to normal. The vegetation period in 2002. deviation was recorded for May, June and July Month (higher average monthly air temperature of 2.4 °C). The greatest departure from normal for the air temperature in the vegetation period is established in June 2003 (4.6 °C higher temperatures compared to normal). In relation to the normal air temperature is less established in June, October, November 2001.

During the period vegetacionih a pronounced deficit (2000, 2002 and 2003. Years) at all sites were found similar dynamics in soil moisture at the depth of the entire profile. The differences occur for the vegetational period 2001th year where the climate was favorable, and where the changes were at least water, which can be correlated to the amount of rainfall was above average for the normal established for research.

In moisture dynamics in depth profiles have differences, so the site Lugarnica found that during the vegetation period 2000th The current humidity was highest at the depth profiles of 30 cm. At the end of vegetation period is the largest current humidity found at a depth of 70 cm. During the vegetation period in 2002. and 2003. The locations of the gardens and the largest current Lugarnica humidity found at a depth of 70 cm. The site Fister was determined that the current soil moisture during the vegetation period decreases.

UDK: 632.95:632.7

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

EFIKASNOST TIAMETOKSAMA, DELTAMETRINA I TIAKLOPRIDA U SUZBIJANJU PLAVE VRBINE BUBE LISTARE (*Phyllodecta vitellinae* L.)

Drekić Milan, Vasić Verica, Poljaković-Pajnik Leopold, Galović Vladislava¹

Izvod: Jedan od najznačajnijih insekata defolijatora topola i vrba u rasadnicima i zasadima u Srbiji je plava vrbina buba listara (*Phyllodecta vitellinae* L.). U radu su prikazani rezultati ispitivanja efikasnosti insekticida na bazi aktivnih materija tiacetoksama, deltametrina i tiakloprida u suzbijanju ovog štetnog insekta. Istraživanja u laboratorijskim uslovima su pokazala visoku efikasnost primenjenih preparata u suzbijanju imagi, kod sva tri preparata nakon 48 časova efikasnost je bila 100%. Ispitivani preparati su pokazali i visoku efikasnost u suzbijanju larvi *P. vitellinae*.

Ključne reči: *P. vitellinae*, efikasnost, tiacetoksam, deltametrin, tiakloprid

EFFICACY OF THIAMETHOXAM, DELTAMETHRIN AND THIACLOPRID IN CONTROLLING BLUE WILLOW LEAF BEETLE (*Phyllodecta vitellinae* L.)

Abstract: One of the most significant defoliating pests in the of poplars' and willows' nurseries and stands in Serbia is blue willow leaf beetle *Phyllodecta vitellinae* L. The results of examination of the efficiency of insecticides based on tiacetoksam, deltametrin and tiakloprid in the control of this harmful insect are presented in this work. The laboratory experiments showed the high efficiency of examined preparations in the control of adults for every of three examined preparations caused efficacy of 100% in 48 hours. Examined preparations showed high efficiency in the control of larvae of *P. vitellinae* too.

Key words: *P. vitellinae*, efficacy, thiamethoxam, deltamethrin, thiacloprid

1. UVOD

U rasadnicima i zasadima topola i vrba u Srbiji česta su prenamnoženja plave vrbine buba listare. U novije vreme javlja se i kao štetočina u energetskim zasadima topola i vrba u Evropi (Urban, 2006). Štete pričinjavaju larve koje skeletiraju list poredane jedna do druge i imagi koja se dopunski hrane na lišću i mladim

¹ Mr Milan Drekić, istraživač saradnik, Mr Verica Vasić, istraživač saradnik, Mr Leopold Poljaković Pajnik, istraživač saradnik, Dr Vladislava Galović, naučni saradnik, IR Institut za nizjsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

izbojcima. Jedna ženka položi preko 200 jaja (Tomić, 1952). U našem podneblju ima 2 do 3 generacije u toku godine (Jodal, 1967). Zbog velikih šteta koje mogu nastati u rasadnicima i zasadima neophodno je sprovođenje hemijskih mera suzbijanja. Schneider (1972) za suzbijanje preporučuje DDT ili HCH. Jodal (1985) je dobre rezultate postigao primenom insekticida Furadan G 10 (carbofuran) i Dimilin WP (diflubenzuron). Veliki broj insekticida koji su do sada u praksi korišćeni za suzbijanje *P. vitellinae* L., kao što su fenitrotron, deltametrin, diflubenzuron, karbofuran, i dr. nalaze se na listama "visoko opasnih" i zabranjenih pesticida za primenu u sertifikovanim šumama (Anonymus, 2007) i potrebno im je naći zamenu. Najveći deo šuma u Srbiji danas poseduje FSC sertifikat ili se nalazi u procesu njegovog dobijanja i organizacije koje gazduju tim šumama dužne su da se pridržavaju uputstava organizacije FSC o primeni pesticida. Iz tog razloga su obavljena istraživanje biološke efikasnosti dva novija insekticida iz grupe neonikotinoida čija je primena nije zabranjena od strane organizacije FSC (Forest Stewardship Council).

2. MATERIJAL I METODE

U ispitivanju biološke efikasnosti insekticida za suzbijanje imaga i larvi *P. vitellinae* primjenjeni su Actara 25 WG, Callipso 480 – SC i Decis 2,5 EC koji je do danas široko korišćen u suzbijanju buba listara na topolama i vrbama.

Laboratorijski ogled za ispitivanje biološke efikasnosti insekticida na imagu *P. vitellinae* L. postavljen je 28.08.2008. godine. U cilju ispitivanja kontaktnog delovanja korišćena su imagi prve generacije insekta, iz poljskih uslova (lokalitet Kaćka šuma). Primjenjena je metoda potapanja insekata u trajanju od 5 sekundi (Indić, 1994). Ogled je postavljen u četiri ponavljanja. Broj imagi po ponavljanju je 25. Insekti nisu hranjeni tokom ogleda. Ocena smrtnosti obavljena je 24 i 48 časova posle tretiranja insekata. Kao kriterijum za smrtnost su uzeti uginuli insekti. Podaci o smrtnosti su korigovani za smrtnost u kontroli (Schneider Orelli, 1947). Izvršena je transformacija podataka u $\arcsin\sqrt{procenat}$. Značajnost razlika za efikasnost određena je analizom varijanse (ANOVA).

Ogled za proveru biološke efikasnosti preparata za suzbijanje larvi *P. vitellinae* postavljen je 02.09.2008. u matičnjaku topola na oglednom dobru Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu. Ogled je postavljen u četiri ponavljanja po slučajnom blok sistemu. Pre postavljanja ogleda brojnost larvi se kretala od 8 do 79 po jednom izbojku topole. Za tretiranje je korišćena ručna prskalica Hipol – 6. Ocena larvicidnog efekta je izvršena 1, 3 i 10 dana nakon tretiranja. Efikasnost primjenjenih insekticida je izračunata po Henderson- Tilton – ovoj formuli. Izvršena je transformacija podataka u $\arcsin\sqrt{procenat}$. Značajnost razlika za efikasnost određena je analizom varijanse (ANOVA).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Pored značaja koji kao štetočina topola i vrba ima *P. vitellinae* u Srbiji nema registrovanih insekticida za suzbijanje. Od ispitivanih preparata registraciju za primenu u šumskim sastojinama ima samo Decis 2,5 EC i to za suzbijanje gubara, osa hrastovog lišća, zelenog hrastovog savijača, mrazovaca i žutotrbe dok insekticidi Actara 25 WG i Callipso 480 SC nisu uopšte registrovani za primenu u šumama (Sekulić i Savčić-Petrić, 2009). Rezultati ovih istraživanja imaju cilj da se ukaže na potencijalo uspešnu primenu ispitivanih insekticida u šumama čime bi se potakli njihovi proizvođači i distributeri na registraciju koja bi omogućila legalnu primenu.

Rezultati ostvareni u laboratorijskim ispitivanjima kontaktnog delovanja insekticida na imagu su prikazani u tabeli 1. Rezultati su ukazali na visok mortalitet tretiranih imagi već nakon 24 časa što je naročito bio slučaj kod insekticida Decis 2,5 EC gde je konstatovana 100% efikasnost. Insekticidi Actara 25 WG i Callipso 480 SC su takođe bili visoko efikasni nakon ovog perioda i samo su konstatovani pojedinačni slučajevi paralisanih insekata, dok živi insekti nisu konstatovani. Nema statistički značajnih razlika u pogledu smrtnosti između primenjenih insekticida. Nakon 48 časova kod sva tri primenjena insekticida utvrđena je 100% efikasnost.

Dakle ispitivana populacija imagi plave vrbine bube listare ispoljila je veoma visoku osetljivost prema istitivnim insekticidima. Ovo je od velikog praktičnog značaja jer ukazuje da se njihovom primenom mogu uspešno suzbijati imagi. Ovo je često slučaj u praksi kada se u proleće suzbijaju prezimela imagi u vreme dopunske ishrane i njihovom uspešnom redukcijom se postižu optimalni rezultati zaštite jer se sprečavaju veće štete i najčešće se populacija smanji u dovoljnoj meri da nisu potrebne mere suzbijanja u toku vegetacije.

Tabela 1. Efikasnost za suzbijanje imaga *P. vitellinae*Table 1. Efficacy for control of adult of *P. vitellinae*

Preparat i insekticid <i>Insecticide product and insecticide</i>	Primljena koncentracija <i>Application rate</i>	29.08. 2008 (24 h) (24 hours)		30.08. 2008 (48 h) (48 hours)
		%	$\text{arcsin } \sqrt{\text{procenat}}$	%
Actara 25 WG (thiamethoxam)	0,02%	98,0	90,0 a	100
Decis 2,5 EC (deltamethrin)	0,05%	100,0	85,9 a	100
Callipso 480 SC (thiacloprid)	0,015%	97,0	83,0 a	100
NZR _{0,05} LSD_{0,05}^{*)}			10,8	

^{*)} NZR – najmanja značajna razlika LSD – the least significant difference

Rezultati poljskog ogleda za utvrđivanje larvicidnog efekta ispitivanih insekticida prikazani su u tabelama 2 i 3. Iz rezultata prikazanih u tabeli 2. evidentno je smanjene broja larvi u kontroli koje je posledica završetka larvenog razvića kod dela larvi druge generacije. Nakon 24 časa konstatovana je efikasnost primenjenih preparata od 82,9 do 96,1 %. Statistički značajno nižu efikasnost nakon 24 časa je pokazao insekticid Actara 25 WG (82,9%).

Tabela 2. Brojnost živih larvi pre i posle tretiranja insekticidima
Tabela 2. Number of alive larvae before and after treatment

Preparat i insekticid <i>Insecticide product and insecticide</i>	Broj larvi pre tretiranja <i>Number of larvae before treatment</i> (Ms±Sd) ^{*)}	Broj larvi posle tretiranja <i>Number of larvae after treatment</i> (Ms±Sd)		
		1 dan <i>1 day</i>	3 dana <i>3 days</i>	10 dana <i>10 days</i>
Actara 25 WG (thiamethoxam))	111,3±20,8	20,0±5,0	1,25±0,5	1,0±0,5
Decis 2,5 EC (deltamethrin)	149,5±12,5	6,5±2,2	1,0±0,3	2,3±1,4
Callipso 480 SC (thiacloprid)	117,0±22,0	4,8±4,3	1,0±0,3	3,5±3,0
Kontrola Untreated	121,3±10,8	127,3±9,8	118,0±16,5	56,5±10,5

^{*)} Ms – srednja vrednost; Sd – standardna devijacija *Ms – average value; Sd – standard deviation*

Tri dana nakon aplikacije efikasnost je bila od 98,9 do 99,3%. Između ostvarenih efikasnosti nije bilo statistički značajnih razlika. Deset dana od tretiranja efikasnost je bila od 93,6 kod insekticida Callipso 480 SC do 98,1% kod insekticida Actara 27 WG i u pogledu efikasnosti nije bilo statistički značajnih razlika uzmeđu primenjenih preparata.

Visoka toksičnost dva primenjena neonikotinoida za imaga i larve *P. vitellinae* koja je u rangu piretroida Decis 2,5 EC preporučuje ih za suzbijanje. Zbog činjenice da je sa primenjenim koncentracijama utvrđena vrlo visoka toksičnost neonikotinoida za imaga i larve u daljem radu bi trebalo proveriti i njihovu efikasnost pri nižim kako bi se utvrdila optimalna koncentracija za praktičnu primenu.

4. ZAKLJUČCI

Na osnovu sprovedenih istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

Istraživanje je ukazalo na visoku efikasnost za suzbijane imaga već nakon 24 časa, a nakon 48 časova za sva tri primenjena insekticida utvrđena je 100% efikasnost.

Tabela 3. Efikasnost tiacetoksama, deltametrina i tiakloprida u suzbijanju larvi *P. vitellinae*
 Table 3. Efficacy of thiamethoxam, deltamethrin i thiacyclopid in control of larvae of *P. vitellinae*

Insekticid i preparat <i>Insecticide and insecticide product</i>	Primjenjena koncentracija <i>Application rate</i> (%)	Efikasnost <i>Efficacy</i> (%)					
		1 dan <i>1 day</i>		3 dana <i>3 days</i>		10 dana <i>10 days</i>	
		%	$\arcsin \sqrt{procenat}$	%	$\arcsin \sqrt{procenat}$	%	$\arcsin \sqrt{procenat}$
Actara 25 WG (thiamethoxam)	0,02	82,9	65,5 b	98,9	84,7 a	98,1	82,8 a
Decis 2,5 EC (deltamethrin)	0,05	95,9	76,7 a	99,3	86,0 a	96,1	80,9 a
Callipso 480 SC (thiacyclopid)	0,015	96,1	78,9 a	99,1	84,9 a	93,6	81,0 a
NZR _{0,05} LSD_{0,05}^{*)}			8,4		5,9		18,4

^{*)} NZR – najmanja značajna razlika *LSD – the least significant difference*

Svi primjenjeni insekticidi su visoko efikasni i za suzbijanje larvi plave vrbine bube listare.
Ispitivani insekticidi iz grupe neonikotinoida (Actara 25 WG i Callipso 480 SC) poseduju visoku efikasnost za suzbijanje imaga i larvi buba listare *P. vittellinae* što ih preporučuje za suzbijanje ovog štetnog insekta.

5. LITERATURA

- Anonymous, (2007): Forest Stewardship Council Pesticides Policy: Guidance on implementation. FSC, FSC – GUI – 30 –001 version 2 – 0 EN.
- Indić, D., (1994): Efekti zajedničkog delovanja insekticida na krompirovu zlaticu *Leptinotarsa decemlineata* Say., Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Beograd.
- Jodal I., (1967): Zaštita topola. Jugoslavenski poljoprivredno šumarski centar, Beograd: 74-76.
- Jodal, I., (1985): Suzbijanje stetnih insekata – defolijatora topola preparatima na bazi diflubenzurona i carbofurana. Radovi, Institut za Topolarstvo, 16: 295–324.
- Schnaider, Z. (1972) Szkodniki wikliny i ich zwalczanie. Warszawa, Akademia Rolnicza: 55.
- Schneider Orel, O., (1947): Entomologisches practicum, Aufl., Arau.
- Sekulić, J., Savčić – Petrić, S. (2009): Pesticidi u prometu u Srbiji. Biljni lekar 2-3: 326 – 330.
- Tomić D., (1952): Neka zapažanja u vezi sa masovnim namnoženjem buba listara u okolini Beograda (*Phyllococta vitellinae* i *Plagiodera versicolor*). Šumarstvo, 6: 508-511.
- Urban, J., (2006): Occurrence, development and economic importance of *Phratora (Phyllococta) vitellinae* (L.) (Coleoptera, Chrysomelidae). Journal of Forest Science, 52: 357-385.

Summary

**EFFICACY OF THIAMETHOXAM, DELTAMETHRIN AND THIACLOPRID IN
CONTROLLING BLUE WILLOW LEAF BEETLE (*Phyllobecta vitellinae* L.)**

Drekić Milan, Vasić Verica, Poljaković–Pajnik Leopold, Galović Vladislava

The blue willow's leaf beetle *P. vitellinae* is one of the most abundant defoliating insects in poplars and willows nurseries and stands in Serbia. In the work the results of the examination of the efficiency were showed for two recent insecticides from the group of neonicotinoids. The piretroid deltametrin is the insecticide whose efficiency was well known and tested in recent years. The preparations Actara 25 WG (in concentration 0,02%, active meter is tiacetoksam), Callipso 480-SC (in concentration 0,015%, active meter is tiakloprid) and Decis 2,5 EC (in concentration 0,05%, active meter is deltametrin).

The laboratory exams of these insecticides in the control of adults of *P. vitellinae* were conducted in Institute for lowland forestry and environment. The experiments showed for all three insecticides efficacy was 100% in 48 hours.

Examined preparations showed also high efficiency in control of larvae of *P. vitellinae*. In field test for the efficiency of three examined preparations in the control of larvae of *P. vitellinae* three days after application the high efficiency was observed (up to 99%). After ten days from the treatment the efficiency of Callipso 480 SC was 936% while the highest efficiency was found for Actara 25 WG (98,1%).



UDK: **582.623.2:581.19**

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

HEMIJSKI SASTAV DRVETA ODABRANIH KLONOVA TOPOLA

Klašnja Bojana, Orlović Saša, Galić Zoran, Keber Marko¹, Stevanov Mirjana²

Izvod: U radu se daje prikaz zapreminske mase i dužine vlakana, kao i hemijskog sastava drveta različitih klonova topola, starosti 10 godina, koja su obavljena u Institutu za nizijско šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu. Ispitivanja hemijskog sastava su obuhvatila uzorke drveta stabala sa različitim visinama debla, a odnose se na standardne analize sadržaja osnovnih hemijskih konstituenata drvnog tkiva ćelijskog zida: celuloze, lignina i hemiceluloza, kao i na određivanje sadržaja ekstraktivnih materija i neorganskih materija – pepela u drvetu. Metodama statističke analize su konstatovane značajne – signifikantne razlike svih analiziranih konstituenata drvene supstance kao posledica različitog hemijskog sastava drveta ispitanih klonova.

Ključne reči: crne topole, euramerička topola, hemijski sastav

CHEMICAL COMPOSITION OF WOOD OF SOME POPLAR CLONES

Abstract: The objective of this work was to investigate the wood volume density and fiber length of wood of some poplar clones aged 10 years, obtained at Institute of Lowland Forestry and Environment in Novi Sad. For chemical composition of wood samples were taken from different height of stem and regarding to standard analyses of main chemical constituent of cell wall wood tissue: cellulose, lignin, and pentozanes, as well as extractives and ash content. Variability of chemical composition was determined by statistical methods. There are significant differences between the contents of all individual components of wood chemical composition.

Key words: black poplar, euramerican poplar, chemical composition

1. UVOD

U radu je prikazan deo rezultata ispitivanja koja su obavljena u laboratorijama Instituta sa ciljem da se odrede osnovne karakteristike kvaliteta drveta raznih klonova topola. S obzirom da se drvo topola uglavnom koristi kao sirovina za proizvodnju vlakana i mehaničku preradu, prilagodjen je pristup istraživanja u tom smislu da se za potrebe mehaničke prerade koristi drvo iz klasičnih zasada sa dužom ophodnjom (preko 20 godina). U slučaju prerade drveta u

¹ Dr Bojana Klašnja, naučni savetnik, dr Saša Orlović, naučni savetnik, dr Zoran Galić, viši naučni saradnik, Marko Keber, dipl. biohemičar, istraživač pripravnik, Institut za nizijско šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad

² Dr Mirjana Stevanov, naučni saradnik, Fakultet za šumarstvo i ekologiju šuma, Getingen, Nemačka

industriji vlakana, primenjuju se kraći ciklusi ophodnje, uz mogućnost usmerene selekcije u ranoj fazi, sa ciljem da se kvalitet drvne sirovine prilagodi nameni.

Proizvodnja drveta brzorastućih vrsta, u koje spada i topola, u ciklusima kratke ophodnje predstavlja mogućnost za dobijanje kvalitetne sirovine za mehaničku preradu i naročito, hemijsku preradu, u uslovima sve većeg nedostataka industrijskog četinarskog drveta. Mnogobrojna ispitivanja su pokazala da postoje značajne razlike u sastavu drvne supstance sa aspekta hemijskog sastava po grupama jedinjenja između različitih klonova topola. Nekoliko autora je pokazalo da se selekcijom i oplemenjivanjem može u ranoj fazi uticati na karakteristike drvnih vlakana i specifičnu težinu drveta (De Bell et al., 1998; Ivkovich, 1996; Peszlen, 1998; Matyas i Peszlen, 1997). Takođe, Goyal, et al. (1999) su objavili da se može uticati i na hemijski sastav drveta i njegove fizičke osobine tokom oplemenjivanja izabranih klonova topola. Statistički značajne razlike, na klonskom nivou, hemijskog sastava i tehnoloških karakteristika su pokazane analiziranjem rezultata ispitivanja 20 klonova topola starosti 7 godina (Chantre, 1995). Važno je napomenuti da uslovi staništa, tehnika gajenja, uslovi okoline, kao i starost drveta mogu u zanačajnoj meri da utiču na rezultate ispitivanja hemijskog sastava drveta.

Cilj ovog rada je da se ustanove razlike u pogledu zapreminske mase, dužine vlakana i hemijskog sastava drveta različitih klonova topola, američke crne topole, i da se analizira odnos prema najčešćem klonu u našoj topolarskoj praksi, klonu I-214. koji je u grupi eurameričkih topola (*P.x euramericana*).

2. METOD RADA

U okviru ovih ispitivanja je prikazan deo istraživanja svojstava drveta četiri klena američke crne topole (*P.deltoides* Bartr.), u poređenju sa osobinama klena I-214 (*P. x euramericana* Dode), kao najzastupljenijim klonom u proizvodnoj praksi, koji je uzet kao referentni nivo. Starost odabralih klonova je 10 godina a gustina sadne je 3 x 3m.

Na osnovu fenotipske procene nekoliko značajnih svojstava: prečnik i visina stabla, oblik debla i krošnje, pravnost, granatost, osetljivost na oboljenja i oštećenja, i sl., obavljena su dendrometrijska merenja i odabrana su po tri modelna stabla svakog klena. Od svakog klena su uzeta po tri srednja stabla, a od svakog debla su sa tri visine uzeti uzorci za ispitivanje osnovnih karakteristika drveta. Nakon izbora i obaranja modelnih stabala, izvršena je zapreminska analiza i uzeti su kolutovi debljine oko 3 cm sa prsne visine, i sa visine koja odgovara polovini i tri četvrtine visine debla

Tako dobijeni uzorci su poslužili za određivanje dužine vlakana i zapreminske mase drveta, kao najvažnijih strukturnih i fizičkih osobina drveta. Za određivanje dužine vlakana je prethodno izvršena maceracija vlakana po modifikovanom metodu Franklin (Franklin, 1945), a prosečna brojna i masena dužina vlakana je izračunata za svaki klen na osnovu metode koju je predložio Clark, (1983).

Odredjivanje nominalne zapreminske mase drveta (apsolutno suva masa po jedinici zapremine drveta sa maksimalnim sadržajem vlage) je izvršeno prema JUS standardu D.A1.044.

Od uzoraka drveta koji su uzeti prema napred pomenutoj metodologiji, su mlevenjem i mešanjem u određenim proporcijama pripremljeni uzorci za odredjivanje hemijskog sastava. Određen je hemijski sastav po glavnim komponenatama – grupama jedinjenja, prema standardnoj metodologiji: pepeo TAPPI standards T 211 m-58; sadržaj ekstraktivnih materija TAPPI standards T 204 os-76; sadržaj Klason lignina TAPPI standards T 13 m-54; sadržaj pentozana bromid bromatna metoda (Pravilova, 1984); sadržaj celuloze po metodi Kurschner-Hoffer (Pravilova, 1984). Za analizu rezultata je korišćena statistička analiza koja je obuhvatila izračunavanje srednjih vrednosti, koeficijenta varijacije i analizu varijanse (ANOVA).

3. REZULTATI ISPITIVANJA I ANALIZA

3.1. Zapreminska masa drveta

Vrednosti absolutno suve i nominalne zapreminske mase ispitanih klonova su prikazane u tabeli 1. Primetno je variranje vrednosti u zavisnosti od klonu, uz napomenu da je najniža vrednost i absolutno suve (310 kgm^{-3}), i nominalne zapreminske mase (285 kgm^{-3}), zabeležena za klon I-214.

Tabela 1: Zapreminska masa drveta

Table 1: Wood density

Klon Clone	Poroznost Porosity %	Aps. suva Oven dry kgm^{-3}	Nominalna Basic kgm^{-3}	U odnosu na Regarding to I-214
S1-8	73.65	395	351	125
S6-36	70.65	440	393	140
S6-20	73.52	397	357	126
S1-3	74.72	379	350	122
I-214	79.32	310	285	100

Najviše vrednosti su odredjene za klon S6-36 i to za absolutno suvu zapreminsku masu koja iznosi 440 kgm^{-3} . Analiza varijanse pokazuje da postoje značajne razlike između klonova ($P=0.001$), kako za vrednosti nominalne, tako i za vrednosti absolutno suve zapreminske mase. Relativni odnos prema klonu I-214 pokazuje da su vrednosti zapreminske mase klonova crnih topola značajno veće, za klon S6-36 čak za 40%.

Za drvo topole kao difuzno-poroznu vrstu sa niskom gustom drveta, može se konstatovati da je gustina nešto veća u delovima preseka bliže srži, tj u ranoj fazi rasta biljke. Značajno povećanje zapreminske mase se zapaža tek posle petnaeste godine rasta (Chantre, 1995), dok je Blankehorn, (1988) saopštio da se specifična težina drveta povećava sa starošću. Slično, Bendtsen i Senft, (1986) su ustanovili da nema velikih promena specifične težine sa starošću i da je porast

svega 10% u odrasлом дрвету у поређењу са јувенилним дрветом код клонова *P. deltoides*.

3.2 Dužina drvnih vlakana

Dužina drvnih vlakana drveta topola opada sa visinom stabla. Analizom varijanse dobijenih vrednosti su ustanovljene signifikantne razlike ne samo po visini stabla, nego i izmedju ispitanih klonova (tabela 2).

Tabela 2: Dužina drvnih vlakana, mm

Table 2: Fiber length, mm

Klon Clone	Uzorak Sample 1.3 m	Uzorak Sample ½ H	Uzorak Sample ¾ H	Prosek Average	U odnosu na Regarding to I-214
S1-8	1.050	1.109	0.919	1.026	104
S6-36	1.053	1.100	0.960	1.038	105
S6-20	1.067	1.088	1.029	1.061	107
S1-3	1.001	1.046	0.941	0.996	101
I-214	0.996	1.029	0.949	0.991	100

Dužina drvnih vlakana varira od 0,991 mm do 1.026 mm u proseku, i u granicama je vrednosti koje se sreću za drvo topole

3.3 Hemijski sastav drveta

Pregled rezultata analiza hemijskog sastava po grupama jedinjenja, po visinama stabala ispitiivanih klonova je dat u narednim tabelama.

Prosečan sadržaj celuloze se kreće u intervalu od 50,79% za klon I-214, do 56,21% za klon S6-36 (Tabela 3). Analiza varijansi pokazuje značajne razlike unutar pojedinih klonova, po visini stabla, ali i interklonalne razlike. Koeficijent varijacije je 3,59%.

Tabela 3: Sadržaj celuloze, %

Table 3: Cellulose content, %

Klon Clone	Uzorak Sample 1.3 m	Uzorak Sample ½ H	Uzorak Sample ¾ H	Prosek Average	U odnosu na Regarding to I-214
S1-8	52.89	52.67	50.08	52.21	103
S6-36	56.75	56.14	55.75	56.21	111
S6-20	56.81	55.92	53.95	55.56	109
S1-3	52.15	51.35	50.3	51.27	101
I-214	51.79	51.04	49.55	50.79	100

Sadržaj celuloze uglavnom opada po visini stabla, vrednosti su u granicama koje su konstatovane u našim ranijim ispitivanjima (Klašnja, 2006, Klašnja et al.

2007), i koje se mogu naći u literaturi, a nešto povećan sadržaj (preko 50%) može biti posledica pojave tenzionog drveta, koje je karakteristično za ovu drvnu vrstu.

Varijacije sadržaja pentozana (tabela 4), su izrazitije nego za sadržaj celuloze. Najniži prosečni sadržaj je ustanovljen za klon S6-36 u iznosu 16,96%, a najviši za klon S1-3 od 19,29 %. Koeficijent varijacije je 6.13 %, a razlike su signifikantne, kako unutar klonova, odnosno po visinama uzimanja uzorka, tako i izmedju ispitanih klonova.

Tabela 4: Sadržaj pentozana, %

Table 4: Pentozanes content, %

Klon Clone	Uzorak Sample 1.3 m	Uzorak Sample $\frac{1}{2} H$	Uzorak Sample $\frac{3}{4} H$	Prosek Average	U odnosu na Regarding to I-214
S1-8	18.31	18.38	19.29	18.66	100
S6-36	16.64	17.01	17.23	16.96	90
S6-20	16.59	17.10	17.36	17.02	90
S1-3	19.02	19.30	19.55	19.29	102
I-214	18.60	18.78	19.26	18.88	100

Posmatrano kao ukupni sadržaj ugljenohidratne komponente (celuloza + pentozani), uočava se uzak interval od 71,07% za klon S1-8 do 72,58% za klon S6-20, dok vrednost za klon I 214 iznosi 69,67%

Ukupan sadržaj polisaharaida (srednja vrednost 71,48%) je vrlo povoljan u slučaju korišćenja drveta ovih klonova kao sirovine za proizvodnju vlakana, i u skladu je sa rezultatima naših prethodnih istraživanja. Podaci koje daju Goyal, et al. (1999) su nešto viši (73,8 do 85,7%) za pet klonova sarosti 8 godina, s tim što je sadržaj ekstraktivnih materija u granicama 1.7% do 3.1%. Alvarez i Tjeerdsma, (1995) daju vrednosti za sadržaj ugljenih hidrata od 71.5%, i ekstraktivnih materija od 1.3% za *P.deltoides x trichocarpa "Donk"* starosti 9 godina.

Tabela 5: Sadržaj lignina, %

Table 5: Lignin content, %

Klon Clone	Uzorak Sample 1.3 m	Uzorak Sample $\frac{1}{2} H$	Uzorak Sample $\frac{3}{4} H$	Prosek Average	U odnosu na Regarding to I-214
S1-8	22.03	22.09	26.35	23.49	97
S6-36	19.98	22.02	26.2	22.73	94
S6-20	22.48	23.88	26.11	24.16	100
S1-3	24.51	20.25	26.63	23.80	98
I-214	22.64	24.44	25.48	24.19	100

Statistička analiza sadržaja lignina (tabela 5) nije ukazala na signifikantne razlike medju klonovima, jer su vrednosti u relativno uskom intervalu od 23,49% do 24.19%, ali su zato konstatovane značajne razlike izmedju vrednosti na različitim visinama stabla. Najviše vrednosti su odredjene za referentni klon I 214, a najniže za klon S6-36, i one su u granicama vrednosti za lišćarske vrste. Ove vrednosti se slažu

sa vrednostima dobijenim u ranijim ispitivanjima drveta slične starosti: srednja vrednost za nekoliko klonova *P. deltoides* starosti 9 godina je 22,7% (Kopitović et al., 1996, Klašnja i Kopitović, 1997, 2006). Alvarez i Tjeerdsma, (1995) daju podatke o srednjoj vrednosti od 18,6% za drvo starosti 9 godina, a Goyal, et al. (1999) od 16,6% do 26,4% za nekoliko klonova starosti 8 godina.

Vrednosti sadržaja ekstraktivnih materija su prikazane u tabeli 6. Ako se posmatraju srednje vrednosti za svaki klon. može se videti da se kreću u relativno širokom opsegu od 2,32 % za klon S6-20 pa do 3,27 % za klon S6-36.

Tabela 6: Sadržaj ekstraktivnih materija, %

Table 6: Extractives content, %

Klon Clone	Uzorak Sample 1.3 m	Uzorak Sample ½ H	Uzorak Sample ¾ H	Prosek Average	U odnosu na Regarding to I-214
S1-8	2.37	2.63	2.64	2.55	79
S6-36	2.83	3.30	3.68	3.27	101
S6-20	1.98	2.30	2.67	2.32	72
S1-3	1.87	2.45	2.74	2.35	73
I-214	2.67	3.44	3.57	3.23	100

Medjutim, ako se uporede vrednosti koje se dobiju analizom drveta uzorka sa različitih visina stabla, razlike su još značajnije. Statističkom analizom je potvrđena značajnost razlika, kako između klonova, tako i po visini stabla za svaki pojedinačni klon. Takodje, potvrđuje se pravilo da sadržaj lignina i ekstraktivnih materija raste sa porastom visine stabala.

U našim ranijim istraživanjima hemijskog sastava drveta klonova *P. deltoides* Bartr. (starosti 7 godina) srednja vrednost sadržaja ekstraktivnih materija je iznosila oko 1,5% (Kopitović, et al. 1996), dok je srednja vrednost klena 725 (starost 9 godina) bila 3,2% (Klašnja i Kopitović, 1997). Prema tvrdnjama Yanchuk, et al. (1988), niže vrednosti sadržaja ekstraktivnih materija u drvetu su karakteristične za stabla sa izraženim debljinskim prirastom.

Tabela 7: Sadržaj pepela, %

Table 7: Ash content, %

Klon Clone	Uzorak Sample 1.3 m	Uzorak Sample ½ H	Uzorak Sample ¾ H	Prosek Average	U odnosu na Regarding to I-214
S1-8	0.95	0.58	0.47	0.67	85
S6-36	0.8	0.7	0.52	0.67	85
S6-20	0.9	0.64	0.46	0.67	85
S1-3	0.81	0.55	0.4	0.59	75
I-214	0.9	0.85	0.62	0.79	100

U tabeli 7 je dat pregled rezultata sadržaja neorganskih ekstraktivnih materija – pepela u drvetu ispitanih klonova.

Dobijene vrednosti, kao i naknadna statistička obrada, pokazuju da ne postoje signifikantne razlike izmedju srednjih vrednosti za pojedine klonove, ali da se vrednosti sadržaja pepela značajno razlikuju po visini stabla, unutar svakog kloga.

Ono što je važno istaći u okviru analize hemijskog sastava drveta različitih klonova topola je to da se u procesu izbora – selekcije klonova može uticati na hemijski sastav već u ranoj fazi. Naime, našim ranijim istraživanjima hemijskog sastava drveta 40 klonova (*P. deltoides* Bartr., sekcija *Aigeiros*), starosti 4 godine, je potvrđeno da su faktori naslednosti u širem smislu za sadržaj lignina, ukupnih polisaharida i ekstraktiva vrlo visoki i slični: za lignin 0.936, za polisaharide 0.937 i za ekstraktive 0.999, (Klašnja et al., 2003, 2005)

4. ZAKLJUČAK

Ispitivanja koja se odnose na definisanje fizičkih osobina i hemijskog sastava drveta različitih klonova topola, ukazuju na to da je uticaj selekcije u ranoj fazi razvoja biljke veoma značajan. Rezultati analize varijanse hemijskog sastava drveta nekoliko klonova topola, starosti 10 godina, su pokazali da postoji značajna interklonalna varijabilnost u pogledu skoro svih komponenata hemijskog sastava drveta. Konstatovane su naročito značajne razlike u sadržaju ugljenohidratne komponente, kao i velik interval ukupnog sadržaja celuloze i pentozana, glavnih komponenata važnih za hemijsku prerađuju. Za opredeljivanje pogodnosti klonova za određenu namenu mora se naravno, pored fizičkih, strukturalnih, hemijskih i nekih tehnoloških parametara drveta, uzeti u obzir i biološke mogućnosti klonova, uslovi i način gajenja, kao i niz drugih činilaca značajnih u procesu selekcije topola.

5. LITERATURA

- Alvarez, R.S., Tjeerdsma, B.F. (1995): Organosolv pulping of poplar wood from short rotation intensive culture plantations. *Wood Fiber Sci.* 27(4): 395-401.
- Bendtsen, B.A., Senft, J. (1986): Mechanical and anatomical properties in individual growth rings of plantation grown eastern cottonwood and loblolly pine. *Wood Fiber Sci.* 17(1): 23-38.
- Blankehorn, P.R., Bowersox, W., Straus, C.H., Stimely, G.L., Stover, L.R., Di Cola, M.L. (1988): Effects of management strategy and site on selected properties of first rotation *Populus* hybrid NE-388. *Wood Fiber Sci.* 20(1): 74-81
- Chantre,G. (1995): Variabilite clonale des caractéristiques technologiques chez le peuplier. *Comptes-Rendus Académie Agricul. France* 81(3): 207-224.
- Clark,J.A.(1983): Pulp technology and treatment (translation from Russian). Lesnaja promislennost, Moskva: 62.
- DeBell, J.D., Gartner, B.L., DeBell, D.S. (1998): Fiber length in young hybrid *Populus* stems grown at extremely different rates. *Can. J. Forest Res.* 28(4): 603-608.

- Franklin, G.L., (1945): Preparation of thin sections of synthetic resins, and woodresin composites, and a new macerating method for wood. Nature 51: 145.
- Goyal,G.C., Fisher, J.J., Krohn, M.J., Packood, R.E., Olson, J.R. (1999): Variability in pulping and fiber characteristics of hybrid poplar trees due to their genetic makeup, environmental factors, and tree age. TAPPI 82(5): 141-147.
- Ivkovich, M. (1996): Genetic variation of wood properties in Balzam Poplar (*Populus balsamifera* L.). Silvae Genetica 45 (2-3): 119-124.
- Klašnja, B., Kopitović, Š. (1997): Some properties of wood of poplar and willow genotypes and clones. 3rd International Conference on the Development of Forestry and Wood Science and Technology. Proceedings of the Conference, Volume II: 419-424.
- Klašnja, B., Kopitović, Š., Orlović, S. (2003): Variability of some wood properties of Eastern Cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.) clones. Wood Science and Technology, vol 37, No.3-4: 331-337.
- Klašnja, B., Orlović, S., Galic, Z.(2005): Chemical composition variabilty of juvenile wood of selected poplar clones. Drevarske Vyskum 50(1): 19-26.
- Klašnja,B., Kopitović,Š. (2006): Drvo topola kao sirovina za proizvodnju vlakana, Poljoprivredni fakultet IRC Institut za nizjsko šumarstvo i životnu sredinu Novi Sad, s. 168.
- Klašnja,B., Orlović,S., Drekić,M., Radosavljević, N., Marković,M. (2007): Mogućnosti korišćenja drveta topola u hemijskoj i mehaničkoj preradi drveta. Topola 179/180: 3-14.
- Kopitović,Š., Klašnja,B., Guzina,V., Orlović,S. (1996): Structural - physical characteristics and chemical composition of wood of some hybrid progenies of eastern cottonwood (*P.deltoides* Bartr.).Drevarske Vyskum 41(4):23-34.
- Matyas, C., Peszlen, I.(1997): Effect of age on selected wood quality traits on poplar clones. Silvae Genetica 46(2-3): 64-72.
- Peszlen, I. (1998): Variation in specific gravity and mechanical properties of poplar clones. Drevarske Vyskum 43(2): 1-17.
- Pravilova, T.A.(1984): Himičeskij kontrolj proizvodstva suljfatnoj celljulozi. Lesnaja promišljennost, Moskva.
- Yanchuk, A.D., Spilola I., Micko, M.M.(1988): Genetic variation of extractives in the wood of trembling aspen. Wood Science and Technology 22, 67-71.

Summary

CHEMICAL COMPOSITION OF WOOD OF SOME POPLAR CLONES

by

Klašnja Bojana, Orlović Saša, Galić Zoran, Kebert Marko, Stevanov Mirjana

The objective of this work was to investigate the wood volume density and fiber length of wood of some poplar clones aged 10 years, obtained at Institute of Lowland Forestry and Environment in Novi Sad. For chemical composition of wood samples were taken from different height of stem and regarding to standard analyses of main chemical constituent of cell wall wood tissue: cellulose, lignin, and pentozanes, as well as extractives and ash content. Variability of chemical composition was determined by statistical methods. There were significant differences between the contents of all individual components of wood chemical composition. The results suggest that the influence of selection in the early phase was considerable. Significant interclonal variability among examined clones in ten-year old plantation was found for chemical wood properties. The differences were particularly important for the content of carbohydrate components, while the total cellulose and pentozanes content, the most important components for chemical processing. These results have to be related to other biological traits, cultivation conditions and technology and other important factors in final phases of selection of poplar clones.



PRILOG IZUČAVANJU KARAKTERISTIKA ZEMLJIŠTA U PLAVNOM DELU SREDNJEG POTISJA

Pekeč Saša, Ivanišević Petar, Orlović Saša¹

Izvod: U radu su proučavane karakteristike zemljišta u plavnom delu srednjeg Potisja. Istraživano zemljište je obrazovano u centralnom delu poloja reke Tise u dve faze. U prvoj fazi obrazovano je fosilno zemljište sa visokim sadržajem koloidne gline, koje je u drugoj fazi prekriveno novim (recentnim) takođe glinovitim nanosima. Gornji delovi zemljišta su odnešeni za gradnju nasipa pre više od 150 godina, posle čega je obrazovano sadašnje zemljište, varijetet fluvisola, dvoslojno sa fosilnim zemljištem, morfološke grade Aa-Gso-Ab-Gr. Ovo zemljište je u teksturnom pogledu glinovito, slabo obezbeđeno organskom materijom, siromašno karbonatima, neutralne pH vrednosti. Ovakva zemljišta se koriste za uzgoj selekcionisanih sorti crnih topola.

Ključne reči: fluvisol, dvoslojno sa fosilnim zemljištem, poloj, Tisa

CONTRIBUTION TO RESEARCH CARACTERISTIC OF SOIL IN THE FLOOD PART CENTRAL TISA BASIN

Abstract: The paper studied the characteristics of soil in the middle of the Tisa River flood. Investigated soil is formed in the central part riparian zone of the Tisa River in two phases. In the first phase formed in fossil soil with high content of colloidal clay, which is in the second phase covered the new (recent) also clayey layers. The upper parts of soil were taken for the construction of the embankment more than 150 years, after which it was formed the present soil, variety of fluvisol, double layer with fossil soil, morphological structure of Aa-Gso-Ab-Gr. This soil is clayey, poorly secured organic matter, poor carbonates, neutral pH values. This soil used for cultivation of selected varieties of black poplar.

Keywords: fluvisol, double layer with fossil soil, riparian zone, Tisa

1. UVOD

Protičući ravnicaškim predelima Tisa ima vrlo mali pad od 28 mm po jednom kilometru. Zbog toga nastaju brojni meandri. Meandri su usporavali oticanje što je dovodilo do velikih poplava. Da bi se spasle, velike površine obradivog zemljišta od poplava, pristupilo se regulisanju toka reke izgradnjom nasipa,

¹ Mr Saša Pekeč istraživač saradnik, dr Petar Ivanišević naučni saradnik, dr Saša Orlović naučni savetnik, Istraživačko razvojni institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad

presecanjem mnogih meandara skraćen je tok Tise od 1429 km na 977 km, a sama regulacija toka Tise je izvedena u periodu od 1830. do 1844. godine (Mečkić, 1989).

Tokom izgradnje i održavanja nasipa u vidu učvršćivanja, došlo je do odnošenja površinskog sloja zemljišta u poloju i remećenja prirodnog rasporeda horizonata u zemljštu. Na tako promjenjenom profilu zemljišta vremenom dolazi do formiranja novog zemljišta, putem fluvijalne sedimentacije, pri čemu su u recentnom delu profila formirani novi horizonti, humusni Aa horizont i Gso podhorizont. Tokom dužeg vremenskog razdoblja stvaranja novog zemljišta (oko 165 godina), uz fluvijalnu sedimentaciju manji uticaj je imao i livadski proces pedogeneze. Prema literaturnim podacima akumulacija dostignute količine organske materije realizuje se za 40-200 godina, pri čemu je minimalno vreme formiranja humusnih horizonata karakteristično za azonalna zemljišta (Ivanišević i Milanovskij, 1991, cit. Boul et al., 1977)

Naime, novonastalo zemljište, koje je u klasi nerazvijenih zemljišta, zauzima centralne delove poloja i nalazi se na mladoj rečnoj terasi. Morfološka grada ovog zemljišta je Aa-Gso-Ab-Gr, sa razvijenim humusnim Aa horizontom, prelaznim Gso horizontom, fosilnim humusnim horizontom - Ab, koji ukazuje na nekadašnje razvijeno zemljište, kao i redupcionim podhorizontom gleja - Gr.

S obzirom da se ovo zemljište rasprostire u centralnom delu poloja, dubina i oscilacija podzemne vode, se kreće od 150 do 300 cm (Živković, 1972), kapilarno vlaži površinski sloj i pospešuje razvoj livadske vegetacije, kao jednog od činioca pedogeneze, odnosno razvoja humusnog horizonta.

Na ovom delu poloja od prirode osim livadske vegetacije, rasprostranjena je i šumska vegetacija, odnosno *Ulmeto Fraxinetum – quercetosum* (Antić et al., 1969) i *Populetum nigrae et albae* (Jovanović, 1965), odnosno prema (Ivanišević et al., 2009), šumske fitocenoze u ekološkom nizu od *Salici* - *Populetum nigrae* do *Carpino-Fraxino-Quercetum roboris*.

S obzirom na nastanak i opšte osobine ovog zemljišta, cilj rada je da se ukaže na mogućnost njegovog korišćenja za podizanje odgovarajućih šumskih zasada.

2. OBJEKAT I METOD RADA

Objekat istraživanja se nalazi u gazdinskoj jedinici: Srednja Bačka, odeljenju: 1 i odseku: a, na području kojim gazduje JP „Vode Vojvodine“. U ovom delu otvorena su četiri pedološka profila. Područje gde su otvoreni pedološki profili nalazi se sa desne strane reke Tise nedaleko od naselja. Pedološki profili su otvoreni između nasipa i Tise, odnosno u zoni nebranjenju od poplavnih voda, između koordinata N 45° 42' 06.67" E 20° 05' 40.17" i N 45° 41' 54.52" E 20° 05' 42.34". Opisana je spoljašnja i unutrašnja morfologija pedoloških profila, te su uzeti uzorci zemljišta u narušenom stanju iz svih genetičkih horizonata.

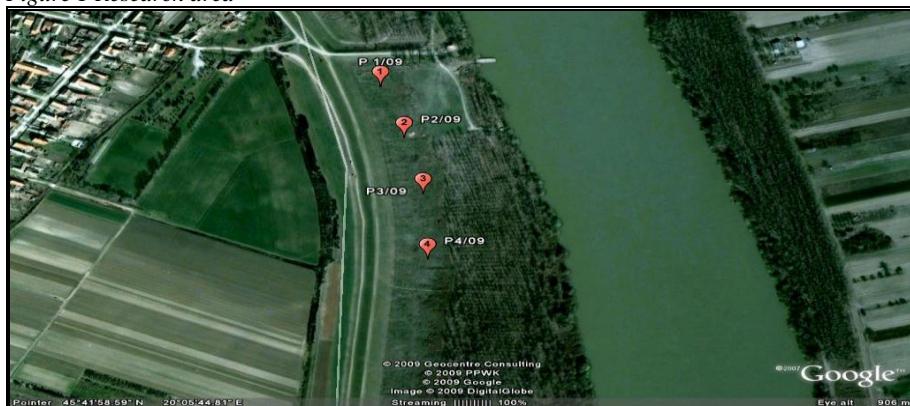
Na prikupljenim uzorcima zemljišta urađene su laboratorijske analize fizičkih i hemijskih osobina zemljišta po sledećim metodama:

- Određivanje mehaničkog sastava zemljišta po međunarodnoj B-pipet metodi sa pripremom u Natrijevom-pirofosfatu;

- Teksturna klasa zemljišta je određena pema klasifikaciji Tomerup-a;
- Određivanje sadržaja humusa računski iz sadržaja ugljenika dobijenog termokonduktometrijskim principom putem CHN analyzera;
- Određivanje sadržaja CaCO₃ u zemljištu, volumetrijski sa Scheibler-ovim kalcimetrom;
- Određivanje hemijske reakcije zemljišta, pH u vodi kombinovanom elektrodom na radiometar pH metru;
- Određivanje sadržaja azota termokonduktometrijskim principom putem CHN analizera.

Slika 1 Područje istraživanja

Figure 1 Research area



U radu su prikazani podaci reprezentativnog pedološkog profila koji prezentuje ispitivano područje.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1 Morfološke osobine zemljišta

Ovaj tip zemljišta je determinisan u centralnoj zoni poloja na zaravnjenom reljefu. Od vegetacije na ovom zemljištu se nalazi zasad mekih lišćara, pojedinačna stabla američkog jasena, dok je u podrastu bagremac, a kao prizemna vegetacija prisutna je kupina i livadske trave.

Prema unutrašnjoj morfologiji profila, ovo zemljište je morfološke građe Aa-Gso-Ab-Gr. Imo razvijen novi humusni horizont - Aa, ispod koga je Gso podhorizont. U donjem delu profila se nalazi fosilni humusni horizont - Ab i podhorizont gleja – Gr odnosno podhorizont redukcije, koji je tokom većeg dela godine zasićen podzemnom vodom.

Slika 2 Spoljna morfologija terena
Figure 2 The external morphology of area



Slika 3 Unutrašnja morfologija profila (P 1/09)
Figure 3 The internal morphology of profile



3.2 Granulometrijski sastav

Na osnovu urađenih analiza dobijeni su podaci o granulometrijskom sastavu koji su predstavljeni u tabeli 1.

Kod ovog zemljišta primetan je povećan ideo frakcije krupnog peska samo u humusnom horizontu - Aa, i iznosi 9.20%, dok su kod ostalih horizonata vrednosti učešća ove frakcije ujednačene. Sadržaj ukupnog peska opada sa dubinom, i nešto je povećan u Gr podhorizontu. Učešće ove frakcije se kreće od 18.48 – 32.84%.

Tabela 1 Granulometrijski sastav (P 1/09)

Table 1 Mechanical properties (P 1/09)

Horizont Horizon	Dubina Depth (cm)	Krupan pesak <i>Coars sand</i> >2- 0.2mm (%)	Sitan pesak <i>Fine sand</i> 0.2- 0.02mm (%)	Prah <i>Silt</i> 0.02- 0.002mm (%)	Gлина i koloidi <i>Clay and coloides</i> 0.002- 0.0002 mm (%)	Ukupan pesak <i>Total sand</i> (%) >0.02mm	Fizička gлина <i>Total clay</i> (%) <0.02mm	Teksturna klasa <i>Texture class</i>
Aa	0-35	9.20	23.64	38.20	28.96	32.84	67.16	Glin. ilovača <i>Clayish loam</i>
Gso	35-80	0.05	19.07	43.60	37.28	19.12	80.88	Praš. glin ilovača <i>Silthy clayish loam</i>
Ab	80-180	0.05	18.43	37.68	43.84	18.48	81.52	Gлина <i>Clay</i>
Gr	>180	0.03	20.29	27.36	52.32	20.32	79.68	Gлина <i>Clay</i>
Prosek <i>Mean</i>	0->180	2.33	20.36	36.71	40.60	22.69	77.31	Gлина <i>Clay</i>

Sadržaj fizičke gline raste sa dubinom profila, te se vrednosti učešća ove frakcije kreću od 67.16-81.52%. Na osnovu granulometrijskog sastava ovo zemljište sadrži sledeće teksturne klase: glinovita ilovača, praškasto glinovita ilovača i gлина.

Posmatrajući prosečne vrednosti granulometrijskog sastava može se uočiti da se učešće granulometrijskih frakcija povećava od sadržaja krupnog peska prema sadržaju gline. Na osnovu prosečnog granulometrijskog sastava, teksturni sastav ovog zemljišta je gлина.

3.3 Hemijske osobine

Osnovne hemijske karakteristike ovog zemljišta su prikazane u tabeli 2. Sadžaj kalcijum-karbonata varira od 0.41- 2.90%, a prosečna vrednost za ceo profil iznosi 1.66%, što ovo zemljište svrstava prema klasifikaciji u slabo krečna zemljišta.

Vrednosti aktivne kiselosti su u rasponu od 6.67 – 7.29, sa prosečnom vrednošću od 7.02, odnosno ovo zemljište je neutralne reakcije.

Tabela 2 Hemijske osobine (P 1/09)
Table 2 Chemical properties (P 1/09)

Horizont <i>Horizon</i>	Dubina <i>Depth</i> (cm)	CaCO ₃ (%)	pH (H ₂ O)	Humus (%)	N (%)
Aa	0-35	1.66	6.67	2.14	0.317
Gso	35-80	1.66	6.99	2.02	0.163
Ab	80-180	0.41	7.29	1.97	0.143
Gr	>180	2.90	7.11	1.83	0.138
Prosek <i>Mean</i>	0->180	1.66	7.02	1.99	0.190

Sadržaj humusa je povećan u humusnom horizontu Aa, te opada sa dubinom do Gr podhorizonta. Njegove vrednosti se nalaze u rasponu od 2.14 – 1.83%, sa prosečnim sadržajem za ceo profil od 1.99% humusa, što ovo zemljište klasificiše u slabo humozna zemljišta. Učešće azota je u korelaciji sa sadržajem humusa, te se kreće od 0.317-0.138%, a prosečna vrednost za ceo profil iznosi 0.190%.

3.4 Sistematska pripadnost

S obzirom na karakteristike, a prvenstveno način nastanka, kod ovog zemljišta je došlo do odnošenja površinskog sloja zemljišta radi meliorativnih radova. Vremenom se usled uticaja fluvijalne sedimentacije i manjim delom livadskog procesa pedogeneze formiralo novo zemljište. Uzrok promene nakadašnjeg zemljišta je antropogeni faktor, dok je trenutni raspored horizonata i slojeva: Aa-Gso-Ab-Gr uzrokovani fluvijalnom sedimentacijom. Stoga ovo zemljište klasifikujemo u fluvisol prema klasifikacionom sistemu Škorić et al., (1985), odnosno prikazaće se njegova sistematska pripadnost prema pomenutoj klasifikaciji:

Red: Hidromorfni

Klasa: Nerazvijena zemljišta

Tip: Fluvisol

Podtip: Karbonatno oglejen

Varijetet: Dvoslojno sa fosilnim zemljištem

Forma: Glinasta

Prema svetskoj klasifikaciji International Union of Soil Sciences (2006) ovo zemljište svrstavamo u grupu Fluvisols, za koji se koriste sledeći nazivi: Alluvial soils (Russian Federation); Hydrosols (Australia); Fluvents and Fluvaquents (United States of America); Auenböden, Marschen, Strandböden, Watten and Unterwasserböden (Germany); Neossolos (Brazil); and Sols minéraux bruts d'apport alluvial ou colluvial or Sols peu évolués non climatiques d'apport alluvial ou colluvial (France).

3.5 Plodnost i namena korišćenja

Imajući u vidu sadržaj humusa i ideo frakcija ukupnog peska i fizičke gline u površinskom horizontu, neutralnu reakciju zemljišta, kao i fiziološku dubinu soluma, navlaživanje donjeg dela profila podzemnom vodom, koja kapilarnim putem obezbeđuje i površinske horizonte, zemljište na ovom području ima relativno visoku plodnost. Međutim, sam potencijal ovog zemljišta je ograničen prevlaživanjem usled poplavnih voda tokom velikih vodostaja Tise, te težim mehaničkim sastavom usled glinovitog supstrata, koji karakteriše slaba provodljivost za vodu, nepovoljan odnos pora u zemljištu, velika snaga držanja vode i mali vazdušni kapacitet. Kako bi se otklonili ovi negativni činioci i povećala plodnost ovog zemljišta neophodne su meliorativne mere, odnosno hidro i agrotehničke mere. Tako Molnar, (2002), navodi da livadska zemljišta sa glinastim matičnim supstratom zahtevaju sledeće mere: podrivanje, kalcifikaciju po potrebi i meliorativno đubrenje fosforom, kalijumom i azotom.

S obzirom na pomenute karakteristike, zonu rasprostiranja u poloju, nivo podzemne vode te mogućnost prevlaživanja poplavnim vodama, namena ovog zemljišta treba ići u pravcu podizanja zasada mekih lišćara odnosno crnih topola, naročito sorti sa visokim procentom ožiljavanja (*Populus x euramericana cl. Panonnaia*), te visoko prinosnih sorti (*P. deltoides cl. B-229, B-81, PE 19/66*), gde se može iskazati sav njihov potencijal. Takođe ovo zemljište je moguće koristiti i za uzgoj tvrdih lišćara (*Fraxinus angustifolia*).

4. ZAKLJUČAK

U plavnom delu Srednjeg Potisja na području GJ „Srednja Bačka“, determinisano je zemljište morfološke građe Aa-Gso-Ab-Gr.

Prema klasifikaciji ovo zemljište pripada redu hidromorfnih zemljišta, klasi nerazvijenih zemljišta, tip fluvisol, podtip ovog zemljišta je karbonatno oglejen, varijetet dvoslojno sa fosilnim zemljištem i forma glinasta.

Prema granulometrijskom sastavu sadržaj frakcije ukupnog peska opada, a sadržaj frakcije fizičke gline se povećava sa dubinom profila. Tesktorna klasa ovog zemljišta je u rasponu od: glinovite ilovače, praškasto-glinovite ilovače do gline.

U odnosu na hemijske osobine obrađeno zemljište je slabo krečno, neutralne reakcije i slabo humozno.

Ovo zemljište ima relativno visoku plodnost, a pojava poplavnih voda i težak mehanički sastav Ab horizonta i Gr podhorizonta umanjuju potencijal plodnosti, koji se može povećati primenom hidrotehničkih i agrotehničkih mera.

S obzirom na ekološke uslove koje vladaju na ovom području, ovaj tip zemljišta je povoljan za gajenje plantaža mekih lišćara, posebno njihovih visoko prinosnih sorti, a takođe se mogu gajiti i tvrdi lišćari koji odgovaraju navedenim uslovima staništa.

5. LITERATURA

- Antić M., Jovanović B., Jović N., Munkačević V., Nikolandić S. (1969): Fitocenološko-pedološka istraživanja u plavnom području Baranje, Jelen, Br. 8, p 99-114. Beograd
- Ivanišević P., Galić Z., Pekeč S. (2009): Karakteristike semiglejnih zemljišta u aluvijalno-higrofilnim šumama Vojvodine, Zbornik abstrakata, p 28. XII Kongres DPZS, Novi Sad
- Ivanišević P., Milanovkij J.E. (1991): Mogućnost klasifikacije aluvijalnih zemljišta srednjeg Podunavlja na bazi rezervi i sastava humusa, Radovi, knjiga 23, Institut za topolarstvo, p 33-43. Novi Sad
- IUSS Working Group WRB. 2006. World reference base for soil resources 2006. 2nd edition. World Soil Resources Reports No. 103. pp 128, FAO, Rome.
- Jovanović B. (1965): Biljni svet – osnovne karakteristike autohtone flore i vegetacije Beljskog Lovno-šumskog područja, Jelen Br. 3, Beograd
- Mečkić L. (1989): Novi Bečeј i Vranjevo kroz istoriju.
- Molnar I. (2002): Popravljanje i korišćenje hidromorfnih zemljišta, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, pp 240. Novi Sad
- Škorić A., Filipovski G., Ćirić A. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, Akademija nauka i umjetnosti BiH, Odeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 13, pp 71, Sarajevo
- Živković B. (1972): Zemljišta Vojvodine, poglavje u monografiji, Institut za poljoprivredna istraživanja, p 321-380. Novi Sad.

Summary

CONTRIBUTION TO RESEARCH CHARACTERISTIC OF SOIL IN THE FLOOD PART CENTRAL TISA BASIN

by

Pekeč Saša, Ivanišević Petar, Orlović Saša

The paper presents the characteristics of soil in the flood part of the middle of the river Tisa. Investigated soil is formed in the central part riparian zone of the Tisa River in two phases. In the first phase formed in fossil soil with high content of colloidal clay, which is in the second phase covered the new (recent) also clayey layers. The upper parts of soil were taken for the construction of the embankment more than 150 years, after which it was formed the present soil, variety of fluvisol, double layer with fossil soil. The internal morphology of profiles, this soil is the morphological structure Aa-Gso-Ab-Gr. Mechanical fractions analyzing the composition of the fraction of the total sand content decreases, a fraction of the total content of clay increases with depth profiles. Texture class were in the range of: clayey loam, powder-clayey loam to clay. In relation to the chemical properties of soil is poorly with CaCO₃, neutral reaction and low humus content. This soil has a relatively high potential fertility, and the appearance of flooded water and heavy mechanical composition of Ab and Gr horizons reduce fertility potential. Given the ecological conditions that govern this area, this soil type is favorable for the cultivation of plantations of black poplar trees, especially their high-yielding varieties.

UDK: 631.53:582.632.2:631.4

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

PRILOG POZNAVANJU OPTIMALNIH EDAFSKIH USLOVA ZA PROIZVODNNU SADNOG MATERIJALA TOPOLA

Galić Zoran, Ivanišević Petar, Orlović Saša, Klašnja Bojana, Keber Marko,
Perović Milorad, Vulević Radovan¹

Izvod: Cilj istraživanja je bio da se determinišu svojstva zemljišta kao osnovni uslov za proizvodnju kvalitetnog sadnog materijala topola i vrba u rasadniku. Analizirano nerazvijeno aluvijalno zemljište (fluvisol) se karakteriše fiziološki aktivnom dubinom profila od 115 cm. U proseku po dubini profila je preovlađujuća frakcija sitnog peska (do 115 cm). Ispod dubine od 115 cm, preovlađujuća frakcija je peskovito glinovita ilovača. Sadržaj humusa u sloju 1Gso od 15 do 115 cm dubine je nizak (0,1 %). U humusno-akumulativnom horizontu je utvrđen sadržaj od 2,42%. Sadržaj karbonata je visok i kreće se od 14,18 do 16,77%. Reakcija zemljишnog rastvora je alkalna (u proseku 7,8). Sadržaj ugljenika je bio veći u humusnoakumulativnom horizontu nerazvijenog aluvijalnog zemljišta u odnosu na bivši humusnoakumulativni horizont ritske crnice.

Ključne reči: nerazvijeno aluvijalno zemljište (fluvisol), rasadnik, edafski uslovi

CONTRIBUTION TO KNOWLEDGE OF OPTIMAL EDAPHIC CONDITIONS FOR THE PRODUCTION OF POPLAR SEEDLINGS

Abstract: The aim of this paper was to determine the basic properties of soil for the production of quality planting materials of poplar and willow nursery. Undeveloped alluvial soil (fluvisol) is characterized physiologically active depth profile of 115 cm. The average depth profile is the dominant fraction of fine sand (from the surface to 115 cm). Below the 115 cm the dominant fraction is sady-clay loam. Humus content is low (0.1 %) in depth from 15 to 115 cm. Carbonate content is high and ranges from 14.18 to 16.77%. The reaction of soil solution is alkaline (average 7.8). Carbon content was higher in surface horizon alluvial undeveloped soil in relation to the former humus dark soil horizon.

Key words: alluvial undeveloped soil (fluvisol), nursery, edaphic conditions

¹ Dr Zoran Galić – viši naučni saradnik, Dr Petar Ivanišević, Dr Saša Orlović – naučni savetnik, Dr Bojana Klašnja- naučni savetnik, Marko Keber, istraživač pripravnik Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu, Milorad Perović, dipl. ing. šumarstva JP Vojvodinašume ŠG Sombor, Vulević Radovan, dipl. ing. šumarstva JP Vojvodinašume ŠG Sombor

1. UVOD

Poznata je činjenica da je rasadnička proizvodnja mekih lišćara preduslov za realizaciju planiranog osnivanja zasada topola. Presudnu ulogu u izboru mesta za rasadničku proizvodnju imaju tehnički uslovi (lokacija rasadnika), a iz grupe ekoloških činilaca edafski uslovi. Rasadnici topola su uglavnom locirani na zemljištima u polojima reka. Zemljišta u polojima reka se odlikuju velikom varijabilnošću svojstava na malom prostoru (Živković et al., 1972; Živanov, 1979; Živanov et al., 1986; Ivanišević, 1991). Živanov et al. (1986) i Galić (2008) navode da zemljišta u aluvijalnoj ravni Dunava oskudevaju u lakopristupačnim hranivima, odnosno dosadašnja istraživanja su pokazala da zemljišta za rasadnike topola treba da imaju povoljna fizička, hemijska i vodnovazdušna svojstva da bi u procesu proizvodnje imali minimalne izdatke za održavanje kao i za poboljšanje svojstava zemljišta za rasadničku proizvodnju.

U današnje vreme zasadi se najčešće osnivaju jednogodišnjim sadnicama tipa 1/1. Proizvodnja sadnog materijala navedene starosti proizilazi iz osobine crnih topola da se razmnožavaju vegetativnim putem (Marković et al., 1986). Stalno unapređivanje tehnologije proizvodnje sadnog materijala je potrebno zbog konstantnog stvaranja novih genotipova kao i da bi se smanjili troškovi proizvodnje. Unapređenje je moguće kroz proizvodnju procentualno većeg broja kvalitetnih sadnica kao i kroz smanjenje troškova osnivanja i nege.

Cilj istraživanja je bio da se determinišu svojstva zemljišta kao osnovni uslov za proizvodnju kvalitetnog sadnog materijala topola i vrba u rasadniku „Zverinjak“ s obzirom na kvalitetnu proizvodnju sadnog materijala topola.

2. METOD RADA

Istraživanje je obavljeno u branjenom delu aluvijalne ravni u Gornjem Podunavlju u G.J. „Zaštićene šume“ kojom gazduje ŠG Sombor ŠU Apatin. Prema klasifikaciji zemljišta Jugoslavije (Škorić et al., 1985) na objektu istraživanja je determinisan tip nerazvijenog aluvijalnog zemljišta (fluvisol) forma ilovasta. Na ovom lokalitetu se ovo zemljište obrazovalo na ritskoj crnici.

Proučene fizičke i hemijske osobine su određene po standardnim metodama opisanim u priručnicima „Metode fizičkih proučavanja zemljišta“ i „Hemijske metode proučavanja zemljišta“ (JDPZ, 1977; JDPZ, 1971).

-granulometrijski sastav (%) po međunarodnoj B-pipet metodi sa pripremom u natrijevom pirofosfatu

-za razvrstavanje čestica granulometrijskog sastava korišćena je klasifikacija Atteberga

-humus (%) po Tjurinu u modifikaciji Simakova (1957)

- CaCO_3 (%) volumetrijski Scheiblerovim kalcimetrom

-sadržaj azota, ugljenika i odnosa C/N (%) su određeni na CHN analizatoru

Vario El III proizvođača Elementar

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1 Morfološka građa i morfološki opis profila

Pedološki profil je otvoren u rasadniku »Zverinjak«. U momentu snimanja pojava podzemne vode nije zabeležena na 150 cm. Prema Klasifikaciji zemljišta Jugoslavije (Škorić et al., 1985) determinisano je nerazvijeno aluvijalno zemljište (fluvisol) forma ilovasta, morfološke grade profila: $A_{mo} - IG_{so} - A_b$.

Morfološkim opisom profila je utvrđeno da je:

A_{mo} (0-15 cm): smeđa peskovita ilovača, puna korenovog sistema biljaka, rastresita, sa nejasnim prelazom u

IG_{so} (15-115 cm): sivordasta peskovita ilovača sa proslojcima peska na sredini dubine ovoga sloja, debljina proslojaka se kreće od sedam do osam santimetara, oštar prelaz u

A_bG_r (115-150 cm i dublje): humusno akumulativni horizont ritske crnice, sivocrna peskovito glinovita ilovača sa ljušturicama puževa, ima funkciju G_r horizonta.

Fiziološki aktivna dubina profila je 115 cm. Navedena dubina je dovoljna za nesmetan razvoj korenovog sistema sadnica topola svih starosti. Humusnoakumulativni horizont nekadašnje ritske crnice predstavlja horizont redukcije. Ostaci ljušturice puževa ukazuju i na stalno prisustvo prve izdani podzemne vode, tako da su sadnice tokom najvećeg dela godine opskrbljene dovoljnom količinom vode.

U tabeli 1. su prikazani podaci o granulometrijskom sastavu i teksturnoj klasi zemljišta.

Tabela 1. Granulometrijski sastav i teksturna klasa

Table 1. Particle size composition and textural class

Horizont Horizon	Dubina Depth	Granulometrijski sastav % Particle size composition %						Teksturna klasa Textural class
		> 0,2	0,2 - 0,02	0,02 - 0,002	< 0,002	Ukupno Total	Ukupno Total	
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	
A_{mo}	0-15	2,1	61,7	27,2	9,0	63,8	36,2	Pesk. ilovača <i>Sandy loam</i>
IG_{so}	15-115	3,9	55,5	28,0	12,6	59,4	40,6	Pesk. ilovača <i>Sandy loam</i>
A_b	115-150 i dublje	2,7	16,2	47,8	33,3	18,9	81,1	Pesk. glin. Ilovača <i>Sandy clayish loam</i>
Prosek <i>Average</i>		2,9	44,4	34,4	18,3	47,3	52,7	

U proseku po dubini profila je preovlađujuća frakcija sitnog peska. Međutim, razlika u teksturnom sastavu po dubini profila se ogleda od površine do 115 cm, i ispod 115 cm. Nerazvijeno aluvijalno zemljište (fluvisol) je po dubini profila "lakšeg" teksturnog sastava u odnosu na Ab horizont. Sadržaj frakcije sitnog

peska je u nerazvijenom aluvijalnom zemljištu od 55,5 do 61,7%. U Ab horizontu je sadržaj ove frakcije svega 16,2%. Sadržaj frakcije praha+gline u Ab horizontu je 81,1%, od čega na frakciju praha otpada 47,8%. Navedena osobina utiče na nepropustnost i mogućnost zadržavanja veće količine vode iznad ovog horizonta. Nasuprot Ab horizontu po dubini nerazvijenog aluvijalnog zemljišta (fluvisola) sadržaj frakcije praha+gline se kreće od 36,2 do 40,6%, a na frakciju praha otpada 27,2 do 28%. Preovlađujuća frakcija po dubini profila peskovita ilovača ukazuje na povoljne vodnovazdušne osobine zemljišta, što u velikoj meri utiče pozitivno na proizvodnju sadnica topola svih starosti.

U tabeli 2. su prikazani sadržaj humusa, pH vrednosti, sadržaja karbonata, ugljenika i azota po dubini profila.

Tabela 2. Sadržaj humusa, karbonata i reakcija zemljišnog rastvora

Table 2. Contents of humus, CaCO_3 and humus

Horizont Horizon	Dubina (cm) Depth	pH u H_2O pH in H_2O	Humus (%)	CaCO_3 (%)	C (%)	N (%)	C/N
A _{mo}	0-15	7,5	2,42	14,18	6,03	0,330	18,28
IG _{so}	15-115	8,0	0,10	16,33			
A _b	115-150 i dublje	8,0	1,29	16,77	4,17	0,136	30,74
Prosek Average		7,8	1,27	15,76			

Reakcija zemljišnog rastvora je alkalna (u proseku 7,8). Sadržaj humusa je u humusnoakumulativnom horizontu 2,42%. U sloju IG_{so} je sadržaj humusa bio nizak (0,1%). Sadržaj karbonata je visok i kreće se od 14,18 do 16,77%. U proseku je sadržaj karbonata 15,76%. Sadržaj ugljenika je bio veći u humusnoskumulativnom horizontu nerazvijenog aluvijalnog zemljišta u odnosu na bivši humusnoakumulativni horizont ritske crnice. Odnos C/N je u humusnoakumulativnom horizontu fluvisola bio 18,28.

4. DISKUSIJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Rasadnička proizvodnja mekih lišćara u velikoj meri zavisi od edafskih uslova. Međutim, malo je radova o definisanju "proizvodnosti" zemljišta u pogledu proizvodnje sadnog materijala mekih lišćara. Radovi su uglavnom usmereni na primenjivanje agrotehničkih mera u rasadničkoj proizvodnji topola (Ivanisević et al., 2003.; Galić et al., 2006; Galić et al., 2007). S obzirom da predmet rada ne predstavljaju razmaci sadnje i kvalitet sadnog materijala radovi o ovoj tematiki neće biti diskutovani.

O uticaju zemljišta na proizvedeni sadni materijal bez primene agrotehničkih mera nema podataka. Iz navedenog razloga je potrebno opisati edafске karakteristike u rasadniku "Zverinjak". Višegodišnjem stručnim pregledom je utvrđeno da su agrotehničke mere neznatne, a da sadni materijal starosti 1/1 i 2/2 je iz godine u godinu odgovara standardima. U ovom slučaju se efekti mogu pripisati edafskim uslovima i načinu vlaženja po dubini profila.

U rezultatima istraživanja je navedeno da je fiziološki aktivna dubina profila 115 cm, odnosno navedena dubina je dovoljna za nesmetan razvoj korenovog sistema sadnica topola svih starosti. Humusnoakumulativni horizont nekadašnje ritske crnice predstavlja horizont redukcije, koja je u većem delu godine opskrbljena dovoljnom količinom vode. U odnosu na opisana zemljišta za rasadničku proizvodnju na Oglednom dobru Instituta (Ivanišević et al., 2003; Galić, 2006; Galić, 2007) navedeno zemljište je sa aspekta fiziološke aktivne dubine profila u optimumu. Druga važna karakteristika je da je u proseku po dubini profila preovlađujuća frakcija sitnog peska. Nerazvijeno aluvijalno zemljište (fluvisol) je po dubini profila "lakšeg" teksturnog sastava u odnosu na Ab horizont, što omogućava povoljnu opskrbeljenost vodom u toku većeg dela godine. Po dubini nerazvijenog aluvijalnog zemljišta (fluvisola) sadržaj frakcije praha+gline se kreće od 36,2 do 40,6%, a na frakciju praha otpada 27,2 do 28%. Na istraživanim oglednim površinama na Oglednom dobru Instituta sadržaj frakcije praha+gline je manji u odnosu na istraživana nerazvijena aluvijalna zemljišta (fluvisol-forma peskovita do peskovito ilovasta), a time je i teksturna klasa nepovoljnija što se tiče mogućnosti za skladištenje fiziološki aktivne vode (Ivanišević et al., 2003; Galić, 2006).

Hemijske osobine su u skladu sa osobinama nerazvijenih aluvijalnih zemljišta (fluvisola) u aluvijalnoj ravni reke Dunav, tako da je samo potrebno da se prokomentariše kvalitet humusa. Naime, kvalitet humusa pored stepena zasićenosti huminskim kiselinama određuje odnos C i N u procesu humifikacije (Welte, 1964). U humusnoakumulativnom horizontu pri teksturnoj klasi peskovita ilovača je utvrđen povoljan odnos C:N od 18,28, iako blizu gornje granice odnosa (10-20:1), Welte (1964), što ukazuje na povoljnu humifikaciju.

5. ZAKLJUČAK

Istraživanje je obavljeno u branjenom delu aluvijalne ravni u Gornjem Podunavlju. Prema klasifikaciji zemljišta Jugoslavije (Škorić et al., 1985) na objektu istraživanja je determinisan tip nerazvijenog aluvijalnog zemljišta (fluvisol) forma ilovasta.

Proučavane fizičke i hemijske osobine sa ciljem definisanja karakteristika zemljišta optimalnog za proizvodnju sadnog materijala za proizvodnju sadnica mekih lišćara.

Fiziološki aktivna dubina profila je 115 cm, odnosno navedena dubina je dovoljna za nesmetan razvoj korenovog sistema sadnica topola svih starosti. Humusnoakumulativni horizont nekadašnje ritske crnice predstavlja horizont redukcije, koja je u većem delu godine opskrbljena dovoljnom količinom vode.

Nerazvijeno aluvijalno zemljište (fluvisol) je po dubini profila "lakšeg" teksturnog sastava u odnosu na Ab horizont, što omogućava povoljnu opskrbeljenost vodom u toku većeg dela godine. Po dubini nerazvijenog aluvijalnog zemljišta (fluvisola) sadržaj frakcije praha+gline se kreće od 36,2 do 40,6%, a na frakciju praha otpada 27,2 do 28%. Hemijske osobine su u skladu sa osobinama nerazvijenih aluvijalnih zemljišta (fluvisola) u aluvijalnoj ravni reke Dunav.

6. LITERATURA

- Galić Z. (2008). Uticaj meliorativnih zahvata na promene svojstava zemljišta u inundaciji reke Tamiš. Topola 181/82 str. 5-11
- Galić Z., Orlović S., Vasić V. (2006). Efekti folijarnog đubrenja na proizvodnju sadnica *Populus deltoides* Bartr.. Savremena poljoprivreda vol 55, 5 str. 85–91, Novi Sad
- Galić Z., Orlović S., Klašnja B., Pilipović A., Katanić M. (2007). Improvement of production of high-yield poplar varieties seedlings by mycorrhiza applications. Matica Srpska proceedings for natural sciences vol 112 p. 67 -74
- Grupa autora (1971). Hemijske metode ispitivanja zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta. Knjiga I. JDPZ. Beograd
- Grupa autora (1977). Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta. JDPZ. str. 278. Novi Sad
- Ivanišević, P. (1991). Efekti đubrenja u proizvodnji sadnica topola na aluvijalnim zemljištima Srednjeg Podunavlja, magistarski rad, Šumarski fakultet Beograd, str.193
- Ivanišević, P., Galić, Z. (2003). Primena navodnjavanja u rasadnicima topola, Međunarodni simpozijum Navodnjavanje izazov za investitore sa izložbom opreme - Bečeј, Zbornik radova Vodoprivreda br. 201-202, Godina 35, broj 1-2, str. 127-130
- Marković, J., Rončević, S. (1986). Rasadnička proizvodnja, Monografija «Topole i vrbe u Jugoslaviji»
- Škorić, A., Filipovski G., Ćirić, M. (1985). Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Odeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knjiga 13, Sarajevo
- Živanov, N. (1979). Zemljišta za gajenje topola i vrba, "Topola", Bilten JNKT br. 123-124, 43-52, Beograd
- Živanov, N., Ivanišević, P. (1986). Zemljišta za uzgoj topola i vrba, Monografija «Topole i vrbe u Jugoslaviji»
- Živković, B., Nejgebauer, V., Tanasijević, Đ., Miljković, N., Stojković, L., Drezgić, P. (1972). Zemljišta Vojvodine, Novi Sad
- Welte, E. (1964). Potrebe kulturnih tala za humusom (prevod sa nemačkog). Agronomski glasnik br. 1-2

Summary

**CONTRIBUTION TO KNOWLEDGE OF OPTIMAL EDAPHIC CONDITIONS FOR
THE PRODUCTION OF POPLAR SEEDLINGS**

by

Galić Zoran, Ivanišević Petar, Orlović Saša, Klašnja Bojana, Keber Marko, Perović Milorad,
Vulević Radovan

Nursery production of poplars largely depends of edaphic conditions. Although the main factor in a small extent, can be found indicators of "productivity" of land in the production of poplar and willow seedlings. Works are mainly directed to the implementation of measures in agricultural engineering poplar nursery production

On the influence of soil on planting material produced without the use of agro technical measures no data. From the above reasons it is necessary to describe the characteristics of the nursery edafiske "menagerie." Years of expert review has found that agrotechnical minor measures, and planting material of age 1/1 and 2 / 2 is the year corresponding standards. In this case the effects can noted to edaphic conditions and the moisture depth in profile. The survey noted that the physiologically active depth profile was 115 cm, ie above the depth is sufficient for the smooth development of the root system of poplar seedlings of all ages. The A horizon former jack dark soil horizon is a reduction, which in most parts stocked in sufficient quantity of water. Undeveloped alluvial soil (fluvisol) is the depth profile "easier" texture composition in relation to the Ab horizon, which allows a favorable supply of water during the greater part of the year. The depth of undeveloped aluvial soil (fluvisol) content + clay fraction of powder ranges from 36.2 to 40.6%, and the fraction of waste powder 27.2 to 28%. Chemical properties are consistent with the characteristics of undeveloped alluvial soil (fluvisol) in aluvial plane in the Danube River.



**ZNAČAJ DIMENZIJA SADNICA TIPO 1/2 NA IZBOR OPTIMALNE
GUSTINE SADNJE KOD TRI KLONA CRNIH TOPOLA SEKCIJE
*AIGEIROS (DUBY)***

Andrašev Siniša, Rončević Savo, Ivanišević Petar¹

Izvod: U radu su prikazani rezultati uticaja gustine sadnje reznica na proizvodnju sadnica tipa 1/2 tri klena crne topole sekciije Aigeiros na zemljištu tipa fluvisol, peskovite forme. Istraživani su klonovi PE 19/66, B-229 (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.) i klon Pannonia (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier), dok su primenjene gustine sadnje za proizvodnju sadnica tipa 1/2 bile u rasponu od gustih do retkih: 0,80×0,20 m, 0,80×0,25 m, 0,80×0,30 m, 0,80×0,40 m, 0,80×0,50 m.

Rezultati istraživanja su pokazali da se klonovi razlikuju u preživljavanju i srednjoj visini sadnica tipa 1/2, dok se uticaj gustine sadnje manifestovao samo na srednje visine sadnica. Istraživani klonovi su imali različitu visinsku strukturu sadnica u zavisnosti od gustine sadnje što je potvrđeno numeričkim pokazateljima i neparametarskim testom Kolmogorov-Smirnova.

Primenjeni različiti kriterijumi minimalne visine sadnica od 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m i 3,5 m za sadni materijal pokazali su da je kod „niskih“ kriterijuma (2,0 m) procenat neupotrebljivih sadnica minimalan kod svih gustina sadnje i sva tri klena topole, te izbor gustine sadnje treba da se zasniva na količini proizvedenih sadnica po hektaru. Kod „visokih“ kriterijuma (3,5 m) razlike u broju proizvedenih upotrebljivih sadnica po hektaru od većih ka manjim gulinama sadnje se smanjuju, a procenat neupotrebljivih sadnica je visok i kod najređih gulinama sadnje, što izbor pomera ka retkim gulinama sadnje.

Kod „srednjih“ kriterijuma minimalne visine sadnica (2,5 i 3,0 m), koji se najčešće sreću u rasadničkoj proizvodnji, uzimajući u obzir količinu sadnica po hektaru i procenat upotrebljivih sadnica kod svakog istraživanog klena, može da se izabere optimalne gulinu koja se nalazi u okviru primenjenih gulinama sadnje.

Ključne reči: gmina sadnje, klen topole, visina sadnice, visinska struktura.

¹ Dr Siniša Andrašev, naučni saradnik, dr Savo Rončević, viši naučni saradnik, dr Petar Ivanišević, viši naučni saradnik, Istraživačko-razvojni institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

**EFFECTS OF DIMENSIONS OF NURSERY PLANTS TYPE 1/2 ON CHOICE OF
OPTIMAL PLANTING DENSITY IN THREE CLONES OF BLACK POPLAR SECTION
AIGEIROS (DUBY)**

Abstract: Results of planting density effects on production of nursery plants type 1/2 of three black poplar clones section Aigeiros (Duby) grown on sandy fluvisol are shown in this paper. The clone PE 19/66, B-229 (*Populus deltoides Bartr. ex Marsh.*), and clone Pannonia (*Populus × euramericana (Dode) Guinier*) were studied, while applied planting densities for production of nursery plants type 1/2 ranged from dense to scarce: 0,80×0,20 m, 0,80×0,25 m, 0,80×0,30 m, 0,80×0,40 m, 0,80×0,50 m.

The results of investigation showed that there were differences in survival rate and average height of nursery plant type 1/2 between clones, while effect of planting density was manifested only on average height of nursery plants. Studied clones exhibited different height structure of nursery plants depending on planting density, which was confirmed by numerical parameters and non-parametric Kolmogorov-Smirnov test.

Applied different criteria relating to minimal nursery plant height of 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m and 3,5 m showed that in so called "low" criterion (2,0 m) the percentage of unusable nursery plants was minimum for all planting densities and in all three poplar clones, and thus the planting density should be based on the quantity of produced nursery plants per hectare. In so called "high" criterion (3,5 m) differences in number of produced nursery plants per hectare between different planting densities were diminishing, and the percentage of unusable nursery plants remained high even at the lowest planting densities, shifting the choice from high towards lower planting densities.

In so called „mean“ criterion relating to minimum nursery plant height (2,0 and 2,5 m), which is the most often encountered in nursery production, the optimal density (which is found within applied planting densities) can be chosen taking the quantity of nursery plants per hectare into account.

Key words: planting density, poplar clone, height of nursery plant, height structure.

1. UVOD

Rasadnička proizvodnja, kao prva faza u proizvodnji drvne mase topola, treba da obezbedi sadni materijal odgovarajućih karakteristika sa ciljem maksimalnog prijema i preživljavanja sadnica nakon sadnje, ali i uspešnog daljeg razvoja novoosnovanih zasada topola.

Proizvodnja drvne mase topola odvija se u polođima reka na staništima čija je osnovna karakteristika velika varijabilnost u pogledu hidroloških uslova (Herpka, 1979) i svojstava zemljišta na malim prostorima (Živanović, 1982). Zasadi topola se osnivaju za različite namene: zasadi za proizvodnju tehničkog drveta, zasadi za proizvodnju celuloznog drveta i zasadi za proizvodnju biomase za energiju (Marković et al., 1997). U proteklom periodu razvoja topolarske proizvodnje u trajanju od preko 60 godina, jedna od karakteristika je i stalna izmena asortimana klonova (kultivara), kao posledice njihove osetljivosti na napade patogena kada se osnivaju u monoklonalnim zasadima na velikim površinama.

U uslovima navedenih staništa mnogobrojni faktori uslovjavaju uspešnost rasadničke proizvodnje: tip zemljišta, odnosno posebno svojstva fiziološki aktivnog profila (do 50-70 cm dubine), obezbeđenost hranivima i vodom, izbor klona topole, izbor razmaka sadnje, primena mera nege (okopavanje, prašenje), zaštita sadnica od

biotskih i abiotiskih faktora (Herpka i Marković, 1974, Marković, 1974, 1991, Marković i Rončević, 1986, 1995, Živanov, 1974, Živanov et al., 1985, Ivanišević, 1991, 1993, Rončević et al., 2002, Andrašev et al., 2002, 2003).

Na osnovu dugogodišnjih istraživanja elemenata tehnologije rasadničke proizvodnje u Institutu za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu (ranije Institut za topolarstvo) konstatovano je da nema uniformne tehnologije proizvodnje sadnog materijala, već da se proizvodnja sadnica mora obavljati za konkretne oblike zasada i za konkretne uslove staništa (Marković i Rončević, 1986, 1995).

Namena zasada i svojstva zemljišta opredeljuju uzgojni oblik – tip sadnice za osnivanje zasada topola. Kao rezultat naučno-istraživačkog rada ali i praktičnog iskustva, s'obzirom na starost sadnica, način sadnje i namenu zasada, do danas je definisano nekoliko tipova sadnog materijala topola i vrba: jednogodišnje sadnice (1/1, 1/2, 1/0), dvogodišnje sadnice (2/2, 2/3, 2/0), korenovi (0/1) i reznice.

Jedna od osnovnih pretpostavki za uspešno osnivanje i visoku proizvodnost zasada topola je kvalitet upotrebljenog sadnog materijala (Žufa, 1961, Bura, 1968, Herpka i Marković, 1974).

Sadni materijal koji se upotrebljava za osnivanje zasada treba da ima određene dimenzije. U praksi su se do sada, kao merilo kvaliteta, koristili prečnici sadnica na određenoj visini (1,0 m, 1,3 m) i visine sadnica. Korišćenje prečnika sadnica, iako ranije upotrebljavano u klasiranju sadnica kiona I-214, nije prihvatljivo kao jedinstveni kriterijum jer različiti klonovi za iste visine imaju značajno različite prečnike (Andrašev et al., 2002). Klasiranje sadnica po osnovu visine pokazalo se kao pogodan kriterijum (Herpka i Marković, 1974, Marković, 1974, 1991, Marković i Rončević, 1986, 1995, Živanov, 1974, Živanov et al., 1985, Ivanišević, 1991, 1993, Rončević et al., 2002, Andrašev et al., 2002, 2003). Visina sadnice ne utiče na elemente rasta zasada u kasnijem periodu, ali utiče na preživljavanje sadnica u zasadu nakon sadnje što u značajnoj meri umanjuje količinu drvne mase topola (Marković 1974, 1991). Stoga više autora navodi minimalnu visinu sadnice koja nema značajan uticaj na preživljavanje sadnica i dalji razvoj stabala u zasadu od 2,5 m, a u izuzetnim slučajevima na staništima sa malim rizikom po uspeh pošumljavanja minimalna visina može da bude 2,0 m (Marković, 1991; Marković i Rončević, 1986, 1995; Ivanišević, 1991; Rončević et al., 2002; Andrašev et al., 2002, 2007).

Novija istraživanja ukazuju da se različiti klonovi crnih topola, koji se primenjuju u praksi ili se nalaze u završnoj fazi testiranja i uvođenja u proizvodnju, razlikuju u pogledu reakcije na gustinu zasada (Andrašev et al., 2002) i tehnološke postupke izrade i sadnje reznica (Kovačević et al., 2006; Andrašev et al., 2006).

Cilj rada je da ukaže na značaj gustine sadnje, kao jednog od osnovnih elemenata u proizvodnji drvne mase topola, pri proizvodnji sadnica tipa 1/2 sa aspekta upotrebljivosti sadnica različitih klonova topola kada se kao kriterijum upotrebljivosti koristi minimalna visina sadnice.

2. OBJEKAT ISTRAŽIVANJA

Istraživanja su obavljena sa tri klena crne topole sekcije *Aigeiros* (Duby), od kojih dva klena, PE 19/66 i B-229, pripadaju američkoj crnoj topoli (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.) i klon Pannonia^{*} koji je hibrid domaće i američke crne topole (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier). Primjenjene su sledeće gustine sadnje:

- tretman gustine A – $0,80 \times 0,20$ m ili 62.500 reznica po hektaru;
- tretman gustine B – $0,80 \times 0,25$ m ili 50.000 reznica po hektaru;
- tretman gustine C – $0,80 \times 0,30$ m ili 41.667 reznica po hektaru;
- tretman gustine D – $0,80 \times 0,40$ m ili 31.250 reznica po hektaru;
- tretman gustine E – $0,80 \times 0,50$ m ili 25.000 reznica po hektaru.

Ogled je osnovan u proleće 2008. godine na lokalitetu “Bašte”, Ogledno dobro Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu. U svakom istraživanom tretmanu (klon i gustina sadnje) posađeno je po 30 reznica, dužine 20 ± 2 cm, u četiri ponavljanja pri slučajnom rasporedu. U proleće 2009. godine izvršeno je čepovanje ožiljenica sa ciljem da se proizvedu sadnice tipa 1/2.

Osnovne fizičko-hemiske osobine zemljišta, date su u tabeli 1, pokazuju da zemljište pripada tipu fluvisol, peskovite forme (Škorić et al., 1985).

Tabela 1. Fizičko-hemiske osobine zemljišta na istraživanom lokalitetu
Table 1. Physico-chemical properties of soil in experimental field

Hori-zont Horizon	Dubina Depth	C_{aCO_3}	pH	Hu-mus	N	P_2O_5		K_2O		Granulometrijski sastav Granulometric composition				Pesak Silk	Glina Clay	Teksturna klasa Texture class
						[mg/ 100g]	[mg/ 100g]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]			
						[cm]	[%]	[%]	[%]							
(A) _{mo,p}	0-27	19.3	8.4	1.02	0.072	4.4	7.2	0.5	81.5	12.4	5.6	82.0	18.0			ilov. pesak <i>loamy sand</i>
IG _{so}	27-80	6.3	8.5	0.27	0.011	2.6	3.2	1.4	89.8	5.6	3.2	91.2	8.8			pesak <i>sand</i>
IIIG _{so}	80-95	19.7	8.7	0.37	0.018	3.6	4.0	0.3	73.7	16.4	9.6	74.0	26.0			pesk. ilovača <i>sandy loamy</i>
IIIG _{so}	95-112	13.0	8.7	0.12	0.006	2.6	2.0	1.9	90.5	4.8	2.8	92.4	7.6			pesak <i>sand</i>
IVG _{so}	112-250	15.2	8.8	0.14	0.008	3.4	2.2	12.0	68.0	14.0	6.0	80.0	20.0			ilov. pesak <i>loamy sand</i>
VG _{so}	250-270	11.3	8.5	0.10	0.001	0.4	2.0	69.3	30.3	0.0	0.4	99.6	0.4			pesak <i>sand</i>

Izvor: Ivanišević, (1991): Efekti dubrenja u proizvodnji sadnica topola na aluvijalnim zemljištima srednjeg Podunavlja. Magistarski rad, rukopis. Šumarski fakultet, Beograd. p. 194.

Source: Ivanišević, (1991): Effects of fertilization in poplar nursery production on alluvial soils in middle Danube basin. Master's Thesis. University of Belgrade, Faculty of Forestry, Belgrade. p. 194 [in Serbian].

U reljefnom smislu zemljište se nalazi na uzvišenju, odnosno “gredi”, gde se podzemna voda nalazi na dubini preko 2,5 m. Za zemljište je karakterističan visok sadržaj ukupnog peska po celoj dubini profila, sa proslojkom peskovite ilovače na dubini od 80-95 cm. Ovakav granulometrijski sastav zemljišta i raspored slojeva u profilu ne omogućava kapilarni uspon podzemne vode u zonu rizofsere, te je

* U literaturi se često sreće naziv M-1.

korenov sistem opredeljen na usvajanje vode iz površinskih slojeva, koji imaju mali kapacitet skladištenja lakopristupačne vode. Imajući navedeno u vidu u toku vegetacionog perioda izvršeno je zalivanje ogledne površine u dva navrata, u junu i julu, sa po cca $50 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$.

3. METOD RADA

Na kraju vegetacionog perioda u 2008. i 2009. godini premerene su visine svake ožiljenice, odnosno sadnice letvom sa tačnošću od 1 cm u svakom ponavljanju. Premerene visine su poslužile da se dobije procenat preživljavanja, kao i elementi visinske strukture.

U radu su usvojene minimalne visine sadnica od 2,0, 2,5, 3,0 i 3,5 m, kao kriterijum za upotrebljivi sadni materijal. Premerene visine su poslužile da se utvrdi procenat učešća upotrebljivih sadnica u ukupnom broju sadnica koje sa aspekta minimalnih visina mogu da predstavljaju sadni materijal, kao i broj sadnica po hektaru za svaki istraživani tretman (klon i gustina sadnje) i svako ponavljanje.

Poređenje srednjih vrednosti primenjenih faktora (klon, gustina sadnje) izvršeno je testom dvofaktorijalne analize varianse, uz prethodnu transformaciju procenata preživljavanja po formuli: $z = \arcsin(\%prež.)^{1/2}$. Primenjen je mešoviti model testa dvofaktorijalne analize varianse u kome je klon topole smatrana fiksna, a gustina sadnje slučajnim faktorom:

$$X_{ijm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{m(ij)}$$

gde su: μ – opšta sredina, α_i – efekat klena, β_j – efekat primenjene gustine sadnje, $(\alpha\beta)_{ij}$ – efekat interakcije, $\varepsilon_{m(ij)}$ – slučajni efekat (Hadživuković, 1973).

Efekat ispitivanih izvora variranja procenjen je na osnovu učešća njihovih očekivanih varijansi (σ_x^2) u ukupnom variranju (σ_T^2), dok je za poređenje srednjih vrednosti korišćen test najmanje značajne razlike (NZR) na nivou rizika od 0,05.

Za definisanje visinske strukture korišćeni su numerički pokazatelji: aritmetička sredina (\bar{h}), standardna devijacija (s_d), koeficijent varijacije (c_v), minimum (h_{min}), maksimum (h_{max}), koeficijenti asimetrije (α_3) i spljoštenosti (α_4) (Stamenković i Vučković, 1988).

Za upoređenje visinskih struktura korišćen je neparametarski test Kolmogorov-Smirnova. Obrada podataka je izvršena pomoću programskih paketa STATISTICA, ver. 7.1 i EXCEL.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Preživljavanje i srednje visine sadnica

Istraživani klonovi imali su različito preživljavanje na kraju prve godine, dok različita gustina sadnje reznica nije imala uticaj na preživljavanje ožiljenica tipa 1/1 (tabela 2). Najveće preživljavanje ostvario je klon Pannonia, u proseku 87,1%, a najmanje klon PE 19/66, od 75,6% (tabela 3).

Tabela 2. Rezultati testa dvofaktorijske analize varijanse uticaja klonova i gustine sadnje na preživljavanje i srednje visine ožiljenica u prvoj godini*Table 2. Results of two-way ANOVA impact of clone and planting density on survival rate and mean values of rooted cuttings one years old*

Izvor varijacije <i>Source of variation</i>	Preživljavanje <i>Survival rate</i>					Srednje visine ožiljenica <i>Average values of rooted cuttings height</i>				
	Suma kvadrata <i>Sum of squares</i>	step slob. <i>deg.of free.</i>	Sredina kvadrata <i>Mean square</i>	F-količnik <i>F-ratio</i>	p vrednost <i>p value</i>	Suma kvadrata <i>Sum of squares</i>	step slob. <i>deg. of free.</i>	Sredina kvadrata <i>Mean square</i>	F-količnik <i>F-ratio</i>	p vrednost <i>p value</i>
Klon <i>Clone</i>	0,22252	2	0,11126	6,167	0,0043	3	2	1	0,003	0,9973
Gustina sadnje <i>Planting density</i>	0,0646	4	0,01615	0,895	0,4747	608	4	152	0,329	0,8573
Klon × Gustina <i>Clone × Pl. density</i>	0,18598	8	0,02325	1,289	0,2736	4069	8	509	1,1	0,3812
Pogreška <i>Error</i>	0,81182	45	0,01804			20808	45	462		
Ukupno <i>Total</i>	1,28492	59				25488	59			

Tabela 3. Rezultati testa jednofaktorijske analize varijanse i testa najmanje značajne razlike na nivou rizika od 5% uticaja gustine sadnje na preživljavanje i srednje visine ožiljenica istraživanih klonova topola u prvoj godini*Table 3. Results of one-way ANOVA and least significant differences at the risk level of 5% impact of planting density on survival rate and mean values of rooted cuttings one years old of examined clones*

Gustina sadnje <i>Planting density</i>	Preživljavanje [%] <i>Survival rate [%]</i>			Srednje visine ožiljenica [cm] <i>Mean heights of rooted cuttings [cm]</i>		
	PE 19/66	B-229	Pannonia	PE 19/66	B-229	Pannonia
A (0.8×0.20m)	82.6 a ¹	86.5 ab	89.1 a	224.8 a	218.8 a	244.0 a
B (0.8×0.25m)	73.7 a	88.7 a	83.9 a	234.8 a	231.2 a	218.0 a
C (0.8×0.30m)	71.0 a	80.2 ab	91.8 a	222.3 a	224.3 a	241.3 a
D (0.8×0.40m)	84.0 a	81.7 ab	81.6 a	238.1 a	242.8 a	221.5 a
E (0.8×0.50m)	66.8 a	77.2 b	88.8 a	238.1 a	239.6 a	230.7 a
prosek (average)	75,6	82,9	87,1	231,6	231,3	231,1
F-količnik (F-ratio)	1.236	2.03	0.738	0.375	0.902	1.627
p-vrednost (p-value)	0.337	0.142	0.58	0.823	0.487	0.219

¹ Ista slova znače da ne postoje statistički značajne razlike između gustina sadnje po testu najmanje značajne razlike na nivou rizika od 0,05.¹ The same letters indicate that there is no statistically significant differences between the planting densities tested by least significant differences at the risk level of 0,05.

Na kraju prve godine istraživanja istraživani klonovi su ostvarili približno iste srednje visine ožiljenica, kako međusobno, tako i u zavisnosti od primenjenih gustina sadnje. Klon PE 19/66 je ostvario srednje visine od 222-238 cm u zavisnosti od primenjenih gustina sadnje, a klon B-229 od 219-243 cm, što po testu najmanje značajne razlike nije značajno (tabela 3). Slične srednje visine od 218-243 cm ostvario je i klon Pannonia.

Tabela 4. Rezultati testa dvofaktorijalne analize varijanse uticaja klon i gustine sadnje na preživljavanje i srednje visine sadnica tipa 1/2

Table 4. Results of two-way ANOVA impact of clone and planting density on survival rate and mean values of nursery plants type 1/2

Izvor varijacije <i>Source of variation</i>	Preživljavanje <i>Survival rate</i>					Srednje visine sadnica <i>Average values of plants height</i>				
	Suma kvadrata <i>Sum of squares</i>	step slob. <i>deg. of free.</i>	Sredina kvadrata <i>Mean square</i>	F-količnik <i>F-ratio</i>	p vrednost <i>p value</i>	Suma kvadrata <i>Sum of squares</i>	step slob. <i>deg. of free.</i>	Sredina kvadrata <i>Mean square</i>	F-količnik <i>F-ratio</i>	p vrednost <i>p value</i>
Klon <i>Clone</i>	0,13558	2	0,06779	5,014	0,0108	18492	2	9246	27,3	0
Gustina sadnje <i>Planting density</i>	0,12244	4	0,03061	2,264	0,0771	14456	4	3614	10,67	0,000004
Klon × Gustina <i>Clone × Pl. density</i>	0,13241	8	0,01655	1,224	0,3072	3244	8	406	1,2	0,3221
Pogreška <i>Error</i>	0,60842	45	0,01352			15241	45	339		
Ukupno <i>Total</i>	0,99885	59				51433	59			

Tabela 5. Rezultati testa jednofaktorijalne analize varijanse i testa najmanje značajne razlike na nivou rizika od 5% uticaja gustine sadnje na preživljavanje i srednje visine sadnica, tipa 1/2 istraživanih klonova topola

Table 5. Results of one-way ANOVA and least significant differences at the risk level of 5% impact of planting density on survival rate and mean values of nursery plants type 1/2 of examined poplar clones

Gustina sadnje <i>Planting density</i>	Preživljavanje [%] <i>Survival rate [%]</i>			Srednje visine sadnica [cm] <i>Mean heights of plants [cm]</i>		
	PE 19/66	B-229	Pannonia	PE 19/66	B-229	Pannonia
A (0.8×0.20m)	81.9 a ¹	84.5 ab	87.1 a	282.6 b	246.8 c	318.0 b
B (0.8×0.25m)	72.0 a	86.2 a	81.3 a	312.4 ab	273.5 bc	318.1 b
C (0.8×0.30m)	68.5 a	75.3 bc	85.4 a	313.2 ab	288.8 ab	320.0 ab
D (0.8×0.40m)	83.2 a	80.1 abc	80.6 a	321.7 a	295.6 ab	319.9 ab
E (0.8×0.50m)	64.2 a	72.7 c	83.9 a	341.6 a	307.9 a	341.4 a
Prosek (Average)	74,0	79,8	83,6	314,3	282,5	323,5
F-količnik (F-ratio)	1.475	3.482	0.59	4.091	6.281	1.822
p-vrednost (p-value)	0.259	0.033	0.675	0.019	0.004	0.177

¹ Ista slova znače da ne postoje statistički značajne razlike između gustina sadnje po testu najmanje značajne razlike na nivou rizika od 0,05.

¹ The same letters indicate that there is no statistically significant differences between the planting densities tested by least significant differences at the risk level of 0,05.

Na kraju druge godine istraživanja, odnosno kod tipa sadnice 1/2, zadržao se isti uticaj faktora na preživljavanje sadnica, pri čemu se smanjio značaj uticaja klonu u odnosu na prvu godinu istraživanja. Klon Pannonia je imao nešto manje preživljavanje u odnosu na prvu godinu istraživanja, ali i dalje najveće u odnosu na ostala dva klonova, u proseku 83,6%, dok je klon PE 19/66 imao najmanje preživljavanje, u proseku 74,0% (tabela 4).

Srednje visine sadnica tipa 1/2 na kraju druge godine istraživanja značajno se razlikuju, kako između istraživanih klonova, tako i između primenjenih gustina sadnje (tabela 5).

Klon PE 19/66 je ostvario srednje visine od 283 cm, pri gustini sadnje $0,80 \times 0,20$ cm (tretman gustine A), do 342 cm, pri gustini sadnje $0,80 \times 0,50$ cm (tretman gustine E). Rezultati primjenjenog testa jednofaktorijske analize varijanse pokazali su značajnost razlika u srednjim visinama između primenjenih gustina sadnje. Test najmanje značajne razlike na nivou rizika od 5% potvrdio je značajnost razlika između tretmana najvećih (A) i tretmana najmanjih gustina sadnje (D i E).

Klon B-229 je ostvario nešto niže srednje visine sadnica tipa 1/2 u odnosu na klon PE 19/66, u proseku 282 cm. Značajnost razlika između primenjenih gustina sadnje potvrđena je F testom analize varijanse. Klon B-229 je ostvario najveće srednje visine pri tretmanu gustine E ($0,80 \times 0,50$ cm) od 308 cm, što je značajno više od tretmana najvećih gustina sadnje (A i B).

Klon Pannonia je ostvario najveće srednje visine sadnica tipa 1/2, u proseku 323 cm. Značajnost razlika u srednjim visinama nije potvrđena F-testom, dok je test najmanje značajne razlike potvrdio značajnost razlika između tretmana gustine E ($0,80 \times 0,50$ cm) od 341 cm i tretmana gustine A ($0,80 \times 0,20$ cm) i gustine B ($0,80 \times 0,25$ cm) od 318 cm.

4.2. Visinska struktura sadnica

Visinska struktura sadnica tipa 1/2 pokazuje različitu varijabilnost između klonova (tabela 6).

Tabela 6. Numerički pakazatelji visinske strukture sadnica tipa 1/2 istraživanih klonova topola u zavisnosti od gustine sadnje

Table 6. Numerical indicators of nursery plants type 1/2 height structures of examined clones depending on planting density

Numerički pokazatelj <i>Numerical indicator</i>	klon (clone): PE 19/66					klon (clone): B-229					klon (clone): Pannonia				
	Tretman gustine sadnje (<i>Planting density treatment</i>):														
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
n¹ [kom]	97	86	82	94	77	101	103	90	96	87	104	97	102	96	100
h̄ [cm]	281.5	311.7	313.6	318.4	342.0	246.9	273.0	289.6	295.3	306.2	318.4	318.4	319.1	319.1	341.5
s_d [cm]	75.50	83.57	82.74	72.50	58.37	66.14	81.50	73.65	66.85	68.61	73.60	63.49	66.52	58.45	64.08
c_v [%]	26.8	26.8	26.4	22.8	17.1	26.8	29.8	25.4	22.6	22.4	23.1	19.9	20.8	18.3	18.8
h_{min} [cm]	52	42	105	101	95	30	65	45	87	93	55	120	144	105	90
h_{max} [cm]	401	450	425	430	436	358	415	390	407	419	450	427	425	470	445
α₃	-0.796	-1.022	-0.820	-0.567	-0.322	-1.002	-0.973	-1.279	-0.855	-0.718	-0.917	-1.001	-0.881	-0.900	-1.161
α₄	3.56	3.88	2.68	2.67	6.39	3.85	3.19	4.41	3.75	3.24	3.72	3.60	2.98	4.94	4.84

¹ n – broj premerenih sadnica; h̄ – srednja visina sadnica; s_d – standardna devijacija; c_v – koeficijent varijacije; h_{min} – minimum; h_{max} – maksimum; α₃ – koeficijent asimetrije; α₄ – koeficijent spljoštenosti.

¹ n – number of measured plants; h̄ – average height value; s_d – standard deviation; c_v – coefficient of variation; h_{min} – minimum; h_{max} – maximum; α₃ – coefficient of skewness; α₄ – coefficient of kurtosis.

Takođe su utvrđene razlike u varijabilnosti između gustina sadnje. Najizraženiju varijabilnost visina sadnica pokazao je klon B-229, od 22,4-29,8%, dok je najmanje izraženu varijabilnost pokazao klon Pannonia, od 18,3-23,1%. Kod sva tri istraživana kloga uočava se smanjenje varijabilnosti sa smanjenjem gustine sadnje.

Grafikon 1. Sumarne krive visinske strukture sadnica tipa 1/2 istraživanih klonova topola u zavisnosti od gustine sadnje (A-E)

Figure 1. Cumulative curves of nursery plants type 1/2 height structure of examined clones depending on planting density (A-E)

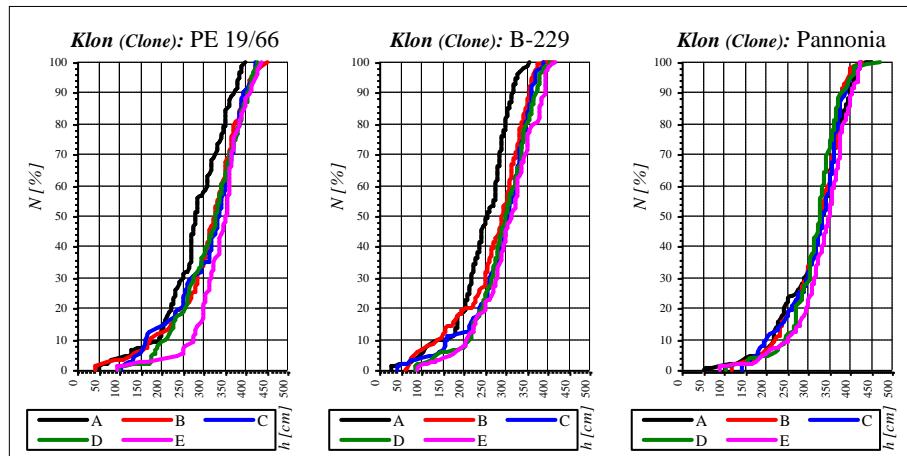


Tabela 7. Izračunate vrednosti $|D|$ statistike i p vrednosti po neparametarskom testu Kolmogorov-Smirnova poređenja visinske strukture sadnica tipa 1/2 klona PE 19/66 u zavisnosti od gustine sadnje

Table 7. Calculated values of $|D|$ statistics and p values by non-parametrics Kolmogorov-Smirnov test of clone PE 19/66 nursery plants type 1/2 height structure comparison depending on planting density

	$ D $ statistika ($ D $ statistics)				
	Gustina sadnje (Planting density)	A ($0,8 \times 0,20m$)	B ($0,8 \times 0,25m$)	C ($0,8 \times 0,30m$)	D ($0,8 \times 0,40m$)
A ($0,80 \times 0,20m$)	-	0.24275	0.2874	0.24391	0.42415
B ($0,80 \times 0,25m$)	0,00929	-	0.07544	0.07175	0.18288
C ($0,80 \times 0,30m$)	0,0013	0,97068	-	0.10067	0.21476
D ($0,80 \times 0,40m$)	0,00683	0,97491	0,76644	-	0.20821
E ($0,80 \times 0,50m$)	$0,39 \cdot 10^{-6}$	0,13206	0,05131	0,05096	-

Tabela 8. Izračunate vrednosti $|D|$ statistike i p vrednosti po neparametarskom testu Kolmogorov-Smirnova poređenja visinske strukture sadnica tipa 1/2 kloni B-229 u zavisnosti od gustine sadnje

Table 8. Calculated values of $|D|$ statistics and p values by non-parametrics Kolmogorov-Smirnov test of clone B-229 nursery plants type 1/2 height structure comparison depending on planting density

P vrednost (p value)	$ D $ statistika ($ D $ statistics)				
	Gustina sadnje (Planting density)	A ($0,8 \times 0,20m$)	B ($0,8 \times 0,25m$)	C ($0,8 \times 0,30m$)	D ($0,8 \times 0,40m$)
A ($0,80 \times 0,20m$)	-	0.2779	0.35413	0.33746	0.41345
B ($0,80 \times 0,25m$)	0,00076	-	0.11575	0.13167	0.18569
C ($0,80 \times 0,30m$)	$0,13 \cdot 10^{-4}$	0,54057	-	0.07847	0.17356
D ($0,80 \times 0,40m$)	$0,27 \cdot 10^{-4}$	0,35502	0,93723	-	0.11207
E ($0,80 \times 0,50m$)	$0,23 \cdot 10^{-6}$	0,07734	0,13912	0,61522	-

Oblik visinske strukture sadnica tipa 1/2, definisan koeficijentima asimetrije (α_3) i spljoštenosti (α_4), pokazuje srednje izraženu do izraženu levu asimetriju, dok nema jasne razlike u spljoštenosti visinske strukture kod svih istraživanih klonova i tretmana gustine sadnje.

Sumarne krive visinske strukture tipa sadnog materijala 1/2 pokazuju jasno zaostajanje krive tretmana sa najvećom gustom u odnosu na ostale tretmane kod klonova PE 19/66 i B-229 (*P. deltoides* Bartr. ex Marsh.) (grafikon 1). Testom Kolmogorov-Smirnova potvrđeno je značajno zaostajanje visinskih krivih tretmana gustine A u odnosu na ostale tretmane gustine sadnje na nivou rizika od 1% (tabele 7 i 8). Kod klena Pannonia utvrđena je bliskost visinskih struktura svih istraživanih gustina sadnje, što je i potvrđeno testom Kolmogorov-Smirnova (tabela 9).

Tabela 9. Izračunate vrednosti $|D|$ statistike i p vrednosti po neparametarskom testu Kolmogorov-Smirnova poređenja visinske strukture sadnica tipa 1/2 kloni Pannonia u zavisnosti od gustine sadnje

Table 9. Calculated values of $|D|$ statistics and p values by non-parametrics Kolmogorov-Smirnov test of clone Pannonia nursery plants type 1/2 height structure comparison depending on planting density

P vrednost (p value)	$ D $ statistika ($ D $ statistics)				
	Gustina sadnje (Planting density)	A ($0,8 \times 0,20m$)	B ($0,8 \times 0,25m$)	C ($0,8 \times 0,30m$)	D ($0,8 \times 0,40m$)
A ($0,80 \times 0,20m$)	-	0.10091	0.08409	0.14022	0.17
B ($0,80 \times 0,25m$)	0,6863	-	0.05579	0.11072	0.19629
C ($0,80 \times 0,30m$)	0,85973	0,9978	-	0.15748	0.18471
D ($0,80 \times 0,40m$)	0,28006	0,5952	0,17199	-	0.25833
E ($0,80 \times 0,50m$)	0,10501	0,045	0,06378	0,0029	-

4.3. Količina upotrebljivih sadnica po hektaru

Faktori klon i gustina sadnje pokazali su se značajni kod ocene procenta učešća upotrebljivih sadnica tipa 1/2 u ukupnom broju sadnica, pri čemu se kao kriterijum upotrebljivosti uzima minimalna visina od 2,0, 2,5, 3,0 i 3,5 m. Sa povećanjem minimalne visine, kao kriterijuma upotrebljivosti, raste učešće očekivanih varijansi faktora klon, dok je kod faktora gustina sadnje učešće očekivane varijanse najveće kod minimalne visine od 2,5 m (tabela 10).

Tabela 10. Rezultati testa dvofaktorijske analize varijanse uticaja klonova i gustine sadnje na procenat učešća sadnica tipa 1/2 minimalne visine od 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m i 3,5 m u ukupnom broju sadnica

Table 10. Results of two-way ANOVA impact of clone and planting density on percentage of nursery plants type 1/2 minimum height of 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m and 3,5 m in total amount of plants

Izvor varijacije (Source of variation)	F test				Očekiv. var. (Expect. varianc.)	Doprinos očekivanih varijansi [%] (Contribution of expected variances)			
	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m		>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m
Klon (Clone)	7.03**	9.78***	21.29***	23.07***	$\sigma^2_a =$	20.5	19.2	36.4	41.9
Gustina sadnje (Planting density)	3.0*	11.02***	9.25***	6.14***	$\sigma^2_\beta =$	11.4	36.5	24.6	16.3
Klon × Gustina sadnje (Clone × Planting density)	0.74 ^{ns}	1.06 ^{ns}	1.36 ^{ns}	1.40 ^{ns}	$\sigma^2_{ab} =$	0.0	0.7	3.2	3.8

Tabela 11. Rezultati testa jednofaktorijske analize varijanse i testa najmanje značajne razlike na nivou rizika od 5% uticaja gustine sadnje na procenat učešća sadnica tipa 1/2 minimalne visine 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m i 3,5 m u ukupnom broju sadnica istraživanih klonova topola

Table 11. Results of one-way ANOVA and least significant differences at the risk level of 5% impact of planting density on percentage of nursery plants type 1/2 minimum height of 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m and 3,5 m in total amount of plants of examined poplar clones

Gustina sadnje (P.density)	Klon (Clone): PE 19/66		Klon (Clone): B-229		Klon (Clone): Pannomia																					
	Minimalna visina sadnice (h_{min}) – Minimum height of plants (h_{min})																									
	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m						
Gustina sadnje (%)	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05	NZR 0,05					
A	90,8 ab ¹	71,7 b	43,7 c	20,8 b	95,5 a	53,5 b	21,0 b	0,5 b	97,5 a	79,1 b	68,6 a	41,9 ab														
B	91,1 ab	80,6 b	67,7 ab	38,5 ab	80,8 b	74,1 a	46,8 a	14,5 a	96,2 a	83,7 ab	70,0 a	40,0 ab														
C	87,4 b	80,9 b	66,0 b	42,3 ab	89,3 ab	79,1 a	55,2 a	19,9 a	93,9 a	84,2 ab	70,3 a	43,5 ab														
D	91,7 ab	84,1 b	67,1 b	41,1 ab	92,8 a	78,9 a	52,8 a	15,6 a	98,0 a	90,4 ab	71,7 a	28,4 b														
E	98,7 a	98,1 a	82,1 a	52,8 a	95,5 a	82,7 a	60,8 a	30,2 a	98,0 a	94,4 a	79,3 a	53,2 a														
F-test	1.98 ^{ns}	6.28 ^{**}	6.73 ^{**}	2.07 ^{ns}	4.05*	4.63*	4.11*	4.19*	0.29 ^{ns}	2.22 ^{ns}	0.80 ^{ns}	2.07 ^{ns}														

¹ Ista slova znače da ne postoje statistički značajne razlike između gustina sadnje po testu najmanje značajne razlike na nivou rizika od 0,05.

¹ The same letters indicate that there is no statistically significant differences between the planting densities tested by least significant differences at the risk level of 0,05.

Kod sva tri istraživana klena procenat učešća upotrebljivih sadnica se povećava sa smanjenjem gustine sadnje. Međutim, rezultati testa jednofaktorijalne analize varijanse pokazali su da primenjene gustine sadnje imaju različit uticaj na učešće upotrebljivih sadnica u zavisnosti od klena i minimalne visine, kao kriterijuma upotrebljivosti sadnice (tabela 11). Tako je kod klena B-229 značajnost razlika utvrđena kod svih razmatranih minimalnih visina sadnica, dok kod klena Pannonia značajnost razlika nije utvrđena kod nijedne minimalne visine. Kod klena PE 19/66 značajnost uticaja gustine sadnje na procenat učešća upotrebljivih sadnica u ukupnom broju sadnica utvrđena je samo kod minimalne visine od 2,5 i 3,0 m.

Tabela 12. Rezultati testa dvofaktorijalne analize varijanse uticaja klena i gustine sadnje na broj sadnica po hektaru tipa 1/2 minimalne visine od 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m i 3,5 m

Table 12. Results of two-way ANOVA impact of clone and planting density on amount of nursery plants type 1/2 minimum height of 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m and 3,5 m

Izvor varijacije (Source of variation)	F test				Očekiv. var. (Expect. varianc.)	Doprinos očekivanih varijansi [%] (Contribution of expected variances)			
	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m		>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m
Klen (Clone)	9.18***	10.98***	22.55***	23.40***	$\sigma^2_\alpha =$	4.5	9.7	30.8	40.8
Gustina sadnje (Planting density)	94.09***	42.03***	11.89***	2.88*	$\sigma^2_\beta =$	84.6	66.7	26.0	5.7
Klen × Gustina sadnje (Clone × Planting density)	0.75 ^{ns}	1.83 ^{ns}	3.04**	2.86*	$\sigma^2_{\alpha\beta} =$	0.0	4.0	14.6	17.0

Tabela 13. Rezultati testa jednofaktorijalne analize varijanse i testa najmanje značajne razlike na nivou rizika od 5% uticaja gustine sadnje na broj sadnica po hektaru tipa 1/2 minimalne visine 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m i 3,5 m istraživanih klonova topola

Table 13. Results of one-way ANOVA and least significant differences at the risk level of 5% impact of planting density on amount of nursery plants type 1/2 minimum height of 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m and 3,5 m of examined poplar clones

G. sadnje (P.density)	Klen (Clone): PE 19/66		Klen (Clone): B-229				Klen (Clone): Pannonia						
	Minimalna visina sadnica (h_{min}) – Minimum height of plants (h_{min})												
	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m	>3,5 m	
sadn. NZR ha^{-1}	sadn. NZR ha^{-1}	sadn. NZR ha^{-1}	sadn. NZR ha^{-1}	sadn. NZR ha^{-1}	sadn. NZR ha^{-1}	sadn. NZR ha^{-1}	sadn. NZR ha^{-1}	sadn. NZR ha^{-1}	sadn. NZR ha^{-1}	sadn. NZR ha^{-1}	sadn. NZR ha^{-1}	sadn. NZR ha^{-1}	
A 45790 ^a	36328 ^a	22526 ^a	11892 ^a	43229 ^a	28125 ^{ab}	11979 ^b	1042 ^b	51563 ^a	42708 ^a	36979 ^a	22917 ^a		
B 31667 ^b	28750 ^b	24167 ^a	13750 ^a	34583 ^b	31667 ^a	20000 ^a	6667 ^a	38333 ^b	33750 ^b	28333 ^b	16250 ^b		
C 24653 ^{bc}	22917 ^{bc}	18750 ^{ab}	12153 ^a	27778 ^c	24653 ^{bc}	17361 ^{ab}	6250 ^a	32292 ^c	29514 ^b	24653 ^{bc}	15278 ^b		
D 22396 ^{cd}	20052 ^{cd}	15625 ^b	9635 ^a	23177 ^d	19531 ^{cd}	13021 ^{ab}	5208 ^{ab}	23958 ^d	22396 ^c	17969 ^{cd}	7292 ^c		
E 15625 ^d	15417 ^d	13125 ^b	8542 ^a	16875 ^e	14792 ^d	10833 ^b	5417 ^{ab}	20000 ^d	19167 ^c	16458 ^d	11042 ^{bc}		
F-test	17.85***	11.37***	4.57*	0.52 ^{ns}	49.82***	12.87***	2.20 ^{ns}	1.79 ^{ns}	55.01***	23.41***	11.31***	8.43***	

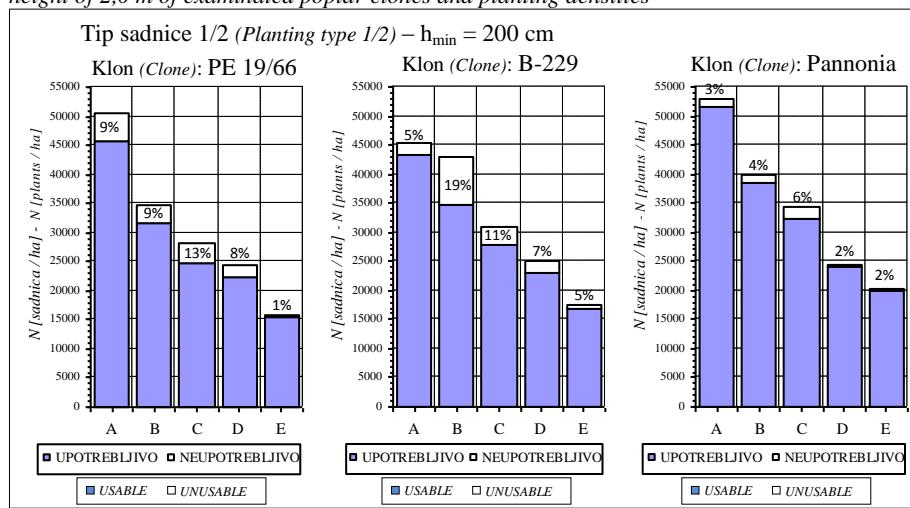
¹ Ista slova znače da ne postoje statistički značajne razlike između gustina sadnje po testu najmanje značajne razlike na nivou rizika od 0,05.

¹ The same letters indicate that there is no statistically significant differences between the planting densities tested by least significant differences at the risk level of 0,05.

Rezultati testa dvofaktorijske analize varijanse uticaja klonova i gustine sadnje na broj upotrebljivih sadnica po hektaru pri različitim kriterijumima minimalne visine sadnice ukazuju na značajan uticaj oba istraživana faktora (tabela 12). Pri minimalnoj visini sadnice od 2,0 m učešće očekivanih varijansi u ukupnom variranju gustine sadnje iznosi 84,6%, a klonova svega 4,5%, dok kod minimalne visine sadnice od 3,5 m učešće očekivanih varijansi klonova iznosi preko 40%, a gustine sadnje manje od 6%.

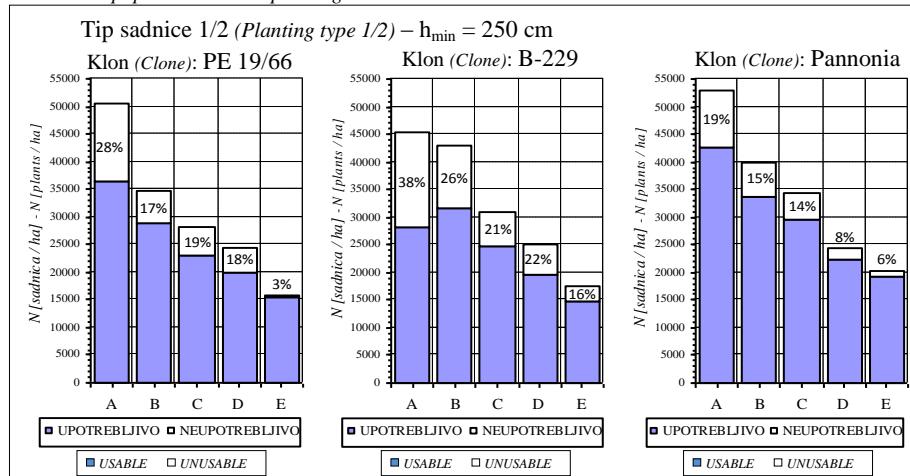
Grafikon 2. Broj upotrebljivih i neupotrebljivih sadnica po hektaru tipa 1/2 pri minimalnoj visini sadnice od 2,0 m za istraživane klonove i gustine sadnje

Figure 2. Amount of usable and unusable nursery plants type 1/2 per hectare minimum height of 2,0 m of examined poplar clones and planting densities



Grafikon 3. Broj upotrebljivih i neupotrebljivih sadnica po hektaru tipa 1/2 pri minimalnoj visini sadnice od 2,5 m za istraživane klonove i gustine sadnje

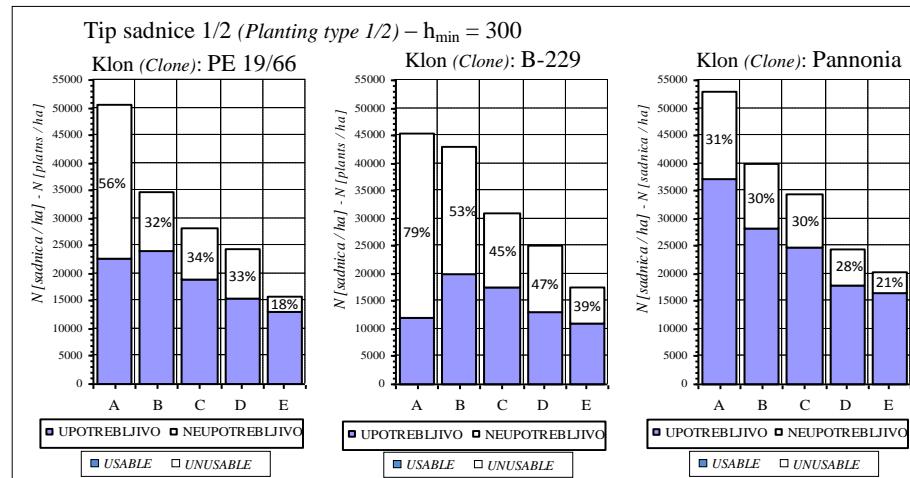
Figure 3. Amount of usable and unusable nursery plants type 1/2 per hectare minimum height of 2,5 m of examined poplar clones and planting densities



Rezultati testa jednofaktorijske analize varijanse uticaja gustine sadnje na broj upotrebljivih sadnica po hektaru pokazuju smanjenje F-količnika sa povećanjem minimalne visine sadnice kod svih tri istraživana klonova (tabela 13). Međutim, značajnost F-testa analize varijanse se razlikuje između klonova u zavisnosti od minimalne visine sadnice. Tako se kod klena Pannonia značajnost uticaja gustine sadnje zadržava kod svih 4 kriterijuma minimalne visine, dok se kod klena B-229 značajnost zadržava samo kod minimalne visine sadnice od 2,0 i 2,5 m.

Grafikon 4. Broj upotrebljivih i neupotrebljivih sadnica po hektaru tipa 1/2 pri minimalnoj visini sadnice od 3,0 m za istraživane klonove i gustine sadnje

Figure 4. Amount of usable and unusable nursery plants type 1/2 per hectare minimum height of 3,0 m of examined poplar clones and planting densities



Na grafikonima od 2 do 5 prikazana je količina proizvedenih sadnica po kategorijama upotrebljivo i neupotrebljivo i kriterijumima minimalne visine sadnice od 2,0, 2,5, 3,0 i 3,5 m.

Kod kriterijuma minimalne visine sadnice od 2,0 m istraživani klonovi topola mogu da proizvedu od 15.000 do preko 50.000 sadnica po hektaru u zavisnosti od gustine sadnje pri čemu je učešće neupotrebljivih sadnica minimalno.

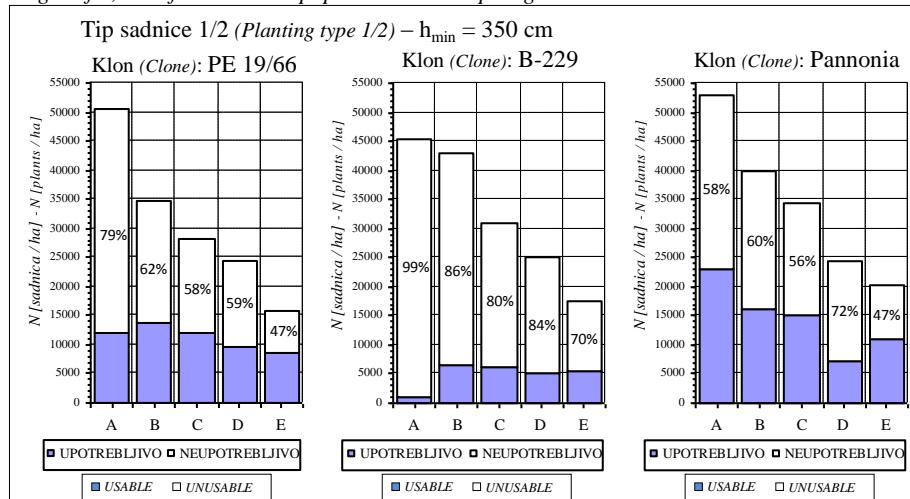
Pri povećanju minimalne visine sadnice na 2,5 m, kao kriterijuma za sadni materijal, povećava se učešće neupotrebljivih sadnica. Povećanje neupotrebljivih sadnica je najmanje kod najređe gustine (tretman E) i kreće se od 3% kod klena PE 19/66 do 16% kod klena B-229. Međutim, kod najgušćeg primjenjenog razmaka sadnje (tretman A), učešće neupotrebljivih sadnica se povećava na 19%, kod klena Pannonia, i na 38%, kod klena B-229.

Kod kriterijuma minimalne visine sadnica od 3,0 m u značajnoj meri se povećava učešće neupotrebljivih sadnica, naročito kod klena B-229, gde pri tretmanu gustine A ($0,80 \times 0,20$ m) učešće neupotrebljivih sadnica iznosi 79%. Kod klena PE 19/66 učešće neupotrebljivih sadnica iznosi 56% pri tretmanu gustine A ($0,80 \times 0,20$ m), dok kod redišta ne prelazi 1/3 ukupno proizvedenih sadnica.

Klon Pannonia ima najbolju strukturu sadnica pri ovom kriterijumu upotrebljivosti: najviše neupotrebljivih sadnica ima tretman gustine A ($0,80 \times 0,20\text{m}$) od 31%.

Grafikon 5. Broj upotrebljivih i neupotrebljivih sadnica po hektaru tipa 1/2 pri minimalnoj visini sadnice od 3,5 m za istraživane klonove i gustine sadnje

Figure 5. Amount of usable and unusable nursery plants type 1/2 per hectare minimum height of 3,5 m of examined poplar clones and plting densities



Kriterijum minimalne visine sadnica od 3,5 m predstavlja najnepogodniji kriterijum gde je i pri najredim gustinama učešće upotrebljivih sadnica do 50% ukupno proizvedenih sadnica.

5. DISKUSIJA

Dosadašnja istraživanja su pokazala da se klonovi topola razlikuju u sposobnosti ožiljanja reznica i uspešnog preživljavanja sadnica u uslovima rasadničke proizvodnje. Naša istraživanja na zemljištu tipa fluvisol, peskovite forme su potvrdila dosadašnje rezultate da klon euroameričke topole Pannonia (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier) ima veći procenat preživljavanja u odnosu na klonove američke crne topole (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.): PE 19/66 i B-229.

Klonovi se, takođe, razlikuju u ostvarenim elementima rasta. Utvrđene značajne razlike u srednjim visinama sadnica istraživanih klonova potvrđene su i u ranijim istraživanjima (Andrašev i sar., 2002, 2007; Kovačević i sar., 2006).

Gustina sadnje reznica je jedan od osnovnih faktora u biljnoj proizvodnji koji u značajnoj meri uslovljava elemente proizvodnje. Manji prostor za rast, odnosno veća gustina sadnje negativno utiče na elemente rasta sadnica i može da uslovi odumiranje biljaka, odnosno smanjenje preživljavanja ako se prostor za rast smanji ispod određene granice. Istraživani klonovi u primenjenim gustinama sadnje

nisu imali značajne razlike u procentu preživljavanja što ukazuje da su primenjene gustine sadnje bile u rasponu u kome je moguće tražiti optimalizaciju proizvodnje sa aspekta gustine sadnje. Utvrđene razlike u srednjim visinama sadnica tipa 1/2, a istovremeno nepostojanje razlika u srednjim visinama ožiljenica u prvoj godini, ukazuju da je na zemljištu tipa fluvisol, peskovite forme moguća optimalizacija proizvodnje sadnica tipa 1/2 kod primenjenih gustina sadnje, dok kod sadnica tipa 1/1 (ožiljenice) optimalizaciju proizvodnje treba tražiti pri drugim gulinama sadnje.

Elementi strukture su pokazali različitu reakciju istraživanih klonova na primenjene gustine sadnje, dok se razlike između klonova ne uočavaju jasno. Elementi strukture, definisani numeričkim pokazateljima strukture, sumarnom krivom i njenim poređenjem neparametarskim testom Kolmogorov-Smirnova, omogućavaju detaljnije sagledavanje uticaja istraživanih faktora (klon, gudina sadnje) i mogu da predstavljaju osnovu za definisanje optimalnih elemenata rasadničke proizvodnje topola.

Cilj svake organizovane rasadničke proizvodnje je maksimalna proizvodnja sadnica po hektaru odgovarajućih dimenzija. Pri tome polazimo od unapred traženih, zadatih dimenzija sadnica koje omogućavaju uspešno osnivanje zasada topola i stabilnost proizvodnje topolovog drveta uopšte.

Kako su staništa na kojima se osnivaju zasadi topola različitih ekoloških i proizvodnih karakteristika, to različiti uslovi zahtevaju primenu sadnog materijala različitih dimenzija. Manje sadnice podložne su većoj opasnosti od korovske vegetacije, divljači, prolećnih poplava, te manjoj sigurnosti u uspehu pošumljavanja. Minimalna visina sadnice nakon sadnje treba da bude 1,5 m, a uzimajući u obzir da se normalnom sadnjom korenov sistem spušta na dubinu od 50 cm do 70 cm, to minimalna visina sadnice koja može da se upotrebi za osnivanje zasada iznosi 2,0 m. Za terene sa većim rizikom po sadni materijal minimalna visina sadnice treba da je veća, te su u radu razmatrane i minimalne visine sadnica od 2,5 m, 3,0 m i 3,5 m.

Utvrdjen značajan uticaj oba istraživana faktora (klon, gudina sadnje) na procenat upotrebljivih sadnica u ukupnoj količini sadnica i količinu sadnica po hektaru (tabele 10 i 12), a uzimajući u obzir kriterijume minimalne visine sadnice od 2,0, 2,5, 3,0 i 3,5 m, ukazuje da je moguće i potrebno tražiti najpogodniju gudinu sadnje za svaki istraživani klon.

Pri izboru gudine sadnje neophodni polazni kriterijumi bi bili, kako količina sadnica po hektaru odgovarajućih dimenzija (minimalnih visina), tako i procenat učešća upotrebljivih sadnica u ukupnoj količini proizvedenih sadnica.

Kod „niskih“ kriterijuma minimalne visine sadnica (2,0 m) svi istraživani klonovi postižu visok procenat upotrebljivih sadnica kod svih primenjenih gudina sadnje, te je kriterijum izbora gudine sadnje količina upotrebljivih sadnica po hektaru, što klonovi postižu pri gustoj sadnji (tretman gudine A - 0,80×0,20 m).

Kod „visokih“ kriterijuma minimalne visine sadnica (3,5 m) razlike u broju proizvedenih sadnica po hektaru između različitih gudina sadnje se smanjuju, a procenat neupotrebljivih sadnica je visok (preko 50%) i kod najređih gudina sadnje, što izbor pomera ka retkim gulinama sadnje i naglašava procenat upotrebljivih sadnica u ukupnom broju sadnica kao kriterijum izbora gudine sadnje.

Kod kriterijuma minimalne visine sadnica od 2,5 i 3,0 m, što se može označiti kao „srednji“ kriterijum ili kriterijum koji se najčešće sreće u rasadničkoj proizvodnji, izbor gudine sadnje opredeljuje, kako učešće upotrebljivih sadnica u ukupnom broju sadnica, tako i količina proizvedenih sadnica po hektaru.

Učešće očekivanih varijansi gustine sadnje kod uticaja faktora kloni i gustine sadnje na procenat upotrebljivih sadnica u ukupnom broju sadnica, najveći je kod minimalne visine sadnice od 2,5 m i 3,0 m, i iznosi 36,5% i 24,6%, respektivno (tabela 10). To ukazuje da se reakcija istraživanih klonova na primenjene gustine sadnje najviše ispoljava kod procenta upotrebljivih sadnica visine 2,5 i 3,0 m u ukupnoj količini sadnica, te se može koristiti za optimalizaciju proizvodnje u zavisnosti od gustine sadnje. Vrlo visoka značajnost F-testa analize varijanse za faktor klon (tabele 10 i 12) ukazuje na razliku između klonova.

Količina sadnica po hektaru za minimalne visine sadnica od 2,5 i 3,0 m kod klena B-229 ukazuje da je najpogodnija gustina sadnje tretman gustine B ($0,80 \times 0,25$ m). Kod klena Pannonia najveća količina sadnica po hektaru za minimalne visine sadnica od 2,5 i 3,0 m postiže se pri tretmanu gustine sadnje A ($0,80 \times 0,20$ m). Međutim, kod klena PE 19/66 najveća količina sadnica po hektaru minimalne visine 2,5 m postiže se kod tretmana gustine A ($0,80 \times 0,20$ m), a pri minimalnoj visini 3,0 m kod tretmana gustine B ($0,80 \times 0,25$ m) (grafikoni 3 i 4).

Treba napomenuti da svaka neupotrebljiva sadnica pri određenom kriterijumu može da bude upotrebljiva pri nekom drugom, „blažem“ kriterijumu. Prikazani rezultati pokazuju izbor gustine sadnje tri klena crne topole na jednom zemljištu sa aspekta različitih kriterijuma minimalne visine sadnica kada se celokupna količina sadnica koja ne zadovoljava određeni minimalni kriterijum smatra neupotrebljivim. Međutim, u optimalizaciji rasadničke proizvodnje, koja treba da je usklađena sa planom pošumljavanja, poznavajući iznete principe moguće je i potrebno usvojiti više kriterijuma minimalne visine sadnica koji će biti u skladu sa zahtevima različitih staništa koja se nalaze na aluvijalnim terenima na kojima se vrši pošumljavanje.

Svaka biljna proizvodnja, pa i proizvodnja sadnog materijala topola, pored biološke i tehničke komponente, treba da uvažava i ekonomsku komponentu koja se ogleda u prihodima i troškovima proizvodnje. Prihodi su direktno proporcionalni količini proizvedenih sadnica po hektaru odgovarajućih dimenzija. Troškovi su u visokoj korelaciji sa količinom proizvedenih sadnica, dakle upotrebljivih i neupotrebljivih sadnica po hektaru. Izbor gustine sadnje, sagledan na ovaj način, svakako treba da se zasniva na maksimalnoj dobiti, odnosno razlici između troškova i prihoda u rasadničkoj proizvodnji topola.

6. ZAKLJUČCI

Istraživani klonovi su ostvarili zadovoljavajuće preživljavanje sadnica od 74-87% na zemljištu tipa fluvisol, peskovite forme. Primjenjene gustine sadnje od 0,80 m između reda i od 0,20-0,50 m u redu nisu imale značajan uticaj na preživljavanje sadnica sva tri istraživana klena crne topole (PE 19/66, B-229 i Pannonia) u prvoj (ožiljenice) i drugoj godini (sadnici tipa 1/2).

Istraživani klonovi crne topole ostvarili su bliske srednje visine ožiljenica u prvoj godini (sadnici tipa 1/1) nezavisno od primenjenih gustina sadnje.

Sadnici tipa 1/2 istraživanih klonova imale su značajno različite srednje visine. Primjenjene gustine sadnje ostvarile su značajan uticaj na srednje visine sadnica tipa 1/2 kod klonova PE 19/66 i B-229. Kod klena Pannonia postoje

značajne razlike samo između najmanjih ($0,80 \times 0,50$ m) i najvećih primenjenih gustina sadnje ($0,80 \times 0,20$ m i $0,80 \times 0,25$ m).

Sadnice tipa 1/2 imaju levu asimetriju visinske strukture, nešto manje izraženu varijabilnost kod klena Pannonia, kao i trend smanjenja varijabiliteta sa smanjenjem gustine sadnje. Neparametarski test Kolmogorov-Smirnova pokazao je značajne razlike između visinskih struktura najveće gustine, sa jedne strane, i ostalih gustina sadnje, sa druge, kod klonova PE 19/66 i B-229, dok kod klena Pannonia nisu utvrđene jasne razlike između primenjenih gustina sadnje.

Primenjeni različiti kriterijumi minimalne visine sadnica od 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m i 3,5 m pokazali su da je kod „niskih“ kriterijuma (2,0 m) procenat neupotrebljivih sadnica minimalan kod svih gustina sadnje i sva tri klena topole, te izbor gustine sadnje treba da se zasniva na količini proizvedenih sadnica po hektaru. Kod „visokih“ kriterijuma (3,5 m) razlike u broju proizvedenih sadnica po hektaru između različitih gustina sadnje se smanjuju, a procenat neupotrebljivih sadnica je visok i kod najredih gustina sadnje, što izbor pomera ka retkim gulinama sadnje.

Kod „srednjih“ kriterijuma minimalne visine sadnica (2,0 i 2,5 m), koji se najčešće sreću u rasadničkoj proizvodnji, uzimajući u obzir količinu sadnica po hektaru i procenat upotrebljivih sadnica kod svakog istraživanog klena, može da se izabere optimalne gustina koja se nalazi u okviru primenjenih gustina sadnje.

7. LITERATURA

- Andrašev, S., Rončević, S., Ivanišević, P. (2002): Uticaj razmaka sadnje reznic na proizvodnju sadnica tipa 1/1 selekcionisanih klonova crnih topola sekcije *Aigeiros* (Duby), Topola 167/168: 17-40.
- Andrašev, S., Rončević, S., Ivanišević, P. (2003): Proizvodnja repromaterijala selekcionisanih klonova crnih topola (sekcija *Aigeiros* Duby) u zavisnosti od klena i razmaka sadnje u ožilištu. Topola 171/172: 3-24.
- Andrašev, S., Kovačević, B., Rončević, S., Ivanišević, P., Đanić, I., Tadin, Z. (2006): Effect of the terms of production and planting on the survival of euramerican Poplar cuttings. International Scientific Conference Sustainable Use of Forest Ecosystems - The Challenge of 21st Century, 8-10th November 2006, Donji Milanovac, Serbia. Proceedings, 182-187.
- Andrašev, S., Kovačević, B., Rončević, S., Pekeč, S., Tadin, Z. (2007): Proizvodnja sadnica euroameričkih topola (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier) tipa 1/1 zavisno od rokova izrade i sadnje reznica. Topola 179/180: 45-62.
- Bura, D., (1968): Plantažna proizvodnja topola i vrba u Jugoslaviji. Jugoslovenski poljoprivredno šumarski centar, Služba šumske proizvodnje. Dokumentacija za tehniku i tehnologiju u šumarstvu, br. 60. p. 124. Beograd.
- Hadživuković, S., (1973): Statistički metodi sa primenom u poljoprivrednim i biološkim istraživanjima. Radnički univerzitet "Radivoj Čirpanov". Novi Sad. p. 480.
- Herpka, I., Marković, J., (1974): Zavisnost proizvodnje dvogodišnjih sadnica topole od uzrasta ožiljenica. Topola, 102: 3-12, Beograd.

- Herpka, I., (1979): Ekološke i biološke osobine autohtonih topola i vrba u ritskim šumama Podunavlja. Radovi Instituta za topolarstvo. Knjiga 7. Novi Sad. (1-229).
- Ivanišević, P. (1991): Efekti đubrenja u proizvodnji sadnica topola na aluvijalnim zemljištim Srednjeg Podunavlja. Magistarski rad u rukopisu. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. p 196.
- Ivanišević, P. (1993): Uticaj svojstava zemljišta na rast ožiljenica *Populus × euramericana* (Dode) Guinier cl. I-214 i *Populus deltoides* Bartr. cl. I-69/55 (Lux). Doktorska disertacija u rukopisu. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. p 206.
- Kovačević, B., Rončević, S., Andrašev, S., Pekeč, S. (2006): Effects of date of preparation, date of planting and storage type on cutting rooting in euramerican poplar. International Scientific Conference Sustainable Use of Forest Ecosystems - The Challenge of 21 st Century, 8-10th November 2006, Donji Milanovac; Proceedings: 42-46.
- Marković, J., (1974): Značaj klasa (uzrasta) sadnica 2/3 u proizvodnji drvne mase klona 'I-214'. Topola, 100-101: 87-95, Beograd.
- Marković, J., Rončević, S., (1986): Rasadnička proizvodnja. 'Topole i vrbe u Jugoslaviji', monografija. Institut za topolarstvo, Novi Sad. (133-152).
- Marković, J., (1991): Uticaj gustine sadnica u rasadniku na kvalitet sadnog materijala i na produktivnost zasada topola. Zbornik radova Instituta za topolarstvo, knjiga 24: 21-38, Novi Sad.
- Marković, J., Rončević, S., (1995): Proizvodnja sadnica. Seminar "Proizvodnja sadnog materijala vegetativnim putom u JP Srbijašume". Novi Sad.
- Marković, J., Rončević, S., Pudar, Z., (1997): Izbor razmaka sadnje pri osnivanju zasada topola. Topola, 159-160: 7-26.
- Rončević, S., Andrašev, S., Ivanišević, P. (2002): Proizvodnja reproduktivnog i sadnog materijala topola i vrba. Topola, 169/170: 3-22.
- Stamenković, V., Vučković, M. (1988): Prirast i proizvodnost stabala i šumskih sastojina. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd. p. 368.
- StatSoft Inc. (2006): STATISTICA (data analysis software system), version 7.1.
- Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M., (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine; Posebna izdanja, knjiga LXXVIII; Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 13: 1-72, Sarajevo.
- Živanov, N. (1974): Prilog izučavanju hloroze u rasadnicima topole klona I-214. Agrohemija 3/4: 101-108.
- Živanov, N., (1982): Varijabilnost svojstava aluvijalnih zemljišta i njihov značaj za proizvodnost topola. Topola, 133-134: 41-47.
- Živanov, N., Ivanišević, P., Herpka, I., Marković, J., (1985): Uticaj đubrenja i navodnjavanja na razvoj topola u rasadnicima i zasadima. Zbornik radova Instituta za topolarstvo, knjiga 16: 119-162, Novi Sad.
- Žufa, L., (1961): Rasadnici topola. Jugoslovenski savetodavni centar za poljoprivredu i šumarstvo; Šumarstvo 4, p.101. Beograd.

Summary

**EFFECTS OF DIMENSIONS OF NURSERY PLANTS TYPE 1/2 ON CHOICE OF
OPTIMAL PLANTING DENSITY IN THREE CLONES OF BLACK POPLAR
SECTION AIGEIROS (DUBY)**

by

Andrašev Siniša, Rončević Savo, Ivanišević Petar

Results of planting density effects on production of nursery plants type 1/2 of three black poplar clones section Aigeiros (Duby) grown on sandy fluvisol are shown in this paper. The clone PE 19/66, B-229 (*Populus deltoides* Bartr. ex Marsh.), and clone Pannonia (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier) were studied, while applied planting densities for production of nursery plants type 1/2 ranged from dense to scarce: 0,80×0,20 m, 0,80×0,25 m, 0,80×0,30 m, 0,80×0,40 m, 0,80×0,50 m. Trial was set according to a random distribution with four replicates.

The studied clones achieved satisfactory survival rate on sandy form of fluvisol ranging from 74 to 87%. Applied planting density of 0,80 m between rows, and 0,20-0,50m within the row had no significant influence on survival rate of nursery plants of all three black poplar clones (PE 19/66, B-229 and Pannonia) after one (rooted cuttings) and two years (nursery plants type 1/2).

Studied black poplar clones had similar average height of rooted cuttings (nursery plants type 1/1) regardless of applied planting density.

Nursery plants type 1/2 of studied clones had significantly different average height. Applied planting densities had significant influence on average heights of nursery plants type 1/2 in clones PE 19/66 and B-229. However, there were significant differences only between the lowest (0,80×0,50 m), and the highest (0,80×0,20 m and 0,80×0,25 m) planting densities applied in clone Pannonia.

Nursery plants type 1/2 exhibited left asymmetry of height structure, somewhat lesser pronounced variability in clone Pannonia, as well as declining trend in variability in relation to decreased planting density. Non-parametric Kolmogorov-Smirnov test showed significant differences between height structures of the highest densities on one, and other planting densities on the other hand in clones PE 19/66 and B-229, while there were no clear differences between applied planting densities found in clone Pannonia.

Applied different criteria relating to minimal nursery plant height of 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m and 3,5 m showed that in so called "low" criterion (2,0m) the percentage of unusable nursery plants was minimum for all planting densities and in all three poplar clones, and thus the planting density should be based on the quantity of produced nursery plants per hectare. In so called "high" criterion (3,5m) differences in number of produced nursery plants per hectare between different planting densities were diminishing, and the percentage of unusable nursery plants remained high even at the lowest planting densities, shifting the choice from high towards lower planting densities.

In so called „mean“ criterion relating to minimum nursery plant height (2,0 and 2,5 m), which is the most often encountered in nursery production, the optimal density (which is found within applied planting densities) can be chosen taking the quantity of nursery plants per hectare into account.

UDK: 620.9:582.623.2

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

MOGUĆNOSTI PRIMENE BIOMASE SEDMOGODIŠNJE ZASADE TOPOLA ZA DOBIJANJE ENERGIJE

Klašnja Bojana¹, Orlović Saša¹, Redei Karoly², Galić Zoran¹, Stevanov Mirjana³

¹Univerzitet Novi Sad, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad

²ERTI Budapest, Mađarska

Izvod: U radu su prikazani rezultati koji se odnose na prinos biomase pet klonova topole koji su u fazi testiranja: *P. deltoides* cl. B-229, *P. deltoides* cl. B-81, *P. deltoides* cl. 182/81, *P. deltoides* cl. PE 19/66, i euramerička topola *P. x euramericana* cl. Pannonia, iz zasada starosti sedam godina, gustina sadnje 6x6m (278 biljaka/ha), na dva tipa zemljišta. Energija koja bi se mogla dobiti sagorevanjem biomase je procenjena na bazi kalorične vrednosti drveta ispitanih klonova. Ustanovljeno je da je maksimalni godišnji prinos (težinu) biomase, a samim tim i energije u zasadima ostvario klon PE19/66.

Ključne reči: topole, gustina sadnje, prinos biomase, energija

THE POSSIBILITIES OF UTILIZATION OF BIOMASS FROM SEVEN-YEAR POPLAR PLANTATION FOR ENERGY PRODUCTION

Abstract: The paper presents the results which are related to the biomass yield of five poplar clones in the testing phase: *P. deltoides* cl. B-229, *P. deltoides* cl. B-81, *P. deltoides* cl. 182/81, *P. deltoides* cl. PE 19/66, and Euramerican poplar *P. x euramericana* cl. Pannonia, in plantations of seven years, with planting space of 6x6 m (278 plants / ha) on two soil types. The energy that could be obtained by biomass combustion, on base of calorific values for the examined tree clones has been estimated. It was found that the maximum weight of biomass (annual), and thus also the energy in SRF plantations, are obtained by the clone PE19/66.

Key words: poplars, planting density, biomass yield, energy,

1. UVOD

¹ Dr Bojana Klašnja - naučni savetnik, Dr Saša Orlović – naučni savetnik, Dr Zoran Galić - viši naučni saradnik, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad, Srbija

² Dr Karoly Redei – ERTI Budimpešta, Mađarska

³ Dr Mirjana Stevanov, naučni saradnik, Fakultet za šumarstvo i ekologiju šuma, Getingen, Nemačka

Biomasa danas zahvata približno 14% od ukupne svetske potrošnje energije (Parrika, 2004). Oko 25% od toga koriste razvijene zemlje, gde je visok deo investicija u zaštitu životne sredine, pogotovo u zaštitu vazduha od nepoželjnih emisija. Preostali ideo od 75% primarne energije je direktna primena biomase u nerazvijenim zemljama za potrebe zagrevanja i korišćenje u domaćinstvu, kao i primena otpadaka i ostataka u industriji prerade drveta za proizvodnju energije u pogonu (Parrika, 2004).

Da bi se umanjili efekti uticaja "staklene bašte" na klimatske promene, u razvijenim zemljama se uveliko radi na supstituciji fosilnih goriva sa obnovljivim izvorima energije. Osnivanje zasada brzorastućih vrsta sa ophodnjom kraćom od 15 godina ima niz ekoloških prednosti, u smislu pozitivnog uticaja na biodiverzitet, kao i na kruženje ugljenika u sistemu zemljište, biljka, atmosfera. Takodje, veoma je značajan pozitivan uticaj ovakvih zasada u delu zaštite zemljišta od erozije vode i vetra. Ova specifična grana šumarstva je zasnovana sa ciljem postizanja maksimalnih prinosa biomase po jedinici površine sa ciljem proizvodnje topolotne energije. Visoko produktivne, pionirske šumske vrste koje se koriste za osnivanje gustih zasada krtake ophodnje su topole i vrbe. Postoje dva tipa zasada u kratkim turnusima u zavisnosti od dužine trajanja ophodnje, kao i perioda seče u njima:

Zasadi u kratkim turnusima u kojima se prva seča obavlja nakon 5 godina i zatim sukcesivno na svakih tri godine do starosti od 20-25 godina za vrbe, i 7-10 godina za topole, uz primenu mera djubrenja, zaštite od korova i bolesti. Gustina takvih zasada je 9000 – 10000 biljaka/ha (Laureysens et al., 2005).

Zasadi u kratkim turnusima u kojima se seča obavlja svake, svake druge ili treće godine. Ovi zasadi se osnivaju od genetički unapredjenog klonskog materijala, uglavnom topola i vrba, sa gustom sadnje od ~15000 biljaka/ha. (Tharakan et al., 2003).

Biomasa proizvedena u ovakvim zasadima ima višestruku primenu: kao gorivo za proizvodnju električne energije u specijalnim generatorima, za proizvodnju drvnog uglja, za direktno spaljivanje zbog niskog sadržaja pepela i vlage, kao i alkalnih metala, ili jednostavno kao izvor ugljenika u atmosferskom CO₂ (Nixon et al., 2001).

Topole, koje su predmet ispitivanja u ovom radu, imaju nekoliko značajnih osobina koje ih čine idealnom vrstom za osnivanje zasada kratke ophodnje, a to su, pre svega, visoki prinosi biomase, mogućnost vegetativne propagacije, veliki izbor klonova, kratak period oplemenjivanja, mogućnost obnavljanja iz panja nakon višestrukih seča, kao i ujednačen kvalitet sadnog materijala. Mogućnost proizvodnje biomase u zasadima brzorastućih vrsta, sa različitim duzinama proizvodnog ciklusa je u Institutu istraživana u dužem periodu, o čemu svedoče literaturni navodi (Klasnja et al., 2002; 2002a; 2002b, 2003, 2003a; 2006; 2008; 2008a, 2008b, Orlović et al., 2003, 2004).

2. MATERIJAL I METODE

Ispitivanja su izvršena u dva ogledna zasada osnovana od 5 klonova topola, kojima gazduje JP "Vojvodinašume" na području Srema, na dva različita tipa zemljišta. Četiri klena taksonomski pripadaju američkoj crnoj topoli *Populus*

deltoides (B-229, B-81, 182/81, PE 19/66), a jedan eurameričkoj topoli *Populus x euramericana* ("Pannonia").

Ogledni zasad 1: Ogledni zasad se nalazi u ŠG "Kupinovo", Odeljenje 43 (44 42 23.34N i 20 01 59.63E), osnovan je sadnjom jednogodišnjih sadnica (1/1) na livadskoj crnici na lesosaluvijumu sa 278 biljaka/ha. Ogled je osnovan u 4 ponavljanja u razmaku od 6 m između redova i između biljaka. Prečnici i visine su izmereni na svim biljkama.

Ogledni zasad 2: Ogledni zasad se nalazi u ŠG "Visnjicevo", GJ Banov Brod 18a (44 55 49.67 N i 19 22 57.61E) na površini od 5.2 ha, a osnovan je sadnjom jednogodišnjih sadnica (1/1) na humofluvisolu, sa 278 biljaka/ha. Ogled je osnovan u 4 ponavljanja u razmaku od 6 m između redova i između biljaka. Prečnici i visine su izmereni na svim biljkama.

Prečnik i visine biljaka su izmerene nakon sedme godine rasta. Zapremina biomase je izračunata na osnovu zapreminskeg prirasta, a težina biomase (nadzemna biomasa bez lišća) je odredjena na osnovu zapremske mase drveta ispitanih klonova. Toplota koja bi se dobila potpunim sagorevanjem nadzemne biomase biljaka po hektaru je procenjena na osnovu toplotne moći (kalorične vrednosti) koje su odredjene za svaki klon.

Zapreminska masa drveta je odredjena na osnovu odnosa absolutno suve mase i zapremine uzoraka drveta potpuno zasićenih vodom. Vlažnost drveta je odredjena klasičnim putem, sušenjem do absolutno suvog stanja na 104°C do konstantne mase.

Za određivanje toplotne moći - kalorične vrednosti drveta ispitanih klonova je korišćena piljevinu drveta dobijena usitnjavanjem koluta – diska sa prsne visine, koji su prethodno sušeni do sobne temperature. Od vazdušno suvih uzoraka su u specijalnom uredaju presovane tablete mase izmedju 0.60g i 0.85g. Toplotna moć je odredjena u kalorimetru C200 IKA Werke, u tri ponavljanja.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1 Elementi rasta biljaka

Elementi rasta biljaka su prikazani kao srednje vrednosti prečnika i visina nakon sedme godine, za oba zasada u tabelama 1 i 2. U tabelama su prikazane vrednosti standardne devijacije merenja, nakon uradjene statističke analize vrednosti merenja visine i prečnika stabala.

Tabela 1: Srednje vrednosti prečnika (Ds) i visina (Hs) u oglednom zasadu 1

Table 1: Average diameters (Ds) and heights (Hs) in Experimental field 1

Klon Clone	Ds, cm	Stand. dev.	Hs, m	Stand. dev.	Zapremina Wood volume $m^3\text{ha}^{-1}$
PE19/66	24.3	0.5382	20.5	0.5609	116.7
B229	22.9	0.6841	19.4	0.5750	101.4
B81	23.1	0.6210	19.7	0.7574	102.8
182/81	20.8	1.0334	18.7	0.7120	80.6
Pannonia	19.5	0.6178	20.1	1.0296	79.2

Rezultati statističke analize (ANOVA) pokazali su da nema značajnih razlika izmedju ponavljanja, ali da su razlike izmedju klonova visoko značajne ($P=0.001$).

Rezultati merenja oglednog zasada 1 (Tabela 1) pokazuju da srednji prečnik varira izmedju 19.5cm i 24.3cm, srednja visina od 18.7m i 20.5m. To je u skladu podacima Fang et al. (1999), za biljke starosti 6 godina (iz zasada gustine 500 do 1111 biljaka/ha), za srednji prečnik od 17cm do 18cm, a srednja visina u intervalu od 16.60m do 18.08m. Najmanju zapremenu drveta ima klon Pannonia ($79.2 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$), a najveću klon PE 19/66 ($116.7 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$).

U oglednom zasadu 2 srednje vrednosti prečnika su bile u intervalu od 23cm do 25.9cm, a visine od 17.8m do 22.1m (Tabela 2).

Tabela 2: Srednje vrednosti prečnika (Ds) i visina (Hs) u oglednom zasadu 2

Table 2: Average diameters (Ds) and heights (Hs) in Experimental field 2

Klon <i>Clone</i>	Ds, cm	Stand. dev.	Hs, m	Stand. dev.	Zapremina <i>Wood volume</i> m^3ha^{-1}
PE19/66	25.9	0.1789	20.8	0.7176	130.6
B229	24.6	0.2881	18.3	0.6470	108.3
B81	24.8	0.4708	21.1	0.7757	127.8
182/81	23.5	0.2714	17.8	0.4167	97.2
Pannonia	23	0.4021	22.1	0.7359	113.9

Maksimalna vrednost zapremine drveta od $130.6 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ je izmerena za klon PE19/66, dok minimalnu vrednost ($97.2 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$) ima klon 182/81. Može se konstatovati da je u oba zasada maksimalna vrednost zapremine drveta zabeležena za isti klon PE19/66, uz napomenu da je povećanje zapremine od oko 12% u drugom zasadu, možda posledica uticaja zemljišta. Minimalne prinose je imao klon 182/81, u prvom zasadu klon Pannonia ($79.2 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$), a razlika izmedju njih je oko 20%.

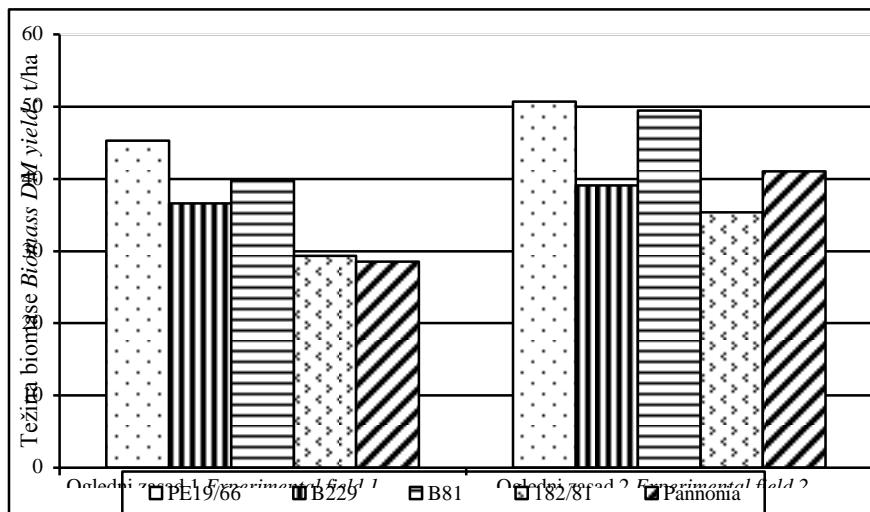
Vrednosti nominalne zapreminske mase drveta ispitanih klonova su izmedju 320 kgm^{-3} (min) i 387 kgm^{-3} (max), a apsolutno suve od 361 kgm^{-3} (min) do 452 kg m^{-3} (max). To je u skladu sa vrednostima specifične mase drveta od 0.30 do 0.36 za nekoliko klonova topola koje daje Goyal et al. (1999), kao i sa vrednostima od 0.343 do 0.371 za *P. balsamifera* L. starosti 7 godina (Ivkovich, 1996). Naša prethodna ispitivanja takodje, daju slične rezultate za drvo starosti 4 godine *P. deltoides* - 456 kgm^{-3} , kao i za klon 457, starosti 10 godina od 368 kgm^{-3} (Klasnja et al., 2003).

3.2 Procenjena težina biomase

Na osnovu vrednosti izmerenih prečnika srednjih stabala može se konstatovati da stabla u ispitivanim zasadima nisu dostigla dimenzije koje se zahtevaju u mehaničkoj preradi drveta, jer je prečnik uglavnom ispod 25cm (koliko iznosi minimalni prečnik za trupce u mehaničkoj preradi). Odstupa jedino klon

PE19/66 koji u drugom zasadu ima nešto veći srednji prečnik – 25.9cm. To određuje namenu proizvedene biomase, koja se u konkretnim zasadima može koristiti ili kao sirovina hemijsku preradu (proizvodnja vlakana), ili za dobijanje toplotne energije.

U tom smislu je obračunata težina biomase na osnovu vrednosti zapreminske mase drveta i prikazana na slici 1.



Slika 1: Procenjena težina biomase u oglednim zasadima
Figure 1: Estimated biomass DM yield in experimental fields

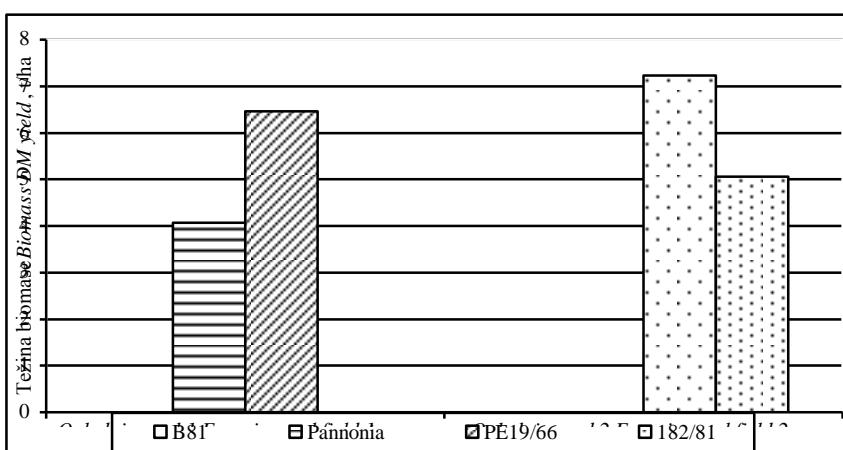
Najniži prinos biomase u Oglednom zasadu 1 su imali klonovi Pannonia (28.500 tha^{-1}) i klon 182/81 (29.322 tha^{-1}), a maksimalni prinos je procenjen za klon PE 19/66 (45.267 tha^{-1}). U oglednom zasadu 2 najniži prinosi su zabeleženi za klon 182/81 (35.389 tha^{-1}) i klon B229 (39.108 tha^{-1}), dok je maksimalni prinos i u ovom zasadu ostvario klon PE 19/66 od 50.655 tha^{-1} . Poredjenjem ovih vrednosti uočena je razlika za sve testirane klonove, a razlika prosečnih vrednosti prinosa biomase svakog ogleda je u granicama do 20%. Ako se izvrši proračun godišnjeg prinosa biomase, vrednosti u oglednom zasadu 1 se kreću u intervalu od 4.071 tha^{-1} za klon Pannonia (min), do 6.467 tha^{-1} za klon PE 19/66. U oglednom zasadu 2 godišnji prinosi biomase su u intervalu od 5.055 tha^{-1} za klon 182/81 (min), do 7.236 tha^{-1} za klon PE 19/66.

Dobijeni rezultati su u skladu sa literaturnim navodima, koji se veoma razlikuju međusobno. Naime, podaci govore o tome da prinos apsolutno suve biomase leži u intervalu od 20 tha^{-1} do 35 tha^{-1} (Ciria et al., 1995; Scarascia-Mugnozza et al., 1997), dok drugi autori navode podatke o težini biomase od svega 2 t ha^{-1} do 3 t ha^{-1} (Schneider, 1995). U regionu Centralne Evrope i Severne Amerike srednji godišnji prinos se prema litarurnim podacima kreće od 10 t ha^{-1} do 12 t ha^{-1} (Kauter et al., 2003). U zasadu sa $18,000$ biljaka/ha posećena biomasa nakon prve godine iznosi od 2.2 t ha^{-1} do 3.6 t ha^{-1} za različite klonove topola, i od 2 t ha^{-1} do 2.5 t ha^{-1} za klonove vrba (Hanson, 1991). Riddel-Black

et al. (1998) navode da je prinos za šest klonova topole (16 500 biljaka/ha) nakon prve sezone rasta u intervalu od 4.88 t ha^{-1} do 9.54 t ha^{-1} .

Razlike između maksimalnih vrednosti prinosa biomase koje daje klon PE 19/66 se kreću oko 12%, i veće su u oglednom zasadu 2, koji je osnovan na zemljištu tipa livadska crnica na lesosaluvijumu. Razlike su verovatno posledica uticaja tipa zemljišta, konkretno načina vlaženja zemljišta i sadržaja frakcije praha+gline na istraživanim sistematskim jedinicama zemljišta (Živanov, 1977; Živanov i Ivanisević, 1986; Galić, 2000, 2008).

Podaci u literaturi daju podatke o prosečnom godišnjem prinosu biomase od $1.6\text{--}9.7 \text{ tha}^{-1}$ (4) na kraju druge godine ophodnje u zasadu sa 10000 biljaka po hektaru. Godišnji prinos u zasadu sa 4 godine ophodnje je u intervalu od $1.2\text{--}13.6 \text{ t ha}^{-1}$, u zavisnosti od klena topole, tipa zemljišta, klimatskih uslova i načina gazdovanja. Prema podacima Fang et al. (1999), maksimalni prinosi za eurameričke topole su 78.4 tha^{-1} i 71.8 tha^{-1} respektivno, u zasadu sa 1111 biljaka ha^{-1} nakon 6 godina. Za klove *P. deltoides* iste starosti, u zasadu sa 833 biljaka ha^{-1} prinos iznosi 75.8 tha^{-1} . Na kraju šeste sezone, u zasadima različite gustine sadnje (četiri gustine sadnje) srednji godišnji prinos se kreće od 10.5 tha^{-1} do 11.4 tha^{-1} .



Slika 2: Maksimalne i minimalne vrednosti težine biomase u oglednim zasadima
Figure 2: Maximum and minimum biomass DM yield in experimental fields

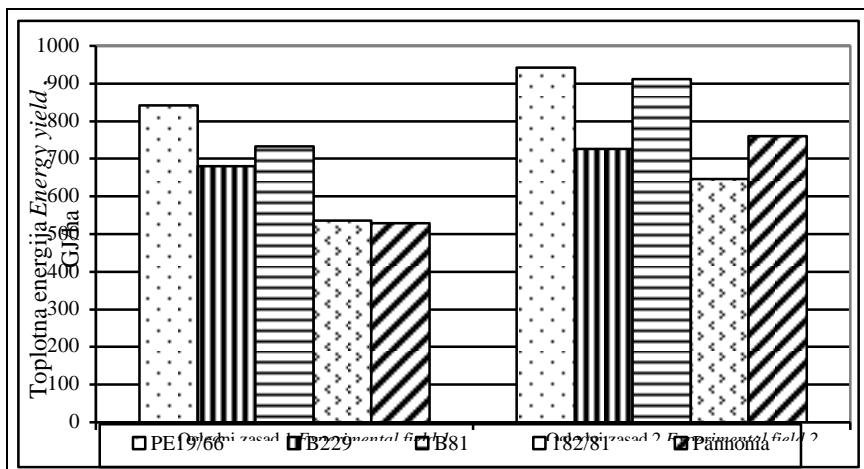
Kada se analiziraju vrednosti maksimalnih i minimalnih godišnjih prinosa u oglednim zasadima (slika 2) uočavaju se razlike od oko 10%, mada su pomenute vrednosti zabeležene za različite klove.

3.3 Energetska vrednost biomase

Energetska vrednost biomase je neposredno povezana sa kaloričnom vrednosću - topolotnom moći drveta, ali i ostalim činiocima koji utiču na količinu i kvalitet proizvedene biomase. Gornje topolne moći drveta ispitanih klovova se kreću u relativno uskom intervalu od $18,261 \text{ MJ kg}^{-1}$ (klen 182/81) do $18,656 \text{ MJ kg}^{-1}$ (klen 129/81). To se u potpunosti slaže sa vrednostima naših prethodnih istraživanja (12,

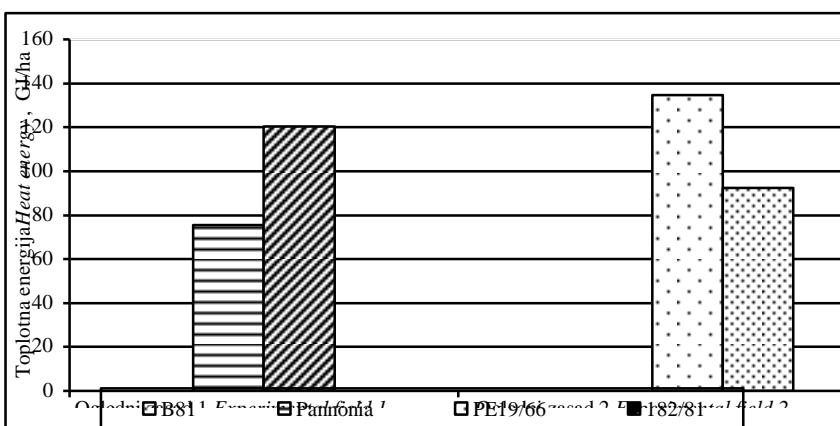
13,14), i vrednostima koje daje Ciria et al. (1995), za topolovo drvo starosti 3–5 godina od $18,1 \text{ MJ kg}^{-1}$ do $18,3 \text{ MJ kg}^{-1}$. Benetka et al. (2002) za drvo stabala klonova topola starosti 1-3 godine, daje podatke za topolotnu moć od $18,60 \text{ MJ kg}^{-1}$ do $19,27 \text{ MJ kg}^{-1}$.

Vrednosti procenjene količine topolotne energije koja bi se dobila potpunim sagorevanjem nadzemne biomase iz oglednih zasada su prikazane na slici 3. U oglednom zasadu 1 procene se kreću u intervalu od $528,162 \text{ GJ ha}^{-1}$ za klon Pannonia i $535,453 \text{ GJ ha}^{-1}$ za klon 182/81, do $841,688 \text{ GJ ha}^{-1}$ za klon PE19/66 kod kojeg se dostiže maksimum (Slika 3).



Slika 3: Procenjene vrednosti topolotne energije u oglednim zasadima

Figure 3: Estimated energy yield in experimental fields



Slika 4: Maksimalne i minimalne godišnje količine topolote

Figure 4: Maximum and minimum annual energy yields

U oglednom zasadu 2 maksimalna količina topolotne energije se dobija sagorevanjem biomase takodje klon PE19/66, u iznosu od $941,889 \text{ GJha}^{-1}$, dok minimalnu vrednost daje klon 182/81 i to $646,236 \text{ GJha}^{-1}$ (Slika 3).

Ako se procenjena topotna energija sedmogodišnjeg zasada preračuna na godišnji nivo, onda se dobiju maksimalne vrednosti za klon PE 19/66 od $120.241 \text{ GJha}^{-1}$ u oglednom zasadu 1, odnosno $134.556 \text{ GJha}^{-1}$ u oglednom zasadu 2 (slika 4). Minimalne vrednosti daju klonovi Pannonia u oglednom zasadu 1, i klon 182/81 u oglednom zasadu 2

4. ZAKLJUČCI

U radu su dati rezultati ispitivanja prinosa biomase u dva ogledna zasada starosti sedam godina sa pet klonova topola u fazi testiranja: *P. deltoides* cl. B-229, *P. deltoides* cl. B-81, *P. deltoides* cl. 182/81, *P. deltoides* cl. PE 19/66, i *P. x euramericana* cl. *Pannonia*, sa razmakom sadnje $6 \times 6 \text{ m}$ ($287 \text{ biljaka ha}^{-1}$) na dva tipa zemljišta. Procenjena je količina topotne energije koja bi se dobila potpunim sagorevanjem nadzemne biomase biljaka, na osnovu gornje topolotne moći drveta ispitanih klonova.

U oglednom zasadu 2 je ostvaren najveći prinos biomase i energije, koji se kreće u intervalu od $646.236 \text{ GJha}^{-1}$ (min za klon 182/81), do $941.889 \text{ GJha}^{-1}$ (max za klon PE19/66). Ovaj klon pokazuje najbolje rezultate i u drugom oglednom zasadu. Rezultati rada ukazuju na uspešnu mogućnost primene biomase zasada za dobijanje topotne energije u uslovima kada se drvo još ne može koristiti kao sirovina u mehaničkoj preradi drveta.

5. LITERATURA

- Benetka,V., Bartakova,I., Mottl,J. (2002): Productivity of *Populus nigra* L., ssp.*nigra* under short-rotation culture in marginal areas. Biomass and Bioenergy 23 (5):327-336
- Ciria MP, Mazón P, Carrasco J, Fernandez J., (1995): Effect of rotation age on the productivity of poplar grown at high plantation density. Biomass for energy, environment, agriculture and industry, Vienna, Austria Proceedings of the Eighth European Biomass Conference: 489–494.
- Fang, S. Xu, X., Lu, S., Tang, L. (1999): Growth dynamics and biomass production in short-rotation poplar plantations: 6-year results for three clones at four spacings. Biomass and Bioenergy 17 : 415-425
- Galic, Z. (2000): The research of habitat condiiions for poplar growing in the Middle Podunavlje (Serbian). MSc Thesis, Forestry Faculty, Belgrade.
- Galic, Z. (2008). The influence of meliorative events on the changes of soil characteristics in the basin of Tamis river (Serbian with English Summary). Topola-Poplar 181-182: 5-11.

- Goyal, G.C., Fisher, J.J. Krohn, M.J., Packood, R.E., Olson, J.R. (1999): TAPPI 82 (5) 141-147.
- Hanson, E.A. (1991): Poplar woody biomass yields; a look to the future. Biomass and Bioenergy: 1-7.
- Ivkovich, M. (1996): Genetic variation of wood properties in balsam poplar (*P. Balsamifera* L.). Silvae Genetica 45 (2-3) 119-124.
- Kauter,D., Lewandowski I., Claupein,W. (2003): Quantity and quality of harvestable biomass from *Populus* short rotation coppice for solid fuel use - a review of the physiological basis and management influences. Biomass and Bioenergy 24 (6): 411-427.
- Klasnja, B., Orlovic. S., Galic,Z., Pilipovic, A., Markovic,M., (2002): Short rotation and high plant density poplar plantations for energy production. Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Amsterdam, The Netherlands, Conference Proceedings: 223-226.
- Klasnja, B., Roncevic, S., Andrasev, S., Galic,Z., (2002a): Short rotation plantations of fast growing broadleaf tree species as the source of renewable energy raw material. 6th International Symposium on Interdisciplinary Regional Research – Hungary, Romania, Yugoslavia, Novi Sad, Yugoslavia, CD.
- Klasnja, B., Kopitovic, S., Orlovic, S., (2002b): Wood and bark of some poplar and willow clones as fuelwood. Biomass and Bioenergy 23: 427-432.
- Klašnja, B., Kopitović, Š., Orlović, S., (2003): Variability of some wood properties of Eastern Cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.) clones. Wood Science and Technology 37 (3-4): 331-337.
- Klasnja,B., Orlovic,S., Drekić,M., Markovic,M., (2003a): Energy production from short rotation poplar plantations.7th International Symposium on Interdisciplinary Regional Research – Hungary, Serbia & Montenegro, Romania, Hunedoara, Romania, CD: 353-358.
- Klašnja,B., Orlović,S., Galić,Z., Drekić, M.(2006): Poplar biomass of short rotation plantations as renewable energy raw material, in "Biomass and Bioenergy New Research", (ed.F. Columbus), Pp.35-66, Nova Science Publishers, INC. New York, USA
- Klašnja,B., Orlović,S., Galić,Z., Drekić,M., Vasić,V., Pilipović,A. (2008): Poplar biomass of high density short rotation plantations as raw material for energy production. Wood Research (Drevarsky Vyskum) 53(2): 27-38.
- Klasnja B., Orlovic S., Galic Z., Katanic M., Pap P. (2008a) An adventages of new (experimental) poplar clones intended for energy production. Proceedings of 16th European Biomass Conference & Exibition, 2-6 June 2008, Valencia, Spain: 475-479.
- Klašnja,B., Orlović,S., Galić,Z., Kebert,M. (2008b): Estimate of energy potential of poplar biomass from short rotation plantations. Proceedings of International Scientific Conference «Forestry in Achieving Millennium Goals» , Novi Sad, Serbia, November 13-15, 2008: 179-184.

- Laureysens, I., Pellis, A., Willems, J., Ceulemans, R. (2005): Growth and production of a short rotation coppice culture of poplar. III. Second rotation results. Biomass and Bioenergy 29: 10–21
- Nixon, D.J. , Stephens, W., Tyrrel , S.F., Brierley E.D.R. (2001): The potential for short rotation energy forestry on restored landfills caps. Bioresource Technology 77: 237-245
- Orlović, S., Klašnja B., Pilipović A., Radosavljević,N., Marković,M. (2003): A possibility of early selection of black poplars (*Section Aigeiros* DUBY) for biomass production on the basis of anatomical and physiological properties (Serbian with English Summary). Topola-Poplar 171-172: 35-44.
- Orlović,S., Klasnja,B., Ivanisević,P., Galic,Z., Radosavljević,N., (2004): Selection of black poplar clones for biomass production. Second World Biomass Conference, Rome, Italy. Conference Proceedings, vol.I: 434-437.
- Parrika, M. (2004): Global biomass fuel resources. Biomass and Bioenergy vol.27, 6: 613-620.
- Riddel-Black, D.M., Rowlands, C., Snelson, A. (1996): Short rotation forest productivity using sewage sludge as a nutrient. Biomass for Energy and the Environment, Copenhagen, Denmark. Conference Proceedings, vol.1:103-108.
- Scarascia-Mugnozza, G.E., Ceulemans, R., Heilman, P.H., Isebrands, J.G., Stettler, R.F., Hinckley, T.M., (1997): Production physiology and morphology of *Populus* species and their hybrids grown under short rotation. II. Biomass components and harvest index of hybrid and parental species clones. Canadian Journal of Forest Research 27: 285–294.
- Schneider,I. (1995): Statusbericht, Praxisversuch, Energieproduktion und -verwertung. Bewirtschaftung, Ernte und Verwertung von Pappel- und Weiden-Niederwäldern in Kurzumtrieb. Freiburg: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden- Württemberg, Abteilung Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung, 35.
- Tharakan, P.J., Volk, T.A., Abrahamson, L.P., White, E.H.(2003): Energy feedstock characteristics of willow and hybrid poplar clones at harvest age. Biomass and Bioenergy, Vol.25, 6: 571-580
- Zivanov. N. (1977): The characteristics of alluvial soils and their importance for growth elements of *Populus x euramericana* (Dode) Guinier. cl. I-214. Dissertation, Forestry Faculty, Belgrade.
- Zivanov. N., Ivanisevic, P. (1986): Soils for poplar and willow growing. In Monograph «Poplars and willows in Yugoslavia». p.p 103 - 120. Novi Sad

Summary

THE POSSIBILITIES OF UTILIZATION OF BIOMASS FROM SEVEN-YEAR POPLAR PLANTATION FOR ENERGY PRODUCTION

by

Klašnja Bojana, Orlović Saša, Ređei Karoly, Galić Zoran, Stevanov Mirjana

The paper presents the results which are related to the biomass yield of five poplar clones in the testing phase: P. deltoides cl. B-229, P. deltoides cl. B-81, P. deltoides cl. 182/81, P. deltoides cl. PE 19/66, and Euramerican poplar P. x euramericana cl. Pannonia, in plantations of seven years, with planting space of 6x6 m (278 plants / ha) on two soil types. The energy that could be obtained by biomass combustion, on base of calorific values for the examined tree clones has been estimated. It was found that the maximum weight of biomass (annual), and thus also the energy in seven-year old SRF plantations, are obtained by the clone PE19/66 (almost 950000 GJha⁻¹ on humofluvisol). The results suggest the possibility of utilization of biomass from the plantation dedicated to the energy production in the phases when wood still can not be used as a raw material in mechanical wood processing.



PROUČAVANJE STEPENA PREFERENCIJE MALOG TOPOLINOG STAKLOKRILCA I JOVINOG SURLAŠA PREMA KLONOVIMA CRNIH TOPOLA

Drekić Milan¹, Kovačević Branislav¹, Poljaković Pajnik Leopold¹, Pap Predrag¹,
Marković Miroslav¹, Vasić Verica¹

Izvod: U rasadnicima i mladim zasadima topola česta su, a nekad i veoma brojna oštećenja od malog topolinog staklokrilca (*Paranthrene tabaniformis* Rott.) i jvinog surlaša (*Cryptorrhynchus lapathi* L.). Primećeno je da su različiti klonovi topola napadnuti u različitom stepenu i to neki više a neki manje odnosno da navedeni insekti preferiraju neke klonove. U radu su prikazani rezultati istraživanja stepena preferencije prema šest klonova američke crne topole (*Populus deltoides*), tri klena eurameričke topole (*Populus x euramericana*) i jednom klonu evropske crne topole (*Populus nigra*). Stepen preferencije je određivan na osnovu broja gala i larvi u biljkama početkom proleća u periodu od 2004. do 2008. godine. Rezultati su ukazali da postoje statistički značajne razlike u intenzitetu napada odnosno preferenciji malog topolinog staklokrilca i jvinog surlaša prema proučavanim klonovima. Ovo ukazuje sa jedne strane na mogućnost da se selekcijom mogu dobiti klonovi topola male ili čak bezznačajne privlačnosti za razvoj ovih insekata, a sa druge strane da se korišćenjem klonova koji su se pokazali u ovim istraživanjima manje privlačnim za ove insekte štete značajno smanjuju kako u rasadnicima tako i u zasadima.

Ključne reči: *Cryptorrhynchus lapathi*, *Paranthrene tabaniformis*, preferencija, klonovi topola

STUDY OF PREFERENCE DEGREE OF POPLAR CLEARWING MOTH AND WILLOW WEEVIL VERSUS BLACK POPLAR CLONES

Abstract: There are frequent, and sometimes numerous damages made by poplar clearwing moth (*Paranthrene tabaniformis* Rott.) and willow weevil (*Cryptorrhynchus lapathi* L.) in poplar nurseries and young plantations. It has been noted that the poplar clones were attacked by different intensity – some clones are less, and some more attacked, i.e. insects prefer some clones more. Results of preference degree versus six clones of eastern

¹ Mr Milan Drekić - istraživač saradnik, Dr Branislav Kovačević - naučni saradnik, Mr Leopold Poljaković-Pajnik - istraživač saradnik, Mr Predrag Pap - istraživač saradnik, Mr Miroslav Marković - istraživač saradnik, Mr Verica Vasić - istraživač saradnik, IR Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad, Srbija

cottonwood (*Populus deltoides Bartr.*), three of euramerican poplar (*Populus x euramericana Dode*), and one of european black poplar (*Populus nigra L.*) are presented in this work. The preference degree was evaluated according to number of galls and larvae in plants at the beginning of spring in the period from 2004 till 2008. Results showed that there were statistically significant differences among examined clones in the intensity of the attack i.e. preference of poplar clearwing moth and willow weevil. That suggests the possibility of selection of clones of minor or insignificant attraction for these insects, as well as the possibility of considerable reduction of the damage in nurseries and young plantations by utilization of such clones.

Key words: *Cryptorrhynchus lapathi*, *Paranthrene tabaniformis*, preference, poplar clones

1. UVOD

Mali topolin staklokrilac (*Paranthrene tabaniformis* Rott.) i jovic surlaš (*Cryptorrhynchus lapathi* L.) su česti i veoma štetni ksilofagi insekti u rasadnicima i mladim zasadima topola u Srbiji. Zbog šteta koje mogu nastati njihovom pojavom u velikom broju u rasadnicima i mladim zasadima često je neophodno da se osim preventivnih mera sprovode i mere njihovog suzbijanja primenom insekticida. Ispitivanjem efikasnosti represivnih mera suzbijanja ovih štetnih insekata bavili su se brojni autori (Tomić, 1958; Vujić et al., 1960; Dražić, 1961; Živojinović i Užičanin, 1962; Maksimović, 1964; Jodal, 1967; Vujić et. al., 1967; Gojković, 1979).

Jedan od ekološki prihvatljivijih načina da se smanje štete je da se selekcijom stvore i u praksi koriste klonovi topola prema kojim mali topolin staklokrilac i jovic surlaš pokazuju manji stepen preferencije. Zbog toga je mali ili zanemarljiv stepen preferencije ovih ksilofagih insekata uz druge proizvodne karakteristike značajan element u selekciji novih klonova i njihovom uvođenju u proizvodnju. Na različitu osetljivost klonova topola i različit stepen preferencije jovicog surlaša ukazuju radovi većeg broja autora (Cadahia, 1965; Jodal, 1975; 1987; Broberg et al., 2005; Hannon et al., 2008; Drekić et al., 2008), a stepen preferencije malog topolinog staklokrilca prema klonovima proučavali su Drekić et al., (2006).

Cilj ovih istraživanja je da se utvrde razlike u pogledu stepena preferencije malog topolinog staklokrilca i jovicog surlaša prema pojedinim perspektivnim klonovima crnih topola koji se nalaze u fazi selekcije Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u odnosu na već priznate klonove koji se već koriste u proizvodnji.

2. MATERIJAL I METODE

Stepen preferencije malog topolinog staklokrilca i jovicog surlaša prema klonovima crnih topola (sekcija *Aigeiros Duby*) utvrđivan je na osnovu intenziteta njihovog napada. Intenzitet napada *P. tabaniformis* je utvrđivan na osnovu broja gala na mestu ubušivanja larvi, a za *C. lapathi* na osnovu broja ubušenih larvi utvrđenih detaljnim skidanjem nožem površinskog dela kore na čitavoj dužini biljaka. Ocene su obavljane početkom proleća u kontinuitetu u periodu od 2004. do 2008. godine na po tri dvogodišnja izbojka i to u tri ponavljanja svakog od

ispitivanih klonova topola iz matični genofondova na oglednom dobru Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu. Preferencija pomenutih insekata proučavana je za ukupno deset klonova crnih topola (Tabela 1.).

Tabela 1. Taksonomska pripadnost i status klonova korišćenih u proučavanjima
Table 1. Taxonomy and status of the study clones

Klon <i>Clone</i>	Taksonomska pripadnost klonova <i>Taxonomy</i>	Status klonova <i>Status of the study clones</i>
10/32 -97	<i>Populus nigra</i>	U fazi selekcije <i>Experimental phase</i>
PE 4/68	<i>Populus deltoides</i>	U fazi selekcije <i>Experimental phase</i>
B - 81	<i>Populus deltoides</i>	U fazi selekcije <i>Experimental phase</i>
PD 100	<i>Populus deltoides</i>	U fazi selekcije <i>Experimental phase</i>
121/81	<i>Populus x euramericana</i>	U fazi selekcije <i>Experimental phase</i>
B-229	<i>Populus deltoides</i>	Priznati klon <i>Registered clon</i>
478	<i>Populus deltoides</i>	Priznati klon <i>Registered clon</i>
S 11-8	<i>Populus deltoides</i>	Priznati klon <i>Registered clon</i>
"Pannonia"	<i>Populus x euramericana</i>	Priznati klon <i>Registered clon</i>
I - 214	<i>Populus x euramericana</i>	Priznati klon <i>Registered clon</i>

Utvrđivanje značajnosti razlika u preferiranju pojedinih klonova izvedeno je na osnovu prosečnog broja gala za *P. tabaniformis*, a na osnovu prosečnog broja larava *C. lapathi* po biljci analizom varijansi i testom NZR.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Prvi rezultati istraživanja stepana preferencije malog topolinog staklokrilca prema klonovima crnih topola u našoj zemlji objavljeni su 2006. godine (Drekić et al., 2006) pa se može reći da ova istraživanja na izvestan način predstavljaju nastavak i dopunu tih istraživanja. Rezultati ocene intenziteta napada malog topolinog staklokrilca i analize varijanse podataka prikazani su u tabelama 2 i 3.

Tabela 2. Intenzitet napada malog topolinog staklokrilca
Table 2. Intensity of attack of poplar clearwing moth

Klon <i>Clone</i>	Prosečan broj gala po biljci <i>Average number of galls per plant</i>	NZR - test <i>LSD - test</i>
PE 4 /68	0,300	a
I - 214	0,212	ab
S 11 - 8	0,196	abc
121/81	0,169	abc
10/32-97	0,156	abc
478	0,122	abc
PD - 100	0,099	abc
B - 229	0,082	bc
B - 81	0,063	bc
Pannonia	0	c

Rezultati analize varijanse (Tabela 3) ukazuju da postoje statistički značajne razlike između proučavanih klonova u pogledu intenziteta napada *P. tabaniformis*. Iz tabele 2 jasno se vidi i statistički potvrđuje veoma značajno preferiranje odnosno najveći napad *P. tabaniformis* klonu PE 4/68, i da klon Pannonia nije bio napadnut odnosno da u ovom slučaju nije postojala preferencija ovog klonu od strana insekta. Slabo napadnuti su bili klonovi B81 i B229. Takođe postoji statistički značajna razlika u intenzitetu napada *P. tabaniformis* između klonova I 214 i klonova Pannonia i to u korist ovog drugog. Rezultati ranijih istraživanja su u skladu sa ovim rezultatima, jer je i u njima za klon Panonna konstatovano da prema njemu insekt ispoljava nizak stepen preferencije (Drekić et al., 2006).

Tabela 3. Rezultati analize varijanse intenziteta napada malog topolinog staklokrilca
Table 3. The results of analysis of variance for attack intensity of poplar clearwing moth

Izvor varjabilnosti <i>Sources of variation</i>	DF	SS	MS	F	p
Klonovi <i>Clones</i>	9	0,02	0,024	1,37	0,210
Godina <i>Years</i>	4	0,098	0,025	1,405	0,2377
Interakcija <i>Interaction</i>	36	0,849	0,024	1,352	0,123
Greška <i>Error</i>	100	1,744	0,017		

DF – stepeni slobode, SS – suma kvadrata, MS – sredina kvadrata, F – vrednost
DF- degree of freedom, SS – sum of square, MS – mean square, F - value

Intenzitet napada jvinog surlaša odnosno stepen njegovog preferiranja pojedinih klonova korišćenih u ovim istraživanjima kao i međusobni odnos klonova u tom pogledu prikazan je u tabeli 4.

Tabela 4. Intenzitet napada jvinog surlaša kod ispitivanih klonova crnih topola
Table 4. The attack intensity of willow weevil in examined black poplar clones

Klon <i>Clone</i>	Prosečan broj larvi po biljci <i>Average number of larvae per plant</i>	NZR - test <i>LSD - test</i>
PE 4 /68	1,160	a
B - 229	0,260	b
PD - 100	0,223	b
478	0,174	b
B - 81	0,134	b
121/81	0,117	b
S 11 - 8	0,082	b
Pannonia	0,021	b
I - 214	0	b
10/32-97	0	b

Istraživanja su ukazala (Tab. 5.) da među ispitivanim klonovima postoje značajne razlike u pogledu intenziteta napada samo između najjače napadnutog PE

4/68 i svih preostalih klonova. Ipak se može reći da među tim preostalim klonovima postoje razlike u jačini napada. Manji stepen preferencije jovic surlaš je ispoljio prema klonskim sortama topola: Pannonia, I 214 i 10/32-97. Na klonovima I 214 i 10/32-97 nisu konstatovane larve. U ranijim istraživanjima (Jodal, 1987) utvrđeno je da klonovi I -214 i Pannonia pripadaju grupi klonova koja je bila najslabije napadnuta. Isti autor u svom radu konstatiše da nijedan ispitivani klon nije bio otporan na napad jovicog surlaša.

Tabela 5. Rezultati analize varijanse intenziteta napada jovicog surlaša kod ispitivanih klonova crnih topola

Table 5. The results of analysys of variance for attack intensity of willow weevil in examined black poplar clones

Izvor varijabilnosti <i>Sources of variation</i>	DF	SS	MS	F	p
Klonovi <i>Clones</i>	9	2,566	0,285	8,576	0,00
Godina <i>Years</i>	4	0,818	0,204	6,148	0,00019
Interakcija <i>Interaction</i>	36	4,101	0,114	1,352	0,000001
Greška <i>Error</i>	96	3,191	0,033		

DF – stepeni slobode, SS – suma kvadrata, MS – sredina kvadrata, F – vrednost

DF- degree of freedom, SS – sum of square, MS – mean square, F - value

Činjenica da na klonovima I -214 i 10/32-97 u ovim istraživanjima nije konstatovan napad može se pre svega objasniti malim brojem ocenjivanih biljaka pa je istraživanja potrebno nastaviti na većem uzorku. Korišćenjem klonova prema kojima mali topolin staklokrilac i jovic surlaš istovremeno pokazuju manji stepen preferencije (napr. Pannonia) moglo bi se u velikoj meri smanjiti potrebe za sprovođenjem represivnih mera zaštite, kao i štete koje ovi insekti mogu da prouzrokuju ako se pojave u većem broju. S druge strane ako se za rasadničku proizvodnju i pošumljavanje koriste klonovi prema kojim pokazuju veći stepen preferencije što je konstatovano za klon PE 4/68 trebaju se koristiti u manjoj meri uz redovno sprovođenje mera zaštite što poskupljuje proizvodnju odnosno unosi veći rizik u uspeh gajenja sadnica i podizanja zasada. Na kraju se ipak može reći da nađeni broj larvi ovih ksilofagih insekata nije mogao prouzrokovati značajne štete u proučavanim objektima ali da ipak on govori o mogućnosti da u nekom drugom vremenskom razdoblju i u drugim stanišnim uslovima mogu biti ozbiljan problem za gajanje topola prema kojim ovi insekti ispoljavaju izrazito statistički potvrđenu naklonost.

4. ZAKLJUČCI

Rezultati proučavanja stepena preferencije malog topolinog staklokrilca i jovicog surlaša prema deset klonova crnih topola omogućuju sledeće zaključke:

Mali topolin staklokrilac je statistički značajno različito preferirao odnosno napadao proučavane klonove. Više je preferirao klonove PE 4/68 i I – 214, a statistički značajno manje klonove Pannonia, B 81 i B 229.

Jovin surlaš je jedino statistički značajno preferirao klon PE 4/68 u odnosu na druge klonove.

Mali topolin staklokrilac i jovic surlaš su istovremeno ispoljili najveći stepen preferencije prema klonu PE 4/68. Klon PE 4/68 se ne može preporučiti za dalja istraživanja u selekciji kada se radi o ovom njegovom svojstvu.

Klon Pannonia zbog nisko ispoljenog preferiranja proučavanih ksilofagih insekata se i po ovom svojstvu može, kao što je to i po drugim svojstvima učinjeno, preporučiti za širu upotrebu.

5. LITERATURA

- Broberg, C., Borden, J., Gies, R. (2005): Olfactory and Feeding Preferences of *Cryptorrhynchus lapathi* (Coleoptera: Curculionidae) Among Hybrid Clones and Natural Poplars. Environmental Entomology 34(6): 1606 – 1613.
- Cadahia, D. (1965): Preferencias clonales del gorgojo perforador del chopo (*Cryptorrhynchus lapathi* L.). Plagas Forestales Ano VIII, 16: Madrid.
- Dražić, M. (1961): Ogledi hemijskog suzbijanja jovicog surlaša (*Cryptorrhynchus lapathi* L.). Topola 20 -21: 16 -18.
- Дрекић, М., Аврамовић, Г., Пољаковић Пајник, Л., Орловић, С., Васић, В. (2006): Проучавање степена преференције *Paranthrene tabaniformis* Rott. према неким клоновима топола. Шумарство (LVIII) No.1-2: 81-87
- Drekić, M. Pap, P., Poljaković - Pajnik, L., Marković, M., Vasić, V., Kovačević, B. (2008): „Stepen preferencije jovicog surlaša (*Cryptorrhynchus lapathi* L.) prema nekim klonovima crnih topola“. IX Savetovanje o zaštiti bilja, 24-28. novembar 2008, Zlatibor. Zbornik rezimea 114.
- Gojković, G. (1979): Efekat nekih insekticida na larve johinog surlaša *Cryptorrhynchus lapathi* L. na topoli. Radovi Instituta za topolarstvo, Knjiga 6: 163 – 225.
- Hannon, E., Kittelson, N., Eaton, J., Brown, J. (2008): Screening hybrid poplar clones for susceptibility to *Cryptorrhynchus lapathi* (Coleoptera: Curculionidae). Journal Econ. Entomology 101(1): 199 – 205.
- Jodal, I. (1967): O problemu važnijih ksilofagnih insekata topola i vrba u proteklih deset godina, Topola br. 61-64: 139-143, Beograd.
- Jodal, I. (1975): Rezultati proučavanja otpornosti topola na napad jovicog surlaša (*Cryptorrhynchus lapathi* L. Curculionidae, Coleoptera). Topola 103 - 104.
- Jodal, I. (1987): Prilog proučavanju klonova topola na napad jovicog surlaša (*Cryptorrhynchus lapathi* L.). Radovi Instituta za topolarstvo 18: 183 – 195.
- Maksimović, M. (1964): Hemijsko suzbijanje staklokrilca na topolama, Topola 40-41: 24.

- Tomić, D. (1958): Mali topolin staklokrilac (*Sciapteron tabaniformis* Rott.) i njegovo suzbijanje, Topola br. 6: 477-485.
- Vujić, P., Jodal, I. (1960): Suzbijanje malog topolinog staklokrilca primenom metode ubrzgavanja, Topola br. 15: 21-24.
- Vujić, P., Gojković, N., Jodal, I., Sidor, Č., Gojković, G. (1967): Bolesti i štetni insekti topola i mere zaštite, Jugoslovenski poljoprivredni-šumarski centar: 85-88.
- Živojinović, S., Užičanin, B. (1962): Suzbijanje jovingog surlaša (*Cryptorrhynchus lapathi* L., Curculionidae, Coleoptera) sa naročitim osvrtom na upotrebu hemijskih sredstava. Agrohemija, Broj 8.

Summary

STUDY OF PREFERENCE DEGREE OF POPLAR CLEARWING MOTH AND WILLOW WEEVIL VERSUS BLACK POPLAR CLONES

by

Drekić Milan, Kovačević Branislav, Poljaković-Pajnik Leopold, Pap Predrag, Marković Miroslav, Vasić Verica

*Poplar clearwing moth (*Paranthrene tabaniformis* Rott.) and willow weevil (*Cryptorrhynchus lapathi* L.) are serious pests in poplar nurseries and young plantations in Serbia. The degree of their preference versus black poplar clones (section Aigeiros Duby) was estimated, based on the intensity of their attack. The research included six clones of eastern cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.), three clones of euramerican poplar (*Populus x euramericana* Duby) and one clone of european black poplar (*Populus nigra* L.). The evaluation of the preference of bought insects was based on number of galls or larvae per plant, while for statistical analysis the mean repetition values were used. The significance of differences among clones was tested by analysis of variance and LSD-test.*

There are significant differences in poplar clearwing moth preference among examined clones. The weakest attack was performed on Pannonia, B-81 and B-229, while PE4/68 and I-214 suffered the heaviest attack. According to the attack intensity of willow weevil there are significant differences between PE4/68 and other examined clones that do not differ among themselves significantly.

Results of these preliminary research could be applied in the breeding process and in improvement of black poplar cultivation technology.

Prethodno saopštenje *Preliminary report*

MYCORRHIZATION OF POPLARS (*Populus sp.*)

Katanić Marina¹, Orlović Saša¹, Galić Zoran¹, Kovačević Branislav¹,
Kraigher Hojka²

Abstract: This paper presents results from world-wide and Serbian literature in the area of poplars inoculation (*Populus sp.*) with ectomycorrhizal (ECM) and arbuscular mycorrhizal (AM) fungi. Responses of poplars cuttings and seedlings to inoculation by different ECM and AM fungi have been investigated *in vitro*, in pot and field experiments in Europe, North America and Asia. Different results have been obtained depending on examined fungal species and strain and poplar species, cultivar and clones, soil fertility, environmental conditions as well as on the trial duration. Results suggested that mycorrhizal symbiosis could improve growth of poplar trees, especially on disturbed sites. Incorporation of inoculation of *Populus sp.* with appropriate mycorrhizal fungi and selected bacteria (MHB and PGPB) into commercial nursery system could improve the establishment of poplars in various sites.

Key words: ectomycorrhiza, arbuscular mycorrhiza, poplars, inoculation

MIKORIZACIJA TOPOLA (*Populus sp.*)

Izvod: U radu je prikazan pregled rezultata svetske i domaće literaturе iz oblasti inokulacije topola (*Populus sp.*) ektomikoriznim (ECM) i arbuskularno mikoriznim (AM) gljivama. Efekti inokulacije reznica i biljaka topola različitim ECM i AM gljivama su istraživani *in vitro*, u zemljanim kulturama i poljskim ogledima u Evropi, Severnoj Americi i Aziji. Dobijeni su različiti rezultati u zavisnosti od ispitivane vrste i soja gljive, vrste, sorte i klena topole, plodnosti zemljišta, uslova sredine, kao i dužine trajanja ogleda. Rezultati su pokazali da mikoriza može da poboljša rast topola, naročito na oštećenim staništima. Uključivanjem inokulacije *Populus sp.*, odgovarajućim mikoriznim gljivama i odabranim bakterijama (MHB and PGPB) u komercijalnu rasadničku proizvodnju, moglo bi se poboljšati zasnavanje topola na različitim staništima.

Ključne reči: ektomikoriza, arbuskularna mikoriza, topole, inokulacija

¹ dipl. biolog Marina Katanić istraživač saradnik, prof. dr Saša Orlović naučni savetnik, dr Zoran Galić viši naučni saradnik, dr Branislav Kovačević naučni saradnik, Istraživačko razvojni institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, Srbija

² prof. dr Hojka Kraigher naučni savetnik, Šumarski institut Slovenije, Ljubljana, Slovenija

1. MYCORRHIZA

Establishment, growth and survival of trees in most temperate and boreal forests depend on colonization of ectomycorrhizal (ECM) fungi. They successfully take water, organic and inorganic nutrients from soil and translocate them to the fine plant roots from which they take carbohydrates in turn (Smith and Read, 2008).

Seedlings colonized with appropriate fungal species and strains are favored in comparison to uncolonized ones in making contacts with water and nutrients as well as with other organisms in soil (Kraigher, 1996). It has been demonstrated by several investigators (Molina et al., 1992; Smith and Read, 2008; Quoreshi, 2008) that besides increased nutrient uptake, which is the most significant benefit of mycorrhiza, this symbiotic relationship offers numerous benefits which can be summarized:

- Enhance plant efficiency in absorbing water
- Reduce fertilizer and irrigation requirements
- Increase drought resistance
- Increase pathogen resistance
- Protect against damage from heavy metals and other pollutants
- Minimize various plant stresses
- Improve seedling growth and survival
- Improve soil structure by the extramatrical hyphal network
- Contribute to nutrient cycling processes
- Contribute toward carbon sequestration
- Increase plant diversity.

1.1 Inoculation

Mycorrhizal inoculation has been proven beneficial in a wide range of situations: for reclamation of disturbed sites, reforestation of clear cut areas and grasslands, reforestation after wildfire, and for introduction of exotic plant species (Marx 1991, 2002). Most research on inoculation with ECM fungi is based on two premises: any mycorrhiza on planting stock is better than none and some fungal species under some environmental conditions are more beneficial to trees than others (Marx, 1980).

Mycorrhizal fungal species varies greatly in their ability to support trees growing on different sites (Smith and Read, 2008). The degree of mycorrhizal responses on a reforestation site depends on the status of fungal colonization at planting site, persistence of introduced fungus, and other biotic and abiotic factors to planting site. Huge variation in response to inoculation often occurs from the above-mentioned factors as well as host-fungus compatibility, fungal effectiveness to site conditions, and efficiency of resident fungi (Grove and Le Tacon, 1993; Dodd and Thomson 1994).

1.1.1 Selection

Selection program of appropriate mycorrhizal fungi goes in two directions: in selection of hypervirulent strains from chosen natural habitats (for example in reforestation practices) and selection of strains that are capable of helping forest trees' seedlings to grow on extremely degraded or polluted soils (for example on mine or smelter impacted soils) (Kraighe, 1996).

In essence, the fundamental steps in any inoculation program are: (i) to identify and characterize the potential sites to be revegetated; (ii) collection, isolation, and identification of fungi; (iii) screening of fungi through *in vitro* selection procedures for identifying most promising strains; (iv) *In vivo* selection of selected fungal strain in association with host plants for larger inoculation program; (v) suitable inoculum production; (vi) development of large-scale inoculation program under commercial nursery environment, and inoculation of target indigenous plant species; (vii) outplanting of inoculated seedlings onto target sites for field trials, (viii) monitor plant growth, establishment and persistence of introduced mycosymbionts; (ix) finally, evaluation of the success of inoculation program (Qureshi, 2008).

The initiation of a program of screening and selection of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi and ECM fungi for use as inoculants in agriculture, horticulture or forestry will depend on whether inoculation is more appropriate than manipulation of indigenous mycorrhizal populations. Most natural field soils and non-sterile nursery soils contain indigenous mycorrhizal fungi. A decision to introduce mycorrhizal fungi under these circumstances will also depend on the effectiveness of these indigenous fungi compared to possible inoculant fungi (Dodd and Thomson, 1994).

When indigenous fungi have a low colonization capacity, or have a high colonization capacity but are ineffective, plant growth might be increased by inoculating with effective mycorrhizal fungi. The greatest immediate potential for the use of mycorrhizal inoculants will be in areas where indigenous mycorrhizal fungi have been eradicated or drastically reduced by human influence or natural disturbance. These areas include mine sites, eroded sites, reforestation zones, low-input agricultural systems, fumigated soils (Dodd and Thomson, 1994).

In any ECM or AM inoculation program, the first step is to identify sites which will likely respond to inoculation. First of all this involves identifying the limitations to plant growth in particular soil and determine whether mycorrhizal fungi can relieve these growth restrictions.

Improved establishment and increased growth of inoculated plants with mycorrhizal fungi is commonly associated with higher rates of phosphorus into the plant. Therefore the greatest potential for use of mycorrhizal inoculants will be in soils deficient in phosphorus for plant growth.

The initial stage in the selection of isolates involves defining the edaphic and climatic conditions where the fungi will be introduced. If the fungus is proved as tolerant to environmental extremes then ideally the isolation of mycorrhizal fungi should begin in such soils. In order to minimize the likelihood of incompatibility between fungus and soil, ideally inoculant fungi should be selected from the soil in which inoculated seedlings are to be planted (Dodd and Thomson, 1994).

1.1.2 ECM protocols

Isolation of ECM fungi can be obtained from sporophores, basidiospores, ectomycorrhizal rootlets and from sclerotia. Suitable isolation media include modified Hagem's agar (Modess, 1949 after Heinonen-Tanski and Holopainen, 1991) and modified Melin Norkrans' agar (Marx, 1969 after Heinonen-Tanski and Holopainen, 1991). The main difference between these media is that Melin-Norkrans' media contains more thiamine while Hagem's contain more ammonium salt and nutritionaly is more versatile (Heinonen-Tanski and Holopainen, 1991).

Langer et al. (2008) developed an ECM inoculation protocol specifically suitable for *Populus tremula*. Their results show that an exogenous supply of vitamins and micronutrients in modified Melin Norkrans Medium was a prerequisite for succesful mycorrhization of *P. tremula* with various *Laccaria*, *Hebeloma* and *Paxillus* isolates in Petri dishes.

After collecting and isolating a range of mycorrhizal fungi the next stage of the selection process is to screen these isolates for „effectiveness“. It usually means searching for isolates which increase nutrient uptake and therefore plant growth or isolates that develop extramatrical hyphal network which could have role in stabilizing eroded soils (Dodd and Thomson, 1994).

The selection of ECM fungi should begin with an initial screening of isolates to determine wheather they form mycorrhizas with the selected host. AM does not display the same degree of host-specificity. Synthesis of ECM fungi can be quickly assessed in axenic culture in laboratory. They can be also screened *in vitro* for other characteristics such as: their growth rate on the different media, response to different temperatures, pH and moisture, antagonism against selected patogens and production of secondary metabolites. Isolates should initially be compared in sterile soil or growth media that is representative of the field environment in which the isolates will be introduced. Effective mycorrhizal isolates can then be tested in natural soils under controlled conditions for their competitive ability with indigenous mycorrhizal population and other soil microorganisms. Isolates of AM and ECM fungi which prove to be effective in competition with indigenous mycorrhizal fungi must ultimately be tested for effectiveness in the field. These fungi must not only be able to compete with the indigenous mycorrhizal population under field conditions, but in some cases must also be able to persist and spread on roots over several years (Dodd and Thomson, 1994).

After *in vitro* screening and *in vivo* selection of the most promising fungal strain, inoculum production can be started. In forest nurseries are currently being used three types of inoculum to inoculate seedlings: vermiculite-peat based solid-substrate inoculum and liquid/mycelial slurry inoculum (these two are pure vegetative inoculums and contain mycelium) and spore inoculum (Quoreshi, 2008). Mycelium is used more often for inoculation then spores because ECM colonization from spores occurs only after hyphal fusion and the formation of dikaryons (Smith and Read, 2008).

Ma et al. (2008) investigated three methods of poplar seedlings inoculation with ECM fungi inoculum. In the first method after taking the seedling from the pot, solid inoculum was applied as base fertilizer at the bottom of each pot

and the seedling was replanted. In the second they drilled and injected liquid inoculums into the holes around the root base. In the third method the seedlings were taken out, its roots were dipped in the inoculum slurry and then it was planted again. They obtained the best results with drilling and injecting liquid inoculums around root base.

1.1.3 AM protocols

Monoxenic cultivation of AM fungi involves the extraction of potential viable propagules from soils, surface sterilisation and optimisation of growth conditions for germination under aseptic conditions. This is followed by association of the propagules with a suitable excised host root for propagule production and recovery. Mass-produced propagules are then formulated in a utilizable form and stored before application to the target plant. Formulation is essentially a blend of microbial propagules with a range of carriers or adjuvants, to produce a material that can be effectively delivered to the target application. There are several mycorrhizal inoculum formulation. Glass beads have been used at the laboratories and expanded clay in commercial sector (Adholeya et al., 2005).

There are five main application technologies: broadcasting, in-furrow application, seed dressing, root dipping and seedling inoculation. In theory, the larger the number of AM fungal propagules delivered to the root zone at application, the faster the colonization of roots. Mass production of AM fungi has been achieved with several species, but *Glomus intraradices* remains the most promising (Adholeya et al., 2005).

There is currently an increasing interest in producing „mixed“ mycorrhizal inocula containing more than one or more mycorrhizal fungal species or even other organisms like beneficial bacteria or fungi. They may be an alternative to screening for broad range fungi adapted to conditions in the nursery, in the field or to extreme environmental conditions (Dodd and Thomson, 1994; Adholeya et al., 2005).

1.1.4 MHB and PGPB

Micorrhiza helper bacteria (MHB) are bacteria associated with mycorrhizal roots and mycorrhizal fungi that assist the mycorrhiza formation (Garbaye, 1994; Frey-Klett et al., 2007) and promote its functioning (Frey-Klett et al., 2007).

The presence of MHB as an ubiquitous group of micro-organisms and important for mycorrhizal symbiosis is suggested by the following findings: MHB have been found whenever they have been looked for, they are present in very different habitats, many of these bacteria seem to be closely associated with mycorrhizal fungi, and MHB can be found from taxonomically diverse bacterial groups (Tarkka and Frey-Klett, 2008).

It is assumed that not only single species but microbial communities have evolved to live in close association with mycorrhizal fungi and MHB may promote the mycorrhizal infection rate at different stages of the bacterium–fungus plant interaction.

Five major hypotheses explain the helper effect (Garbaye, 1994; Frey-Klett et al., 2007; Tarkka and Frey-Klett, 2008):

1. MHB promote germination of fungal propagules

It was shown by numerous experiments that the exudates of MHB often stimulate fungal spore germination.

2. MHB promote mycelial growth

Fungus–bacterium co-cultures are easily implemented and thus were often used as first indicators for the screening of MHB strains promoting hyphal growth. If MHB inoculation leads to increased mycelial biomass in the soil, the occurrence of root–fungus encounters should increase too, resulting in faster mycorrhization (Brule et al., 2001).

3. MHB modificate the mycorrhizosphere soil

The data from Brule et al. (2001) suggest that, with certain fungus–plant–substrate combinations, the MHB effect may only be observable when fungal growth is inhibited. Many of the soil microbes, including mycorrhizal fungi, produce toxic metabolites to suppress the growth of competitors. Helper bacteria could perhaps also suppress the production of toxic substances by soil microbes.

4. MHB help host recognition and changes in root system architecture

The recognition process between the host plant and the mycorrhizal fungus includes the reception of plant signals by the fungal mycelium, chemotrophic hyphal extension growth to the prospective infection site and characteristic changes in mycelia and hyphal morphology. Also, lateral root production can be positively influenced by MHB (Garbaye, 1994), probably due to the production of auxins or auxin-related substances by the bacteria.

5. MHB increase receptivity of the roots

The bacterium facilitates the colonization of the root system while growing in the rhizosphere prior to the contact between the mycorrhizal fungus and the host plant. This could occur through controlled production by the MHB of cell wall digesting enzymes, permitting the enhanced penetration of the roots by the fungal hyphae and easing their spread inside the root tissues. The suppression of plant defense response prior to fungal colonization could also potentially lead to enhanced mycorrhization.

MHB also promote the functioning of mycorrhizal symbioses through atmospheric nitrogen fixation, nutrient mobilization from soil minerals and plant protection against root pathogens (Tarkka and Frey-Klett, 2008).

Specificity in MHB–mycorrhizal fungus interactions was already indicated in early studies, which described bacterial species that promote and others that were either neutral or inhibitory to mycorrhiza formation (Garbaye and Bowen 1987, 1989 after Tarkka and Frey-Klett, 2008). Because of their selectivity, MHBs might be an interesting, cheaper and safer alternative to soil fumigation.

For the applications of MHB in nurseries and in the field it would be desirable that the bacteria would have a strong short-term influence on mycorrhization, but a minimal effect on native microbial populations. Also, the effective dose of MHB that has to be used for increased mycorrhization varies between bacteria (Tarkka and Frey-Klett, 2008).

Plant growth promoting bacteria (PGPB) include representatives from very diverse bacterial taxa that exert a beneficial effect on plant growth.

PGPR may induce plant growth promotion by direct or indirect modes of action. Direct mechanisms include the production of stimulatory bacterial volatiles and phytohormones, lowering of the ethylene level in plant, improvement of the plant nutrient status (liberation of phosphates and micronutrients from insoluble

sources; non-symbiotic nitrogen fixation) and stimulation of disease-resistance mechanisms (induced systemic resistance). Indirect effects originate for example when PGPR act like biocontrol agents reducing diseases, when they stimulate other beneficial symbioses, or when they protect the plant by degrading xenobiotics in inhibitory contaminated soils (Antoun and Prévost, 2005).

Several reports state that combined inoculation with PGPB and mycorrhizal fungi may yield synergistic positive effects on plant growth. Plant root-colonization with arbuscular mycorrhizal (AM) fungi can affect bacterial communities associated with the roots directly by providing energy-rich carbon compounds derived from host assimilates and transported to the mycorrhizosphere via fungal hyphae, by fungal induction of pH changes, by fungal exudates (inhibitory or stimulatory compounds) or by competition. Indirect effects of AM fungi can result from modification of soil structure or plant root exudates (Johansson et al., 2004).

However, antagonistic effects are often reported in the AM fungi-PGPR interactions. Positive interactions often result in plant growth improvement. Inoculation with both free living nitrogen fixing bacteria, such as *Azospirillum brasiliense* or *Azotobacter* and AM fungi increases plant productivity. It is not clear whether the enhancement of plant growth is due to free nitrogen fixation or to the production of plant-growth promoting substances (Antoun and Prévost, 2005).

The combination PGPR and ectomycorrhizae have been studied for enhancing growth of tree seedlings in nurseries, but the effect of PGPR is either beneficial or detrimental for mycorrhization, depending on the study.

1.2 Poplars

In the last decade, poplars have become one of the most interesting trees for biotechnology. Besides their commercial importance, they combine many biotechnological advantages, such as: rapid growth, simple *in vitro* propagation and the existence of genetic transformation systems (Fladung and Ahuja, 1996). Also, poplar trees are good candidates for use in phytoremediation because they have deep roots, cycle large amount of water and grow rapidly (Newman et al., 1997). Poplars routinely form functional mycorrhizal associations with ectomycorrhizal (EM) fungi and arbuscular mycorrhizal (AM) fungi simultaneously (Molina et al., 1992) which can benefit them in establishing and growth in extreme conditions and makes them suitable for reforestation and reclamation purposes.

2. INOCULATION OF POPLARS

Responses of poplar cuttings and seedlings to inoculation by different ECM and VAM fungi have been investigated in pot and field experiments in Europe, North America and Asia. Different results have been obtained depending on examined fungal species and strain and poplar species, cultivar and clones , soil fertility, environmental conditions as well as on the trial duration.

Navratil and Rochon (1981) observed enhanced root and shoot development of poplar cuttings induced by *Pisolithus* inoculum. Cuttings from four poplar hybrids: *Populus* × cv. Northwest, *P.* × *euroamericana* cv. I-45/51, *P.* ×

euroamericana cv. DN-21, and *P.* × cv. robusta superba, were rooted in a medium inoculated with vermiculite-based vegetative inoculum of *Pisolithus tinctorius*. The addition of the inoculum to the medium resulted in an enhancement in shoot and root development of all four clones. All clones except one responded with significantly increased shoot length. At least two of the root characteristics measured were significantly increased by the addition of the inoculum in three of the clones: cv. Northwest, cv. I-45/51, and cv. DN-21. Cultivar variations in response to the inoculation were evident. As a cause of the enhanced shoot and root development are suspected hormonal exudates liberated by the mycelium of *Pisolithus*.

Cripps (2001) surveyed native mycorrhizal fungi associated with aspen on three soil types in the north-central Rocky Mountains and found 54 species of ectomycorrhizal fungi distributed in seven families: Amanitaceae, Russulaceae, Tricholomataceae, Cortinariaceae, Paxillaceae, Boletaceae, and Thelephoraceae which were screened for their ability to enhance aspen growth and establishment.

About half of the mycorrhizal fungi isolated grew in culture and fewer grew well enough to be tested. With the exception of *Inocybe lacera*, which produced 100% mortality in aspen seedlings, all plants inoculated with native mycorrhizal fungi were alive at the end of the experiment. Each mycobiont affected the morphology of aspen in a recognizable manner for the given conditions. Seedlings inoculated with nonnative fungi had a higher mortality rate (10–20%), and extreme leaf tips turned black.

Of nine selected isolates, all but one increased the biomass of aspen seedlings 2–4 times. Stem diameter, height, and number of root tips increased with inoculation of some fungi. The native species *Paxillus vernalis*, *Tricholoma scalpturatum*, *Hebeloma mesophaeum*, *Thelephora terrestris*, and *Laccaria* spp. found most promising for further study. Although, was not native species on investigated area, *Pisolithus tinctorius* formed prolific mycorrhizae and stimulated plant growth.

Ma et al. (2008) examined mycorrhizal formation and effects of nine ectomycorrhizal fungi on the growth of poplar cuttings. The results showed that *Xrocomus chrysentero*, *Boletus edulis*, *Pisolithus tinctorius* and *Laccaria amethystea* formed clear ectomycorrhizal symbiosis with the poplar seedlings. Among these four ECM fungi *Xrocomus chrysentero*, had the greatest ability to develop mycorrhizae with all four poplar species. *Boletus edulis* showed a greater ability to form mycorrhizae with *Populus deltoides* Bartr cv. 'Lux' (Poplar I-69). *Pisolithus tinctorius* and *Laccaria amethystea* had relatively weaker abilities of colonization. The other five ECM fungal species, i.e., *Scleroderma luteus*, *Leccinum scabrum*, *Boletus speciosus*, *Calvatia craniiformis* and *Rhizopogen luteous* could not easily form mycorrhizae with poplar seedlings grown in sterilized substrates, but could do so in non-sterilized soil. This points out at significance of soil bacteria and other beneficial organisms for growth of mycorrhizal fungi.

Although growth-promoting effects were the best in the *Pisolithus tinctorius* and *Xrocomus chrysentero* groups all nine ECM fungi promoted length and basal diameter growth of the coppice shoots to different degrees which is in the accordance with previously described researches of Navratil and Rochon (1981) and Cripps (2001). Positive and beneficial effects of ECM fungi on their hosts are very well known (Molina et al., 1992; Smith and Read, 2008; Quoreshi, 2008).

Baum et al. (2000) inoculated a balsam poplar clone *Populus trichocarpa* by two ECM strains *Laccaria bicolor* and *Paxillus involutus* on two arable sandy soils with different organic matter and nutrient supply. Inoculation of poplars on the soil rich in organic matter and total nitrogen increased shoot length, biomass production, shoot: root ratio and total nitrogen uptake of the cuttings. On the other hand on the soil with lower organic matter and nutrient supply only the shoot: root ratio and the nitrogen nutrition were improved. These results showed the importance of soil type for the relations between ectomycorrhizal fungi and their partner.

Also, Baum et al. (2002) investigated growth response of *Populus trichocarpa* to inoculation by the ectomycorrhizal fungus *Laccaria laccata* in a pot and a field experiment. The inoculation by *L. laccata* caused significantly increased shoot length and leaf potassium concentration of the poplar clone after the first growing season. During the second growing season, only the leaf potassium concentrations were increased compared to the non-inoculated control plants. The density of AM spores in the soil and the leaf nitrogen, magnesium and calcium concentrations were significantly reduced after inoculation. However, after the second growing season there were no longer significant differences in the ECM colonization and shoot lengths of inoculated or non-inoculated poplar cuttings. The results indicated that inoculation can be successfully used to increase ECM colonization and growth rates of *P. trichocarpa* in the first growth period. This could increase the resistance of the cuttings to soil-borne pathogens and their competitiveness for nutrients and space against weeds.

The field performance of four poplar clones (Walker poplar, Manitou poplar, Balsam poplar, and White aspen) inoculated with different inoculation treatments was evaluated 3 years after outplanting in work of Quoreshi et al. (2008). The inoculation treatments were: six ECM fungal species, *Hebeloma longicaudum*, *Laccaria bicolor*, *Paxillus involutus*, *Pisolithus tinctorius*, *Rhizopogon vinicolor*, *Suillus tomentosus*, an endomycorrhizal fungus *Glomus intraradice*. The effects of nursery inoculation of different poplar clones, aspen and balsam poplar were very limited. Five years after outplanting, in general, different inoculation treatments had no remarkable effect on growth and survival of all the plant species tested compared to control. The poor growth response observed in this trial is probably related to several factors. Two most important factors could be: the lack of more host-specific and ecologically adapted fungal strains for these poplar species and lack of competitiveness of introduced fungi with indigenous mycorrhizal fungi. This work points out on the significance of plant-fungus compatibility and fungal effectiveness to site conditions and competitiveness to resident fungi.

Quoreshi and Khasa, (2008) inoculated aspen and balsam poplar seedlings with six species of ectomycorrhizal fungi (*Hebeloma longicaudum*, *Laccaria bicolor*, *Paxillus involutus*, *Pisolithus tinctorius*, *Rhizopogon vinicolor*, and *Suillus tomentosus*), one species of endomycorrhizal fungus (*Glomus intraradices*), two species of bacteria (*Agrobacterium sp.* and *Burkholderia cepacia*), treated with a growth hormone (SR3), and co-inoculated with a combination of *Paxillus* and *Burkholderia*. The seedlings were grown in a greenhouse under three different fertility regimes. Bacteria alone did not affect seedling growth and nutrition as observed when co-inoculated with ectomycorrhizal fungi. The biomass and root collar diameter of aspen and balsam poplar were

significantly increased when adequate mycorrhizas are formed and more prominent when co-inoculated with *P. involutus* and *B. cepacia* and grown at the 67% fertilizer level. Except for *R. vinicolor* and *S. tomentosus*, the other four species of ectomycorrhizal fungi and *G. intraradices* formed symbiotic associations with both plant species. Both ectomycorrhizal and endomycorrhizal colonization were observed at all fertilizer levels and fertilizer applications did not affect the colonization rates. Nitrogen and phosphorus concentrations were significantly improved in both aspen and balsam poplar compared to control only when co-inoculated with *P. involutus* and *B. cepacia*. However, plant net nitrogen uptake (content) increased significantly in all successful inoculation treatments and co-inoculated treatment when compared with control.

These results suggested that mycorrhizal symbiosis improves the utilization of the absorbed nutrients and hold promise for incorporation of inoculation of *Populus sp.* with appropriate mycorrhizal fungi and selected bacteria into commercial nursery system to improve the establishment of *Populus* in various sites.

Gehring et al. (2006) examined the influence of environment and host crosstype on the ECM and AM fungi colonization of cottonwoods (*Populus angustifolia* and natural hybrids) by comparing levels of colonization of trees growing in common gardens that differed in elevation and soil type. They conclude that environment, particularly soil moisture, has a larger influence on colonization by AM versus ECM fungi than host genetics, and suggest that environmental stress may be a major determinant of mycorrhizal colonization in dually colonized host plants.

It was found that although some fungal species could not form clear mycorrhizae with poplar seedlings, they did promote seedling growth to some extent. This indicates that the growth promoting effect was not only owed to mycorrhizal formation which changed root morphology and enlarged the absorption area, but also due to some extra-cellular substances secreted by the ECM fungi, which were supplied to the seedlings directly or improved the rhizosphere environment to increase absorption, thus promoting seedling growth (Ma et al., 2008).

Similar results obtained Cripps (2001) who observed substantially increased biomass of poplar plants with addition of some fungi, but in most cases only a low percentage of roots were colonized in the given time period. Measured percentage of mycorrhizal roots was not directly correlated with increases in aspen biomass, stem diameter, and height. She also thought that it could be a result of high efficiency nutrient transfer through a small number of individual mycorrhizae or due to pre-mycorrhizal effects such as release of IAA.

2.1 Potential use of ECM and AM fungi inoculated poplars in forestry, reclamation, reforestation and phytoremediation

Outplanting of inoculated material may be a key element for enhanced establishment onto agricultural or disturbed soils where mycorrhizal inoculum is low and/or ineffective and fungal dispersal is insufficient. Addition of specific mycorrhizal fungi substantially increase host plant survival, growth and biodiversity.

Moreover, co-inoculation of specific ectomycorrhizal and arbuscular mycorrhizal fungi and other beneficial bacteria might show synergistic effects on hybrid poplar growth (Dodd and Thomson, 1994; Marx, 2002; Smith and Read, 2008; Quoreshi, 2008).

Khasa et al. (2002) investigated occurrence of the most common mycorrhizal types of selected poplar clones introduced in to previously cleared agricultural or disturbed sites in the province of Alberta and found variable degrees of colonization by both ectomycorrhizal and arbuscular mycorrhizal fungi, suggesting differential host receptivity (susceptibility). This confirmed the potential use of selected strains of both ectomycorrhizal and arbuscular mycorrhizal fungi for reforestation and reclamation.

Mycorrhizal fungi can help their plant partner to establish and grow in extreme conditions, where plant could not survive alone. It was found that *Paxillus involutus* attenuated NaCl-stress in salt-sensitive hybrid poplar *Populus x canescens* and whole plant performance was affected positively by the fungus. Inoculated plants had greater total biomass and leaves accumulated less Na⁺ (Langenfield-Heyser et al., 2007).

Also, mycorrhizal fungi have very important role in the phytoremediation processes in which their partners take part. In diesel contaminated soils, colonization of hybrid poplar with ECM fungus *Pisolithus tinctorius* (Pers.) increased fine root production and whole plant biomass, N and P contents in leaves, but inhibited removal of total petroleum hydrocarbons from the soil compared to uninoculated treatments. (Gunderson et al., 2007)

Poplars are very often used in phytoremediation of heavy metals (Katanić et al., 2009) and their partners ECM and VAM fungi may be of the great significance in such processes.

Poplars and willows cuttings were planted in copper and iron mine tailings and after two years incidence of mycorrhizae was examined. Results showed that no mycorrhizal development occurred on roots of these tree species in the copper tailings, but roots in the iron mine tailings developed extensive ectomycorrhizae and trees showed good growth. The poor growth of non-mycorrhizal willows and poplars found in the copper tailings suggested that mycorrhizae play an essential role in the development of these trees on such sites. Establishment of vegetation on similar areas has depended largely upon the successful development of mycorrhizae. In areas where soil lack appropriate mycorrhizal fungi reforestation without inoculation is generally unsuccessful (Harris and Jurgensen, 1977).

Todeschini et al., (2007) grown two registered clones of poplar, Villafranca (*Populus alba*) and Jean Pourtet (*P. nigra*), in soil contaminated with copper. Some of the plants were pre-inoculated with arbuscular mycorrhizal (AM) fungi *Glomus mosseae* (Gerd. and Nicol.) and *G. intraradices* (Schenck and Smith). Copper effects on plant growth were evaluated, as well as the role of AM fungi in alleviating metal stress. Two clones showed several differences in relation to copper pollution and AM symbiosis, confirming the importance of accurate plant selection for phytoremediation purposes. Accumulation of copper in roots suggested that poplar is suitable for phytostabilization strategies in the presence of this metal. Also, pre-inoculation with AM fungi improved growth conditions in copper-treated plants, suggesting that improved mineral nutrition could be responsible for the alleviation of copper stress.

Sell et al. (2005) investigated the possibility of enhancing phytoextraction of cadmium by poplars (*Populus canadensis*) in association with ectomycorrhizal fungi *Hebeloma crustuliniforme*, *Paxillus involutus* and *Pisolithus tinctorius*. The association of *P. canadensis* with *P. involutus* led to a highly significant increase of Cd concentrations, in particular in the leaves. Compared to the control this enhancement was of nearly 100%. The fungi also significantly enhanced the translocation from the roots to the leaves and the total cadmium extraction. The presence of the two other fungi also led to significantly enhanced cadmium accumulation in the leaves.

Possible role of mycorrhizal fungi in reclamation processes was studied by Obase et al. (2009) who examined mycorrhizal synthesis of four ectomycorrhizal fungi: *Laccaria amethystina*, *Hebeloma mesophaeum*, *Thelephora terrestris* and *Tomentella* sp. on *Populus maximowiczii* seedlings potted in volcanic debris in a controlled growth chamber. The effects of ECM colonization on host plant growth were larger seedling height and biomass in the inoculated seedlings than in the control, although the effects of inoculation varied with the ECM fungus. All inoculated ECM fungi promoted seedling growth in both height and weight, contributing to the establishment on this disturbed site. The growth promotion of host plant by ECM colonization is possibly related to increased efficiency of nutrient acquisition, such as nitrogen and phosphorus, from volcanic debris. These findings pointed out on possible use of these fungi in reclamation processes of disturbed sites with low nutrient content.

Each aspen stand hosts a diverse community of mycorrhizal fungi as determined by soil type, age of the aspen stand, geographic region, and other edaphic and historical factors. Young aspens in pioneering situations, such as post-fire and smelter sites and previously unforested land, depend on “early stage” mycorrhizal fungi such as *Inocybe*, *Laccaria*, *Hebeloma*, *Thelephora*, and *Paxillus* for establishment and health. Many of these “weedy” species of fungi are most likely to be of use in mined-land reclamation, and they increase aspen biomass, height, and stem diameter *in vitro* (Cripps, 2001).

In older aspen stands, “late stage” mycorrhizal fungi make up a large part of the mycoflora, and these are species more closely allied with aspen than with other tree species. Soil type and other factors can affect the “succession” of mycorrhizal fungi. Management practices could apply selective pressures that promote certain species of mycorrhizal fungi, possibly to the exclusion of others, with long-term unintended consequences (Cripps, 2001).

Cripps (2003) initiated investigation of the use of native mycorrhizal fungi for enhancement aspen establishment on smelter-impacted sites. Typically a commercial fungal inoculum was added to trees on disturbed areas, but inherent problems are: spread of exotic fungi, and use of expensive generic fungi which are not site/host specific. One solution was use of native fungi adapted to a particular tree species, soil type and climatic region.

The first goal was to catalogue ectomycorrhizal fungi that occur with aspen in copper smelting area and the next step was to select mycorrhizal fungi that might have potential for use in reforestation by aspen in heavy metal contaminated soils using greenhouse studies and field trials.

Thirty species of native fungi were reported on these sites, half of which grew under laboratory conditions. A few grew well enough to warrant further

interest as inoculum, including: *Laccaria proxima*, *Tricholoma flavovirens*, *Tricholoma populinum*, *Scleroderma cepa*, and *Paxillus vernalis*. After that, inoculum was being developed for use in greenhouse and field studies with aspen.

The mycorrhizal fungi recorded on smelter-impacted sites appeared to tolerate stressed conditions, and particular strains could be valuable for use in reclamation. These are very valuable information for further studies.

According to Kraigher et al., (2007) the functional compatibility and stress tolerance of ectomycorrhizal types is species specific, and therefore the information on the ectomycorrhizal community structure can also be applied as tools for bioindication of pollution stress in forest soils.

There are only few researches from this area that have been done in Serbia, yet.

Galić et al. (2007) investigated the influence of mycorrhizae application on production of high-yield poplar varieties seedlings. Research related to the effects of treatment by commercial mycorrhiza preparations Ectovit, Rhodovit (preparations Symbio-m Ltd., Czech Rep.) and their combination on growth of four high-yield poplar clones of *Populus deltoides* and one variety of *Populus x euramericana*. The study results indicate that mycorrhized cuttings had the same or the better survival in all the study clones compared to the control. The application of the preparation Ectovit and Rhodovit resulted averagely in the first class planting stock of all the study clones. The combination of the preparations Ectovit and Rhodovit produced averagely the first class planting stock only of the clone *Populus x euramericana*. These results are in the accordance with previous findings that addition of specific mycorrhizal fungi can substantially increase host plant survival and growth.

Also, first identification of ectomycorrhizal types on poplars in Serbia was made by Katanić et al. (2008a) and six types of ECM fungi were found. Investigation of diversity of ECM types on poplars is continued in order to define which ECM fungi would be the most appropriate for inoculation of poplar seedlings that are to be planted on various sites.

2.2 Commercial application of ECM and AM fungi inoculums

The major barrier to development of cheap and easy inoculant technique is that AM inoculums currently have to be grown with plants. The plant-based inocula now available are quite diverse and require different methods of application. Spores, hyphae, root fragments which are used as the source of inocula are added to different carriers, resulting in a wide range of formulations (Smith and Read, 2008).

The suitability of these inocula for different application depends on the identity of the main AM propagules and on their ability to retain infectivity during storage and to persist in soil or roots from year to year, as well as on methods available for application. One promising approach is encapsulation of AM roots, containing high densities of fungal vesicles in alginate beads.

According to Smith and Read (2008) and Quoreshi (2008) AM inocula should meet reasonable standards such as:

- inoculum must initiate colonization in the root systems of plant species that are able to form mycorrhizas, at the doses recommended by the suppliers,

- it must not contain pathogens or other agents that could reduce plant growth,
- it must have reasonable shelf life when stored under recommended conditions
- the products should decrease the need for fertilization application, increase plant growth, flowering, yields or tolerance to disease or pollutants.

At present, routine inoculation in broad scale, highly developed farming system is not realistic, because of the expanse of production and uncertainties relating to the competitive ability of inoculants fungi in field situations.

Inoculation with ECM fungi can have benefits at two stages of the timber production systems: in the nursery itself and after outplanting to the field. A lot of experiments are focused on advantages to be gained from the production of well-developed seedlings that, with their fungal symbionts, will become successfully established in the field. Experience of the use of inoculated seedlings has indicated that responses to ECM colonization are often greatest under the most extreme conditions especially drought, metal contamination and pathogens.

Prerequisites for the widespread use of ECM inoculation programs are the selection of fungal symbionts and development of methods for the large-scale inoculum production.

In order to eliminate weeds, pathogens and other symbiotic fungi which are potential competitors, seed beds or potting mixes are routinely fumigated before inoculation. Even so, re-invasion of fumigated soil by spores of naturally occurring fungi (*Telephora terrestris*, particularly) naturally occurs within days and is required that inoculated fungi are able to colonize root quickly.

Outplanting trials in several regions of the world indicate that increased growth in nurseries may not be correlated with improved performance in the field and that inoculant fungi may persist only a few years after outplanting, before being supplanted by naturally occurring fungi. Nevertheless, it is quite likely that early benefits accrue from dependence of young trees on uptake of nutrients from soil via their ECM symbiont. Various commercial inoculums formulations and inoculation techniques have been developed for use in seedling production systems. A major challenge is the selection of appropriate fungi for inoculation programs. It is based on their performance as symbionts for the plant species in nursery production and on their likely survival and competitiveness at field sites. Unfortunately, it appears that many of those fungi selected to achieve optimal colonization in the nursery are poor competitors in the field, especially when outplanting sites contain indigenous populations of mycorrhizal fungi.

There are a number of possible explanations for the common failure of inoculation to produce beneficial effects at outplanting sites. Probably one of the most important is the inability of introduced inocula to persist on the roots of planting stock after their transfer from the nursery to the field. Also, soil conditions on outplanting-sites differ from ones in nurseries and containers. Lifting, storage and transport of seedlings can reduce the vigor of the fine roots and their associates. These treatments are likely to favor replacement of introduced fungi by indigenous ones.

Most strongly beneficial effects of inoculation have been observed when plants are transferred to disturbed or treeless sites where inoculum potential of indigenous fungi is low. Improvements in survival and increases in yields are most marked if soil is contaminated with heavy metals (Smith and Read, 2008).

It can be suggested that indigenous fungi from disturbed areas are most suitable for inoculation of plants that are going to be planted in such areas. Further studies are needed to be done in order to find out more about this, because interactions between fungi, plants and their environment are very complex.

3. LITERATURE

1. Adholeya A., Tiwari P., Singh R. (2005): Large-scale inoculum production of arbuscular mycorrhizal fungi on root organs and inoculation strategies. In *In vitro culture of mycorrhizas*, Soil Biology, Volume 4
2. Antoun H. and Prévost D. (2005): Ecology of plant growth promoting rhizobacteria. Z. A. Siddiqui (ed.), PGPR: Biocontrol and Biofertilization, 1–38
3. Baum C., Schmid K., Makeschin F. (2000): Interactive effects of substrates and ectomycorrhizal colonization on growth of a poplar clone. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 163: 221-226
4. Baum C., Stetter U., Makeschin F. (2002): Growth response of *Populus trichocarpa* to inoculation by the ectomycorrhizal fungus *Laccaria laccata* in a pot and a field experiment. *For Ecol Manag* 163:1–8
5. Brule C., Frey-Klett P., Pierrat J. C., Courrier S., Gerard F., Lemoine M. C., Rousselet J. L., Sommer J., Garbaye J. (2001): Survival in the soil of the ectomycorrhizal fungus *Laccaria bicolor* and effect of a mycorrhiza helper *Pseudomonas fluorescens*. *Soil Biol Biochem* 33: 1683–1694
6. Cripps C. L. (2001): Mycorrhizal Fungi of Aspen Forests: Natural Occurrence and Potential Applications USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-18.
7. Cripps C. L (2003): Native mycorrhizal fungi with aspen on smelter-impacted sites in the Northern Rocky Mountains. Occurrence and potential use in reclamation. National Meeting of the American Society of Mining and Reclamation and the 9th Billings Land Reclamation Symposium, Billings MT, June 3-6, 2003.
8. Dodd J. C. and Thomson B. D. (1994): The screening and selection of inoculants arbuscular and ectomycorrhizal fungi. *Plant and Soil* 159: 149-158
9. Fladung M., Ahuja M. R. (1996): Gene transfer in aspen. Schmidt E. R. Hankeln T. (eds) *Transgenic organisms and biosafety*. Springer, Berlin Heidelberg New York
10. Frey-Klett P., Garbaye J., Tarkka M. (2007): Tansley Review: The mycorrhiza helper bacteria revisited. *New Phytologist* 176:22–36

11. Galić Z., Orlović S., Klašnja B., Pilipović A., Katanić M. (2007): Improvement of production of high-yield poplar varieties seedlings by mycorrhiza application. Matica Srpska proceedings for natural sciences No.112: 67-74
12. Garbaye J., Bowen G. D. (1987): Effect of different microflora on the success of ectomycorrhizal inoculation of *Pinus radiata*. Can J For Res 17:941–943
13. Garbaye J., Bowen G. D. (1989): Stimulation of mycorrhizal infection of *Pinus radiata* by somemicroorganisms associated with the mantle of ectomycorrhizas. New Phytol 112:383–388
14. Garbaye J. (1994): Mycorrhiza helper bacteria: a new dimension to the mycorrhizal symbiosis. New Phytol 128: 197–210
15. Gehring C. A., Mueller R. C., Whitham T. G. (2006): Environmental and genetic effects on the formation of ectomycorrhizal and arbuscular mycorrhizal associations in cottonwoods. Oecologia 149: 158–164
16. Grove T. S., Le Tacon F. (1993): Mycorrhiza in plantation forestry. Adv Plant Pathol 23:191–227
17. Gunderson J. J., Knight J. D., Van Rees K. C. J. (2007): Impact of ectomycorrhizal colonization of hybrid poplar in the remediation of diesel-contaminated soil. J. Environ. Qual.36: 927-934
18. Harris M. M. and Jurgensen M. F. (1977): Development of salix and populous mycorrhizae in metallic mine tailings. Plant and soil 47, 509-517
19. Heinonen-Tanski H. and Holopainen T. (1991): Maintenance of Ectomycorrhizal Fungi in Methods in microbiology, In: Norris J. R., Read D., Varma A. K. (eds) Techniques for mycorrhizal research. Academic, San Diego, CA, 413-422
20. Johansson, J. F., Paul, L. R., and Finlay, R. D. (2004): Microbial interaction in the mycorrhizosphere and their significance for sustainable agriculture, FEMS Microbiol. Ecol. 48: 1-13.
21. Katanić M., Grebenc T., Hrenko M., Štupar B., Galić Z., Orlović S., Kraigher H. (2008a): First identification of ectomycorrhizal types in white poplar's stand (*Populus alba* L.) near Novi Sad, ((in Serbian) Prva identifikacija tipova ektomikorize u zasadu belih topola (*Populus alba* L.) kod Novog Sada). Topola 181/182, 49-59
22. Katanić M., Pilipović A., Orlović S., Krstić B., Kovačević B., Pekeč S. (2009): The influence of nickel, cadmium and lead on the growth of the white poplar clones' shoots in vitro. Proceedings of International scientific conference „Forestry in achieving millennium goals“, November 13-15, 2008, Novi Sad, Serbia, 295-300
23. Khasa D. P., Chakarvarty P., Robertson B., Thomas R., Danick B. P. (2002): The mycorrhizal status of selected poplar clones introduced in Alberta. Biomass Bioenerg 22: 99–104
24. Kraigher H. (1996): Tipi mikorize: taksonomija, pomen, aplikacija. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 49: 33-66

25. Kraigher H., Al Sayegh Petkovsek S., Grebenc T., Simoncic P. (2007): Types of ectomycorrhiza as pollution stress indicators: case studies in Slovenia. Environmental monitoring and assessment, 128(1-3): 31-45.
26. Langenfeld-Heyser R., Gao J., Ducic T., Tachd P., Lu C. F., Fritz E., Gafur A., Polle A. (2007): *Paxillus involutus* mycorrhiza attenuate NaCl-stress responses in the salt-sensitive hybrid poplar *Populus × canescens*. Mycorrhiza 17: 121–131
27. Langer I., Krpata D., Peintner U., Wenzel W.W., Schweiger P. (2008): Media formulation influences *in vitro* ectomycorrhizal synthesis on the European aspen *Populus tremula* L. Mycorrhiza 18: 297–307
28. Ma L., Wu X., Zheng L. (2008): Mycorrhizal formation of nine ectomycorrhizal fungi on poplar cuttings Front. For. China, 3(4): 475–479
29. Marx D. H. (1969): The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. I. Antagonism of mycorrhizal fungi to root pathogenic fungi and soil bacteria. Phytopathology 59, 153-163
30. Marx D. H. (1980) Ectomycorrhiza fungus inoculations: a tool for improving forestation practices. In: Mikola P (ed) Tropical Mycorrhiza research. Oxford University Press, Oxford, 13–71
31. Marx D. H., Ruehle J. L., Cordell C. E. (1991): Methods for studying nursery and field response of trees to specific ectomycorrhiza. In: Norris J. R., Read D., Varma A. K. (eds) Techniques for mycorrhizal research. Academic, San Diego, CA, 384–411
32. Marx D. M., Marrs L. F., Cordell C. E. (2002): Practical use of the mycorrhizal fungal technology in forestry, reclamation, arboriculture, agriculture, and horticulture. Dendrobiology, Vol. 47: 27-40
33. Modess O. (1941): Zur Kentniss der Mycorrhizabildner von Kiefer und Fichte. Symbolae Botanicae Upsaliensis 5:1–147
34. Molina R, Massicotte H, Trappe J. M. (1992): Specificity phenomena in mycorrhizal symbiosis: community-ecological consequences and practical applications. In: Allen M. F. (eds) Mycorrhizal functioning. Chapman and Hall, New York, 357–423
35. Navratil S. and Rochon G. C. (1981): Enhanced root and shoot development of poplar cuttings induced by *Pisolithus* inoculum. Can. J. For. Res. 11(4): 844–848
36. Newman L. A., Strand S., Choe N., Duffy J., Ekuan G., Ruszaj M., Shurleff B. B., Wilmoth J., Heilman P., Gordon M. P. (1997): Uptake and Biotransformation of Trichloroethylene by Hybrid Poplars. Environ. Sci. Technol. 1997, 31: 1062-1067
37. Obase K., Tamai Y., Yajima T., Miyamoto T. (2009): Mycorrhizal synthesis of four ectomycorrhizal fungi in potted *Populus maximowiczii* seedlings. Mycoscience 50:143–145

38. Quoreshi A. M. (2008): The use of mycorrhizal biotechnology in reforestation of disturbed ecosystem. In: Siddiqui Z. A. et al.(eds) Mycorrhizae. Sustainable agriculture and forestry, 303-320
39. Quoreshi A. M. and Khasa D. P. (2008): Effectiveness of mycorrhizal inoculation in the nursery on root colonization, growth and nutrient uptake of aspen and balsam poplar. *Biomass Bioenergy* 32: 381-391
40. Quoreshi A. M., Piche Y, Khasa D. P. (2008): Field performance of conifer and hardwood species 5 years after nursery inoculation in the Canadian Prairie Provinces. *New Forests* 35: 235–253
41. Sell J., Kayser A., Schulin R., Brunner I. (2005): Contribution of ectomycorrhizal fungi to cadmium uptake of poplars and willows from a heavily polluted soil. *Plant and Soil* 277: 245–253
42. Smith S. E., Read D. J. (2008): Mycorrhizal symbiosis. Cambridge, Academic Press. 815p
43. Tarkka M. T. and Frey-Klett P. (2008): Mycorrhiza Helper Bacteria A. Varma (ed.) Mycorrhiza, 113 c Springer-Verlag Berlin Heidelberg
44. Todeschini V., Franchin C., Castiglione S., Burlando B., Biondi S., Torrigiani P., Berta G., Lingua G. (2007): Responses to copper of two registered poplar clones inoculated or not with arbuscular mycorrhizal fungi. *Cariologia* Vol. 60, no. 1-2: 146-155

Sažetak

MIKORIZACIJA TOPOLA (*Populus sp.*)

*Katanić Marina, Orlović Saša, Galić Zoran, Kovačević Branislav,
Kraigher Hojka*

Zasnivanje, rast i preživljavanje drveća u većini umerenih i borealnih šuma zavisi od kolonizacije ektomikoriznim (ECM) gljivama. Sadnice naseljene odgovarajućim vrstama i sojevima gljiva su u prednosti u poređenju sa nenaseljenim u stvaranju veza sa vodom i hranljivim materijama kao i sa drugim organizmima u zemljištu.

Sadenje inokulisanog materijala može da bude ključni element za unapredovanje zasnivanja drveća na poljoprivrednim ili oštećenim zemljištima gde mikoriznog inokuluma ima malo i/ili je neefikasan i širenje gljiva je nedovoljno. Dakle, inokulacija mikoriznim gljivama je dokazana kao korisna u mnogim situacijama: za obnovu oštećenih staništa, pošumljavanje lokaliteta nakon totalnih seča i travnih površina, pošumljavanje nakon prirodnih požara, kao i prilikom unošenja egzotičnih biljnih vrsta. Program odabiranja odgovarajućih gljivnih vrsta se odvija u dva smera: odabir hipervirulentnih sojeva sa odabranog prirodnog staništa i odabir sojeva koji mogu da pomognu sadnicama drveća da rastu na krajnje degradiranim ili zagađenim zemljištima. Takođe, ko-inokulacija specifičnim ektomikoriznim i arbuskularno mikoriznim gljivama i korisnim bakterijama (bakterije koje pomažu mikorizu (MHB) i bakterije koje podstiču rast biljaka (PGPB)) može da ima sinergističke efekte na rast topola.

Efekti inokulacije rezница i biljaka topola različitim ektomikoriznim i arbuskularno mikoriznim (AM) gljivama su istraživani in vitro, u zemljanim kulturama i poljskim ogledima u Evropi, Severnoj Americi i Aziji. Dobijeni su različiti rezultati u zavisnosti od ispitivane vrste i soja gljive, vrste, sorte i klena topole, plodnosti zemljišta, uslova sredine, kao i dužine trajanja ogleda..

Iskustvo nastalo upotrebom inokulisanih sadnica pokazuje da su efekti kolonizacije topola mikoriznim gljivama često najizraženiji u najekstremnijim uslovima, naročito uslovima suše, zagađenja teškim metalima i patogenima. Moglo bi se sugerisati da su autohtone gljive sa oštećenih staništa najpogodniji izbor za inokulaciju topola prilikom pošumljavanja takvih i sličnih lokaliteta.

Uključivanjem inokulacije topola, odgovarajućim mikoriznim gljivama i odabranim bakterijama, u komercijalnu rasadničku proizvodnju bi se moglo da poboljšati zasnivanje topola na različitim staništima.

**MOLEKULARNA KARAKTERIZACIJA PROUZROKOVAČA RĐA
TOPOLA (*Melampsora* spp.)**

Galović Vladislava, Orlović Saša, Pap Predrag, Kovačević Branislav,
Marković Miroslav¹

Izvod: Započeta su istraživanja populacionog sastava prouzrokovača rđa (*Melampsora* spp.) na klonovima crnih topola korišćenjem molekularnih metoda. Za genetsku karakterizaciju *Melampsora* vrsta korišćena su 2 SSR markera za lokuse MmCAT-30 i M/CAG101. Prvi rezultati ukazuju na postojanje dve *Melampsora* vrste. Prva je široko rasprostranjena *M. larici-populina*, dok bi druga prema našim preliminarnim rezultatima mogla biti *M. medusae*. Neophodno je nastaviti istraživanja u cilju karakterizacije prouzrokovača rđa na klonovima topola u našoj zemlji.

Ključne reči: rđa topole, molekularna karakterizacija, mikrosateliti

**MOLECULAR CHARACTERISATION OF CAUSAL AGENTS OF POPLAR RUSTS
(*Melampsora* spp.)**

Abstract: The research work of population composition of causal agent of poplar rust *Melampsora* spp. in the black poplar clones using molecular methods was initiated. For genetic characterization of *Melampsora* species two SSR markers for the locuses MmCAT-30 and M/CAG101 were used. First results indicate the existence of two *Melampsora* species. The first is the widespread *M. larici-populina*, while the other according to our preliminary results could be *M. medusae*. It is necessary to continue research in order to characterize causing rust on poplar clones in our country.

Key words: poplar rust, molecular characterisation, microsatellites

Rđe na lišću topola (*Melampsora* spp.) su široko rasprostranjena oboljenja u našoj zemlji. Javljuju se svake godine u rasadnicima i zasadima topola, a u zavisnosti od osetljivosti klonova i klimatskih prilika mogu da prouzrokuju značajne probleme u njihovom gajenju. Posledice napada ovih patogena su smanjenje

¹ Dr Vladislava Galović, naučni saradnik; Dr Saša Orlović, naučni savetnik; Mr Predrag Pap, istraživač saradnik; Dr Branislav Kovačević, naučni saradnik; Mr Miroslav Marković, istraživač saradnik;
Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad, Srbija

asimilacione površine, prevremeno opadanje lišća, te fiziološko slabljenje i umanjenje prirasta kod gajenih biljaka.

Još šezdesetih godina prošlog veka, Vujić (1969) u svojoj doktorskoj disertaciji daje detaljan opis i proučava ciklus razvića *Melampsora* vrsta na lišću crnih topola i njenih hibrida. Pomenuti autor je utvrdio da su na crnim topolama u Podunavlju, a verovatno i na znatno širem području gajenja topola, prisutne dve vrste rđa i to *Melampsora allii-populina* Kleb. i *Melampsora larici-populina* Kleb. U godinama koje su sledile, proučavana je u prvom redu osjetljivost većeg broja genotipova crnih topola prema prouzrokovачima rđa u uslovima spontanih i veštačkih infekcija (Avramović et al., 1992, 1995, 1998; Pap et al., 2006), a pažnja je bila posvećena i mogućnostima suzbijanja ovih gljiva upotreboru fungicida (Avramović et al., 1997; Keča, 2003; Pap et al., 2007). Međutim, populacioni sastav prouzrokovacha rđa i njihovo prisustvo na genotipovima crnih topola u našoj zemlji sve do sada nisu bili predmet posebnih istraživanja.

Brojni autori u svetu i kod nas utvrdili su da obe istraživane vrste imaju skraćeni ciklus razvića, te da gljive prezimljavaju na lišću i u kori mlađih izbojaka u uredostadijumu, a razmnožavaju se na proleće uredosporama (Klebah, 1914; Kišpatić, 1959; Chiba i Zinno, 1960; Sorauer i Hassebrauk, 1962; Vujić, 1969). Time se objašnjava i činjenica da su rđe na crnim topolama svake godine prisutne, iako u rasadnicima i zasadima i njihovo neposrednoj blizini nema prelaznih biljaka hraniteljki (*Allium* sp., *Arum* sp. i *Larix* sp.) neophodnih za njihovo razviće u haplofazi. Obe ove vrste pokazuju u dikariofazi svoga razvića veliku sličnost, pa se na osnovu njihovih morfološko-anatomskih karakteristika i bez oslonca na haplofazu koja se razvija na prelaznim biljkama hraniteljkama, ne može pouzdano utvrditi o kojoj se vrsti radi. Zato su ovim radom započeta istraživanja populacionog sastava, odnosno kvalitativnog učešća *Melampsora* vrsta na klonovima crnih topola korišćenjem molekularnih metoda.

Biljni materijal, odnosno lišće sa uredosorusima gljive sakupljeno je krajem septembra 2009. godine u matičnjaku genofonda Petrovaradinsko na Oglednom dobru Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu. Za potrebe istraživanja izolovani su uredosorusi sa sporoma koje potiču sa 4 klonova različite taksonomske pripadnosti: I-214 (*P. x euramericana*), S 11-8 (*Populus deltoides*), 1007 (*P. trichocarpa*), 9111/93 (*P. nigra x P. maximowiczii*).

Prirodno zaraženo lišće sa uredosporama je poslužio za ekstrakciju DNK. Zaraženo biljno tkivo, sveže mase 100mg, samleveno je u aparatu za homogenizaciju (Retsch MM400, www.retsch.com), 1min na 30 Hz. DNK ekstrakcija je izvršena po uputstvu za korisnike Qiagen proizvoda DNeasy Plant Mini Kit sistema (www.qiagen.com). Koncentracija DNK je determinisana spektrofotometrijskom analizom, a kvalitet i čistoća određena sistemom elektroforeze na 1% agaroznom gelu. Za genetičku karakterizaciju korišćena su 2 SSR markera za lokuse: *MmCAT-30* i *M/CAG-101*. Naziv lokusa, poreklo izolata, prajmer sekvenca i pristupni broj u gen banci prikazani su u tab. 1.

Tabela 1. Lokusi, prajmer sekvence i pristupni broj mikrosatelitskih markera u Banci gena za *M. larici populina* i *M. medusae*

Table 1. Loci, primer sequences and Accession number of SSR markers in Gen Bank for *M. larici populina* and *M. medusae*

Lokus Locus	Poreklo izolata Isolation source	Prajmer sekvencia Primer sequence	Pristupni broj u Gen banci Accession no.
<i>MmCAT-30</i>	<i>M. medusae</i>	5'AAAGAAGTTCAAATGCCTTAC3' 5'GAAACGAGCTCATCTGTC3'	AY787479
<i>MICAG-101</i>	<i>M. larici populina</i>	5'TCCTTCTGGCTCCGCTGT3' 5'TATCTGTGGTTGCGAGTATTGG3'	AY787482

Prajmeri za oba lokusa su dizajnirani tako da razlikuju prouzrokovalice obe vrste rde. Lokus *MmCAT-30* je specifičan i razlikuje samo pojedinačne uredospore *M. medusae*, dok su prajmeri za lokus *MICAG-101* dizajnirani tako da poseduju mogućnost razlikovanja obe vrste rde (*M. medusae* i *M. larici populina*). Protokol po Steime et al. (2005) korišćen je za DNK amplifikaciju.

Oba lokusa *MmCAT-30* i *MICAG-101* su uspešno amlifikovana. Lokus *MmCAT-30* amplifikovan je dva fragmenta dužine 249 i 364 bazna para kod klena I-214, dok je amplifikacija izostala kod tri ispitivana klena S 11-8, 1007 i 9111/93. Kod lokusa *MICAG-101* detektovana je amplifikacija kod svih posmatranih klonova izuzev klena 1007 (Tab. 2).

Tabela 2. Dužina detektovanih alela (bazni parovi) kod posmatranih klonova

Table 2. Length of detected alleles (bp) in clones under observation

<i>Melampsora</i> spp.	Genotipovi topola Poplar genotypes				
	Lokus Locus	I-214	S11-8	1007	9111/93
<i>MmCAT-30</i>	249, 364	0	0	0	
<i>MICAG-101</i>	287, 294	286, 427	0	288	

Izostanak amplifikacije *MmCAT-30* kod klonova S 11-8, 1007 i 9111/93 bi mogao da ukaže na nepostojanje ovoga specifičnog lokusa za *M. medusae* kod pomenutih klonova, a potvrđi njegovo specifično mesto kod klena I-214. Iako je marker *MICAG-101* dizajniran za karakterizaciju obe *Melampsora* vrste postojanje njegove amplifikacije uz izostanak amplifikacije *MmCAT-30* kod klonova S 11-8, 1007 i 9111/93 potvrđuje prisustvo *M. larici populina*. Specifičan alel dužine 287 na lokusu *MICAG-101* detektovan kod klena I-214 i postojanje amplifikacije za specifičan lokus *MmCAT-30* ukazuje na prisustvo vrste *M. medusae* kod ovoga klena.

M. larici-populina je dominantna evropska vrsta rde na topoli, koja je u prethodnim desetlećima prouzrokovala značajne ekonomske gubitke u gajenju topola u Evropi (Pinon i Frey, 2005). Prema EPPO *M. medusae* je vrsta poreklom iz Severne Amerike koja se vremenom proširila i u Južnu Ameriku, Afriku i

Australiju. Pomenuta vrsta u Evropi se nalazi na karantinskoj A2 listi (OEPP/EPPO, 1982). Registrovana je u Francuskoji, Belgiji, Portugalu i prema izveštajima na ograničenom području u Španiji (EPPO/CABI 1997). *M. medusae* je utvrđena u Francuskoj u sporadičnim intervalima u proteklih 30 godina, ali prema navodima Pinona (1986) ova vrsta se nije značajnije proširila usled nepovoljnih uslova spoljne sredine. Smatra se da forme prisutne u Evropi nisu agresivne i nemaju tendenciju širenja i da kao takve ne predstavljaju opasnost za druge evropske zemlje. Međutim, postoji rizik da se u EPPO region unese jedna od poznatih agresivnih vrsta koja bi mogla prouzrokovati značajne gubitke posebno u područjima sa blagom klimom u kojima nema alternativnog domaćina.

Na osnovu pomenute literature i naših preliminarnih rezultata, potrebno je nastaviti istraživanja *Melampsora* vrsta na većem broju klonova i na širem području gajenja topola da bi se potvrdilo postojanje vrste *M. medusae* u našoj zemlji.

LITERATURA

- Avramović G., Guzina V., Tomović Z. (1992): Resistance progenies and clones of black poplar to *Melampsora* spp. in years of heavy attacks, Proceedings 19th session of the International Poplar Commision – Zaragoza, Vol. I, 223-230
- Avramović G., Guzina V., Orlović S. (1995): Procena osetljivosti nekih klonova topola prema uzročnicima oboljenja lista i kore. Prvi simpozijum sekcije za oplemenjivanje organizama sa međunarodnim učešćem, Vrnjačka Banja, Abstract: 111-112
- Avramović G., Milivojević B., Poljaković-Pajnik L., Matijević M., Šimunovački Đ. (1997): Efekti hemijskog suzbijanja gljiva prouzrokovača smeđe pegavosti (*Marssonina brunnea*) i rde lišća topola (*Melampsora* spp.). Topola 159/160: 27-40
- Avramović G., Guzina V., Kovačević B. (1998): Osetljivost klonova topola prema najznačajnijim oboljenjima lišća (*Marssonina brunnea* (Ell. et Ev.) P. Magn. i *Melampsora* spp.). Topola 161/162: 3-16
- Chiba O., Zinno Y. (1960): Uredospores of the poplar leaf rust, *Melampsora larici-populina* Kleb. as a source of primary infection. Journal of Japanese Forest Society 42, 406-410
- EPPO/CABI (1997): Quarantine Pests for Europe. 2nd dition. Edited by Smith, I.M., McNamara, D.G., Scott, P.R., Holderness, M. CAB International, Wallingford, UK, pp 1425
- Keča N. (2003): Mogućnost suzbijanja parazita na lišću topole (*Marssonina brunnea* (Ell. et Ev.) P. Magn. i *Melampsora* spp. nekim fungicidima Glasnik Šumarskog fakulteta, Beograd, 88: 103-120.
- Kišpatić J. (1959): Bolesti topola. Topola 1959, br. 9, 9-32
- Klebahn H. (1914): Uredineen. Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Leipzig 1914. 947
- OEPP/EPPO (1982): Data sheets for quarantine organisms No 33, *Melampsora medusae*, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 12 (1)
- Pap P., Marković M., Orlović S., Kovačević B., Drekić M., Vasić V., Poljaković-Pajnik L., Pekeč S. (2006): Rezultati višegodišnje ocene osetljivosti

- genotipova topola prema *Marssonina brunnea* (Ell. et Ev.) P. Magn. i *Melampsora* spp. u uslovima spontanih infekcija. Topola 177/178: 32-50
- Pap P., Lazarev V., Marković M. (2007): Efficacy of Some Fungicides in Parasite Suppression on Poplar Leaves (*Marssonina brunnea* (Ell. et Ev.) P. Magn. and *Melampsora* spp. Acta Silvatica & Lignaria Hungarica, Special Edition, Proceedings of the Conference of IUFRO Working Party 7.02.02, 21-26 May 2007, Sopron, Hungary, pp 81-91
- Pinon (1986): Situation de *Melampsora medusae* in Europe. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 16, 541-551
- Pinon J., Frey P. (2005): Interaction between poplar clones and *Melampsora* populations and their implications for breeding for durable resistance. In: Rust Diseases of Willow and Poplar. CAB International, Wallingford, UK, pp 139-154
- Sorauer P., Hassebrauk, K.(1962):Basidiomycetes. Handbuch der Pflanzkrankheiten III. P. Parey, Berlin, 747
- Steimel J., Chen W., Harrington C. (2005): Development and characterisation of microsatellite markers for the poplar rust fungi *Melampsora medusae* and *Melampsora larici populina*. Molecular Biology Notes 5: 484-486
- Vujić P. (1969): Prilog poznavanju *Melampsora* rđe na crnim topolama u Podunavlju i njihova osetljivost prema ovoj bolesti, Radovi Instituta za topolarstvo, Knjiga 2, pp 98

Summary

MOLECULAR CHARACTERISATION OF CAUSAL AGENTS OF POPLAR RUSTS
(Melampsora spp.)

by

Galović Vladislava, Orlović Saša, Pap Predrag, Kovačević Branislav, Marković Miroslav

*Poplar rust (Melampsora spp.) are widespread diseases in our country and can cause significant problems in growing poplar. The consequences of these pathogens attack are the surface assimilation reduction, premature defoliation and physiological loss and reduction in growth of cultivated plants. It was found that the black poplars along the Danube and probably in a much wider area of growing poplar trees, there are two kinds of rust Melampsora allii-populina Kleb. and Melampsora larici-populina Kleb. Both of these types shows similarities in their developmental phases (dikaryophasis) and on the basis of their morphological-anatomical characteristics can not reliably determine the species. Therefore, this work began research of population composition and quality of participation Melampsora species on black poplar clones using molecular methods. For the purposes of research uredosoruses were isolated from spores originating from 4 clones of different taxonomic affiliation: I-214 (*P. x euramericana*), S 11-8 (*Populus deltoides*), 1007 (*P. trichocarpa*), 9111/93 (*P. nigra x P. maximowiczii*). For genetic characterization 2 SSR markers are used for the following loci: MmCAT-30 and MICAG-101.*

*It can be concluded that, according to the preliminary results, for the first time in our plant material in the clone I-214, *M. medusae* was determined. As this research work was recently initiated in the field of phytopathology it is necessary to be continued in order of additional characterization of this type of disease in the our country.*

UDK: 582:998.1 (497.113 Srem)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

GENETIČKI DIVERZITET *Ambrosia sp.* NA PODRUČJU RAVNOG SREMA

Galović Vladislava, Orlović Saša, Vasić Verica, Poljaković-Pajnik Leopold,
Drekić Milan, Pap Predrag¹

Izvod: Započeta su istraživanja genetičke karakterizacije *Ambrosia sp.* na području Ravnog Srema korišćenjem molekularnih metoda. Za genetičke analize je korišćen materijal sakupljen iz tri populacije od kojih je svaka predstavljena sa tri genotipa. Korišćeno je 5 SSR markera za lokuse Amb12, Amb15, Amb16, Amb30 i Amb82. Rezultati ukazuju da je moguće koristiti na domaćem materijalu SSR markere dizajnirane za severnoameričke vrste *Ambrosia artemisiifolia* kao i na postojanje visoke divergentnosti populacija Ambrozije na ovim prostorima.

Ključne reči: molekularna karakterizacija, mikrosateliti, Ambrozija, Vojvodina

GENETIC DIVERSITY OF *Ambrosia sp.* IN THE AREA OF RAVNI SREM

Abstract: Research work in genetic characterization of *Ambrosia sp.* in the area of Ravn Srem, using molecular methods has been initiated. For genetic analysis plant material were collected from three populations, each represented by three genotypes. Five SSR markers for the loci Amb12, Amb15, Amb16, Amb30 and Amb82 were used. Results indicated that it is possible to apply the SSR markers originally designed for North American species of *Ambrosia artemisiifolia* on our material. The existence of high diversity in populations of *Ambrosia sp.* was revealed in the area of Ravn Srem.

Key words: molecular characterisation, microsatellites, *Ambrosia*, Vojvodina

¹ Dr Vladislava Galović, naučni saradnik; Dr Saša Orlović, naučni savetnik; Mr Predrag Pap, istraživač saradnik; Dr Branislav Kovačević, naučni saradnik; Mr Miroslav Marković, istraživač saradnik; ¹Institut za nizjisko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad, Srbija

1. UVOD

Ambrozija (*Ambrosia artemisifolia* L.) je najrasprostranjenija vrsta roda *Ambrosia* i autohtona biljna vrsta Severne Amerike. Ova invazivna biljna vrsta je naselila i mnoge evropske zemlje, ali se pojavila i u zemljama dalekog istoka. Stopa povećanja brojnosti vrste roda *Ambrosia* sp. i njihova introdukcija u regije koji nisu nativni za ovu vrstu vodi ka nestajanju autohtonih biljnih vrsta u tim zemljama (Pimentel et al., 2001). Njena izuzetna bioinvazivnost, kao i evolucijski mehanizmi koji su uključeni u taj proces su veoma intrigantni kako za bazična tako i za primenjena istraživanja u smislu iznalaženja mera suzbijanja i sprečavanje širenja ove biljne vrste. *Ambrosia artemisiifolia* L. (syn. *A. elatior*) je jednogodišnja zeljasta biljka iz familije *Asteraceae*. U narodu je poznata pod nazivima pelenasta ambrozija, fazanuša, limundžik i pripada grupi korovsko-ruderalnih vrsta koje se brzo i intenzivno šire. Unešena je iz susednih evropskih zemalja na naše prostore (Konstantinović et al., 2004). *Ambrosia* sp. je u Srbiji prvi put zabeležena u Vojvodini 1953. godine (Slavnić, 1953) i za poslednjih 60. godina raširila se po čitavoj teritoriji Srbije. Rasprostranjena je u mnogim zemljama Evrope gde je veoma značajan korov i glavni prouzrokovac alergija kod humane populacije (Gyoffry et al., 1995). U optimalnim uslovima sredine biljke ambrozije izrastaju u visinu i preko 2 m i intenzivno su zelene boje (Vrbničanin et al., 2007). Ima veoma skromne zahteve u pogledu plodnosti i rastresitosti zemljišta tako da veoma dobro uspeva kako na plodnim i rastresitim tako i na siromašnim i zbijenim zemljištima (Bohren et al., 2006). Ambrozija je kasnoprolećna vrsta, optimalna temperatura za njeno klijanje je 20 – 22 °C. Cveta i plodonosi od juna do septembra shodno meteorološkim prilikama u dатој godini (Vrbničanin et al., 2007). Jedna biljka može da proizvede oko 500 do 3000 semena (Janjić i Kojić, 2000). Zahvaljujući svojim biološkim osobinama kao i edafskim i klimatskim uslovima ova vrsta se u našoj zemlji neprekidno širi, njena brojnost, gustina i pokrovnost se neprekidno povećava te se povećava i njeno učešće u korovskoj sinuziji useva i zasada (Veljković, 1996). U našoj zemlji je evidentirana i vrsta *Ambrosia trifida*. *Ambrosia trifida* je jednogodišnja biljka iz familije *Asteraceae*, nativna vrsta širom Severne Amerike. Polinacija kod ove vrste je prevashodno anemofilna ali se polen prenosi i insektima. Polen ove vrste je jedan od glavnih prouzroковаča jesenjih alergija.

Cilj ovoga rada bio je da utvrdimo da li već publikovani SSR markeri za *Ambrosia artemisiifolia* L. mogu biti pouzdani za determinaciju našeg biljnog materijala kao i da sagledamo genetičku strukturu i varijabilnost vrste *Ambrosia* sp. na području Ravnog Srema. Važnost ispitivanja varijabilnosti *Ambrosia* sp. u našem regionu je od značaja za kontrolu širenja i eventualne introdukcije novih vrsta ili mutacije već postojećih u našim uslovima.

2. MATERIJAL I METODE

Biljni materijal, sveža lisna masa, sakupljena je iz tri populacije *Ambrosia* sp. u Vojvodini: Višnjićevo, Kuzmin i Morović. Svaki populacija je predstavljena sa tri

genotipa (V1, V2, V3; K1, K2, K3; M1, M2, M3). Za ekstrakciju DNK korišćeno je biljno tkivo, sveže mase 100mg, i samleveno u aparatu za homogenizaciju (Retsch MM400), 1min na 30 Hz. Za potrebe istraživanja izolovana je genomska DNK po uputstvu za korisnike Qiagen proizvoda DNeasy Plant Mini Kit sistema (www.qiagen.com).

Koncentracija DNK je determinisana spektrofotometrijskom analizom, a kvalitet i čistoća određena sistemom elektroforeze na 1% agaroznom gelu. Za genetičku karakterizaciju korišćeno je 5 SSR markera za lokuse: Amb12, Amb15, Amb16, Amb30 i Amb82. Naziv lokusa, poreklo izolata, prajmer sekvenca i pristupni broj u gen banci (National Centre for Biotechnology Information-NCBI) prikazani su u tab. 1.

Pet SSR markera, originalno dizajnirani za *Ambrosia artemisiifolia* poreklom iz Severne Amerike (Genton et al., 2005) je korišćeno za determinaciju genetičkog profila ispitivanih genotipova. Prilikom istraživanja primenjeni su PCR protokoli po Genton et al. (2005). Statistička analiza sprovedena je korišćenjem programa STATISTIKA 7.1 (StatSoft Inc., 2006) softverskog paketa. U analizi grupisanja je korišćena matrica Jaccard's distanci pri čemu su konstruisani UPGMA dendrogrami i vizuelno prikazani korišćenjem TreeView programma (Page, 1996). Moć diskriminacije (PD) za pojedine mikrosatelitske DNK lokuse utvrđena je po Klosterman et al. (1993): $PD = \sum G_i^2$, gde je G_i frekvencija i -tog genotipa na posmatranom lokusu.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Svi lokusi su uspešno amplifikovani. Na osnovu amplifikacije 5 lokusa, detektovano je ukupno 59 alela tj. u proseku 11,8 alela po lokusu (tab. 1).

Tab. 1 Lokusi mikrosatelitskih markera, pristupni broj u Banci gena, prajmer sekvence, broj detektovanih alela i moć razdvajanja za *Ambrosia sp.*

Tab. 1 Microsatellites loci, Acession No. in Gen banks, primer sequences, No. of detected alleles and power of discriminations in *Ambrosia sp.*

Lokus Locus	Pristupni broj Acession No.	Rang alela(bp) Allelic range (bp)	Broj alela No.of alleles	Snagadiskriminacije(PD) Power of discrimination (PD)
Amb12	AY849308	206-303	10	0.52
Amb15	AY849309	193-303	8	0.62
Amb16	AY849310	221-295	21	0.41
Amb30	AY849311	122'278	8	0.84
Amb82	AY849312	101-193	12	0.56
Ukupno Total:		59 alela alleles		
		11,8 alela po lokusu alleles per locus		

U tabeli 2 prikazana je detektovana dužina fragmenata po genotipovima. Nulti lokusi nisu uzeti u obzir pri statističkoj obradi podataka. Na osnovu podataka o snazi

determinacije (PD) i na osnovu sagledavanja tabele 2 koja pokazuje zastupljenost i raspored dužine fragmenata po populacijama i genotipovima može se zaključiti da su markeri Amb30 i Amb15 pokazali najveću snagu diskriminacije vrednostima 0,84 i 0,62, svaki ponaosob. Najmanje diskriminantni marker bio je Amb16 (PD=0,41) kod koga je alelni polimorfizam bio izrazen (21 alel) ali raspoređen samo u okviru genotipova populacije iz Morovića. Kod populacije iz Morovića zabeležena je najveća a kod populacije iz Višnjićeva najmanja polimorfost i zastupljenost ispitivanih lokusa.

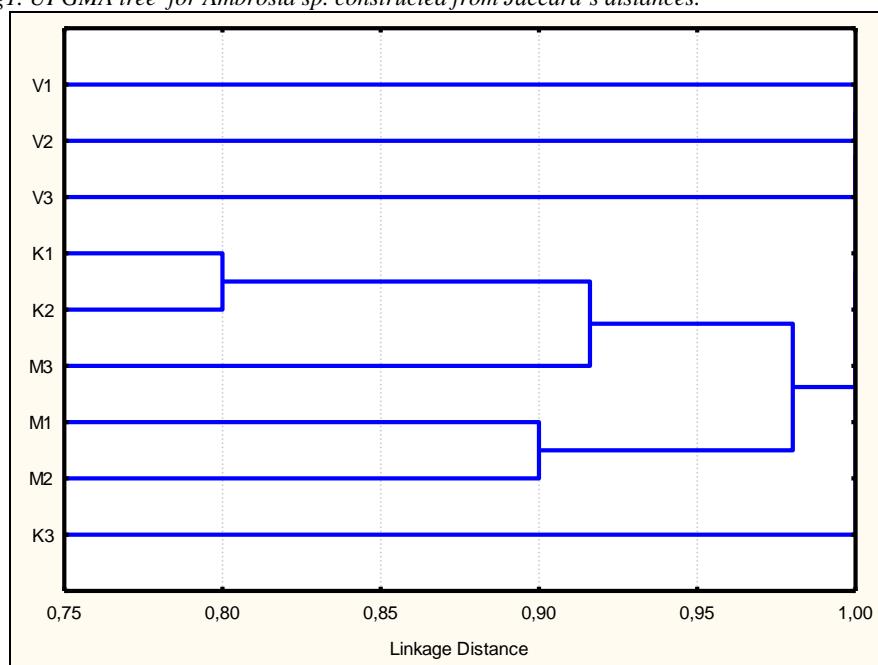
Tab. 2 Detektovana dužina fragmenata za ispitivane genotipove
Tab. 2 The fragment length detection for the genotypes under observation

Lokusi Loci	Genotipovi Genotypes								
	V1 V1	V2 V2	V3 V3	K1 K1	K2 K2	K3 K3	M1 M1	M2 M2	M3 M3
Amb12	-	-	-	-	-	206,264,303	204,210, 216, 223	205,212, 224	-
Amb15	-	-	-	198	193, 198, 200, 265, 284 303	-	-	-	198
Amb16	-	-	-	-	-	221,231,237,243, 251,268,279,286,295	227,264,268, 279,284,294	224,239,250, 269,281,295	
Amb30	-	262,271	263	278	198	-	129	122,129	134
Amb82	-	-	-	-	-	124	123,135,139, 151, 193	112,125,136	101,112

Rezultati su pokazali visoku genetičku sličnost između genotipova K1 i K2 (0,8), iz populacije Kuzmina kao i genotipova M1 i M2 (0,9) iz populacije Morovića. Genotip M3 pokazuje sličnost sa genotipovima K1 i K2 što ukazuje na sličnost populacija Morovića i Kuzmina. Može se zaključiti da postoji značajna genetička sličnost između populacija Morovića i Kuzmina dok je populacija Višnjićeva genetički udaljena.

Iz ispitivane grupe genotipova izdvajaju se sva tri genotipa iz populacije Višnjićeva i K3 genotip iz populacije Kuzmina koji ni medjusobno ali ni sa ostalim genotipovima nemaju zajedničkih alela (Jaccard-ova distanca je 1). Ovaj podatak ide u prilog pretpostavci na moguće postojanje druge vrste roda *Ambrosija sp.* u populaciji Višnjićeva i Kuzmina. Poslednje je moguće objašnjenje s obzirom da su se, kod ovih populacija, od ukupno pet lokusa amplifikovala četiri ali od mogućih 30 detektovane su amplifikacije samo kod 9 genotipova u odnosu na 12 kod populacije Morovića. Ne postojanje sličnosti između svih genotipova unutar populacije Višnjićeva kao i izdvajanje genotipa K3 iz populacije Kuzmina ukazivalo bi na promene u genetičkoj strukturi kao posledica mutacija ili genetičkog drifta usled smanjenja adaptivnog potencijala što je karakteristično za invazivne vrste, a naročito se odnosi na male populacije i slaže se sa istraživanjima Dlugosch i Marker, (2008).

Graf.1 UPGMA stablo za *Ambrosia sp.* konstruisano korišćenjem Jaccard-ovih distanci
Fig1. UPGMA tree for *Ambrosia sp.* constructed from Jaccard's distances.



Iz navedenih podataka možemo potvrditi da su SSR markeri bili pouzdano sredstvo u određivanju genetičke varijabilnosti vrste *Ambrosia sp.* na posmatranim lokalitetima Ravnog Srema. Utvrđeno je da se markeri, originalno dizajnirani za severno-američku vrstu *Ambrosia artemisifolia*, mogu uspešno primeniti na materijal našeg podneblja.

LITERATURA

- Bohren C., Mermilliod G., Delabays N. (2006): Common ragweed (*Ambrosia artemisifolia* L.) in Switzerland: developmend of a nationwide concerted action, Journal of Plant Diseases and Protection, XX 497 – 503
- Dlugosch K. M., andi Marker I. M., (2008): Founding events in species invasions: genetic variation, adaptive evolution and the role of multiple introductions. Molecular Ecology, 17:431-449.
- Felsenstein J (1985). Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. Evolution. 39: 783–791.

- Genton B. J., Jonot.O, Thevenet D., Fournier E., Blatrix R., Vautrin D., Solignac M., Giraud T. (2005): Isolation of five polymorphic microsatellite loci in the invasive weed *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) using an enrichment protocol. Molecular Ecology Notes, 5: 381-383.
- Gyoffry, B., Hunyadi, K., Kadar, A., Molnar, J., Toth, A. (1995): Hungarian national weed surveys 1950-1992, 9th EWRS Symposium, Budapest, 1-11
- Janjić, V., Kojić, M. (2000): Atlas korova, Istitut za istraživanja u poljoprivredi Srbija, Beograd
- Kloosterman AD, Budowle B, Daselaar P (1993). PCR amplification and detection of human D1S80 VNTR locus. Amplification conditions, population genetics and application in forensic analysis. Int. J. Leg. Med. 105: 257–264.
- Konstantinović, B., Meseldžija, M., Konstantinović, Bo. (2004): *Ambrosia artemisiifolia* L. spreading in urban environments and possibilities of control, Acta herbologica, 13, 2, 449-453
- Slavnić, Ž. (1953): Prilog flori našeg Podunavlja, Glasnik biološke sekcije, Serija II/BT, Zagreb, 4-6
- Pimentel D., Mc Nair S., Janecka J., (2001): Economic and environmental threats of alien plant, animal and microbe invasions. Agriculture, Ecosystems and Environment, 84:1-20
- Page RDM (1996). TreeView: An application to display phylogenetic trees on personal computers. Comput. Appl. Biosci. 12:357–358.
- Vrbničanin, S., Božić, D., Rančić, D. (2007): Biologija ambrozije. u: Janjić V., Vrbničanin S. (ur.) Ambrozija, Beograd: Herbolosko društvo Srbije, 29-45
- Veljković, B. (1996): Rasprostranjenost novounešenih korovskih vrsta *Ambrosia artemisiifolia* L. i *Iva xantifolia* Nutt. u Jugoslaviji, V Kongres o korovima, Banja Koviljača, Zbornik radova, 351 – 363

Summary

GENETIC DIVERSITY OF *Ambrosia* sp. IN THE AREA OF RAVNI SREM

by

Galović Vladislava, Orlović Saša, Vasić Verica, Poljaković-Pajnik Leopold, Drekić Milan, Pap Predrag

Ragweed (*Ambrosia artemisifolia* L.) is the most widespread plant of genus Ambrosia and native plant species in North America. This invasive plant species is present in many European and Far East countries and also appeared in Serbia. In Serbia ragweed was first recorded in Vojvodina 1953. and for the last 60 years spreaded across the whole territory of Serbia. It is widespread in many European countries where it become very problematic weed and important source of allergies in the human population. This extraordinary invasive species and its evolutionary mechanisms involved are very intriguing for both basic and applied research in this area in order to improve control measures and prevent the spread of this plant species.

The aim of this study was to determine whether already published SSR markers for *Ambrosia artemisifolia* L. can be reliable tools for the determination and analysis of genetic structure and variability of *Ambrosia* sp. in the area of Ravni Srem.

Research work in genetic characterization of *Ambrosia* sp. in the Vojvodina region using molecular methods have been initiated. For genetic analysis plant material were collected from three locations, each represented by three genotypes. Five SSR markers for the loci Amb12, Amb15, Amb16, Amb30 and Amb82 were used.

Results indicated that it is possible to apply on our material the SSR markers originally designed for North American species of *Ambrosia artemisifolia*. The existence of high diversity in populations of *Ambrosia* sp. in the area of Ravni Srem was revealed.



UDK: **502.131.1**

Stručni rad *Professional work*

ODRŽIVI RAZVOJ U KONCEPCIJI MULTIDISCIPLINARNOG PRISTUPA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Dragica Stanković¹, Goran Trivan²

Izvod: Ni jedan kutak zemljine kugle nije poštedjen od zagadjenja, ali težina pojedinih ekoloških problema se razlikuje od zemlje do zemlje, od regiona do regiona.

Zaštita životne sredine podrazumeva skup razlicitih postupaka i mera koje sprečavaju ugrožavanje životne sredine s ciljem očuvanja biološke ravnoteže.

Ekološka odbrana je multidisciplinarna i treba da predstavlja trajnu obavezu svih članova društva. Njena multidisciplinarnost proističe iz činjenice da zdravlje, životna sredina i socijalni uslovi predstavljaju kompleks oblasti i problema koji su u stalnoj interakciji.

Jedna od najpoznatijih poruka ekologa je "misliti globalno - delovati lokalno". To znači da nije dovoljno znati šta čoveku preti, već je neophodno znati i kako se od tih pretnji sačuvati, pa i kako ih preduprediti da se kao pretnje i ne pojavljuju.

Ključne reči: Održivi razvoj, životna sredina, zagađenje, ekologija.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT WITHIN THE CONCEPT OF MULTIDISCIPLINARY APPROACH OF ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

Abstract: *There is not a single step on the globe that is spared from pollution. It is only seriousness of particular ecological problems that differs from country to country and from region to region.*

Environmental protection implies a set of different procedures and measures preventing endangering of environment with the purpose of preservation of biological balance.

Ecological defense is multidisciplinary and it should be a permanent obligation of all members of society. This feature of ecological defense results from the fact that health, environment and social conditions represent a complex of areas and problems that are in constant interaction.

One of the most prevalent messages of ecologists certainly is "think global, act local". It means that it is not sufficient to know what threatens humankind but it is also necessary to know how to defend humankind from those threats and even more how to prevent them.

Key words: Sustainable development, environment, pollution, ecology.

¹ dr Dragica Stanković, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu,

². Goran Trivan, dipl.ing., Sekretarijat za zaštitu životne sredine Beograd,

1. UVOD

Svedoci smo činjenice da „ekologizacija“ mišljenja ulazi u sve pore društvenog života, i utiče na budjenje svesti kod ljudi o značaju održivog razvoja, a samim tim i značaju zaštite, unapređivanja i očuvanja životne sredine. Takođe, svedoci smo i negativnih dejstava ukupnog društveno - ekonomskog razvoja, i činjenice da čovek ne poštuje osnovne zakone prirode i ne uspeva da održi taj prirodni balans, što ima za posledicu smanjivanje prostranstava očuvane prirode i kvalitetne životne sredine.

Čovek je svojom delatnošću izmenio izgled Zemlje i u znatnoj meri oštetio biosferu. Ono malo prirode koja još postoji kao netaknuta, polako nestaje pod pritiskom čoveka.

Iako su problemi zagadenja i pogoršavanja stanja životne sredine svrstani u najteže rešive probleme savremenog doba, sa teško sagledivim posledicama po budućnost, u analizi i rešavanju problema zbog nedovoljne stručnosti i preterane emotivnosti ”dobronamernih ali često nekompetentnih”, često izostaje razmatranje posledica i uzroka koji su sve ozbiljniji, a rešenja sve dalja.

2. METOD I CILJ RADA

Za ovaj rad, podaci su prikupljeni pregledom literature u novijim naučnim i stručnim radovima. Rad je urađen na bazi korišćenja analitičkog metoda, vezano za dosadašnja istraživanja i saznanja iz multidisciplinarnih i interdisciplinarnih oblasti ekologije, odnosno, očuvanja, zaštite i unapredjenja životne sredine.

Zadatak rada je da se ukaže na značaj budjenja ekološke svesti, sa ciljem unapredjenja životne sredine i poboljšanja života ljudi, a u skladu sa strategijom održivog razvoja.

3. PRIMENA ZAKONA U SPREČAVANJU EKOLOŠKE KRIZE

Ekološka kriza koja se iskristalisala kao zasebna tema tokom poslednjih decenija dvadesetog veka, ne samo da pokreće pitanje preuređenja čovekovih aktivnosti već predstavlja ozbiljna upozorenja osnovnim temeljima čovekovog bitisanja (Jovanović i Gavrilović, 2003.)

Osnovu koncepta razvoja civilizacije su činila shvatanja o neprikošnovenom pravu Čoveka na korišćenje celokupne Biosfere radi zadovoljavanja svojih, pre svega materijalnih potreba (antropocentrski koncept), shvatanja da je Čovek gospodar svega i da sve mora da mu služi. Upravo je kriza životne sredine i proizašla iz narušenog odnosa čoveka i prirode, i zablude ljudske civilizacije o pobedi nad prirodom (”čovek gospodar prirode”), kao i zablude o neiscrpljivosti prirode i prirodnih vrednosti.

Veliki broj naučnika iz svih oblasti, sve više upozorava na probleme degradacije i uništavanja životne sredine i prirode, koji mogu dovesti do ekološke katastrofe. Tako, u svojim radovima Bari Koks i Piter Mur 1993., upozoravaju: ” Priroda će, u nekom obliku preživeti nekoliko sledećih vekova, ali hoćemo li mi?”(Grupa autora,1988).

Ovaj vek neki autori čak nazivaju, vekom prelaska Biosfere u Noosferu, tzv. sferu razuma, ili (ne) razuma po drugima.

Kraja šezdesetih godina prošlog veka, čula su se prva upozorenja stručnjaka i različitih ekoloških organizacija - koje su počele da se formiraju na nacionalnom i internacionalnom nivou.

Da bi se ublažili degradacioni procesi životne sredine, ispunili ciljevi zaštite životne sredine i smanjila prekomerna eksploatacija obnovljivih i neobnovljivih prirodnih resursa, međunarodna zajednica na čelu sa Ujedinjenim nacijama, je usvojila brojne deklaracije, rezolucije i druga pravna akta, kojih se države potpisnice moraju pridržavati

Poseban akcenat u oblasti zaštite životne sredine je dat pre svega zaštiti vazduha, vode i zemljišta od zagadjivača, a s obzirom da tendencija sve većeg zagajdenja i uništavanja životne sredine ne jenjava, doneto je i nekoliko multilateralnih konvencija kojima se životnoj sredini pruža krivičnopravna i gradjanskopravna zaštita.

Na prvoj Svetskoj konferenciji Ujedinjenih nacija o životnoj sredini, održanoj 1972. godine u Stokholmu, po prvi put je na visokom, međunarodnom nivou, ukazano na opasnosti koje nasoj planeti prete od zagadjenja životne sredine na globalnom nivou.

Stokholmska konferencija je prepričala stvaranje jednog sekretarijata Ujedinjenih nacija koji bi se fokusirao na ekološke probleme što je ubrzo i ostvareno pod nazivom UNEP (United Nations Environmental Program) čiji su zadaci bili da ohrabri, omogući, informise, poboljša očuvanje životne sredine, poboljša kvalitet života sadašnjih, a pri tom ne ugroze buduće generacije.

Svet se 70-tih značajno razlikovao od današnjeg, u to vreme svet je još uvek bio polarizovan. Nije netačno ako se kaže da je Stokholm kamen temeljac i da je artikulisao želju i pravo ljudi da žive u okruženju koje će im omogućiti dostojan i prosperitetan život.

Stokholm je refleksija opšteg raspoloženja tog vremena, oslanjajući se na njegove temelje preko pedeset vlada i država je, u svoje Ustave ili druga zvanična dokumenta, uvrstilo očuvanje životne okoline kao fundamentalno ljudsko pravo.

U Najrobiju 1982. godine je odrzana druga po redu konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini. Tada je upozorenje na nekontrolisani industrijski razvoj i eksplataciju prirodnih resursa i posledice koje ostavljaju na životnu sredinu.

Deset godina kasnije Konferencija (UNCED), Ujedinjenih nacija o zaštiti životne sredine i razvoju održana jun 1992 godine u Rio de Zaneiru (Brazil) bila je najveća od svih ikad održanih konferencija Ujedinjenih nacija. Prisustvovalo je blizu 10.000 zvanicnih predstavnika iz oko 150 zemalja, uključujući i 116 nacionalnih političkih lidera.

Medutim, kao sto je i bilo očekivano, ucesnicima samita nije poslo za rukom da dodju do resenja i saglasnosti po mnogim pitanjima. Naime, bilo je tesko postići saglasnost između zemalja o pitanjima gde su se na udaru nasli razliciti ekonomski interesi ili duboko uvrezene vrednosti.

Zemaljski samit 1992. godine uspeo je utoliko sto je po prvi put povezao pitanja razvoja i zaštite životne sredine.

Osim toga, rezultat predstavlja i potpisivanje i usvajanje nekoliko važnih dokumenata, medju kojima je:

Deklaracija o životnoj sredini i razvoju - poznatija kao Rio deklaracija,

Konvencija o promeni klime,

Konvencija o bioloskoj raznovrsnosti,

Princip o upravljanju, zaštiti i održivom razvoju svih tipova šuma, kao i akcioni plan održivog razvoja za 21. vek, nazvan Agenda 21.

Pet godina kasnije u Njujorku je odrzana Konferencija Rio + 5, na kojoj je zaključeno da je u zaštiti naše planete postignut mali napredak.

Deset godina posle Samita u Riju, od 26. avgusta do 4. septembra 2002. u Johanesburgu je odrzan Svetski samit o odrzivom razvoju (Rio +10).

Bio je to prvi put da se ceo svet okupio radi jednog cilja - **održivog razvoja Zemlje.**

Dakle, različite savremene interpretacije osnovnog poimanja čovekove svrhe i dostignuća ukazuju da se savremena civilizacija suočava sa vrlo kontroverznim pitanjima razapetim između problema daljeg ekonomskog rasta i razvoja, sa jedne strane, i opstanka naše civilizacije, sa temeljima i postavkama kakve danas jesu, kao prostog preduslova bilo kakvog ekonomskog napretka, sa druge strane.

Transformisanje destruktivno postavljenih ekonomskih operacija i ciljeva u održivije i ekološki odgovornije pristupe nije i neće biti jednostavno.

Rešavanje ovih izazova, uključuje vrlo kompleksan međuodnos izmedju ekonomije, politike, ekologije i nauke prava, zahtevajući najviši mogući nivo korelacije, komplementarnosti uz stalni trud i izbegavanje mogućih konflikata interesa.

4. ODRŽIVI RAZVOJ NA PREKRETNICI

Promovisanje održivog razvoja predstavlja radikalni zaokret u koncepciji zaštite životne sredine.

Na prvoj Svetskoj konferenciji Ujedinjenih nacija o životnoj sredini, odrzanoj 1972. godine u Stokholmu, po prvi put je na visokom, medjunarodnom nivou, ukazano na opasnosti koje nasoj planeti prete od zagadjenja životne sredine na globalnom nivou.

Kao opšte prihvaćeni termin, „održivi razvoj“ ulazi u upotrebu nakon zasedanja Svetske komisije za okruženje i razvoj 1987. (Brutland et al, 1987).

Zemaljski samit 2002. u Johanesburgu (*UN World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, 2002*) je okupio preko dvadeset dve hiljade učesnika iz celog sveta da bi diskutovali o održivom razvoju, magičnoj reči koju većina ljudi povezuje sa zaštitom životne sredine (Brutland et al, 1987).

Uočeno je da rešavanje globalnih ekoloških problema, klimatskih promena i efekta staklene baštice, problema čiste vode za piće, kiselih kiša i unišavanja šuma, uništavanje biodiverziteta, biološko i genetsko zagađenje, kao i problem odlaganja običnog, hemijskog i toksičnog otpada, nije moguće bez integralnog i multidisciplinarnog pristupa.

Održivi razvoj je stoga, multidisciplinarni koncept koji uključuje ekonomiju, ekologiju, etiku, sociologiju, pravo, zaokružujući se u politici. On povezuje blagostanje sadašnjih i budućih generacija sa kapacitetima i ograničenjima biosfere na način da život učini održivim. On nije statična kategorija ili stanje već čitav proces promena i prilagođavanja koji će raspoložive resurse, investicije i tehnološki napredak učiniti konzistentnim sa sadašnjim i budućim potrebama.

Doprinos pojedinih nauka uključenih u koncept održivog razvoja nije u potpunosti moguće odrediti, jer svaka od ovih nauka daje svoj doprinos iz svoga ugla. Stoga će se shvatiti i definicija održivog razvoja koju daje jedan ekonomista u mnogome razlikovati od definicije i poimanja jednog ekologa ili sociologa. Bez obzira na to, u današnje vreme je sve veća potreba za multidisciplinarnim pristupom problemima i pitanjima vezanim za ovu oblast i nije iznenadjuće da je održivi razvoj otvoren za različite interpretacije.

Ono što je izvesno, a najvažnije da pomenemo na ovom mestu, je to - da je put ka održivom razvoju već mapiran i određen ekosistemom naše planete.

Održivi razvoj je skladan odnos izmedju zaštite životne sredine i privrede, kako bi se prirodno bogatstvo nase planete sačuvalo i za buduće naraštaje.

Održivi razvoj predstavlja generalno usmerenje, a ne neprikladnu listu zadataka i težnju za stvaranje boljeg sveta, balansirajući socijalne, ekonomski i faktore zaštite životne sredine.

Definiciju "održivog razvoja" koja se najčešće upotrebljava dao je Lester Brown, osnivač Worldwatch Instituta.

Ona je navedena i u izveštaju "Our Common Future" Brundtlandove komisije: "*Održivi razvoj je razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjice, a istovremeno ne ugrožava mogućnost budućih generacija da zadovolje svoje potrebe.*" (Brundtland et al, 1987).

Dakle, održivi razvoj zahteva da se u očuvanju čitave biosfere mora uzeti u obzir i uticaj budućih generacija.

Održivi razvoj ne obuhvata samo - kako se to često čuje - sve nivoe, od globalnog do lokalnog, održivi razvoj tiče se i individualnog nivoa: bez napora i truda svakog pojedinca ne može ni da dođe do promene u smislu održivog razvoja. (Milutinović, 2004).

5. BUDJENJE EKOLOŠKE SVESTI ILI PRIMENA ZAKONA

Sve , neizvesnija budućnost , ukoliko budućnosti uopšte i bude, ukazuje da je razrešenje krize životne sredine ozbiljan izazov i zadatak svetske nauke i naučnika sveta, ali se pri donošenju odluka svakako moraju posebno uzeti obzir upozorenja akademika Nikole Pantića : ''Raskrsnica na kojoj se nalazimo ima samo dva puta - ili ćemo uskladiti razvoj sa razvojem prirodnih sistema i sebi obezbediti opstanak na Zemlji, ili ćemo prouzrokovati kataklizmu i uništiti jedino sebe, jer će se priroda opet obnoviti''(Tomanić,1993).

''Svako doba, svaka civilizacija pa i svaki pojedinac, ostavljaju trag na životnoj sredini. Posledice ponašanja savremenog čoveka, naročito one negativne, osetiće i buduće generacije, kao što sadašnje ''trpe'' posledice zloupotreba prirode od strane prethodnih generacija''.

Ukoliko ne prihvativamo mudre reči poglavice Sietl indijanaca da ono što sada koristimo nismo nasledili od naših predaka, već smo pozajmili od naših potomaka, generacije koje će doći po tome će nas ceniti i dati mesto koje budemo zaslužili. Te generacije neće biti neki ''tuđinci ili vanzemaljci'' već naša deca.'' (Tomanić, 1993).

Ipak, optimizam za bolju budućnost mogu pospešiti svi oblici aktivnosti usmereni ka zaštiti životne sredine.

Uporedo sa razvojem oficijelne ekološke svesti, u stvari mnogo pre, na javnu scenu stupaju i mnoge neformalne organizacije i pojedinci koji imaju svoja vidjena i stavove u pogledu zaštite životne sredine, ekonomije i održivog razvoja.

U slučaju nerazvijene ekološke svesti, najadekvatniji način očuvanja prirodnih bogatstava i zdrave životne sredine jesu jasni, precizni i primenjivi zakoni.

Ekološki problemi savremenog čoveka su toliko veliki i intenzivni da prevazilaze moć efektivne intervencije bilo koje pojedinačne zemlje, organizacije, struke, nauke i discipline. Samo zajednički saznajno - praktični napor svih zemalja, mogu da ublaže zastrašujuće posledice ekološke katastrofe.

Čovecanstvo mora da angažuje sve saznajne resurse naše civilizacije kako bi

pokrenulo globalnu borbu protiv posledica koje je samo proizvelo. Taj proces budjenja ekološke svesti i odgovornosti ljudi mora da bude permanentan, i dugoročan, mora da se odvija na svim nivoima podjednako, kako na globalnom tako i na lokalnom planu.

To učenje nove ekološke kulture i etike, mora da krene od svetske zajednice, od njениh zakona, načela, principa i konvencija, koje će obavezivati sve zemlje sveta.

Medunarodna regulativa u oblasti zaštite životne sredine još uvek nije dostigla onaj nivo koji bi omogucio miran život svih stanovnika i svih živih bica na našoj planeti. Donose se razni protokoli, konvencije, deklaracije i sporazumi, ali se to po pravilu cini kada je životna sredina već ugrožena, a ređe kada je to potrebno radi sprečavanja njenog ugrožavanja.

6. ZAKLJUČAK

Priroda nije neiscrpna. Praćenje stanja životne sredine je osnov za efikasnost na unapredjivanju životne sredine.

Obrazovanje, informisanje, i svi oblici vaspitnih uticaja, posebno na mladu generaciju, svakako da mogu doprineti buđenju svesti o životnoj sredini, a samim tim i o neophodnosti njene zaštite i unapređivanja.

S obzirom na činjenica da su, prema navodima Stanković, (2006). "Izvori zagađujućih materija brojni i da je veoma teško eliminisati konstatovanu zagađujuću materiju, a ako se u tome i uspe u novim modernijim procesima i tehnologijama, pojavljuju se neki novi zagađivači, sa podjednakim ili čak i većim posledicama, a naravno i težim mogućnostima za njihovo eliminisanje", koncepcija za zaštitu i očuvanje životne sredine bi morala da se zasniva, pre svega, na sprečavanju novih zagadjivanja i degradacije, jer je tek tada moguća sanacija zatečenog stanja.

Možemo i moramo konstatovati, da je veoma bitna edukacija o zaštiti životne sredine i ekološko opismenjavanje.

Nijedan ozbiljan svetski problem ne može nijedna nauka sama da reši, već je to moguće samo zajedničkim snagama.

Svetski biolozi i ekolozi su to i pokazali, pozivajući u pomoć i matematičare, i fizičare, fizikohemičare, i hemičare, i meteorologe... Svi moramo da se udružimo kako bi ovo jedinstveno mesto u svemiru sačuvali od daljeg uništavanja, a potom ga vratili u predjašnje stanje – gotovo idealno mesto za život ogromnog broja predivnih, neponovljivih, jedinstvenih vrsta, uključujući neodgovornog čoveka, koji će možda izvući pouke. Možda. Ako to ne bude učinio – biće to fatalno i po njega samog. A da bismo uspeli da ostvarimo harmoniju između čoveka i prirode, neophodno je pre svega postaviti istinitu dijagnozu stanja i otkriti i otkloniti uzroke koji vode sve većem ugrožavanju prirode, a time i čoveka.

Praćenjem stanja životne sredine stvaramo osnov za efikasno unapredjivanje životne sredine, a permanentnim ulaganjem u zaštitu životne sredine - razvoj činimo održivim.

Ipak, i pored svih uloženih napora i preduzetih mera za zaštitu životne sredine i postizanje održivog razvoja, niko ne može da bude siguran da li će budući svet da bude bolje ili gore mesto za čovečanstvo. Izvesno je da su naporci nedovoljni a mere možda zakasnele.

7. LITERATURA

1. Brundtland G.H., et al (1987.): Our Common Future. Report of the World Commission on Environment and Development, Oxford University Press " Human Development Report 2001"
2. Grupa autora (1988) Ekološke dileme. Prosveta, Beograd.
3. Jovanović L., Gavrilović B., (2003.): Privredni razvoj sa ljudskim likom, Beograd.
4. Jovanović L., (2003): Globalni ekološki problemi čovečanstva, Ecologica, posebno izdanje br.8, str 7-21.
5. Milutinović S. (2004): Lokalna agenda 21- uvod u planiranje održivog razvoja, Program zaštite životne sredine i održivog razvoja u gradovima i opština Srbije 2004-2006.Monografija. Niš.
6. Stanković, D. (2006): Istraživanje uticaja saobraćaja na koncentraciju polutanata u šumskim ekosistemima NP "Fruška gora", u funkciji zaštite i unapređivanja životne sredine. Doktorska disertacija., PMF, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 1 – 141.
7. Tomanić,L., (1993): Zaštita životne sredine. Šumarski fakultet Univerzitet u Beogradu.

Korisni linkovi:

UNESCO Education for Sustainable Development

<http://portal.unesco.org>

World Summit on Sustainable Development

<http://www.johannesburgsummit.org>

Summary

**SUSTAINABLE DEVELOPMENT WITHIN THE CONCEPT OF MULTIDISCIPLINARY
APPROACH OF ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION**

by

Dragica Stankovic, Goran Trivan

It is not a wrong proposition if one claims that Stockholm is a corner-stone which articulated the aspiration and the right of people to live in the environment which would provide a worthy and prosperous life. Stockholm is a reflection of general atmosphere of those times. Relying on its foundations and the history of over fifty governments the state itself introduced in the Constitution and other official documents environmental protection as a fundamental human right.

World Commission on Environment and Development also known as Brundtland Commission has issued the report under the title "Our Common Future" whereby they put an emphasis on the danger which threatens humankind and our planet due to the policy of economic growth without taking into account the possibility of regeneration of the planet Earth.

This commission presided by Jim McNeill from Canada, defined sustainable development as the development which meets the needs of the present times without depriving the future generation of the possibility to satisfy their needs.

The philosophy of sustainable development is based on the principle of intergeneration equality:

"Sustainable development" for "sustainable future".

UPUTSTVO AUTORIMA

Časopis TOPOLA objavljuje recenzirane, naučne i stručne radove, kao i priloge koji su sadržajno usmereni na probleme biologije, ekologije, gajenja i korišćenja drvenastih i žbunstih vrsta od značaja za šumarstvo i hortikulturu nizijskih područja i to:

- izvorne (originalne) naučne radove, koji sadrže prethodno nepublikovane rezultate izvornih eksperimentalnih istraživanja;
- pregledne radove, koji sadrže analizu i raspravu o skupu, odnosno većoj celini naučnih rezultata (koji mogu biti prethodno publikovani) iz okvira jedne teme;
- prethodna saopštenja o rezultatima novih naučnih istraživanja;
- stručne članke, koji sadrže nedovoljno naučno obradjene podatke, ali na osnovu kojih diskutuju konkretnu problematiku struke

Autor može predložiti kategoriju svoga rada, ali je redakcija časopisa TOPOLA na predlog reczenzenta konačno određuje.

Časopis objavljuje i druge kraće priloge, kao što su: osvrt na naučne i stručne skupove i na pojedina naučna i stručna dostignuća, prikaze naučnih i stručnih publikacija, predloge i mišljenja o pojedinim stručnim i naučnim problemima topolarstva. Ovi prilozi ne podležu recenziji.

Priprema rukopisa

Prethodno lektorisan tekst rukopisa na srpskom ili engleskom jeziku, do 10 strana, dostavlja se redakciji na formatu A-4 otkucan mašinom sa duplim proredom ili u elektronskoj formi na disketu, CD disku ili putem E-mail na adresu: branek@uns.ac.rs Rad u elektronskoj formi treba da je urađen u programu Word for Windows 5.0 i više verzije, formata A-4, font Times New Roman, 10 pt. Tekst treba da sadrži uobičajene delove: naslov rada (ne duži od dva reda): Prezime i prvo slovo imena autora, sažetak na srpskom i na engleskom jeziku (cca 15-20 redova) (Abstract); ključne reči; uvod; materijal i metod rada; rezultate sa diskusijom (zajedno ili odvojeno); referene i Summary na engleskom jeziku (na posebnom listu). U fusnoti na prvoj strani napisati puno ime i prezime svakog autora, titulu i instituciju u kojoj radi.

Tabele i grafikoni treba da su jasni i pregledni, numerisani arapskim brojevima i sa tekstualnim delovima na srpskom i engleskom jeziku. Obim rada sa prilozima ne treba da bude veći od 10 stranica. Latinske nazive treba pisati podvučeno ili Italic slovima.

Citiranjem radova u tekstu navodi se: prezime autora (spacionirano) i godina publikovanja rada. Ako se citira rad dva autora navode se prezimena oba autora, a ako se citira rad više autora navodi se samo prezime prvog autora i oznaka et al.

Na primer: Orlović, (1997) odnosno Orlović i Ivanišević, (1997) odnosno Orlović et al., (1997). Ako se citat navodi u zagradi oznaka godine je bez dodatne zagrade. Popis referenci sadrži alfabetski poredak citiranih radova. Za svaki rad se navodi prezime i prvo slovo imena svih autora, godina publikovanja rada (u zagradi), pun naslov rada, naziv časopisa, a za citirane knjige i naziv i mesto izdavača. U popisu referenci svi navodi su na izvornom jeziku citiranog rada.

Rukopisi se dostavljaju na adresu redakcije:

Istraživačko-razvojni institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu
21000 Novi Sad, Antona Čehova 13
"ZA TOPOLU"

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

630

Topola = poplar / главни и одговорни
редник Саша Орловић. - Год. 1, бр. 1
(1957)- . - Нови Сад : Истраживачко развојни
институт за низијско шумарство и животну
средину, 1975-. - 24 cm

Два пута годишње. - Резиме на
енглеском језику.
ISSN 0563-9034

COBISS.SR-ID 4557314