

TOPOLA

POPLAR

2010 (MMX)

NOVI SAD

N^o 185/186

YU ISSN 0563-9034

Izdavač

ISTRAŽIVAČKO RAZVOJNI
INSTITUT ZA NIZIJSKO ŠUMARSTVO I ŽIVOTNU SREDINU

Redakcioni odbor

Dr Saša Orlović, Dr Bojana Klačnja, 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

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: NLB banka a.d. 310-15276-72.

Časopis izlazi dva puta godišnje

SADRŽAJ

CONTENT

Pekeč S., Orlović S., Ivanišević P., Galić Z., Rončević S., Andrašev S., Katanić M.
PROIZVODNE MOGUĆNOSTI TEHNOGENIH ZEMLJIŠTA PORED KANALA
DTD NA PODRUČJU GRADA NOVOG SADA
Pekeč S., Orlović S., Ivanišević P., Galić Z., Rončević S., Andrašev S., Katanić M.
PRODUCTIVITY PROPERTIES OF TECHNOGENIC SOIL NEAR CHANEL DTD IN THE
CITY OF NOVI SAD

5

Károly Rédei, Zsolt Keserű, Gábor Szulcsán, Saša Orlović, Zoran Galić, Lajos
Juhász, Judit Győri
CLONAL APPROACHES TO GROWING LEUCE POPLARS (*LEUCE DUBY*)
IN HUNGARY AND SERBIA
*Károly Rédei, Zsolt Keserű, Gábor Szulcsán, Saša Orlović, Zoran Galić, Lajos Juhász, Judit
Győri*
KLONSKI PRISTUPI UZGOJU BELIH TOPOLA (*LEUCE DUBY*) U MAĐARSKOJ I SRBIJI

15

Kovačević Branislav, Orlović Saša, Pekeč Saša, Katanić Marina, Stojnić Srđan
VARIJABILNOST SVOJSTAVA OŽILJAVANJA BELE VRBE
Kovačević Branislav, Orlović Saša, Pekeč Saša, Katanić Marina, Stojnić Srđan
VARIABILITY OF CUTTING ROOTING CHARACTERISTICS OF WHITE WILLOW

27

Bojana Klačnja, Saša Orlović, Zoran Galić, Marko Kebert
HEMIJSKI SASTAV I FIZIČKE OSOBINE DRVETA NEKOLIKO KLONOVA
BELE VRBE (*Salix alba*)
Bojana Klačnja, Saša Orlović, Zoran Galić, Marko Kebert
CHEMICAL COMPOSITION AND PHYSICAL PROPERTIES OF WOOD OF SOME
CLONES OF WHITE WILLOW (*Salix alba*)

41

Verica Vasić, Mirjana Jarak, Simonida Đurić, Saša Orlović, Zoran Galić
MIKROBIOLOŠKA AKTIVNOST RIZOSFERNOG ZEMLJIŠTA U
RASADNICIMA I ZASADIMA TOPOLA
Verica Vasić, Mirjana Jarak, Simonida Đurić, Saša Orlović, Zoran Galić
MICROBIAL ACTIVITY OF RHIZOSPHERIC SOIL IN THE POPLAR NURSERIES AND
PLANTATIONS

51

Branislav Kovačević, Tomović Zoran, Dubravka Štajner, Katanić Marina, Drekić
Milan, Srđan Stojnić

RESTORACIJA AUTOHTONIH VRSTA TOPOLA (*POPULUS SP.*) U
ALUVIJALNIM PODRUČJIMA – FORMIRANJE GENOFONDA

*Branislav Kovačević, Tomović Zoran, Dubravka Štajner, Katanić Marina, Drekić Milan,
Srđan Stojnić*

*RESTORATION OF AUTOCHTHONOUS POPLAR SPECIES (POPULUS SP.) IN
RIPARIAN ZONE – GENOFOND ESTABLISHMENT*

61

Stevanov Mirjana, Krajter Silvija, Orlović Saša, Vuletić Dijana, Marjanović Hrvoje,
Klašnja Bojana

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE I ODRŽIVA GRADNJA: KONCEPTUALNI
ELEMENTI I ZAKONSKI OKVIR U SRBIJI I HRVATSKOJ

*Stevanov Mirjana, Krajter Silvija, Orlović Saša, Vuletić Dijana, Marjanović Hrvoje, Klašnja
Bojana*

*RENEWABLE ENERGY SOURCES AND SUSTAINABLE CONSTRUCTION: CONCEPTUAL
ELEMENTS AND LEGISLATIVE FRAMEWORK IN SERBIA AND CROATIA*

69

Rončević Savo, Andrašev Siniša, Ivanišević Petar, Kovačević Branislav, Pekeč
Saša

ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI OBNAVLJANJA SEČINA TOPOLA NA
DEPOSOLIMA U ZONI OSNOVNE KANALSKE MREŽE U VOJVODINI
Rončević Savo, Andrašev Siniša, Ivanišević Petar, Kovačević Branislav, Pekeč Saša

*RESEARCH ON THE POSSIBILITIES OF THE CUTTED POPLAR PLANTATION
REESTABLISHMENT ON DEPOSOLS IN THE ZONE OF THE BASIC CANAL NETWORK
IN VOJVODINA*

87

Srđan Stojnić, Saša Orlović, Marina Katanić, Verica Vasić

MOGUĆNOST PRIMENE AZOTOFIKSATORA U ŠUMSKIM EKOSISTEMIMA
Srđan Stojnić, Saša Orlović, Marina Katanić, Verica Vasić

*POSSIBILITIES FOR THE MICROBIOLOGICAL NITROGEN FIXATION IN FOREST
ECOSYSTEMS*

97

Ivanišević Petar, Galić Zoran, Pekeč Saša, Rončević Savo, Andrašev Siniša

ZAVISNOST STRUKTURE DRVNIH SORTIMENATA TOPOLA NA KRAJU
PROIZVODNOG CIKLUSA OD SVOJSTAVA ZEMLJIŠTA I TEHNOLOGIJE
GAJENJA

Ivanišević Petar, Galić Zoran, Pekeč Saša, Rončević Savo, Andrašev Siniša

*DEPENDANCE OF POPLAR TIMBER CLASSES STRUCTURE AT THE END OF
GROWING PERIOD ON THE SOIL PROPERTIES AND TECHNOLOGY OF
MANAGEMENT*

113



UDK: 631.4 (282.5)(497.113 Novi Sad)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

PROIZVODNE MOGUĆNOSTI TEHNOGENIH ZEMLJIŠTA PORED KANALA DTD NA PODRUČJU GRADA NOVOG SADA

Pekeč Saša,¹ Orlović Saša,¹ Ivanišević Petar,¹ Galić Zoran,¹ Rončević Savo,¹
Andrašev Siniša,¹ Katanić Marina¹

Izvod: U radu su proučavane mehaničke osobine tehnogenih zemljišta, koja se prostiru pored kanala Dunav-Tisa-Dunav, u gradskoj zoni Novog Sada. Ona su nastala deponovanjem materijala tokom iskopa kanala DTD. Proučavana zemljišta imaju heterogen granulometrijski sastav. Teksturane klase ovih zemljišta su: pesak, peskovita ilovača i ilovača. Analizirani granulometrijski sastav ukazuje da navedena zemljišta imaju različite proizvodne osobine za gajenje šumskih vrsta drveća.

Ključne reči: granulometrijski sastav, deposal, proizvodne osobine, kanal DTD, Novi Sad

PRODUCTIVITY PROPERTIES OF TECHNOGENIC SOIL NEAR CHANEL DTD IN THE CITY OF NOVI SAD

Abstract: *The paper studied the mechanical properties of deposal soils. The area of investigation is Danube-Tisa-Danube channel in the area of the city of Novi Sad. This soils originated from material deposition during channel digging up. Studied soils have heterogeneous granulometric composition. Textural classes of these soils are sand, sandy loam and loam. Analyzed granulometric composition indicates that the mentioned soils have different productivity characteristics for growing of forest tree species.*

Keywords: *granulometric composition, deposal, production properties, DTD channel, Novi Sad*

¹ Dr Saša Pekeč istraživač saradnik, dr Saša Orlović naučni savetnik, dr Petar Ivanišević naučni saradnik, dr Zoran Galić viši naučni saradnik, dr Savo Rončević viši naučni saradnik, dr Siniša Andrašev naučni saradnik, dipl. Biolog Marina Katanić istraživač saradnik, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, www.ilfe.org

UVOD

Na području Bačke, naročito u njenom južnom delu, do početka XVIII. veka bilo je prevlašeno više od 50% površina zemljišta. Izgradnjom hidro sistema DTD napravljena je mreža kanala u cilju odvodnjavanja i navodnjavanja oko 510.000 ha zemljišta na području cele Vojvodine (www.vojvodinavode.rs). Uz kanale se uglavnom u užem pojasu, oko 100 metara širine, rasprostire šumska vegetacija, pretežno meki lišćari, ali i određene vrste tvrdih lišćara koje su podignute veštačkim putem. Od ukupne površine šumskog zemljišta osnovne kanalske mreže, na šume otpada 2.545 ha ili 45% (I v a n i š e v i ć et al. 1998). Voda iz kanala svojim oscilacijama direktno utiče na podzemnu vodu te na osobine i proizvodnost okolnog zemljišta. Cilj ovog rada je da se odrede proizvodne mogućnosti zemljišta uz kanale, analizirajući mehaničke osobine dela tehnogenih zemljišta oko kanala koji se nalazi u gradskoj zoni Novog Sada. S obzirom da su tokom kopanja kanala izvađene velike količine peska koji je deponovan u različitim debljinama na prirodno autohtono zemljište, kao i da su vršena nasipanja određenog dela površinskim humusnim horizontima, ova zemljišta pripadaju klasi tehnogenih zemljišta. Posledica navedenih radova je da su na istraživanom području deposol zemljišta veoma različitog granulometrijskog sastava. Granulometrijski sastav utiče na ostale osobine zemljišta (I v a n i š e v i ć, 1993; P e k e ć, 2010), te u osnovi uz dubinu podzemne vode je osnovni činilac proizvodnosti ovih zemljišta.

OBJEKAT I METOD RADA

Ispitivano zemljište se nalazi pored kanala DTD-a, na području kojim gazduje JP „Vode Vojvodine“ u gazdinskoj jedinici „OKM - Novi Sad“, odeljenju 49 i odsecima: j, k, l (sa pratećim čistinama 16, 17, 18 i 19 u sklopu navedenih odseka) i čistini 20 kao posebnoj celini. Površina ispitivanog zemljišta iznosi 6,22 ha.

Slika 1. Položaj ispitivanog zemljišta (Google Earth)

Picture 1 Location of investigated area (Google Earth)



Na ovom terenu su otvorena tri pedološka profila, te su determinisana zemljišta iz tehnogene klase, prema klasifikaciji Š k o r i ć, et al. (1985). Opisana je spoljašnja i unutrašnja morfologija pedoloških profila, i uzeti su uzorci u narušenom stanju iz svih genetičkih horizonata i slojeva zemljišta. Na prikupljenim uzorcima zemljišta urađene su laboratorijske analize fizičkih osobina zemljišta, odnosno granulometrijskog sastava po međunarodnoj B-pipet metodi sa pripremom u natrijevom-pirofosfatu, dok su teksturne klasa zemljišta određene po američkoj klasifikaciji, prema H a d ž i ć, et al. (1997).

REZULTATI I DISKUSIJA

Morfološke osobine zemljišta

Na području odseka: j sa čistinama 16 i 17, gde je otvoren pedološki profil P 1/10, determinisan tip zemljišta je: deposol. Reljef je ravan, a vegetacija ovog dela je zasad eurameričke topole, dok podzemna voda nije konstatovana u trenutku snimanja profila. Prema morfološkoj građi profila opisano zemljište ima inicijalni humusni horizont (A) ispod koga se nalaze slojevi P1 i P2. Slojevi P1 i P2 su nastali kao posledica deponovanja materijala iznad kojih se vremenom razvio inicijalni (A) humusni horizont.

U odseku: k, l sa čistinama: 18 i 19, koga reprezentuje pedološki profil P 2/10, tip zemljišta je takođe deposol. Teren je niži u odnosu na prethodnu sistematsku jedinicu zemljišta, a od vegetacije ovde nalazimo zasad bele topole (odsek k) i eurameričke topole (odsek l). Nivo podzeme vode je u trenutku snimanja bio na 270 cm dubine. Morfološka građa profila je: (A)-P1-Gso, odnosno u donjim slojevima je primetan uticaj podzemne vode i proces sekundarne oksidacije. Kao i kod prethodnog profila P1 sloj je nastao kao direktna posedica antropogenog faktora, odnosno deponovanjem materijala na već postojeći Gso podhorizont gleja. Na površinskom delu se nalazi inicijalni (A) humusni horizont nešto veće moćnosti u odnosu na prethodno zemljište.

Pedološki profil P 3/10, se nalazi na čistini 20. Ovde je kao i kod prethodnih pedoloških profila determinisan tip zemljišta deposol. Teren je u ovom delu najniži, a od vegetacije ovde nisu prisutni zasadi šumskog drveća već samo livadska trava. Morfološka građa zemljišta na ovom delu je: Ap-P1-P2, a nivo podzemne vode je na 210 cm dubine. Slojevi P1 i P2 i kod ovog profila su posledica nanošenja odnosno deponovanja zemljišta tokom radova na kanalu, a za razliku od prethodna dva zemljišta, ovde imamo razvijeni humusni horizont – Ap koji je takođe deponovan na ovo područje, usled radova kraj stope mosta i eventualnog budućeg ozelenjavanja terena.

Tabela 1 Spoljašnja i unutrašnja morfologija ispitivanih zemljišta
 Table 1 The external and internal morphology of investigated soils

Gazdinska jedinica - management unit: "OKM – Novi Sad"		
Odeljenje/odsek: 49 / j	Odeljenje/odsek: 49 / k,l	Odeljenje/odsek: 49/20
P1/10	P2/10	P3/10
Spoljašnja morfologija ispitivanih zemljišta <i>External morphology of investigated soils</i>		
		
Unutrašnja morfologija ispitivanih zemljišta <i>Internal morphology of investigated soils</i>		
		
Deposol (A)-P1-P2	Deposol (A)-P1-Gso	Deposol Ap-P1-P2

Granulometrijski sastav

Kod pedološkog profila 1/10, dominira sadržaj ukupnog peska koji je ujednačen po dubini i varira od 92,64 - 97,04%, sa prosečnom vrednošću od 94,60%. Sadržaj ukupne gline je nizak i kreće se od 2,96 – 7,36%, sa prosečnom vrednošću od 5,40%. Teksturna klasa ovog profila po čitavoj dubini je pesak.

Tabela 2 Granulometrijski sastav pedoloških profila
Table 2 Granulometric composition of pedological profiles

Horizont <i>Horizon</i>	Dubina <i>Depth</i> (cm)	Krupan pesak <i>Coarse sand</i> 2- 0.2mm (%)	Sitan pesak <i>Fine sand</i> 0.2- 0.02 mm (%)	Prah <i>Dust</i> 0.02- 0.002 mm (%)	Glina i koloidi <i>Clay less</i> 0.002- 0.0002 mm (%)	Ukupan pesak <i>Total sand</i> >0.02mm (%)	Ukupna gline <i>Total clay</i> <0.02mm (%)	Teksturna klasa <i>Texture class</i>
P1/10 (Deposol)								
(A)	0-5	75,53	17,11	2,12	5,24	92,64	7,36	Pesak
P1	5-90	40,43	56,61	1,56	1,40	97,04	2,96	Pesak
P2	90-200	3,69	90,43	3,74	2,14	94,12	5,88	Pesak
prosek	0-200	39,88	54,72	2,47	2,93	94,60	5,40	
P2/10 (Deposol)								
(A)	0-10	54,66	19,22	16,68	9,44	73,88	26,12	Pesk.ilovača
P1	10-70	7,2	65,88	19,06	7,86	73,08	26,92	Pesk.ilovača
Gso	70-270	0,27	47,79	35,54	16,4	48,06	51,94	Pesk.ilovača
prosek	0-270	20,71	44,30	23,76	11,23	65,01	34,99	
P3/10 (Deposol)								
Ap	0-45	2,16	49,80	28,28	19,76	51,96	48,04	Ilovača
P1	45-170	0,08	47,04	34,64	18,24	47,12	52,88	Ilovača
P2	170-210	27,73	61,31	7,12	3,84	89,04	10,96	Pesak
prosek	0-210	9,99	52,72	23,35	13,95	62,71	37,29	

Kod pedološkog profila 2/10, sadržaj ukupnog peska varira po dubini profila, kao i sadržaj ukupne gline. Vrednosti ukupnog peska u ovom profilu su u rasponu od 48,06 – 73,88% sa prosekom od 65,01%, dok se sadržaj ukupne gline kreće od 26,12-51,94%, sa prosekom od 34,99%. Teksturna klasa ovog pedološkog profila je peskovita ilovača.

Za pedološki profil 3/10, se može konstatovati da sa dubinom raste sadržaj ukupnog peska, odnosno opada sadržaj ukupne gline. Sadržaj ukupnog peska je zastupljen od 47,12 – 89,04%, a sadržaj ukupne gline od 10,96 – 52,88%. Prosečna vrednost ukupnog peska, iznosi 62,71%, odnosno ukupne gline 37,29%. Teksturane klase ovog profila su pesak i ilovača. Kod svih analiziranih zemljišta, primetna je razlika u sadržaju pojedinih granulometrijskih frakcija u dubljim delovima u odnosu na plice delove profila, što ukazuje na autohtonost zemljišta u donjim delovima profila, prema Ivačić, et al. (1999).

Sistematska pripadnost zemljišta i potencijal plodnosti

Imajući u vidu da su istražena zemljišta nastala usled antropogenog uticaja, odnosno deponovanjem iskopanog materijala tokom pravljenja kanala DTD, ova zemljišta svrstavamo u klasu tehnođenih zemljišta, tipa: zemljište deponija – deposol, varijetet je predložen prema dubini zemljišta: vrlo dubok - za pedološke profile (P1/10 i P2/10), i srednje dubok – za pedološki profil P3/10, a forma je predložena prema teksturnom sastavu: peskovita (P1/10), peskovito-ilovasta (P2/10) i ilovasta (P3/10).

Kod pedološkog profila 1/10, čitavom dubinom profila dominira sadržaj ukupnog peska. Ovaj tip zemljišta usled takvog mehaničkog sastava rezultira niskim vrednostima retencije vlage, odnosno malim kapacitetom za vodu, a velikim kapacitetom za vazduh. Takav granulometrijski sastav ukazuje na povećan udeo grubih pora, vertikalna vodopropustljivost kod ovog tipa zemljišta je velika, a sadrži manje fiziološki aktivne vode, te usled povećanog udela ukupnog peska kapilarni uspon u ovom zemljištu ima niske vrednosti (Ž i v a n o v 1973; Ž i v a n o v 1977; I v a n i š e v i ć, 1993; P e k e č, 2010). Podzemna voda na ovom terenu je relativno duboka i kreće se ispod 3 m dubine i nije primećena u trenutku snimanja pedološkog profila. Imajući u vidu prikazane mehaničke osobine na ovom tipu zemljišta se ostvaruju dobri proizvodni rezultati prilikom gajenja mekih lišćara, odnosno klonskih smeša crne topole.

Za pedološki profil 2/10, do dubine profila od 70 cm preovladava sadržaj ukupnog peska, a na dubini od 70 – 150 cm preovladava sadržaj praha+gline. Analizirajući mehanički sastav može se konstatovati da ovo zemljište u odnosu na prethodno ima veći udeo praha+gline, iz kojih proizilazi i veća vrednost retencije vlage i kapaciteta za vodu, a nešto niži kapacitet za vazduh u odnosu na prethodno zemljište. Imajući u vidu granulometrijske osobine ovog profila a posebno manju zastupljenost krupnog i sitnog peska, udeo grubih pora se smanjuje u korist srednjih i sitnih finih pora, te je manja vertikalna vodopropustljivost a biljke imaju na raspolaganju više fiziološki aktivne vode, a kapilarno penjanje je povoljnije (Ž i v a n o v 1973; Ž i v a n o v 1977; I v a n i š e v i ć, 1993; P e k e č, 2010) S obzirom na niži teren koji reprezentuje pedološki profil 2/10, podzemna voda skladno tome ima nešto viši nivo, a u trenutku snimanja je evidentirana na 270 cm. S obzirom na analizirane osobine, na ovom zemljištu se ostvaruju bolji proizvodni rezultati tokom gajenja klonskih topola u odnosu na prethodnu formu. Dosadašnja saznanja pokazuju da je najvažnije svojstvo zemljišta za uzgoj crnih topola, učeće frakcije praha + gline u fiziološki aktivnom delu profila (Ž i v a n o v, 1977), a svi indikatori plodnosti zemljišta zavise od učešća ove frakcije (Ž i v a n o v, 1977; Ž i v a n o v i I v a n i š e v i ć, 1986; I v a n i š e v i ć, 1993).

Kod zemljišta determinisanog u profilu 3/10, (čistina 20), kao i kod prethodnih zemljišta, njegove proizvodne osobine ovise prvenstveno od mehaničkog sastava i nivoa podzemne vode. Prema mehaničkom sastavu zemljišta u profilu 3/10, do 170 cm dubine je skoro ujednačen sadržaj ukupnog peska i ukupne gline, a ispod 170 cm dubine preovladava sadržaj ukupnog peska. Naveden mehanički sastav se odražava na vodno vazdušne osobine ovog zemljišta. Vrednosti retencije vlage kod ovog zemljišta su povećane kao i kapacitet za vodu, dok je kapacitet za vazduh smanjen, ali ga ima dovoljno za neometan razvoj biljaka. Iz granulometrijskog sastava se može zaključiti da je sadržaj grubih pora dosta nizak, dok je povećan

sadržaj srednjih i posebno sitnih finih pora u ovom zemljištu, a vertikalna vodopropustljivost je mala. Ovakva zemljišta sadrže povoljnu količinu fiziološki aktivne vode, a imajući u vidu da preovladavaju srednje i sitne fine pore povoljniji je kapilarni uspon vode. Kao i kod prethodnih profila nivo podzemne vode zavisi o nivou vode u obliženjem kanalu DTD-a. U trenutku snimanja, podzemna voda je bila na dubini od 220 cm. Na ovom tipu zemljišta se mogu očekivati veoma dobri rezultati pri gajenju mekih lišćara, posebno klonova crnih topola, a takođe je povoljno i za čitav spektar šumskih vrsta tvrdih lišćara.

ZAKLJUČAK

U delu oko kanala DTD na području grada Novog Sada, u gazdinskoj jedinici „OKM-Novı Sad“, u 49 odeljenju, odsecima: j,k,l sa pratećim čistinama, determinisana su zemljišta tehnogene klase, tipa: zemljište deponija – deposol, varijetet: vrlo dubok - za pedološke profile (P1/10 i P2/10), i srednje dubok – za pedološki profil P3/10, forma: peskovita (P1/10), peskovito-ilovasta (P2/10) i ilovasta (P3/10).

Granulometrijski sastav analiziranih zemljišta je heterogen, odnosno kod pedološkog profila P1/10, odnos ukupnog peska, u odnosu na ukupnu glinu se u proseku kretao: 94,60 : 5,40%, a teksturna klasa ovog tipa zemljišta čitavom dubinom pedološkog profila je pesak. Kod pedološkog profila P2/10 taj odnos je u proseku iznosio: 65,01 : 34,99%, sa teksturnom klasom peskovita ilovača, a kod pedološkog profila P3/10 je odnos bio: 62,71 : 37,29%, sa teksturnim klasama: pesak i ilovača.

Proizvodne osobine ovih tehnogenih zemljišta zavisne su od granulometrijskog sastava i oscilacija podzemne vode na koju direktno utiče nivo vode u kanalu. Analizirani granulometrijski sastav ukazuje da navedena zemljišta imaju različite proizvodne potencijale za gajenje šumskih vrsta drveća, odnosno mekih i tvrdih lišćara.

LITERATURA

Hadžić V., Belić M., Nešić, Lj. (1997): Određivanje mehaničkog (teksturnog, granulometrijskog) sastava zemljišta, I deo, poglavlje 2 u Monografiji: “Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta“, JDPZ, Komisija za fiziku zemljišta, str. 17-32. Novi Sad.

<http://www.vojvodinavode.rs>

Ivanišević, P. (1993): Uticaj svojstava zemljišta na rast ožiljenica *Populus x euramericana* Guinier (Dode) cl. I-214 i *Populus deltoides* Bartr. cl. I-69/55 (*Lux*), Doktorska disertacija, 206 str., Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd.

Ivanišević P., Galić Z., Rončević., Orlović S. (1998): Gajenje crnih topola na nasipima u zoni osnovne kanalske mreže (OKM) u Vojvodini, Topola N^o 161/162, 31-44 str., Institut za topolarstvo, Novi Sad.

- Ivanišević P., Galić Z., Rončević S., Orlović S., Macanović M. (1999): Osobine zemljišta u zaštitnim šumama uz odbrambene nasipe u Vojvodini, Topola N° 163/164, 31-40 str., Institut za topolarstvo, Novi Sad.
- Pekeč, S. (2010): Pedološke i hidrološke karakteristike zaštićenog dela aluvijalne ravni u Srednjem Podunavlju, Doktorska disertacija, 221 str., Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, 71 str., Akademija nauka i umetosti, Odeljenje prirodnih nauka, Knjiga 1., Novi Sad.
- Živanov, N. (1973): Prilog izučavanja prirasta klona I-214 na zemljištima različitih vodno fizičkih svojstava; Magistarski rad, Institut za topolarstvo, Novi Sad.
- Živanov, N. (1977): Osobine zemljišta u nezaštićenom delu poloja reka: Drave, Dunava i Tamiša i njihov značaj za taksacione elemente topole *Populus x euramericana* (Dode) Guinier, cl. I-214, Doktorska disertacija, 264 str., Institut za topolarstvo, Novi Sad.
- Živanov, N., Ivanišević, P.(1986): Zemljišta za uzgoj topola i vrba, Monografija, Topole i vrbe u Jugoslaviji, 105-121 str., Institut za topolarstvo, Novi Sad.

Summary

PRODUCTIVITY PROPERTIES OF TECHNOGENIC SOIL NEAR CHANNEL DTD IN THE CITY OF NOVI SAD

by

*Pekeč Saša, Orlović Saša, Ivanišević Petar, Galić Zoran, Rončević Savo,
Andrašev Siniša, Katanić Marina*

This work presents granulometric composition of deposol soils. Area of investigation is Danube-Tisa-Danube channel in the area of the city of Novi Sad, in the management unit "OKM-Novı Sad", in 49 classes, and departments: j, k, l. Analyzed soils are from the class of technogenic soils, type deposol, variety: very deep and medium deep, form: sandy, sandy-loam and loam. Granulometric composition of the analyzed soil is heterogeneous, and at deposol in pedological profile P1/10 the ratio of sand to total clay is: 94,60 : 5,40%, while the texture class of soil types throughout the depth of soil profile is sand. The deposol in pedological profile P2/10 of this relationship is in average: 65,01 : 34,99%, with a texture class: sandy-loam, and relationship for deposol pedological profile P3/10 is: 62,71 : 37,29%, with a texture classes: sand and loam. Granulometric composition, that affects other physical properties, indicates that the mentioned soils have different production potentials for growing forest tree species, bought softwood and hardwood.



582.623.2:581.165.1 (497.11:439.2)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

**CLONAL APPROACHES TO GROWING LEUCE POPLARS
(LEUCE DUBY) IN HUNGARY AND SERBIA**

Károly RÉDEI^a, Zsolt KESERŰ^a, Gábor SZULCSÁN^b, Saša ORLOVIĆ^c, Zoran GALIĆ^c, Lajos JUHÁSZ^d, Judit GYŐRI^d

Abstract – Leuce poplars, above all white poplar (*Populus alba*) and its natural hybrid, grey poplar (*Populus x canascens*) are native stand-forming tree species in Hungary and Serbia. More than 70 per cent of their stands and plantations can be found on calcareous sandy sites in the Danube–Tisza region, so they play a significant role in the poplar management of this part of the country. One of the most important tasks ahead of Hungarian and Serbian poplar growers is to improve the quality of poplar stands and plantations for wood production based on selecting relatively drought-tolerant clones and cultivars. In the paper the juvenile growth and the morphological characteristics of five micropropagated Leuce poplar clones have been evaluated on a marginal site in central Hungary. The clones 'H-337' (*P. alba x P. grandidentata*), H-384' (*P. alba x P. grandidentata*) and *Populus alba* L-12 can be especially promising for quality wood production under arid hydrological conditions.

Key words: Leuce poplars, clone selection, early evaluation

KLONSKI PRISTUPI UZGOJU BELIH TOPOLA (LEUCE DUBY) U MAĐARSKOJ I SRBIJI

Abstrakt – Leuce topole, posebno bela topola (*Populus alba*) i njen prirodni hibrid, siva topola (*Populus x canascens*) su autohtone vrste koje formiraju sastojine u Mađarskoj i Srbiji. Više od 70 procenata njihovih sastojina i plantaža mogu da se nađu na kalcifikovanim peskovitim lokalitetima u regionu Dunav-Tisa, te igraju značajnu ulogu u uzgoju topola u ovom delu države. Jedan od najvažnijih zadataka mađarskih i srpskih uzgajivača topola jeste da unaprede kvalitet topolarskih zasada topolovih sastojina i plantaža za proizvodnju drveta na osnovu selekcije klonova i sorti tolerantnih na sušu. U radu su pocenjeni juvenilni porast i morfološke karakteristike pet Leuce klonova, umnoženih mikropropagacijom, na marginalnim staništima centralne Mađarske. Klonovi 'H-337' (*P. alba x P. grandidentata*), H-384' (*P. alba x P. grandidentata*) i *Populus alba* L-12 bi mogli da budu posebno interesantni za proizvodnju kvalitetnog drveta u uslovima aridne klime.

Ključne reči: Leuce topole, klonska selekcija, rani testovi

INTRODUCTION

White poplar (*Populus alba* L.) and its most important natural hybrid, the gray poplar (*Populus x canescens* (Ait.) Sm.) are native poplar species in Hungary and Serbia. The standing volume of white poplar are 10.2 million m³ in Hungary and 607.150 m³ in Serbia.

More than 70% of the white and grey poplar stands can be found on calcareous sandy sites on the Danube–Tisza region in Hungary. Native poplars have been regarded for several decades as weed tree species without any value for timber market. In spite of this fact about 35% of the new afforestation and artificial regenerations is carried out presently with white poplar in the Danube-Tisa region in Hungary. Productivity of poplar growing is often limited, in some cases even excluded, by soil defects, namely compact clay rich layers, coarse sandy layers of considerable thickness, limestone pan, ironpan, gleyic layers, CaCO₃ accumulation, and the most dangerous of all, the accumulation of alkaline salts. To consider the similar ecological conditions in Serbia mostly other stand forming tree species have been used for afforestation. White poplar has a rich gene pool on the sand dune region in the middle of the Pannonian Plain and on the bottomland of big rivers (Szodfridt, Palotás 1973). In the near future, due to the establishment of national parks in these regions, considerable increases can be expected in the area of native poplars. At the same time their importance will be increasing in the large areas of marginal sites which are not suitable for hybrid poplars but can accommodate native ones.

In Hungary and in Serbia the range of sites optimal for poplar growing is rather limited. In the Danube–Tisza region some very important ecological factors have become unfavourable for poplar growing in the last two decades. There is no sufficient precipitation during the growing season (appr.200–300 mm), and the rivers' control and canalisation have caused a drastic lowering of the ground-water table in many places. In such spots the water supply for poplars depends on the moisture content of soils, accumulating waters on the surface and on the water-storing capacity of soils. Therefore, the main aim of the selection work is to find and improve relatively drought-tolerant Leuce-poplar clones and cultivars that have good stem form providing good-quality wood material for industrial purposes (without false heartwood) and that can adapt to the changed ecological conditions (Rédei 1994).

TAXONOMY AND DISTRIBUTION OF POPLARS

The genus *Populus* is widespread through the north temperate zone and has about 35 species inhabiting vast areas from the boreal tree line down to Mexico, North Africa, Himalayas, Japan and China. The genus is divided into 5 sections: Turanga, Leuce, Aigeiros, Tacamahaca and Leucoides. The Leuce Duby section consists of the following tree species: European aspen (*P. tremula*), Quaking aspen (*P. tremuloides*), Bigtooth aspen (*P. grandidentata*), white poplar (*P. alba*) and grey poplar (*P. x canescens*).

Interspecies hybridisation have yielded up to now the best results. It has to be mentioned, that the direction of crossing has importance in poplars, i.e. reciprocal crosses are genetically different. Hybrid vigour was observed in the crosses *P. alba* x

P. grandidentata and *P. tremula* x *P. tremuloides*, which means that genetically close species, originating from different continents (usually Europe – N. America), are the most suitable partners. Such crosses may happen in nature, when the species are planted by accident close to each other (Mátyás 1983, Guzina 1986).

BRIEF SUMMARY ON BREEDING AND IMPROVEMENT OF POPLARS IN HUNGARY

The basis for the breeding and improvement programme was a series of clones given in the frame of co-operation, during the 1950's by the Poplar Research Institute of Italy, Belgium, the Netherlands, France, Germany and Yugoslavia, combined with the genetic heritage of Hungarian forests (*Populus nigra* and *Populus alba*). This research programme was started by the prominent scientists of the Hungarian Forest Research Institute (ERTI), Gy. Koltay and F. Kopecky. In Hungary ERTI is the most important national institution for poplar breeding and improvement. It took part in provenance testing experiments of *Populus trichocarpa*, *Populus deltoides* and *Populus nigra*, launched by FAO and IUFRO. In the course of breeding activities over four decades, about 80 000 seedlings were produced and tested by ERTI, of which 50% were among interspecific and intraspecific hybrids of the Aigeiros section, 15% of the Leuce section and 35% of the Tacamahaca section.

The number of clones selected out of progenies amounts to more than 1000. These clones, screened by early testing methods, make up a considerable part of the collection of ERTI and at the same time primary materials for clonal testing experiments. This poplar cross-breeding resulted in several excellently growing euramerican poplar clones, of which *Populus x euramericana* 'Pannonia', 'Kopecky' and 'Koltay' have been admitted to the official national poplar clone-choice and are integral parts of the state approved and tested varieties.

Selection breeding was mostly directed to native poplars (Kopecky 1962, 1978). According to his research on native poplar hybrids, the *P. alba* x *P. grandidentata* 'H 422-1', the 'H 422-6', the *P. alba* x *P. alba* 'H 425-4' and the 'H 325-10' clones could have some growing-importance. The *P. alba* cv. 'Bolleana' 'H 427-3', the *P. alba* x *P. grandidentata* 'H 422-1' and the 'H 422-6' clones can be planted in roadside plantations and parks for their decorative value on the whole range of suitable sites (Rédei 2000). On the calcareous sites of the Pannonian Plain only the *P. canescens* x cv. 'Bolleana', the 'H 372-1' and the 'H 372-2' can be planted.

Selection investigations on marked individuals and populations of native poplars laid the foundation for their possible *in situ* and *ex situ* conservation. Marked gene-reserves extend to roughly 100 ha and the number of registered plus-trees is about 200 (*in situ* gene preservation). In Hungary the area of native and hybrid poplar experiments amounts to 800 ha. Geographically they are dispersed in the poplar growing regions, and therefore are suitable for drawing conclusions on clone-site relations under the typical conditions of the country (Tóth 1996).

BRIEF SUMMARY ON BREEDING AND IMPROVEMENT OF WHITE POPLARS IN SERBIA

In Serbia, the work on the breeding of white poplar related to the Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad (Guzina (edit.), 1986; Guzina and Tomovic, 1989; Tomovic, 1994; Guzina et al. 2000; Orlovic, 2003).

The main courses while working on the breeding of tree species is related to:

- The study of variability and heritability (Guzina and Bozic, 1984, Tomovic and Orlovic, 1994; Orlovic et al. 2003), variability of isozymes (Orlović et al. 2003)
- Breeding hybridization and selection (Guzina et al. 1998; Guzina et al. 2000; Orlovic et al. 2003)
- Vegetative reproduction and clonal selection (Pletikapić-Kolevska, 1985; Guzina and Tomovic, 1989)
- Attempt of induction and use of mutation (gama 137 C) (Guzina 1986; Orlovic et al. 2003).

All above studies were conducted to create new cultivars and introduction into production.

METHODS OF VEGETATIVE PROPAGATION USED FOR LEUCE POPLARS

Clonal selection is a variant of individual selection, a very effective one, as both additive and non-additive genetic components are utilized. Asexual propagation is very important for archivation and conservation of selected genotypes. The ease of vegetative sustenance of individuals is the advantage in forest tree breeding.

The vegetative reproduction of Leuce poplars can be solved by autovegetative propagation. Cutting propagation has been practiced for centuries in horticulture and to some extent in forestry as well. Root cuttings have been proved to be the best method. Root cuttings are detached parts of root systems, generally 0.5 cm in diameter and about 5-10 cm in length. They are planted horizontally at a depth of 2 to 3 cm in a well-watered rooting medium. Good results can be achieved with simple sowing of root cuttings in the nursery.

Greenwood cuttings are much more difficult to handle, as they are sensitive to drying-out. Greenwood cuttings of Leuce poplars are rooted under shaded foil cover, they have to be carefully watered. The time required for root formation varies from two weeks to twelve weeks. Clones which root the best in early summer are usually over-wintered in a greenhouse because their root systems are not adequate to support the young ramets under outdoor winter conditions.

Almost 10 Leuce poplar selected clones were micro-propagated during the last few years in the Micro-propagation Laboratory of Research Institute for Fruit growing and Ornamentals, Budapest –Érd in collaboration with the Hungarian Forest Research Institute. In Serbia selected clones were micro-propagated during the last few years in the Laboratory for micropropagates of Institute of Lowland Forestry and Environment. Four Leuce poplar selected clones are regulary micropropagated during the last few years, but the best results are with *Populus alba* L-12.

Plant tissue culture methods provide us with new means to speed up vegetative propagation of the selected clones and give us the opportunity to establish new clone

trials and seed orchards with them (Rédei, Balla, 2007). In spite of the numerous advantages of this method it has to be underlined that tissue culture plants must not be brought into cultivation before risks and costs are carefully considered.

EARLY EVALUATION OF LEUCE POPLAR CLONES

Suitable observation techniques make it possible to observe some characteristics important for breeding already at an early stage of development of trees, while other characteristics are manifested at a later age. In our selection work the main selection criteria were:

- growth rate
- adaption to site conditions
- stem form
- branching habit
- rootability of cuttings
- resistance to pests and diseases and
- wood properties.

In the past decades the Hungarian Forest Research Institute has established several comparative trials with Leuce poplar clones for investigating their site requirements, growing patterns and yield (Rédei 1994, 1999).

Description of the study area

The trial discussed in this paper was allocated in subcompartment Kecskemét 40A in the Danube – Tisza interflow region (in central Hungary) in spring 2004. According to the Hungarian classification of forest site types, the main ecological characteristics of the studied area are the following: forest steppe climate zone; humidity is less than 50% in July at 2 pm; the annual precipitation is less than 550 mm; hydrology: free draining; genetic soil type: humid sandy soil with very shallow rootable depth.

Trial discussed in this paper in Serbia was allocated in field experiment in Institute of lowland forestry and environment. The main ecological characteristics of the studied area are the following: forest steppe climate zone; humidity is less than 50% in July at 2 pm; the annual precipitation is less than 550 mm; hydrology: free draining; genetic soil type: sandy to sandy - loam soil.

Leuce poplar clones found in the trial

In the clone trial the clone of 'H 325' (*P. alba* x *P. alba*), 'H 337' (*P. alba* x *P. grandidentata*), 'H 384' (*P. alba* x *P. grandidentata*), and 'H 425-4' (*P. alba* x *P. alba*) as well as white poplar (*P. alba* L.) as control can be found. The experiment was set up with micropropagated plants (in case of the clones) and one-year-old seedlings (in case of the control). A randomised block system with three replications was used. The initial spacing was 2.5 x 2.0 m.

The experiment in Serbia was set up with micropropagated plants of *Populus alba* L-12. The initial spacing was 2.5 x 2.5 m. The trial was established in the protected part of the alluvial plain of the Middle Danube near Novi Sad at the

experimental field of the Institute of Lowland Forestry and Environment. The most common soil type is fluvisol (Galić et al. 2009).

Assessment of stand characteristics

The following stand parameters were measured and calculated at the age of 6 years: stem number, dbh.(diameter at breast height), tree height and mean tree volume. Stem volume was estimated according to the volume table for white poplar (Sopp, Kolozs 2000).

The collected data were analyzed by STATISTICA 8.0 (data analysis software system - StatSoft, Inc. 2008) programme including correlations and regression analysis. Analysis of variance was done for height (H) and diameter at breast height (DBH) since these parameters (particularly diameter) are highly correlated with the mean tree volume.

Tree classification

Characterization of stem quality, including their health condition was defined by using the following stem quality classes:

- *Class 1* - The stem is straight, cylindrical, healthy and reaching the top of the crown. Crooks are tolerated in one dimension only, up to a bend of less than twice the stem diameter. The lower two-third of the bole is free of live branches.
- *Class 2* - The stem is straight and healthy, forks are tolerated, but only if they are in the uppermost third of the tree. Crooks are tolerated in one dimension only, up to less than four times the stem diameter.
- *Class 3* - The stem is crooked, leaning and more or less damaged. Crooks may reach six times the stem diameter in one dimension and minor crookedness in a second dimension is tolerated.
- *Class 4* - The stem is very crooked in more than one dimension and heavy damaged. Low branching, forked trees sometimes with broken crown.

Results

Table 1 illustrates the most important stand structure parameters. On the basis of the data, considering the growth in height, the clones 'H 337' and 'H 384' provided the best results. They surpassed the control by 29 and 23 per cent, respectively. As regards the growth in DBH the above-mentioned clones surpassed the control by 24 and 23 per cent, the tendency was also the same with regard to the mean tree volume values. The effect of differences in DBH on the mean tree values seems to be very considerable (an additional 50 and 40 per cent for the above-mentioned clones). As the stem quality index is concerned, the succession from best to worst is: 'H 337', 'H 384', 'H 425-4' and 'H 325'. According to the significance test at P=5% level, significant differences were found in height ($SD_{5\%} = 1.31$ m), in DBH ($SD_{5\%} = 1.22$ cm) and in the mean tree volume values ($SD_{5\%} = 2.90$ dm³).

Table 1. Stands characteristics of Leuce-poplar clones at age 6 year in Hungary
 Tabela 1. Svojstva sastojine u šestoj godini za Leuce klonove u Mađarskoj

Name of clone Ime klona	Mean H Srednja visina (m)	%	Mean DBH Srednji $d_{1.30}$ (cm)	%	Mean tree volume Zapremina srednjeg stabla (dm^3)	%	Stem-quality Kvalitet stabla (1-4)
'H 325'	5.1	106	6.0	97	9	90	1.7
'H 337'	6.2	129	7.7	124	15	150	1.1
'H 384'	5.9	123	7.6	123	14	140	1.4
'H 425-4'	5.6	117	6.7	108	12	120	1.5
Control Kontrola	4.8	100	6.2	100	10	100	1.9

Table 2. illustrates the most important stand structure parameters at age 6 in Serbia.

Table 2. Stands characteristics of Leuce-poplar clones at age 6 years in Serbia
 Tabela 2. Svojstva sastojine u šestoj godini za Leuce klon u Srbiji

Name of clone	Mean H (m)	Mean DBH (cm)	Mean tree volume (dm^3)	Stem-quality (1-4)
L-12	14.6	8.5	44	1.1

At age 6 the average and maximal DBH of *Populus alba* L-12 was 8,55 and 12,00 cm respectively. According to the data from Hungary clone L-12 had a greater DBH in average 1,5 cm. The average height was 14.1 m. In the same age the maximal and average potential wood production of *Populus alba* L-12 was 15,04 m^3/ha and 25,12 m^3/ha respectively. As a result, the greater the volume of white poplar clones in Serbia in relation to the white poplar clones in Hungary.

Comparison with data from previous periods is not possible because the clones represent a new selection.

The DBH, volume and volume increment to age 21 of *Populus alba* L-12 illustrated on figure 1, 2 and 3.

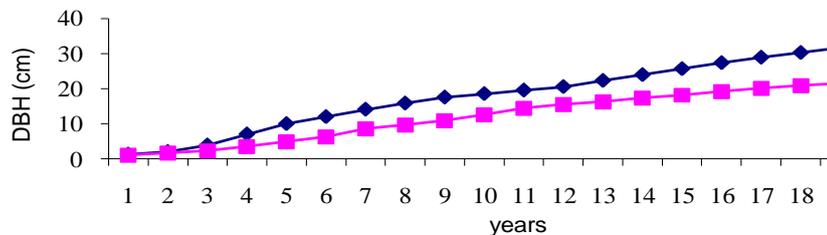


Figure 1. Maximal and average DBH of *Populus alba* L-12

Slika 1. Maksimalni i srednji prečnik na prsnoj visini kod *Populus alba* L-12

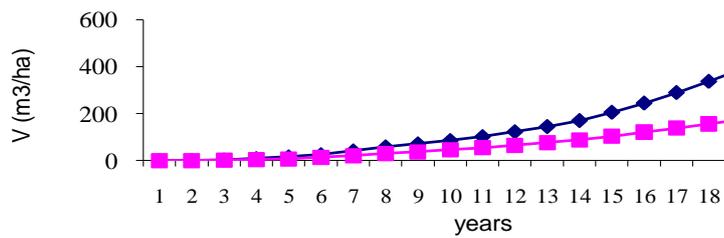


Figure 2. Maximal and average potential wood production of *Populus alba* L-12
 Slika 2. Maksimalni i srednji potencijal proizvodnje drveta kod klona *Populus alba* L-12

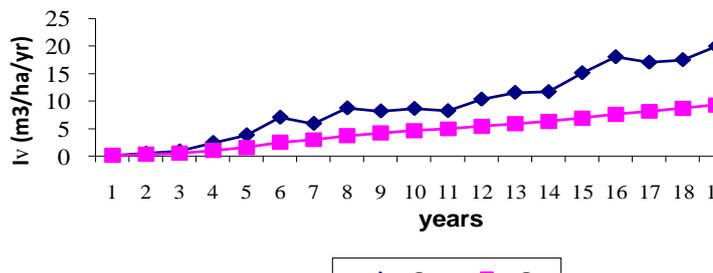


Figure 3. Annual increment in wood production of *Populus alba* L-12
 Slika 3. Tekući prirast proizvodnje drveta kod *Populus alba* L-12

The average DBH at age 21 for clone L-12 was 23 cm, the maximal DBH was 34.3 cm and the average volume was 224 m³ha⁻¹. The maximum of *I_v* was at age of 19 (19,99 m³ha⁻¹). Comparison with data from Hungary in larger ages was not possible. The reason is lower age of the experimental plantations in Hungary.

In similar stand conditions *Populus x euramericana* clone I-214 had a maximum growth at age 18 (24,53 m³ha⁻¹, Galic, 2003). As the results suggest, testing clone of white poplar have a great potential which is essential in poplar growing.

CONCLUSIONS

The trees in the clone trial demonstrated in the paper thrive under site conditions that are only partly favourable for poplar growing. Considering this fact, the early evaluation showed that mostly the clones 'H-337', 'H-384' and *Populus alba* L-12 seem to be suitable for poplar management, while the clone 'H 425-4' could be considered an alternative one for wood production.

Experiments have also demonstrated that micropropagated plants can be successfully transplanted into soil, hardened and grown in the field. Micropropagated trees have been exhibiting normal growth and appearance since they were planted.

As the results suggest, systematic testing is essential in poplar breeding. However, results with a smaller probability of error can only be achieved after a longer period of research. The systematic evaluations of comparative trials set up in the past decades in Hungary will make it possible to select more reliably the *Leuce* poplar clones which can meet all the requirements drafted in the introduction to this paper.

As the results suggest, testing clone have a great potential which is essential in poplar growing. Results also shows that clone L 12 has a great potential for fast growts and wood production.

Acknowledgements: Research on *Leuce* poplars improvement in Hungary is partly supported by the project called TÉT Foundation (project number: RS-6/2009) involving the University of Novi Sad Institute of Lowland Forestry and Environment in Serbia. Further support has been provided by the Kiskunsági Forestry Joint Stock Company (Kecskemét) through fruitful field work cooperation.

REFERENCES

- Galić Z., Ivanišević P., Orlović S., Redei K., Pekeč S., Kebert M. (2009): Monitoring sezonske dinamike vlažnosti aluvijalnog zemljišta u priobalju Dunava kod Novog Sada. *Topola* 183/84 str. 5–20
- Guzina, V. (edit.) (1986): *Poplars and willows in Yugoslavia*. Forest Research Institute, Novi Sad.
- Guzina, V., Božić J. (1984): Oplemenjivanje topola sekcije *Leuce DUBY* i mogućnost njihovog korišćenja za proizvodnju celuloze i papira. *Topola* 141-42, str. 55-64
- Guzina V., Tomović Z. (1989): Mogućnost primene metoda kulture tkiva u oplemenjivanju topola. *Topola* 155-156, 47-56
- Guzina, V., Avramović, G., Orlović, S., Kovačević, B., Poljaković-Pajnik, L. (1998): Survey of results of poplar selection in section *Leuce DUBY*. 10th European Conference and Technology Exhibition „Biomass for Energy and Industry“. Proceedings 1082-1086
- Guzina, V., Orlović, S., Kovačević, B. (2000): Breeding of poplars in the section *Leuce DUBY* at the Poplar Research Institute in Novi Sad. 21st Session of the International Poplar Commission (FAO IPC 2000), Portland, Proceedings: 74-79
- Kopecky, F.(1962): Nyártermesztés. (Poplar breeding.) In Keresztesi, B. (edit.): Nyártermesztés Magyarországon. (Poplar growing in Hungary.) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 83–117. (in Hungarian).
- Kopecky, F.(1978): Keresztezéses nemesítés. (Cross-breeding.) In Keresztesi, B. (edit.): Nyár- és fűztermesztés. (Poplar and willow growing.) Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 47–65. (in Hungarian).
- Mátyás, CS. (1983): An introduction to forest tree improvement. University Multipliers, Sopron.

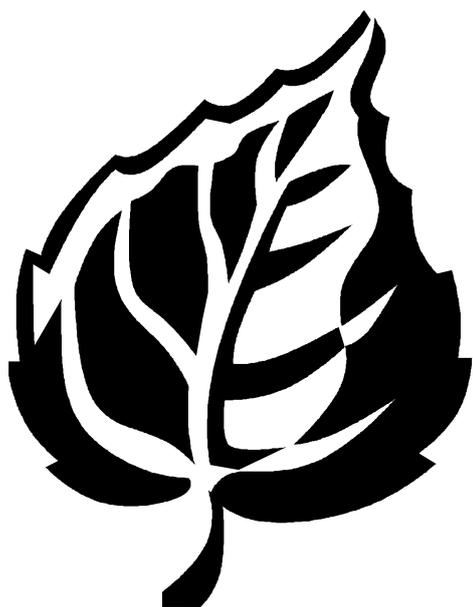
- Orlović, S., Kovačević, B., Pilipović, A., Galić, Z. (2003): Selekcija i hibridizacija topola iz sekcije *Leuce Duby*. Radovi – Knjiga 25, str. 15-27
- Pletikapić-Kolevska, B. (1985): Klonsko razmnožavanje *Leuce* topola metodom kulture tkiva. Topola 145-46, str. 3-9
- Rédei, K. (1991): Improvement of Leuce-poplars growing in Hungary. Erdészeti Kutatások, 82–83:304–312.
- Rédei, K.(1994):Igéretes fehér nyár (*Populous alba*) származások fatermése a Duna-Tisza közti homokháton. (Yield of promising *Populus alba* proveniences on the Danube–Tisza region sands.) Erdészeti Kutatások, 84: 81–90. (in Hungarian).
- Rédei, K.(1999): Promising White Poplar (*Populus alba* L.) clones in Sandy ridges Between the Rivers Danube and Tisza in Hungary. Hungarian Agricultural Research, 8. 3:4-8.
- Rédei, K.(2000): Early performance of promising white Poplar (*Populus alba*) clones in sandy ridges between the rivers Danube and Tisza in Hungary. Forestry, Vol.73, No. 4, 407-413.
- Rédei, K. – Balla, I.(2007): Vegetatív szaporítás. (Vegetative propagation.) In Rédei, K.(edit.) Homoki fehérnyárasok termesztés-fejlesztése. (Improvement of white poplar stands on sandy soils.) Agroinform Publishers, Budapest,18-23. (in Hungarian).
- Sopp, L., Kolozs, L.(edit.). (2000): Fatömegetáblák. (Volume tables). Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest, 58–66. (in Hungarian).
- Szodfridt,I – Palotás, F. (1973): Hazai nyáarak. (Native poplars). In Danszky,I. (edit.): Erdőművelés II. (Silviculture II). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. (in Hungarian).
- Tomović Z., Orlović S. (1994): The variability and heredity of leaf morphological parameters in poplar clones, section Leuce. Genetika vol. 26, N° 3; 201-207
- Tóth, B. (edit.) (1996): Poplar and willow growing in Hungary. Forest Research Institute, Budapest.

Rezime

KLONSKI PRISTUPI UZGOJU BELIH TOPOLA (LEUCE DUBY) U MAĐARSKOJ I SRBIJI

Károly RÉDEI, Zsolt KESERŰ, Gábor SZULCSÁN, Saša ORLOVIĆ, Zoran GALIĆ, Lajos JUHÁSZ, Judit GYÓRI

Leuce topole, posebno bela topola (Populus alba) i njen prirodni hibrid, siva topola (Populus x canescens) su autohtone vrste koje formiraju sastojine u Mađarskoj i Srbiji. Više od 70 procenata njihovih sastojina i plantaža mogu da se nađu na kalcifikovanim peskovitim lokalitetima u regionu Dunav-Tisa, te igraju značajnu ulogu u uzgoju topola u ovom delu države. Jedan od najvažnijih zadataka mađarskih i srpskih uzgajivača topola jeste da unaprede kvalitet topolarskih zasada topolovih sastojina i plantaža za proizvodnju drveta na osnovu selekcije klonova i sorti tolerantnih na sušu. U radu su pocenjeni juvenilni porast i morfološke karakteristike pet Leuce klonova, umnoženih mikropropagacijom, na marginalnim staništima centralne Mađarske. Klonovi 'H-337' (P. alba x P. grandidentata), 'H-384' (P. alba x P. grandidentata) bi mogli da budu posebno interesantni za proizvodnju kvalitetnog drveta u uslovima aridne klime. Kako rezultati ukazuju, testiranje klonova ima veliki potencijal, što je esencijalno u uzgoju topola. Rezultati takođe ukazuju da i klon L-12 ima veliki potencijal za brzi rast i proizvodnju drveta.



UDK: 582.623:631.541.1

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

VARIJABILNOST SVOJSTAVA OŽILJAVANJA BELE VRBE

Kovačević Branislav¹, Orlović Saša, Pekeč Saša, Katanić Marina, Stojnić Srđan

Abstrakt: Bela vrba je jedna od ključnih vrsta u projektima proizvodnje biomase i fitoremedijacije. Jedna od značajnih prednosti koju ima u odnosu na mnoge druge drvenaste vrste je mogućnost vegetativnog umnožavanja odrvenjenim reznicama. U cilju ispitivanja varijabilnosti svojstava ožiljavanja reznica ispitano je 11 genotipova bele vrbe (*Salix alba* L.) u poljskim uslovima, na peskovito-ilovastom fluvisolu. Nakon 6 nedelja ispitana je varijabilnost sledećih svojstava: broj formiranih korenova prvog reda na donjem rezu reznice (BK0), na delu reznice od donjeg reza do 5 cm reznice (BK05), od 5. do 10. cm (BK510), od 10. do vrha reznice (BK1020), na donjih 5 cm reznice (BK5 = BK0 + BK05) i ukupan broj korenova (UBK). Takođe je ispitana i varijabilnost učešća broja korenova na ispitivanim delovima reznice u ukupnom broju korenova (BK0P, BK05P, BK510P, BK1020P, BK5P, respektivno).

Ključne reči: reznica, koren, ožiljavanje, *Salix alba*

VARIABILITY OF CUTTING ROOTING CHARACTERISTICS OF WHITE WILLOW

Abstract: White willow is one of the key tree species in biomass production and phytoremediation projects. One of the most important advantages of white willows is their ability to vegetative propagate by stem hardwood cuttings. In order to examine the variability of characteristics of cutting rooting in 11 genotypes of white willow (*Salix alba* L.) in field conditions, on sandy-loamy fluvisol. After six weeks the variability of following characteristics was examined: number of the

¹ Dr Kovačević Branislav, viši naučni saradnik, Dr Saša Orlović, Naučni savetnik, Dr Saša Pekeč istraživač saradnik, dipl. biol. Marina Katanić, istraživač saradnik, dipl. inž. šum. Srđan Stojnić, istraživač saradnik, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad, www.ilfe.org

first-order roots on the basal cut of the cutting (BK0), on the part from basal cut to the 5th cm of cutting (BK05), from 5th to 10th cm (BK510), from 10th up to the top of the cutting (BK1020), on the basal five cm of the cutting (BK5 = BK0 + BK05) and total number of roots (UBK). Also, the variability of the participation of number of roots on mentioned parts of cutting in the total number of roots was examined (BK0P, BK05P, BK510P, BK1020P, BK5P, respectively).

Key words: cutting, root, *Salix alba*

UVOD

Vrste roda *Salix* L. su jedne od najzastupljenijih u projektima fitoremedijacije i proizvodnje biomase u uslovima kratke ophodnje. Zahvaljujući tolerantnosti na uslove ograničenog prisustva kiseonika u zemljištu (teška, zbijena, poplavljena zemljišta) interesantne su za filtraciju voda zagađenih raznim agensima (teški metali, organske materije i dr.) (Perttu i Kowalik, 1997; Mleczek et al., 2010). Jedna od ključnih prednosti vrba je ožiljavanje njihovih odrvenjenih reznica, što daje mogućnost jednostavne vegetativne propagacije interesantnih genotipova, što je od posebne važnosti u rasadničkoj proizvodnji i prilikom zasnivanja zasada. Značajnu prednost u odnosu na druge vrste daju im, u tom smislu, prethodno formirane primordije (Carlson, 1938; Heissig, 1970; Smith i Wilson, 1972). To su primordije formirane u primarnoj kori još tokom prethodne vegetacije, koje se u odgovarajućim uslovima aktiviraju (odsustvo svetla, povoljna vlažnost), formirajući korenove. Ovi korenovi se formiraju znatno pre tzv. korenova rane, koji se formiraju iz primordija na donjem rezu reznice, jer se primordije na rezu iniciraju tek nakon izrade reznice i formiranja kalusnog tkiva. Poznato je da je brojnost primordija i njihovo aktiviranje pod uticajem velikog broja faktora: od razlika među genotipovima, unutar iste biljke, do uslova spoljne sredine i primenjenih tehnoloških postupaka (Schaff et al., 2002, Van Splunder et al. 1996, Pezeshki et al., 1998).

Cilj ovog istraživanja je bio da se ispita značaj razlika među genotipovima na variranje svojstava ožiljavanja bele vrbe (*Salix alba* L.), kao i odnosi među tim svojstvima u cilju unapređenja postupka selekcije i tehnologije zasnivanja rasadničke proizvodnje i zasada odrvenjenim reznicama.

MATERIJAL I METODE

Rasadnički ogled je zasnovan 30. aprila 2010., na razmaku 80 x 10 cm u četiri ponavljanja sa slučajnim rasporedom. Ispitano je 11 genotipova bele topole (*Salix alba* L.): 107/65/1, B44, 380, 73-6, 182, 350, 378, B-84, 79/64/2, 347, V158, od kojih su svi u eksperimentalnoj fazi ispitivanja.

Ogled je postavljen na Oglednom dobru Kačka šuma, Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, na lokalitetu „Bašte“, gde je otvoren pedološki profil i determinisan tip zemljišta. Prema morfološkoj građi profila opisano zemljište ima

antropogenizovani humusni horizont Ap do dubine od 30 cm, odnosno morfološka građa ovog pedološkog profila je Ap-I-II-III_{Gso}-Gr. U sloju III_{Gso} je dominantan proces oksidacije nakon povlačenja podzemne vode, dok kod podhorizonta gleja – Gr, prevladava proces redukcije.

Tabela 1. Granulometrijski sastav ispitanog zemljišta

Table 1. Granulometric composition of examined soil

Horizont <i>Horizon</i>	Dubina <i>Depth</i> (cm)	Krupan pesak <i>Coarse sand</i> >2- 0.2mm (%)	Sitan pesak <i>Fine sand</i> 0.2- 0.02mm (%)	Prah <i>Silt</i> 0.02- 0.002mm (%)	Glina i koloidi <i>Clay and coloides</i> 0.002- 0.0002mm (%)	Ukupan pesak <i>Total sand</i> (%) >0.02mm	Fizička glina (prah + glina) <i>Total clay</i> (%) <0.02mm	Teksturna klasa <i>Texture class</i>
Ap	0-30	6,06	73,82	11,32	8,80	79,88	20,12	Ilovast pesak Loamy sand
I	30-100	2,07	87,69	4,16	6,08	89,76	10,24	Pesak Sand
II	100-130	13,71	82,41	1,44	2,44	96,12	3,88	Pesak Sand
III _{Gso}	130-210	1,58	84,34	12,60	1,48	85,92	14,08	Ilovast pesak Loamy sand
Gr	210>	1,06	87,18	8,92	2,84	88,24	11,76	Pesak Sand

Kod istraženog pedološkog profila dominira sadržaj ukupnog peska koji po dubini varira od 79,99 - 96,12%, sa prosečnom vrednošću od 87,98%. Celom dubinom profila je najzastupljenija frakcija sitnog peska, sa prosečnom vrednošću od 83,09%. Sadržaj ukupne gline je nizak i kreće se od 3,88 – 20,12%, sa prosečnom vrednošću od 12,02 %. Teksturane klase ovog zemljišta se kreću od peska do ilovastog peska. Ovaj lokalitet je izabran zbog lošijih rezultata do kojih se došlo u rasadničkoj proizvodnji vrba na ritskoj crnici (Pekeč et al., 2010).

Nakon 6 nedelja (14.07.2010.) ožiljenice su pažljivo iskopane kako bi bila ispitana varijabilnost sledeća svojstva: broj formiranih korenova prvog reda na donjem rezu reznice (BK0), na delu reznice od donjeg reza do 5 cm reznice (BK05), od 5. do 10. cm (BK510), od 10. do vrha reznice (BK1020), na donjih 5 cm reznice (BK5 = BK0 + BK05) i ukupan broj korenova (UBK). Takođe je ispitana i varijabilnost učešća broja korenova na ispitivanim delovima reznice u ukupnom broju korenova (BK0P, BK05P, BK510P, BK1020P, BK5P, respektivno).

Variranje ispitivanih svojstava je izvršena na osnovu jednofaktorijalne analize varijanse:

$$X_{ij} = \mu + g_i + \varepsilon_{ij},$$

gde je g_i efekat i-tog genotipa a ε_{ij} efekat ponavljanja.

Podaci broja korenova su transformisani kvadratnom transformacijom ($\sqrt{X_{ij}+1}$), a podaci za svojstva učešća broja korenova na pojedinim delovima reznice u ukupnom broju korenova arcsin-transformacijom ($\arcsin \sqrt{X_{ij}}$), gde se X_{ij} odnosi na vrednost i-tog genotipa u j-tom ponavljanju u %. U cilju analize variranja ispitivanih svojstva među genotipovima, pored rezultata analize varijanse korišćeni su koeficijent varijacije: $C_{v_A} = \frac{\sigma_A}{\bar{X}} * 100\%$, gde je σ_A - očekivana standardna devijacija izvora variranja A, kao i učešće očekivanih varijansi u ukupnom variranju: $\sigma_A^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_T^2}$, gde je σ_A^2 očekivana varijansa posmatranog izvora variranja, a σ_T^2 ukupna očekivana varijansa. Očekivane varijanse su izračunavane prema sledećim formulama: za očekivanu varijansu genotipa $\sigma_G^2 = \frac{MS_G - MS_E}{n}$, za očekivanu varijansu pogreške: $\sigma_E^2 = MS_E$, dok je ukupna očekivana varijansa izračunavana prema formuli: $\sigma_T^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2$. Za poređenje srednjih vrednosti korišćen je NZR-test, za ocenu odnosa među ispitivanim svojstvima Pirsonov koeficijent korelacije na osnovu srednjih vrednosti genotipova. U statističkoj analizi korišćen je program STATISTICA 7.1 (2006).

REZULTATI I DISKUSIJA

Na osnovu ispitivane grupe genotipova bele vrbe uočena je razlika kako u njihovom variranju tako i u međusobnim odnosima.

Sva svojstva su pokazala da su pod statistički značajnim uticajem razlika među genotipovima. Gentički koeficijenti varijacije su se kretali od 6,25% i 7,38% (za BK510P i BK05P, respektivno) do 42,61% (za BK0P). Svojstvo BK0P se pokazalo i kao dosta nestabilno s obzirom da je imao koeficijent varijacije pogreške od 35,11% (Tab. 1).

F-vrednost je bila najviša za visinu izbojka i UBK (22,61 i 20,10, respektivno), ukazujući na njihov mogući značaj u daljem unapređenju oplemenjivanja i tehnologije uzgoja bele vrbe. To je potvrđeno i rezultatima doprinosa očekivanih varijansi genotipa ukupnom variranju (Graf. 1), gde visokim doprinosom genotipa ukupnom variranju (više od 80%) se ističu takođe visina izbojka i ukupnog broja korenova. Treba odmah napomenuti da su dobijeni rezultati relativni s obzirom da se radi o jednogodišnjim istraživanjima, te da će višegodišnja istraživanja svakako ukazati na slabiji uticaj genotipa (Kovačević et al, 2008). Ipak, već ovi rezultati mogu koristiti za preliminarne zaključke o odnosima među ispitivanim svojstvima. Značaj uticaja genotipova na variranje visine izbojka je

jasno veće nego što je to slučaj sa visinom izbojka početkom juna kod genotipova američke crne topole (Kovačević et al., 2007). Ovaj podatak dobija na značaju s obzirom da rezultati Kovačević et al (2009) ukazuju na jasnu vezu visine izbojka u ovom periodu i preživljavanja reznica.

Tabela 2. Varijabilnost ispitivanih svojstava ožiljavanja bele vrbe (*Salix alba* L.) ¹⁾Table 2. Variability of examined cutting rooting characteristics of white willow (*Salix alba* L.)

Svojstva ²⁾ Characteristics	Min - Max	Sredina Average	MS _g ³⁾	MS _e	F-test	Cv _g (%)	Cv _e (%)
BL	17,50 – 32,65	23,95	73,07	7,82	9,35 **	16,86	11,67
VI	42,30 – 102,55	63,07	1323,63	58,49	22,63 **	28,19	12,12
BK0	0,57 - 3,47	1,41	0,27	0,04	6,66 **	15,54	13,06
BK05	3,70 - 8,24	5,81	0,32	0,03	10,67 **	10,40	6,69
BK510	2,40 - 9,00	4,87	0,53	0,05	11,61 **	14,40	8,84
BK1020	2,50 - 7,93	4,72	0,57	0,04	13,04 **	15,20	8,76
BK5	5,27 - 9,53	7,50	0,27	0,03	8,46 **	8,31	6,09
UBK	11,69 - 26,72	17,44	1,14	0,06	20,10 **	12,12	5,54
BK0P	1,49 - 16,66	5,81	165,39	24,00	6,89 **	42,61	35,11
BK05P	27,24 - 44,65	33,97	42,73	15,06	2,84 *	7,38	10,89
BK510P	18,46 - 33,77	27,25	27,46	11,81	2,32 *	6,28	10,92
BK1020P	16,55 - 35,74	26,51	56,11	12,19	4,60 **	10,69	11,27
BK5P	35,64 - 57,82	44,31	79,93	12,07	6,62 **	9,87	8,32

¹⁾ Stepeni slobode: za genotip $df_g = 10$, za pogrešku $df_{err} = 33$, za total $df_{total} = 43$

²⁾ Ispitivana svojstva: broj listova (BL), visina dominantnog izbojka [cm] (VI), broj formiranih korenova prvog reda na donjem rezu reznice (BK0), na delu reznice od donjeg reza do 5 cm reznice (BK05), od 5. do 10. cm (BK510), od 10. do vrha reznice (BK1020), na donjih 5 cm reznice (BK5 = BK0 + BK05) i ukupan broj korenova (UBK) i učešće broja korenova na ispitivanim delovima reznice u ukupnom broju korenova (BK0P, BK05P, BK510P, BK1020P, BK5P, respektivno)

³⁾ Oznake - MS_g-sredina kvadrata za genotip, MS_e-sredina kvadrata za pogrešku, Cv_g-koeficijent varijacije za genotip, Cv_e-koeficijent varijacije za pogrešku

¹⁾ Degree of freedom: for genotype $df_g = 10$, for error $df_{err} = 33$, for total $df_{tot} = 43$

²⁾ Examined characters: number of leaves (BL), the height of dominant shoot [cm] (VI), number of roots on the basal cut (BK0), number of roots from the basal cut to the 5th cm of cutting (BK05), number of roots on the first five cm (BK5), number of roots from the 5th to 10th cm of cutting (BK510), number of roots above the 10th cm from the cutting (BK1020), total number of roots (UBK) and the contribution of number of roots on examined parts of cutting to the total number of roots (BK0P, BK05P, BK5P, BK510P, BK1020P, respectively)

³⁾ Labels: MS_g - mean squares for genotype, MS_e - mean squares for error, Cv_g - coefficient of variation for genotype, Cv_e - coefficient of variation for error

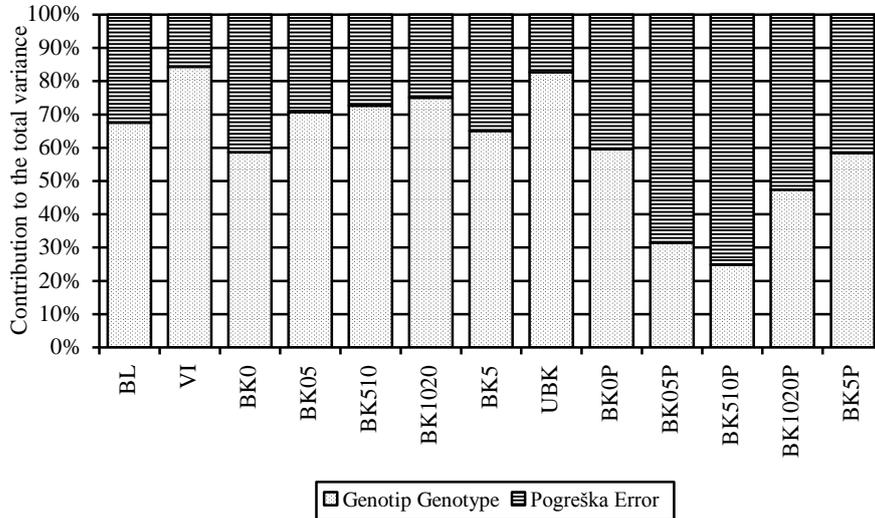
Svojstva BK05P i BK510P pak karakteriše relativno slab doprinos genotipa ukupnom variranju, što je u skladu sa njihovim koeficijentom varijacije. Prema Kovačević et al (2005) i Kovačević et al (2007) uticaj razlika među genotipovima kod crnih topola za ova dva svojstva bio među jačima. Sa druge strane, visok genetički koeficijent varijacije i značajan doprinos genotipa variranju za BK0P, pa i za BK0 značajno odstupanje od rezultata koje su dobili Kovačević et al. (2008, 2009) za crne topole, kod kojih se uticaj genotipa na variranje svojstava korenova rane pokazao beznačajnim. Značajniji uticaj genotipa na variranje visine izbojka i svojstava korenova rane moglo bi da ukaže da je prilikom odabira ispitivanih genotipova selekcionni pritisak na navedena svojstva bio slabiji.

F-vrednost je bila najviša za visinu izbojka i ukupan broj korenova (22,61 i 20,10 , respektivno), ukazujući na njihov mogući značaj u daljem unapređenju oplemenjivanja i tehnologije uzgoja bele vrbe. To je potvrđeno i rezultatima doprinosa očekivanih varijansi genotipa ukupnom variranju (Graf. 1), gde visokim doprinosom genotipa ukupnom variranju (više od 80%) se ističu takođe visina izbojka i ukupnog broja korenova. Treba odmah napomenuti da su dobijeni rezultati relativni s obzirom da se radi o jednogodišnjim istraživanjima, te da će višegodišnja istraživanja svakako ukazati na slabiji uticaj genotipa (Kovačević et al, 2008). Ipak, već ovi rezultati mogu koristiti za preliminarne zaključke o odnosima među ispitivanim svojstvima. Značaj uticaja genotipova na variranje visine izbojka je jasno veće nego što je to slučaj sa visinom izbojka početkom juna kod genotipova američke crne topole (Kovačević et al., 2007). Ovaj podatak dobija na značaju s obzirom da rezultati Kovačević et al (2009) ukazuju na jasnu vezu visine izbojka u ovom periodu i preživljavanja reznica.

Svojstva BK05P i BK510P karakteriše relativno slab doprinos genotipa ukupnom variranju, što je u skladu sa njihovim koeficijentom varijacije. Prema Kovačević et al (2005) i Kovačević et al (2007) uticaj razlika među genotipovima kod crnih topola za ova dva svojstva bio među jačima. Sa druge strane, visok genetički koeficijent varijacije i značajan doprinos genotipa variranju za BK0P, pa i za BK0 značajno odstupanje od rezultata koje su dobili Kovačević et al. (2008, 2009) za crne topole, kod kojih se uticaj genotipa na variranje svojstava korenova rane pokazao beznačajnim. Značajniji uticaj genotipa na variranje visine izbojka i svojstava korenova rane moglo bi da ukaže da je prilikom odabira ispitivanih genotipova selekcionni pritisak na navedena svojstva bio slabiji.

Grafikon 1. Učešće očekivane varijanse u očekivanoj varijansi totala za ispitivana svojstva ožiljavanja reznica bele vrbe (*Salix alba* L.)^{*)}

Graph 1. Contribution of expected variances to the total variance for examined of cutting rooting characteristics in white willow (*Salix alba* L.)^{*)}



^{*)} Ispitivana svojstva: broj listova (BL), visina dominantnog izbojka [cm] (VI), broj formiranih korenova prvog reda na donjem rezu reznice (BK0), na delu reznice od donjeg reza do 5 cm reznice (BK05), od 5. do 10. cm (BK510), od 10. do vrha reznice (BK1020), na donjih 5 cm reznice (BK5 = BK0 + BK05) i ukupan broj korenova (UBK) i učešće broja korenova na ispitivanim delovima reznice u ukupnom broju korenova (BK0P, BK05P, BK510P, BK1020P, BK5P, respektivno)

^{*)} Examined characters: number of leaves (BL), the height of dominant shoot [cm] (VI), number of roots on the basal cut (BK0), number of roots from the basal cut to the 5th cm of cutting (BK05), number of roots on the first five cm (BK5), number of roots from the 5th to 10th cm of cutting (BK510), number of roots above the 10th cm from the cutting (BK1020), total number of roots (UBK) and the contribution of number of roots on examined parts of cutting to the total number of roots (BK0P, BK05P, BK510P, BK1020P, BK5P, respectively)

Koeficijenti korelacije (Tab. 3) ukazuju na relativno slabu korelaciju između visine izbojka i ukupnog broja korenova, što ukazuje da značaj UBK koji se formira u prvim fazama ožiljavanja nema značaj kao što se to moglo zaključiti u istraživanjima kod crnih topola (Kovačević et al, 2007). Najviši izbojci su izmereni kod klona 73-6 (102,55 cm), pa B-44, 378 i 380 (70-80 cm), dok su najveći ukupan broj korenova imali 380 i B-44 (oko 25) (Tab. 4). To ukazuje i na potrebu detaljnijeg sagledavanja odnosa ukupnog broja korenova i visine izbojka kao i njihovog odnosa sa preživljavanjem reznica, pogotovo jer je dobijeni ukupan broj korenova kod ispitivane grupe genotipova bele vrbe znatno viši nego što je to dobijeno kod crnih

topola početkom juna (Kovačević et al., 2005, 2008). S obzirom da je osetljivost vrba prema nedostatku vlage dosta proučena i poznata (Li et al., 2004), moguće je da ukupan broj korenova nije u tolikoj meri ograničavajući faktor preživljavanja reznica vrba koliko je to slučaj kod crnih topola, već sposobnost tako formiranog korenovog sistema da podrži kontinuiran i bujan rast izbojka u početnim fazama ožiljavanja. Rezultati Van Splunder et al. (1996) to i potvrđuju ukazujući da su vrste vrba koje su ispitivali (*S. alba*, *S. tiandra* i *S. viminalis*) jasno osetljivije na nedostatak vlage od domaće crne topole.

Van Splunder et al. (1996) su takođe našli i značajne razlike u odgovoru pojedinih vrsta vrbe na sušu u pogledu reakcije korenovog sistema, stope transpiracije i odnosa dužine korena i ukupne lisne površine. Verovatno da se ovakve razlike javljaju i među genotipovima unutar vrste bele vrbe u morfološkim i fiziološkim odgovorima kako na sušu tako i na debalans u ranom rastu i razvoju izbojka i korenovog sistema.

Tabela 3. Koeficijenti korelacije za ispitivana svojstva ožiljavanja reznica bele vrbe (*Salix alba* L.)^{*)}

Table 3. Correlation coefficients for examined cutting rooting characteristics in white willow (*Salix alba* L.)^{*)}

	BL	VI	BK0	BK05	BK510	BK1020	BK5	UBK	BK0P	BK05P	BK510P	BK1020P	BK5P
BL	-	0,892 ^{**}	-0,624 [*]	-0,045	0,226	0,469	-0,422	0,112	-0,605 [*]	-0,309	0,501	0,788 ^{**}	-0,717 [*]
VI		-	-0,493	0,161	0,489	0,664 [*]	-0,124	0,399	-0,538	-0,435	0,595 [*]	0,753 ^{**}	-0,757 ^{**}
BK0			-	-0,329	-0,264	-0,523	0,282	-0,192	0,957 ^{**}	-0,265	-0,334	-0,736 ^{**}	0,601 [*]
BK05				-	0,776 ^{**}	0,754 ^{**}	0,813 ^{**}	0,870 ^{**}	-0,499	0,198	0,315	0,304	-0,315
BK510					-	0,916 ^{**}	0,640 [*]	0,970 ^{**}	-0,481	-0,423	0,786 ^{**}	0,517	-0,715 ^{**}
BK1020						-	0,455	0,902 ^{**}	-0,716 ^{**}	-0,322	0,704 ^{**}	0,778 ^{**}	-0,832 ^{**}
BK5							-	0,776 ^{**}	0,081	0,018	0,132	-0,139	0,036
UBK								-	-0,426	-0,302	0,628 [*]	0,450	-0,590 [*]
BK0P									-	-0,119	-0,464	-0,841 ^{**}	0,739 ^{**}
BK05P										-	-0,671 [*]	-0,316	0,576
BK510P											-	0,575	-0,854 ^{**}
BK1020P												-	-0,906 ^{**}
BK5P													-

^{*)} Ispitivana svojstva: broj listova (BL), visina dominantnog izbojka [cm] (VI), broj formiranih korenova prvog reda na donjem rezu reznice (BK0), na delu reznice od donjeg reza do 5 cm reznice (BK05), od 5. do 10. cm (BK510), od 10. do vrha reznice (BK1020), na donjih 5 cm reznice (BK5 = BK0 + BK05) i ukupan broj korenova (UBK) i učešće broja korenova na ispitivanim delovima reznice u ukupnom broju korenova (BK0P, BK05P, BK510P, BK1020P, BK5P, respektivno)

^{*)} Examined characters: number of leaves (BL), the height of dominant shoot [cm] (VI), number of roots on the basal cut (BK0), number of roots from the basal cut to the 5th cm of cutting (BK05), number of roots on the first five cm (BK5), number of roots from the 5th to 10th cm of cutting (BK510), number of roots above the 10th cm from the cutting (BK1020), total number of roots (UBK) and the contribution of number of roots on examined parts of cutting to the total number of roots (BK0P, BK05P, BK5P, BK510P, BK1020P, respectively)

Korelacije UBK sa ostalim svojstvima ukazuje na njegovu blisku vezu sa brojem korenova formiranim na pojedinim ispitivanim delovima reznice osim sa BK0, tj. brojem korenova rane (Tab. 2). Od svojstava koja opisuju doprinos ukupnom broju korenova pojedinih delova reznice značajne korelacije sa UBK su imali BK510P i BK5P. Visinu izbojka pak, pored visoke korelacije sa brojem listova, BK510P i BK5P, karakterišu i značajne korelacije sa BK1020 i BK1020P. To bi moglo da ukaže da formiranje korenova u gornjem delu reznice daje specifičan doprinos rastu izbojka, nezavisno od ukupnog broja korenova. Svojstva koja opisuju ožiljavanje na srednjem delu reznice (BK510 i BK510P) nisu pokazala tako snažnu pozitivnu korelaciju sa svojstvima izbojka.

S obzirom na moguću značaj rasta izbojka i preživljavanja reznice, što je slučaj kod crnih topola (Kovačević et al., 2009), pomenuti rezultati ukazuju da doprinos korenova gornjeg dela reznice može dodatno da pomogne preživljavanje reznice. Tome treba dodati i negativne korelacije BK0 i BK0P sa brojem listova, a pogotovo negativne korelacije BK5P sa svojstvima izbojka. Izostanak značaja korelacije BK0 i BK0P sa visinom izbojka može da ukaže i na to da se i kod genotipova koji se dobro ožiljavaju može naći dosta korenova rane (npr. 107/65/1), kao i genotipova koji uz inače slabo ožiljavanje formiraju i malo korenova rane (kao u slučaju genotipa 350).

Na pojačano ožiljavanje donjeg dela reznice karakteristika genotipova koji se slabije ožiljavaju ukazuju i rezultati Kovačević et al. (2009) kod crnih topola. Naime, ožiljavanje donjeg dela reznice može da nastupi kao reakcija ožiljenice na nebalansirani razvoj izbojka i korenovog sistema, čime jača doprinos donjeg dela reznice ukupnom broju korenova. Što je slabija sposobnost korenovog sistema da podrži kontinuirani i vigorozan rast izbojka, to se može očekivati jača reakcija ožiljene reznice u smislu formiranja novih korenova u donjem delu reznice, kao i formiranje novih korenova rane na donjem rezu reznice. U tom smislu važno je istaći da se visokim ožiljavanjem u gornjem delu reznice posebno ističu genotipovi B-44 i 380, koji se inače ističu i visokim izbojkom, dok je genotip 73-6, koji je postigao i najintenzivniji porast izbojka, karakterisao najviši udeo korenova formiranih na gornjem delu reznice u ukupnom broju korenova.

Uočena je i pojava izbivanja većeg broja korenova u nizu, jedan pored drugog prilikom ožiljavanja reznice bele vrbe, posebno kod klonova koje je karakterisao visok ukupan broj korenova (Slika 1). Broj korenova u takvim formacijama se uglavnom kreće od 3-6. To ukazuje na specifičnosti u formiranju i aktivaciji prethodno formiranih primordija kod vrba u odnosu na topole, kod kojih ova pojava nije primećena. Dalja istraživanja bi trebala da odgovore u kojoj je meri ovo svojstvo nasledno.

Tabela 3 Srednje vrednosti i NZR test za ispitivana svojstva ožiljavanja reznica kod bele vrbe (*Salix alba L.*)¹⁾Tabela 3 Average values and LSD-test for examined characteristics of cutting rooting in white willow (*Salix alba L.*)¹⁾

Svojstvo Characteristic	Genotip Genotype											
	107/65/1	B-44	73-6	B-84	79/64/2	V158	182	347	350	378	380	
BL	17,55 e	24,9 c	32,65 a	19,15 e	23,7 cd	23,3 cd	25,1 bc	20,05 de	24,2 c	28,95 ab	23,95 cd	
VI	42,4 d	73,75 b	102,55 a	42,3 d	59,55 c	59,75 c	56,15 c	49,35 cd	53,2 cd	75,35 b	79,5 b	
BK0	3,47 a	0,80 de	0,91 de	1,43 cd	1,02 de	2,14 bc	0,94 de	2,48 ab	0,57 e	1,36 cde	1,04 de	
BK05	5,54 cd	7,92 a	5,12 cd	4,97 cd	7,16 ab	5,80 bc	7,08 ab	4,32 de	4,90 cd	3,70 e	8,24 a	
BK510	5,17 bc	7,53 a	5,02 bc	2,40 e	4,46 bcd	4,14 bcd	5,58 b	3,58 de	4,08 cd	3,99 cd	9,00 a	
BK1020	4,14 cd	7,93 a	6,35 ab	2,50 e	4,57 cd	4,03 cd	5,32 bc	2,57 e	4,57 cd	3,57 de	7,80 a	
BK5	9,31 a	8,85 a	6,27 cd	6,60 cd	8,39 ab	8,21 ab	8,13 ab	7,03 bc	5,58 d	5,27 d	9,53 a	
UBK	19,33 b	24,69 a	17,75 b	11,69 e	17,57 b	16,57 bc	19,32 b	13,51 de	14,44 cd	13,05 de	26,72 a	
BK0P	16,66 a	1,59 f	2,67 ef	8,38 bcd	3,61 def	11,80 abc	2,78 ef	16,32 ab	1,49 f	6,99 cde	2,50 ef	
BK05P	27,24 d	32,20 cd	29,31 cd	44,65 a	41,71 ab	35,61 abcd	37,28 abc	32,78 bcd	33,94 bcd	28,41 cd	31,51 cd	
BK510P	25,89 ab	30,45 ab	28,18 ab	18,46 c	25,28 bc	24,54 bc	28,36 ab	26,73 ab	28,48 ab	30,64 ab	33,77 a	
BK1020P	22,29 cde	32,52 ab	35,74 a	20,38 de	25,56 bcd	24,02 cd	27,51 bcd	16,55 e	32,08 ab	28,00 abc	29,02 abc	
BK5P	48,02 bcd	36,14 e	35,64 e	57,82 a	48,53 bcd	50,64 abc	42,89 cde	53,41 ab	38,38 e	40,14 de	36,37 e	

¹⁾ genotipovima koji pripadaju istoj homogenoj grupi pripisano je isto slovo

²⁾ Ispitivana svojstva: broj formiranih korenova prvog reda na donjem rezu reznice (BK0), na delu reznice od donjeg reza do 5 cm reznice (BK05), od 5. do 10. cm (BK510), od 10. do vrha reznice (BK1020), na donjih 5 cm reznice (BK5 = BK0 + BK05) i ukupan broj korenova (UBK) i učešće broja korenova na ispitivanim delovima reznice u ukupnom broju korenova (BK0P, BK05P, BK510P, BK1020P, BK5P, respektivno)

¹⁾ the same letter has been attributed to the genotypes that belong to the same homogenous group

²⁾ Examined characters: number of leaves (BL), the height of dominant shoot [cm] (VI), number of roots on the basal cut (BK0), number of roots from the basal cut to the 5th cm of cutting (BK05), number of roots on the first five cm (BK5), number of roots from the 5th to 10th cm of cutting (BK510), number of roots above the 10th cm from the cutting (BK1020), total number of roots (UBK) and the contribution of number of roots on examined parts of cutting to the total number of roots (BK0P, BK05P, BK5P, BK510P, BK1020P, respectively)

Svi prezentovani rezultati ukazuju da uz visoki potencijal za ožiljavanje ispitivanih genotipova bele vrbe postoje jasne razlike među njima u pogledu dinamike rasta izbojka i distribuciji korenova duž reznice. U tom smislu bi istraživanja trebalo da se nastave u pravcu ispitivanja uticaja razlika među godinama i svojstvima zemljišta, kao i veze ispitivanih svojstava ožiljavanja sa preživljavanjem reznica. Dobijeni rezultati bi mogli da daju značajan doprinos

unapređenju postupka oplemenivanja bele vrbe, kao i optimalizacije tehnoloških postupaka njene rasadničke proizvodnje i zasnivanja zasada u skladu sa specifičnostima posmatranog genotipa (sortna tehnologija).

Slika 1. Mesto na ožiljenoj reznici *Salix alba* cl. 380 na kome su formirani korenovi u nizu jedan pored drugog

*Figure 1. The spot on the rooted cutting of *Salix alba* cl. 380 on that the roots grown in aligned formation*



LITERATURA

- Carlson, M.C (1938): The Formation of Nodal Adventitious Roots in *Salix Cordata*. *American Journal of Botany*, 25: 721-725
- Eggens, J.L.; Lougheed, E.C; Hilton, R.J. (1972): Rooting of hardwood cuttings of boleana poplar. *Can.J.Plant Sci.*, 52: 599-604
- Fege, A.S. (1983): The practice and physiological basis of collecting, storing and planting *Populus* hardwood cuttings. - USDA, Gen. Tech. Report NC-91: 11p.
- Haissig, B.E. (1970): Preformed adventitious root initiation in brittle willows grown in a controlled environment. *Can. J. Bot.* 48 (12): 2309-2312
- Kirk, R.E. (1968): Experimental design procedures for behavioral sciences. Wadsworth publishing company, 578 p.
- Kovacevic, B. (2003): Genetička divergentnost obrazovanja vegetativnih organa crnih topola (sekcija Aigeiros DUBY). PhD Thesis. Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, 173 p.

- 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", Donji Milanovac, Serbia: Institute of Forestry, Belgrade, 8-10 November, 2006: 42- 46.
- Kovačević, B.; Klasnja, B.; Katanic, M. (2007): The effect of clone, length of cutting and top bud position versus soil surface on rooting of black poplar cuttings. Proceedings of 15th European Biomass Conference and Exhibition: Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, 7-11 May 2007, Berlin: 587- 589.
- Kovacevic, B.; Guzina, V.; Kraljevic-Balalic, M.; Ivanovic, M.; Nikolić-Đorić, E. (2008): Evaluation of early rooting traits of eastern cottonwood that are important for selection tests. *Silvae genetica* 57 (1): 13-21.
- Kovacevic B.; Roncevic, S.; Miladinovic D.; Ivanisevic, P.; Katanic, M. (2009): Early shoot and root growth dynamics as indicators for the survival of black poplar cuttings. *New Forests* 38: 177-185.
- Li, S., Pezeshki, S.R., Goodwin, S., Shields, F.D. (2004): Physiological responses of black willow (*Salix nigra*) cuttings to a range of soil moisture regimes. *Photosynthetica* 42 (4): 585-590
- Mleczek, M., Rutkowski, P., Rissmann, I, Kaczmarek, Z, Golinski, P., Szentner, K., Strażyńska, K., Stachowiak, A. (2010): Biomass productivity and phytoremediation potential of *Salix alba* and *Salix viminalis*. *Biomass and Bioenergy*, 34: 1410-1418
- Nanda, K.K.; Anand, V.K. (1970): Seasonal changes in auxin effects on rooting of stem cuttings of *Populus nigra* and its relationship with mobilization of starch. *Physiologia Plantarum*, 23: 99-107.
- Okoro, O.O.; Grace, J. (1976): The physiology of rooting *Populus* cuttings I. Carbohydrates and photosynthesis. *Physiologia Plantarum*, 36: 133-138.
- Pekeč, S., Ivanišević, P., Orlović, S., Kovačević, S., Pilipović, A. (2010): Production of seedlings of white willow (*Salix alba* L.) on eugley soil, Book of abstracts, International Conference „Forestry: Bridge to the future“, May 13-15, 2010, p 173, Sofia, Bulgaria
- Perttu, K. L., Kowalik, P. J. (1997): *Salix* vegetation filters for purification of waters and soils. *Biomass and Bioenergy*, 12 (1): 9-19
- Pezeshki, S.R., Anderson, P.H., Shields, F.D. (1998): Effects of soil moisture regimes on growth and survival of black willow (*Salix nigra*) posts (cuttings). *Wetlands* 18 (3): 460-470
- Pregitzer, K.S.; Friend, A.L. (1996): The structure and function of *Populus* root Systems. In: *Biology of Populus and its implications for management and conservation*. Ed.: Stettler, R.E.; Bradshaw, H.D. Jr.; Heilman, P.E.; Hinckley, T.M. NRC Research Press, Ottawa: 539 p.

- Schaff, S.D., Pezeshki, S.R., Shields, F.D.Jr. (2002): Effects of Pre-Planting Soaking on Growth and Survival of Black Willow Cuttings. *Restoration ecology* 10(2): 267-274.
- Smith, N.G.; Wareing, P.F. (1972): The distribution of latent root primordia in stems of *Populus x robusta* and factors affecting the emergence of preformed roots from cuttings. *Forestry*, 45: 197-209.
- StatSoft Inc. (2006): STATISTICA (data analysis software system), version 7.1
- Van Splunder, I., Voesenek, L.A.C.J., Coops, H., De Vries, X.J.A, Blom, C.W.P.M. (1996): Morphological responses of seedlings of four species of Salicaceae to drought. *Can. J. Bot* 74: 1988-1995.
- Zalesny Jr., R.S.; Wiese, A. H. (2006): Date of shoot collection, genotype, and original shoot position affect early rooting of dormant hardwood cuttings of *Populus*. *Silvae Genetica* 55(4-5): 169-182.
- Zufa, L. (1963): Uticaj vremena izrade i sadnje reznica na uzgoj ožiljenica. *Topola*, 34-35: 32-34.

Summary

VARIABILITY OF CUTTING ROOTING CHARACTERISTICS OF WHITE WILLOW

by

Kovačević Branislav, Orlović Saša, Pekeč Saša, Katanić Marina, Stojnić Srđan

White willow is one of the key tree species in biomass production and phytoremediation projects. One of the most important advantages of white willows is their ability to vegetative propagate by stem hardwood cuttings. In order to examine the variability of characteristics of cutting rooting in 11 genotypes of white willow (*Salix alba* L.) in field conditions, on sandy-loamy fluvisol. After six weeks the variability of following characteristics was examined: number of the first-order roots on the basal cut of the cutting (BK0), on the part from basal cut to the 5th cm of cutting (BK05), from 5th to 10th cm (BK510), from 10th up to the top of the cutting (BK1020), on the basal five cm of the cutting (BK5 = BK0 + BK05) and total number of roots (UBK). Also, the variability of the participation of number of roots on mentioned parts of cutting in the total number of roots was examined (BK0P, BK05P, BK510P, BK1020P, BK5P, respectively).

Presented results suggest high cutting rooting potential for all examined white willow genotypes. However, the significant differences among them were found in the shoot growth dynamics and distribution of roots along the cutting. There was found positive correlation between rooting in the upper part of the cutting and shoot height six weeks after the planting. Interesting apperens of bulks of roots in aligned fomrations was noticed too. Obtained results suggest the continuation of investiation in order to analyse the significance of the influence of differences among years or soil properties on white willow cutting rooting, as well as the relation between rooting properties and cutting survival.

These results could give the significant contribution to the optimization of the white willow breeding process or adaptation of nursery or plantation establishment technology to the specificities of white willow clones („cultivar technology“).

UDK: 582.623:674.02

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

**HEMIJSKI SASTAV I FIZIČKE OSOBINE DRVETA NEKOLIKO
KLONOVA BELE VRBE (*Salix alba*)**

Bojana Klačnjaja, Saša Orlović, Zoran Galić, Marko Kebert

Izvod: U radu su prikazani rezultati ispitivanja drveta 11 klonova bele vrbe (*Salix alba*) starosti 13 godina, od kojih su 4 klona priznata, a 7 se nalaze u fazi ispitivanja i ocenjivanja. Na uzorcima od odabranih modelnih stabala je izvršeno merenje širine prstena rasta na prsnoj visini, određena je zapreminaska masa i dužina vlakana, i uradjena je hemijska analiza drveta po grupama jedinjenja. Statistička analiza (ANOVA) rezultata je pokazala statistički značajne razlike u pogledu većine svojstava između ispitanih klonova bele vrbe.

Ključne reči: *Salix alba*, zapreminska masa, dužina vlakana, hemijski sastav

**CHEMICAL COMPOSITION AND PHYSICAL PROPERTIES OF WOOD OF
SOME CLONES OF WHITE WILLOW (*Salix alba*)**

*Abstract: This paper presents the results of examinations of wood of 11 white willows (*Salix alba*) clones, (aged 13 years), of which 4 are registered, and 7 are in the process of evaluation and selection. On the samples of the selected model trees at DBH was carried out measuring the width of growth rings, wood volume density, wood fiber length and chemical composition in groups of compounds. Statistical analysis (ANOVA) of the obtained results showed statistically significant differences of most properties between examined willow clones.*

Key words: Salix alba, wood volume density, fiber lengths, chemical composition

UVOD

Zahtevi za drvetom kao sirovinom rastu u svetu, a postojeći deficit se pokušava prevazići na različite načine: usavršavanjem i unapredjenjem postojećih postupaka prvenstveno hemijske prerade; proširenjem postojeće sirovinske baze uvodjenjem novih vrsta drveta, proširenjem grupe "komercijalnih" drvnih vrsta; kompleksnim korišćenjem drveta kao sirovine, itd. U tom smislu raste i interes za

osnivanje zasada brzorastućih drvnih vrsta, pre svega topola i vrba u našem klimatskom području. Istraživanja u oblasti oplemenjivanja i selekcije novih klonova obavezno moraju da obuhvate i osobine proizvedenog drveta kao veoma značajan faktor.

Ispitivanja fizičkih osobina i hemijskog sastava drveta vrba je sastavni deo istraživanja koja se vode u Institutu u okviru selekcije i oplemenjivanja, odnosno stvaranja novih sorti koje će svojim osobinama odgovarati postavljenim zahtevima (Klašnja i sar., 1997, 1999, 2001, 2002, 2005a, 2005b). Proširenje mogućnosti primene drveta vrba, pored klasičnih, kakve su mehanička i hemijska prerada drveta, naročito u oblasti fitoremedijacije zagađenih zemljišta (najčešće od teških metala), i u proizvodnji velike količine biomase kao sirovine za dobijanje energije (topolotne i električne), podstaklo je i unapredilo istraživanja vezana za osobine ove drvene vrste.

MATERIJAL I METOD RADA

Ova ispitivanja su obuhvatila definisanje osobina drveta 11 klonova bele vrba (*Salix alba*) koji su priznati: cl.107/65-7, cl. NS-73/6, cl.NS-79/2 i cl.378, kao i nekoliko koji su u fazi selekcije: cl.347, cl.281, cl.285, cl.286, cl.377, cl.86/101, cl.107/65/9, starosti 13 godina.

Nakon izbora modelnih stabala izvršena je njihova seča, uradjena zapreminska analiza stabala i pripremljeni su uzorci za ispitivanja. Od svakog stabla su pripremljeni trupčići dužine 60 cm, počevši sa visine od 1,30 m. Sa te donje, šire strane, su odrezani diskovi za ispitivanje širine godišnjih prstenova rasta, a od preostalog drveta su izradjeni uzorci za ispitivanja zapreminske mase drveta, dužine vlakana i za analizu hemijskog sastava.

Priprema uzoraka i merenje širine prstena rasta je uradjena u skladu sa standardom SRPS D.A1.042; merenje zapreminske mase u skladu sa SRPS D.A1.044. Modifikovana metoda Franklin-a je korišćena za maceraciju drveta pri analizi vlakana (Franklin, 1945), a masena dužina vlakana je odredjena prema Clark-u (1983). Sadržaj Klason lignina je odredjen prema TAPPI standardu T13m 54; pepeo T211m 58; ekstraktivi T204 os76. Sadržaj pentozana je odredjen bromid bromatnom metodom, a sadržaj celuloze Kürschner Hoffer metodom (Pravilova, 1984).

REZULTATI I ANALIZA

Širina godišnjih prstenova rasta je odredjena na kolotovima na prsnoj visini, koji su uzeti sa tri modelna stabla (tri ponavljanja). U tabeli 1 su date prosečne vrednosti, u tabeli 2 su prikazani rezultati analize varijanse (ANOVA).

Analiza vrednosti širine godova ispitivanih klonova vrbe pokazuje veliku varijabilnost, kako među klonovima, tako i u vrednostima širine prstena rasta unutar jednog klona, tj. na odabranim stablima, od godine do godine. Srednja vrednost širine prstena rasta za sve klonove iznosi 7.39 ± 5.07 mm, uz veliku varijabilnost, jer se vrednosti kreću u granicama od 1.00 mm do 21.5 mm. Najniže prosečne vrednosti od 5.35 ± 4.35 mm su zabeležene za klon 107/65/9, a najviše vrednosti za klon 377 čija je srednja vrednost 9.09 ± 5.03 mm.

Tabela 1. Širine prstena rasta drveta vrbe po godinama (prosečne vrednosti na 1.3 m)

Table 1. Growth ring widths per ages of willow wood (average at DBH)

Klon <i>Clone</i>	Širina prstena rasta po godinama, <i>Growth ring widths per ages</i> , mm													Prosek <i>Average</i>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
NS-79/2	3.0	4.0	6.0	6.0	6.0	14.0	5.0	6.5	6.0	6.5	6.0	6.0	6.0	6.23
NS-73/6	10.5	9.5	21.5	14.0	11.5	10.0	7.5	5.0	10.5	2.0	3.0	4.0	2.0	8.56
378	2.5	3.5	4.0	4.5	5.0	9.0	7.5	7.5	6.5	7.5	5.0	6.0	3.5	5.50
107/65-7	10.0	7.0	16.0	16.5	12.5	9.5	7.0	6.5	5.5	5.5	3.0	2.0	6.0	8.19
107/65/9	5.0	7.0	11.5	7.0	3.0	12.0	2.5	7.0	3.5	2.0	3.0	2.5	3.5	5.35
347	13.0	5.5	15.0	13.5	8.5	5.5	6.0	4.0	4.5	2.5	1.5	2.0	3.0	6.54
281	5.5	4.5	12.0	19.0	15.5	15.5	9.0	8.0	2.5	1.0	2.0	2.0	1.5	7.46
86/101	7.5	5.0	8.5	17.0	11.0	10.0	5.0	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.0	6.20
286	5.5	4.0	10.0	14.5	14.5	9.0	15.0	3.5	2.0	3.5	2.0	1.0	1.0	6.56
285	7.0	4.5	10.0	19.0	13.0	10.0	6.5	5.0	4.0	2.0	1.5	1.5	1.5	6.58
377	7.5	13.0	19.5	16.5	11.5	10.0	9.5	5.0	8.5	6.0	2.5	4.0	4.5	9.09

Analiza varijansi (tabela 2) potvrđuje da su razlike između ponavljanja značajne za verovatnoću $P = 0.001$, a između klonova za $P=0.005$.

U tabelama 3 i 4 su prikazane vrednosti apsolutno suve zapreminske mase drveta vrbe od uzoraka sa prsne visine, kao i masene dužine vlakana, kao prosečne vrednosti od tri ponavljanja. Rezultati u tabeli 3 ukazuju na to da su vrednosti zapreminske mase u apsolutno suvom stanju ispitanih klonova vrba u intervalu od 342 do 404 kg/m³, odnosno da je prosečna vrednost 371 ± 14 kg/m³.

Tabela 2: Analiza varijanse širine godova

Table 2: Analysis of variance of growth ring widths

Izvor varijanse <i>Source</i>	Sredina kvadrata <i>Sum of sq., SS</i>	Stepeni slobode <i>DF</i>	Varijansa <i>Variance</i>	F faktor <i>F value</i>	Značajnost ^{*)} <i>Significance</i>
Ponavljjanja <i>Blocks</i>	2056.5213	12	171.3768	29.9945	***
Klonovi <i>Clones</i>	109.0574	10	15.5796	2.7268	*
Greška <i>Error</i>	479.9424	120	5.7136		
Ukupno <i>Total</i>	2645.5210	142			

^{*)} Značajnost F-testa: * - značajan na nivou $\alpha=0.05$; *** - značajan na nivou $\alpha=0.001$

^{*)} Significance of F-test: * - significant at the level $\alpha=0.05$; *** - significant at the level $\alpha=0.001$

Tabela 3: Zapreminske mase i dužina vlakana drveta vrbe (prosečne vrednosti na 1.3 m)

Table 3: Wood densities and fiber length of willow wood (average at DBH)

Klon <i>Clone</i>	Zapreminska masa, a.s. <i>Wood density o.d., kg/m³</i>	Dužina vlakana, (masena) <i>Fiber length, mm</i>
NS-79/2	371±3	0.904±0.007
NS-73/6	368±2	0.917±0.006
378	380±2	1.101±0.006
107/65-7	370±3	1.067±0.010
107/65/9	404±4	1.035±0.006
347	372±4	0.983±0.008
281	368±3	1.057±0.008
86/101	371±5	1.096±0.008
286	369±3	1.104±0.004
285	365	0.996±0.004
377	342	0.910±0.008
Prosek, Average	371±14	1.015±0.075

Analiza varijanse (tabela 4), potvrđuje da su razlike između pojedinih klonova značajne (za vjerojatnoću $P=0.001$), dok između vrednosti ponavljanja unutar praga značajnosti nema signifikantnih razlika. Rezultati dobijeni ovim ispitivanjem su u skladu sa našim ranijim istraživanjima (Klašnja i sar., 1997, 2002). Prema podacima koje navode Tharakan i sar., (2003) vrednosti specifične težine vrbe se kreću u intervalu od 0.33-0.48 g/cm³, Leclercq (1997) također daje podatke za specifičnu masu od 0.337 do 0.454 g/cm³. Monteoliva i sar., (2005), navode vrednosti zapreminske mase za drvo vrbe starosti 13 godina od 364 kg/m³ do 455 kg/m³. Sve navedene vrednosti su veoma slične i kreću se u intervalima koji su definisani i u našim ispitivanjima.

Rezultati određivanja masene dužine vlakana (tabela 4) pokazuju da ispitani klonovi imaju relativno ujednačenu dužinu vlakana koja se kreće u intervalu od 0.904 mm (klon NS-79/2) do 1.104 mm (klon 286), dok je srednja vrednost za sve klonove 1.015±0.075 mm.

Tabela 4 Analiza varijanse zapreminske mase

Table 4: Analysis of variance of wood density

Izvor varijanse <i>Source</i>	Sredina kvadrata <i>Sum of sq., SS</i>	Stepeni slobode <i>DF</i>	Varijansa <i>Variance</i>	F faktor <i>F value</i>	Značajnost <i>Significance</i>
Ponavljanja <i>Blocks</i>	0.2424	2	0.1212	0.0095	ns
Klonovi <i>Clones</i>	6161.5152	10	616.1515	48.5622	***
Greška <i>Error</i>	253.7575	20	12.6878		
Ukupno <i>Total</i>	6414.5152	32			

*) Značajnost F-testa: ns – nije značajan na nivou $\alpha=0.05$; *** - značajan na nivou $\alpha=0.001$

*) *Significance of F-test: ns – not significant at the level $\alpha=0.05$; *** - significant at the level $\alpha=0.001$*

Ispitivanja morfologije vlakana vrbe starosti 14 godina (Ganesh i sar., 1992) daju podatke o dužini vlakana od 0.49 mm do 0.70 mm u prve tri godine rasta, kada je konstatovan i najveći rast, sa varijacijama od 0.5mm, dok je u kasnijim godinama dužina vlakana oko 1.1mm. Monteoliva i sar., (2005) daju podatke za drvo vrbe starosti 13 godina o dužini vlakana od 0.837 do 1.142 mm, a Leclercq (1997) kao srednje vrednosti navodi dužine od 1.003 do 1.016 mm. I naša prethodna istraživanja (Klašnja i sar., 1997, 1999, 2001, 2002, 2005a, 2005b) su dala vrlo slične rezultate.

Analiza varijansi (tabela 5) potvrđuje postojanje značajnih razlika između ispitanih klonova, i dobro slaganje vrednosti unutar jednog klona, tj. između ponavljanja.

Tabela 5: Analiza varijanse dužine vlakana

Table 5: Analysis of variance of fiber length

Izvor varijanse <i>Source</i>	Sredina kvadrata <i>Sum of sq., SS</i>	Stepeni slobode <i>DF</i>	Varijansa <i>Variance</i>	F faktor <i>F value</i>	Značajnost <i>Significance</i>
Ponavljanja <i>Blocks</i>	9.8787	2	4.9394	0.0905	ns
Klonovi <i>Clones</i>	183095.5757	10	18309.5575	335.7125	***
Greška <i>Error</i>	1090.7878	20	54.5394		
Ukupno <i>Total</i>	184196.2424	32			

*) Značajnost F-testa: ns – nije značajan na nivou $\alpha=0.05$; *** - značajan na nivou $\alpha=0.001$

*) *Significance of F-test: ns – not significant at the level $\alpha=0.05$; *** - significant at the level $\alpha=0.001$*

Analiza hemijskog sastava po grupama jedinjenja je uradjena po navedenoj metodologiji za uzorke sa prsne visine, a rezultati su prikazani u tabeli 6. Statistička analiza je uradjena za sve dobijene rezultate, ali se u radu prikazuju samo za vrednosti sadržaja celuloze i Klasonovog lignina, koji i jesu najvažnija jedinjenja koja čine drvenu supstancu (tabele 7 i 8).

Rezultati hemijske analize ispitivanih klonova drveta vrbe su u granicama uobičajenih vrednosti, pa je tako prosečan sadržaj celuloze 50.30 ± 1.00 %, u intervalu od 47.61 % za klon NS-79/2, do 51.92 % za klon 378. Prosečan sadržaj lignina iznosi 23.31 ± 0.57 %, a pentozana 21.54 ± 0.90 %. Prema navodima istraživanja Akgul i Kirci (2009) sadržaj celuloze u drvetu vrbe (*Salix alba*) je nešto viši u poredjenju sa našim rezultatima i iznosi 53.50%, dok su vrednosti sadržaja pentozana slične i iznose 21.80 %.

Sadržaj lignina iznosi 21.60 %, i takodje je nešto niži u odnosu na vrednosti koje su dobijene za naše klonove. Szczukowski i sar.,(2002), su u svojim istraživanjima konstatovali da je sadržaj celuloze u drvetu vrbe, nezavisno od ispitivanog klona, u granicama od 45.58 % (starost jedna godina) do 55.94 % (starost 3 godine), što je u korelaciji sa našim rezultatima (Tabela 6). Medjutim, iznenadjujuće nizak je sadržaj lignina, od 13.44% (jedna godina) pa do 13.79% (tri godine), što je značajno niže u poredjenju i sa našim, ali i sa literaturnim podacima drugih autora. Sadržaj hemiceluze, odnosno pentozana je izrazito nizak i sličan je vrednostima sadržaja lignina (od 13.53 % do 13.96 %).

Tabela 6. Hemijski sastav drveta vrbe (prosečne vrednosti)

Table 6. Chemical composition of willow wood (average values)

Klon Clone	Celuloza Cellulose, %	Pentozani Pentozanes %	Klason lignin Klason lignin, %	Ekstraktivi Extractives, %	Pepeo Ash, %
NS-79/2	47.61	22.71	23.78	2.98	0.72
NS-73/6	50.23	21.98	23.05	3.56	0.65
378	51.92	19.51	23.90	2.79	0.47
107/65-7	49.45	21.58	23.40	3.63	0.52
107/65/9	50.06	22.10	22.31	3.41	0.47
347	48.92	21.87	23.52	3.24	0.64
281	49.87	21.06	23.42	3.82	0.53
86/101	50.67	22.14	22.98	3.45	0.56
286	48.95	20.93	24.11	3.12	0.51
285	51.06	20.37	22.79	3.21	0.63
377	50.62	22.46	23.02	3.43	0.51
Prosek	50.30±1.00	21.54±0.90	23.31±0.57	3.34±0.30	0.57±0.09

Tabela 7: Analiza varijanse sadržaja celuloze

Table 7: Analysis of variance of cellulose content

Izvor varijanse Source	Sredina kvadrata Sum of sq., SS	Stepeni slobode DF	Varijansa Variance	F faktor F value	Značajnost Significance
Ponavljanja Blocks	1.6599	2	0.8299	3.6769	*
Klonovi Clones	26.3625	10	2.6363	11.6790	***
Greška Error	4.5146	20	0.2257		
Ukupno Total	32.5378	32			

*) Značajnost F-testa: * - značajan na nivou $\alpha=0.05$; *** - značajan na nivou $\alpha=0.001$

*) Significance of F-test: * - significant at the level $\alpha=0.05$; *** - significant at the level $\alpha=0.001$

Statistička analiza rezultata hemijskog sastava uglavnom ukazuje na veoma značajne razlike između ispitivanih klonova, kako je i prikazano u tabelama 7 i 8, za vrednosti sadržaja celuloze i lignina, respektivno.

Tabela 8: Analiza varijanse sadržaja lignina

Table 8: Analysis of variance of lignin content

Izvor varijanse <i>Source</i>	Sredina kvadrata <i>Sum of sq., SS</i>	Stepeni slobode <i>DF</i>	Varijansa <i>Variance</i>	F faktor <i>F value</i>	Značajnost <i>Significance</i>
Ponavljanja <i>Blocks</i>	0.8352	2	0.4176	12.5295	***
Klonovi <i>Clones</i>	8.7812	10	0.8781	26.3477	***
Greška <i>Error</i>	0.6665	20	0.0333		
Ukupno <i>Total</i>	10.2829	32			

*) Značajnost F-testa: * - značajan na nivou $\alpha=0.05$; *** - značajan na nivou $\alpha=0.001$

*) Significance of F-test: * - significant at the level $\alpha=0.05$; *** - significant at the level $\alpha=0.001$

ZAKLJUČAK

Drvo vrbe može u velikoj meri da posluži kao sirovina u procesima hemijske i mehaničke prerade drveta, ali je možda još važnije naglasiti značajnu perspektivu primene drveta iz gustih zasada vrba koji mogu da posluže u različite svrhe, a u cilju zaštite životne sredine. Naime, vrbe su, što je dokazano velikim brojem publikovanih rezultata, veoma efikasne u fitoremedijaciji zagadenih zemljišta (najčešće od teških metala). Drugi aspekt je mogućnost proizvodnje velike količine biomase u gustim zasadima, kao obnovljive sirovine za dobijanje energije, toplotne direktnim sagorevanjem usitnjene biomase, ili električne u kogeneraciji. Ova ispitivanja osobina drveta priznatih klonova i klonova u selekciji bele vrbe (*Salix alba*), potvrdila su da je i sa aspekta hemijskog sastava, ali i sa stanovišta brzine rasta, dužine vlakana, a naročito relativno visoke vrednosti zapreminske mase drveta, potvrđena mogućnost primene drveta u svim navedenim područjima primene. Ako se tome doda mogućnost osnivanja gustih zasada i na zemljištima koja nisu pogodna za poljoprivrednu proizvodnju, čime bi se dodatno povećala i šumovitost u Vojvodini, onda je slika o značaju proširenja površina zasadjenih ovom drvnom vrstom upotpunjena.

REFERENCE

- Akgul, M., Kirci, H. (2009): An environmentally friendly organosolv (ethanol-water) pulping of poplar wood. *Journal of Environmental Biology* 30(5): 735-740.
- Clark, J.A. (1983): Pulp technology and treatment (translation to Russian). Lesnaja promislennost, Moskva: 62.
- Deka, G. C., Wong, B.M., Roy, D. N. (1992): Suitability of Hybrid Willow as a Source of Pulp. *Journal of Wood Chemistry and Technology* 12(2):197-211.
- Franklin, G.L. (1945): Preparation of thin sections of synthetic resins, and woodresin composites, and a new macerating method for wood. *Nature* 51: 145.
- Klašnja, B., Kopitović, Š. (1997): Structural-physical characteristics and chemical composition of wood of some white willow clones (*Salix alba* L.). *Drevarsky vyskum* 42 (1): 1-10.
- Klašnja, B., Kopitović, Š. (1999): Quality of wood of some willow and robinia clones as fuelwood. *Drevarsky vyskum* 44 (2): 9-18.
- Klašnja, B., Kopitović, S., Orlović, S. (2001) : Wood of some poplar and willow clones as raw material for kraft pulp production. *Drevarsky vyskum* 46(4): 1-8.
- Klašnja, B., Kopitović, Š., Orlović, S. (2002): Wood and bark of some poplar and willow clones as fuelwood *Biomass and Bioenergy* 23: 427-432.
- Klašnja, B., Orlović, S., Galic, Z., Pilipovic, A. (2005a): Poplar and willow wood of whole trees and branches as raw material for the production sulphate pulp. 14th European Biomass Conference and Exhibition; Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Paris, Proceedings of the International Conference:1771-1774.
- Klašnja, B., Orlović, S., Radosavljević, N., Marković, M. (2005b) Drvo vrbe (*Salix alba*) kao sirovina za proizvodnju vlakana. *Hemijska industrija* 59, 7/8:175-179.
- Leclercq, A. (1997): Wood quality of white willow. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 1(1): 59-64.
- Monteoliva, S., Senisterra, G., Marlats, R. (2005): Variation of wood density and fibre length in six willow clones (*Salix spp.*) *AWA Journal* 26(2): 197-202.
- Pravilova, T.A. (1984): Himičeskij kontrol proizvodstva sulfatnoj celulozi. Lesnaja promislennost, Moskva.
- Szczukowski, S., Tworowski, J., Klasa, A., Stolarski, M. (2002): Productivity and chemical composition of wood tissues of short rotation willow coppice cultivated on arable land. *Rostilna výroba* 48(9): 413-417.
- 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* 25(6): 571-580.

Summary

**CHEMICAL COMPOSITION AND PHYSICAL PROPERTIES OF WOOD OF SOME
CLONES OF WHITE WILLOW (*Salix alba*)**

by

Bojana Klačnja, Saša Orlović, Zoran Galić, Marko Kebert

*This paper presents the results of examinations of wood of 11 white willows (*Salix alba*) clones, (aged 13 years), of which 4 are registered, and 7 are in the process of evaluation and selection. On the samples of the selected model trees at DBH was carried out measuring the width of growth rings, wood volume density, wood fiber length and chemical composition in groups of compounds. Statistical analysis (ANOVA) of the obtained results showed statistically significant differences of most properties between examined willow clones. These examinations of wood properties of white willow registered and clones in the experimental phase confirmed the high potential for utilization according to chemical properties, growth, fiber length and relatively high wood density. Also, their contribution to the afforestation of lands that are inappropriate for agricultural production could be considerable, especially in Vojvodina.*

UDK: 582.681.81:630*232]: 631.46

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

MIKROBIOLOŠKA AKTIVNOST RIZOSFERNOG ZEMLJIŠTA U RASADNICIMA I ZASADIMA TOPOLA

Verica Vasić, Mirjana Jarak, Simonida Đurić, Saša Orlović, Zoran Galić

Izvod: U radu je ispitivana mikrobiološka aktivnost rizosfernog zemljišta pod rasadom i zasadom topole. Ispitivanja su vršena na dve sistematske jedinice zemljišta, fluvisol forma peskovito ilovasta i močvarno glejno zemljište. Analize su obavljene tokom 2010. godine sredinom (jul) i krajem vegetacije (oktobar). Određen je ukupan broj bakterija, aktinomiceta, gljiva, azotobaktera i aminoheterotrofa kao i fizičke i hemijske osobine zemljišta. Ukupan broj bakterija, broj aktinomiceta i gljiva bio je veći u zemljištima pod zasadom topola. Broj azotobaktera i aminoheterotrofa bio je veći u zemljištu pod rasadnicima topola. Na brojnost ispitivanih grupa mikroorganizama uticao je i period vegetacije. Sredinom vegetacije brojniji su bili aminoheterotrofi i ukupan broj bakterija, a krajem vegetacije broj azotobaktera, aktinomiceta i gljiva.

Ključne reči: mikroorganizmi, zasadi topola, rasadnici

MICROBIAL ACTIVITY OF RHIZOSPHERIC SOIL IN THE POPLAR NURSERIES AND PLANTATIONS

Abstract: *In the paper we examined microbial activity of rhizospheric soil in the poplar nurseries and plantations. Investigations were conducted on two systematic units of soils fluvisol form sandy clay and swampy gleys soil. Analyses were conducted in 2010 in the middle (July) and the end of vegetation (October). Investigated total number of bacteria, actinomycetes, fungi, aminoheterotrophs, azotobacters and as well as physical and chemical properties of soils. Total number of bacteria, number of actinomycetes and fungi was higher in the soils of poplar plantations. The number of azotobacters and aminoheterotrophs was higher in the soils of poplar nurseries. On the number of the microorganisms influenced the growing season. In the middle growing season were more numerous aminoheterotrophs and total number of bacteria and at the end of the vegetation azotobacters, actinomycetes and fungi.*

Key words: *microorganisms, plantations of poplar, nurseries*

UVOD

Zemljište predstavlja složenu sredinu, dinamičnog karaktera u kojoj žive mikroflora i mikrofauna, međusobno čineći biocenozu. Mikroorganizmi u zemljištu nalaze povoljne uslove za svoj opstanak, i razvijaju se u velikom broju, što daje zemljištu svojstvo "žive" sredine (Tešić, 1968). Sastav zemljišne mikroflora ima veliki značaj za rast biljaka. Mikroorganizmi predstavljaju glavni faktor u procesu mineralizacije i humifikacije organske materije u zemljištu koja se potom pretvara u biljne asimilative i služi biljkama za ishranu i opstanak (Leval i Remacle, 1969). Nezamenljiva uloga mikroorganizama u ishrani biljaka naročito je uočljiva u šumskim zemljištima.

Ono što razlikuje šumsko od poljoprivrednog zemljišta jeste šumska prostirka. Te prostirke nema izvan šume. Mikroorganizmi svojim enzimima transformišu prostirku u novu organsku materiju i biljne asimilative što se potvrđuje u predelima gde čovek nema nikakvog uticaja. U ovakvim šumama ne unose se biljna hraniva, ne primenjuju se agrotehničke mere, a biljke se ipak razvijaju. To se može objasniti i prisutnošću mikrobioloških procesa. Međutim, u većini šumskih zajednica uticaj čoveka se ispoljava preko raznih šumsko-tehničkih mera koje su redovne u šumarstvu. Svaki poduhvat čoveka menja uslove za odvijanje procesa u samom zemljištu. Promena jednog činioca, obično uslovljava promenu i drugih ekoloških činilaca, što doprinosi promeni razvika mikroorganizama u zemljištu (Tešić, 1968).

Za razliku od šumskih sastojina i zasada najveći uticaj čoveka prisutan je u rasadnicima. U rasadničkoj proizvodnji, kao početnoj fazi u ukupnoj tehnologiji podizanja zasada topola, prihvaćena je tehnologija da se u svim fazama rasadničke proizvodnje primenjuju intezivne agrotehničke mere kao što su okopavanje, zalivanje, đubrenje i dr. (Rončević et al., 2002). Pod uticajem čoveka menjaju se ekološki uslovi zemljišta što se u velikoj meri odražava na aktivnost mikroorganizama (Jarak i Čolo, 2007).

Imajući u vidu značaj mikroorganizama u ishrani biljaka i plodnosti zemljišta, cilj ovih istraživanja je bio da se ispita mikrobiološka aktivnost rizosfernog zemljišta u rasadnicima i zasadima topole.

MATERIJAL I METOD

Ispitivanje mikrobiološke aktivnosti rizosfernog zemljišta rasadnika i zasada topola obavljeno je tokom 2010. godine sredinom (jul) i krajem vegetacije (oktobar).

Uzorci zemljišta za analizu uzeti su iz dva rasadnika i dva zasada topola koji se nalaze na dve sistematske jedinice zemljišta, fluvisol forma peskovito ilovasta i na močvarno glejnom zemljištu.

Rasadnici i zasadi topola u kojima je ispitivana mikrobiološka aktivnost zemljišta nalaze se na ogleđnom dobru Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu - Kačka šuma.

Uzorci zemljišta za mikrobiološku analizu su uzimani ašovom koji je prethodno sterilisan etil-alkoholom sa dubine od 0–30 cm. Uzorci zemljišta su stavljani u sterilne polietilenske vrećice koji su čuvani na 4^oC (5 dana) a potom su obavljene potrebne laboratorijske analize.

Ukupan broj bakterija (UB), zastupljenost azotobaktera (Az), aktinomiceta (Act), gljiva (G) i aminoheterotrofa (Am) je određen metodom razređenja na odgovarajućim hranljivim podlogama (Poshon i Tardieux, 1962, cit. Jarak i Đurić, 2006).

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

REZULTATI I DISKUSIJA

Veliki je broj faktora koji utiču na mikrobiološku i enzimatsku aktivnost zemljišta. Najveća brojnost i aktivnost mikroorganizama je u sloju zemljišta do 40 cm gde ima najviše organske materije, dovoljno vlage i kiseonika. Dublji slojevi zemljišta siromašniji su hranljivim materijama, ekološki uslovi su nepovoljniji te je broj mikroorganizama manji (Jarak i Čolo, 2007). Brojnost mikroorganizama u zemljištu menja se i u zavisnosti od klimatskih uslova, nadmorske visine. Highland (2001) navodi da na mikrobiološku aktivnost šumskog zemljišta utiče i sklop šume odnosno, da je brojnost gljiva i bakterija kao i enzimatska aktivnost zemljišta veća u šumama sa gustim sklopom.

Fizičko-hemijska svojstva zemljišta predstavljaju veoma važne ekološke faktore koji utiču na brojnost, raznovrsnost i aktivnost mikroorganizama u zemljištu. Sa dubinom profila značajno se menjaju uslovi staništa za mikroorganizme, s obzirom na izmenjena fizičko-hemijska svojstva i vodno-vazdušni i toplotni režim zemljišta (Marinković et al., 2007).

Zemljišta ispitivana u ovom radu (tabela 1.) su neutralne do slabo bazne reakcije. Sadržaj CaCO₃ na ispitivanim lokalitetima se kretao u granicama od 12,48 do 15,80 %. Sadržaj humusa na peskovito ilovastoj formi u zasadu topola iznosio je 2,81%, a u rasadniku 0,62%. Na močvarno glejnom zemljištu veći sadržaj humusa utvrđen je takođe u zasadu 3,08 %, dok je u rasadniku sadržaj humusa bio manji i iznosio 1,93 %. Na osnovu morfološke građe i svojstava pripadaju tipu fluvisol zemljišta formi peskovito ilovastoj i tipu močvarno glejnog zemljišta.

Tabela 1. Prosečne osobine zemljišta na dubini do 30 cm

Table 1. Average soil characteristics in depth to 30 cm

Lokaliteti <i>Localities</i>	Tip zemljišta <i>Soil type</i>	Ukupan pesak <i>Total sand</i>	Ukupna glina <i>Total clay</i>	pH u H ₂ O	CaCO ₃ (%)	Humus (%)
Rasadnik topola <i>Poplar nursery</i>	Fluvisol f. peskovito ilovasta <i>Fluvisol f. loamy sand</i>	78,2	21,8	7,34	15,25	0,62
Zasad topola <i>Poplar plantation</i>	Fluvisol f. peskovito ilovasta <i>Fluvisol f. loamy sand</i>	80,7	19,3	8,27	14,14	2,81
Rasadnik topola <i>Poplar nursery</i>	Močvarno glejno zemljište Eugley	32,6	67,4	7,27	12,48	1,93
Zasad topola <i>Poplar plantation</i>	Močvarno glejno zemljište Eugley	24,3	75,7	7,62	15,80	3,08

Rezultati dobijeni ispitivanjem mikrobiološke aktivnosti rizosfernog zemljišta rasadnika i zasada topola su pokazali da je broj i aktivnost ispitivanih grupa mikroorganizama bio različit i zavisio je od tipa zemljišta, namene (rasad ili zasad) i perioda vegetacije.

Broj bakterija je u svim uzorcima bio visok i kretao se u milionima u gramu zemljišta (tabela 2). Sredinom vegetacije ukupan broj bakterija na zemljištu tipa fluvisol forma peskovito ilovasta bio je manji u odnosu na močvarno glejno zemljište. Međutim, krajem vegetacije na fluvisol formi peskovitog zemljišta zabeležen je veći broj bakterija ($65,16 \times 10^6 \text{ g}^{-1}$) dok je na močvarno glejnom zemljištu broj bakterija bio nešto niži i iznosio $58,86 \times 10^6 \text{ g}^{-1}$. Broj bakterija je bio veći u uzorcima zemljišta uzetih iz zasada topola. U zasadima topola veći je procenat humusa što je pogodovalo ishrani heterotrofnih bakterija koje prevladavaju u zemljištu. Takođe broj bakterija je bio veći sredinom vegetacije. U ovom periodu odnosno tokom jula meseca biljke su u fazi intezivnog rasta i razvoja, povećana je količina korenskih eksudata što pogoduje povećanju broja bakterija (Jarak i Čolo, 2007).

Tabela 2. Ukupan broj bakterija (10^6 g^{-1})Table 2. Total number of bacteria (10^6 g^{-1})

Tip zemljišta <i>Soil type</i>	Rasadnik / zasad <i>Nursery/ plantation</i>	Period vegetacije <i>Period of vegetation</i>			
		Sredina vegetacije <i>Middle of vegetation</i>		Kraj vegetacije <i>End of vegetation</i>	
			Prosek <i>Average</i>		Prosek <i>Average</i>
Fluvisol f. peskovito ilovasta <i>Fluvisol f. loamy sand</i>	Rasadnik <i>Nursery</i>	54,36	101,17	43,16	65,16
	Zasad <i>Plantation</i>	147,98		87,16	
Močvarno glejno zemljište <i>Eugley</i>	Rasadnik <i>Nursery</i>	114,06	123,08	58,23	58,86
	Zasad <i>Plantation</i>	132,09		59,49	

Na zemljištu tipa fluvisol forma peskovito ilovasta sredinom vegetacije brojnost aktinomiceta je bila neznatno veća u odnosu na močvarno glejno zemljište (tabela 3). Međutim, krajem vegetacije brojnost aktinomiceta je povećana na oba tipa zemljišta s tim što je zabeležena veća brojnost na močvarno glejnom zemljištu ($54,06 \times 10^4 \text{ g}^{-1}$). Brojnost aktinomiceta bila je veća krajem vegetacije u rasadnicima i u zasadima s tim što je brojnost u ispitivanim uzorcima uzetim iz zasada topola bila veća. Brojno prisustvo aktinomiceta u zasadima topola može se objasniti time što su aktinomicete heterotrofne zrakaste bakterije koje u zemljištu vrše proces humifikacije i mineralizacije organske materije. Razlažu i najotpornije komponente humusa i na taj način stvaraju asimilative za biljke (Jarak i Čolo, 2007). Takođe, u ispitivanim uzorcima sadržaj humusa bio je veći u zasadima topola što je omogućilo i veću brojnost aktinomiceta.

Tabela 3. Brojnost aktinomiceta (10^4 g^{-1})Table 3. Number of actinomycetes (10^4 g^{-1})

Tip zemljišta <i>Soil type</i>	Rasadnik / zasad <i>Nursery/ plantation</i>	Period vegetacije <i>Period of vegetation</i>			
		Sredina vegetacije <i>Middle of vegetation</i>		Kraj vegetacije <i>End of vegetation</i>	
			Prosek <i>Average</i>		Prosek <i>Average</i>
Fluvisol f. peskovito ilovasta <i>Fluvisol f. loamy sand</i>	Rasadnik <i>Nursery</i>	12,66	13,76	23,26	36,73
	Zasad <i>Plantation</i>	14,85		50,20	
Močvarno glejno zemljište <i>Eugley</i>	Rasadnik <i>Nursery</i>	11,60	12,35	23,42	54,06
	Zasad <i>Plantation</i>	13,10		84,70	

U uzorcima močvarno glejnog zemljišta broj gljiva je bio veći nego u uzorcima zemljišta tipa fluvisol forma peskovito ilovasta. Brojnost gljiva bila je veća u zasadima topola kao i u uzorcima zemljišta uzetim sredinom vegetacije (tabela 4). Do brojnog prisustva gljiva sredinom vegetacije došlo je usled većeg sadržaja organske materije koja potiče od izlučevina korena, liziranih ostataka korena, mikrobioloških ostataka (Jarak i Govedarica, 1995).

Tabela 4. Brojnost gljiva (10^4 g^{-1})Table 4. Number of fungi (10^4 g^{-1})

Tip zemljišta <i>Soil type</i>	Rasadnik / zasad <i>Nursery/ plantation</i>	Period vegetacije <i>Period of vegetation</i>			
		Sredina vegetacije <i>Middle of vegetation</i>		Kraj vegetacije <i>End of vegetation</i>	
			Prosek <i>Average</i>		Prosek <i>Average</i>
Fluvisol f. peskovito ilovasta <i>Fluvisol f. loamy sand</i>	Rasadnik <i>Nursery</i>	13,96	14,43	8,08	10,65
	Zasad <i>Plantation</i>	14,90		13,21	
Močvarno glejno zemljište <i>Eugley</i>	Rasadnik <i>Nursery</i>	16,59	18,74	10,61	12,73
	Zasad <i>Plantation</i>	20,88		14,85	

Brojno prisustvo aminoheterotrofa utvrđeno je sredinom vegetacije u rasadnicima topola ali je krajem vegetacije smanjeno (tabela 5). Aminoheterotrofi su bili brojniji u uzorcima zemljišta uzetim iz rasadnika topola kako sredinom tako i krajem vegetacije na oba tipa zemljišta. Aminoheterotrofi, koje čine aerobne, anaerobne, sporogene i asporogene bakterije i gljive, učestvuju u procesima amonifikacije, odnosno razgradnji i transformaciji proteina u mineralne i/ili nove organske forme. Mineralizacijom proteina izdvaja se azot koji dalje učestvuje u stvaranju biljnih hraniva (Jarak i Govedarica, 2003).

Vrste roda azotobakter su brojnije u zemljištima gde ne postoje prepreke za pristup kiseonika iz vazduha. To je karakteristično za poljoprivredna zemljišta, koja se redovno obrađuju i provetravaju dok je slabije prisutan u šumskom zemljištu posebno u onim tipa kiselog humusa (Tešić, 1968). Azotobakter je osetljiv na kiselu reakciju sredine tako da mu je brojnost i aktivnost najveća u neutralnim zemljištima. Iako prisutan i u šumskom zemljištu aktivnost azotobaktera je znatno slabija zbog nepovoljne odnosno, kisele reakcije sredine. Azotobakter je bio prisutan u svim ispitivanim uzorcima zemljišta. Brojnost azotobaktera je bila veća na zemljištu tipa fluvisol forma peskovito ilovasta. Krajem vegetacije brojnost se povećala na oba tipa zemljišta. Zastupljenost azotobaktera bila je veća u uzorcima zemljišta uzetim iz rasadnika topola. Takođe, iz tabele 6 se može videti da je brojnost azotobaktera bila veća u uzorcima zemljišta uzetim krajem vegetacije.

Tabela 5. Brojnost aminoheterotrofa 10⁶ g⁻¹Table 5. Number of aminoheterotrophs 10⁶ g⁻¹

Tip zemljišta Soil type	Rasadnik / Nursery/ plantation	Period vegetacije Period of vegetation			
		Sredina vegetacije Middle of vegetation		Kraj vegetacije End of vegetation	
			Prosek Average		Prosek Average
Fluvisol f. peskovito ilovasta <i>Fluvisol f. loamy sand</i>	Rasadnik <i>Nursery</i>	116,13	89,96	60,76	59,15
	Zasad <i>Plantation</i>	63,79		57,53	
Močvarno glejno zemljište Eugley	Rasadnik <i>Nursery</i>	161,41	126,37	54,65	53,99
	Zasad <i>Plantation</i>	91,33		53,33	

Tabela 6. Brojnost azotobaktera (10¹ g⁻¹)Table 6. Number of azotobacters (10¹ g⁻¹)

Tip zemljišta Soil type	Rasadnik / Nursery/ plantation	Period vegetacije Period of vegetation			
		Sredina vegetacije Middle of vegetation		Kraj vegetacije End of vegetation	
			Prosek Average		Prosek Average
Fluvisol f. peskovito ilovasta <i>Fluvisol f. loamy sand</i>	Rasadnik <i>Nursery</i>	101,97	67,44	172,11	108,27
	Zasad <i>Plantation</i>	32,91		44,43	
Močvarno glejno zemljište Eugley	Rasadnik <i>Nursery</i>	22,40	15,00	97,14	96,08
	Zasad <i>Plantation</i>	7,59		95,01	

Za metabolizam azotobaktera neophodno je prisustvo lako razgradivih organskih materija, neutralna sredina i prisustvo kiseonika. Upravo ovakvi ekološki uslovi su postojali u oba ispitivana tipa zemljišta, a potrebna količina organskih materija bila je obezbeđena izdvajanjem kroz koren (Jarak i Čolo, 2007).

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata dobijenih ispitivanjem mikrobiološke aktivnosti rizosfernog zemljišta u rasadnicima i zasadima topola može se zaključiti sledeće:

Ukupan broj bakterija bio je manji sredinom vegetacije na zemljištu tipa fluvisol forma peskovito ilovasta ali je krajem vegetacije zabeležen veći broj bakterija. Broj bakterija je bio veći u uzorcima zemljišta uzetim iz zasada topola. Takođe, broj bakterija je bio veći sredinom vegetacije.

Na zemljištu tipa fluvisol forma peskovito ilovasta sredinom vegetacije brojnost aktinomiceta je bila veća u odnosu na močvarno glejno zemljište. Međutim, krajem vegetacije brojnost aktinomiceta je povećana na oba tipa zemljišta s tim što je zabeležena veća brojnost na močvarno glejnom zemljištu. Broj aktinomiceta bio je veći u uzorcima zemljišta uzetim iz zasada topola.

U uzorcima močvarno glejnog zemljišta broj gljiva je bio veći nego u uzorcima zemljišta tipa fluvisol forma peskovito ilovasta. Brojnost gljiva bila je veća u zasadima topola kao i u uzorcima zemljišta uzetim sredinom vegetacije.

Brojno prisustvo aminoheterotrofa utvrđeno je sredinom vegetacije u rasadnicima topola ali je krajem vegetacije smanjeno. Aminoheterotrofi su bili brojniji u uzorcima zemljišta uzetim iz rasadnika topola.

Broj azotobaktera bio je veći na zemljištu tipa fluvisol forma peskovito ilovasta. Brojnost azotobaktera bila je veća u uzorcima zemljišta uzetim iz rasadnika topola, kao i u uzorcima zemljišta uzetim krajem vegetacije.

5. LITERATURA

- 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
- Highland, K., 2001: Fungal and bacterial enzyme activities in *Alnus nepalensis* D. Don, *European Journal of Soil Biology*, Vol. 37, No. 3, 175-180
- Jarak, M., Govedarica, M., 1995: Mikrobiologija zemljišta, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
- Jarak, M., Čolo, J., 2007: Mikrobiologija zemljišta, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
- Jarak, M., Govedarica, M., 2003: Mikrobiologija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
- Jarak, M., Đurić, S., 2006: Praktikum iz mikrobiologije, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet
- Leval de, J., i Remacle, J., 1969: A microbiological study of the rhizosphere of poplar, *Plant and Soil*, XXXI, no. 1
- Marinković, J., Milošević, N., Tintor, B., Vasin, J., 2007: The occurrence of several microbial groups in different soil, *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, Novi Sad, Vol. 43, No 1, 319-327
- Pochon, J., Tardieux, P., 1962: *Techniques d'analyse en microbiologie du sol*, edit. de la Tourelle, Paris
- Rončević, S., Andrašev, S., Ivanišević, P., 2002: Proizvodnja reproduktivnog i sadnog materijala topola i vrba, *Topola*, 3-22, 169/170
- Tešić, Ž., 1968: Mikrobiologija šumskog zemljišta sa osnovima opšte mikrobiologije, Univerzitet u Beogradu, Beograd

Summary

**MICROBIAL ACTIVITY OF RHIZOSPHERIC SOIL IN THE POPLAR NURSERIES
AND PLANTATIONS**

by

Verica Vasić, Mirjana Jarak, Simonida Đurić, Saša Orlović, Zoran Galić

In the paper we examined microbial activity of rhizospheric soil in the poplar nurseries and plantations. Investigations were conducted on two systematic units of soils fluvisol form sandy clay and swampy gleys soil. Analyses were conducted in 2010 in the middle (July) and the end of vegetation (October). Investigated total number of bacteria, actinomycetes, fungi, aminoheterotrophs, azotobacters and as well as physical and chemical properties of soils. Analysed soils were neutral to poorly basic reaction The percentage of humus in the soil was lower in nurseries (0.62 to 1.33 %) than under the poplar (2.81 to 3.08 %). Total number of bacteria, number of actinomycetes and fungi was higher in the soils of poplar plantations. The number of azotobacters and aminoheterotrophs was higher in the soils of poplar nurseries. On the number of the microorganisms influenced the growing season. In the middle of growing season were more numerous aminoheterotrophs and total number of bacteria and at the end of the vegetation azotobacters, actinomycetes and fungi.



UDK: 582.682:575.113(497.11)

Prethodno saopštenje *Preliminary report*

**RESTORACIJA AUTOHTONIH VRSTA TOPOLA (*POPULUS SP.*) U
ALUVIJALNIM PODRUČJIMA – FORMIRANJE GENOFONDA**

Kovačević Branislav¹, Tomović Zoran², Štajner Dubravka³, Katanić Marina¹,
Drekić Milan¹, Stojnić Srđan¹

Abstrakt: Evropska crna topola (*Populus nigra* L.) i bela topola (*Populus alba* L.) su među dominantnim drvenastim vrstama autohtonih biocenoza aluvijalnih područja u Srbiji. Ove vrste su postale retke, pa čak i ugrožene, pogotovo u slučaju evropske crne topole. Oko 50 genotipova evropske crne i bele topole iz 12 populacija Srbije, uglavnom sa područja Vojvodine, su sakupljeni i umnoženi mikropropagacijom preko aksilarnih pupova, kako bi se smanjila mogućnost somaklonalne varijabilnosti. Zbirka genotipova će biti osnova za formiranje matičnjaka genofonda i dalju proizvodnju reproto i sadnog materijala namenjenog rasadničkoj proizvodnji i pošumljavanju, uglavnom u zaštićenim područjima.

Ključne reči: Evropska crna topola, bela topola, mikropropagacija

**RESTORATION OF AUTOCHTHONOUS POPLAR SPECIES (*POPULUS SP.*) IN
RIPARIAN ZONE – GENOFOND ESTABLISHMENT**

Abstrakt: *European black poplar (Populus nigra L.) and white poplar (Populus alba L.) are among dominant tree species in autochthonous biocenoses of riparian zones in Serbia. These species become rare and even endangered, especially European black poplar. About 50 genotypes of European black and white poplar from 12 Serbian populations, mostly from Vojvodina, are collected and propagated by means of micropropagation. The genotypes are propagated by axillary buds to reduce chances for somaclonal variation. The genotype collection would be the basis for stoolbed establishment and further production of propagation and planting material for nursery production and afforestation, presumably in protected areas.*

Key words: *European black poplar, White poplar, micropropagation*

¹ Dr Kovačević Branislav, naučni saradnik, dipl. biol. Katanić Marina, istraživač saradnik, dipl. inž. Drekić Milan, istraživač saradnik, dipl. inž. Stojnić Srđan, istraživač: Istraživačko-razvojni institut za nizijško šumarstvo i životnu sredinu, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad

² Dr Tomović Zoran, viši naučni saradnik, JP „Vojvodinašume“, Petrovaradin

³ Prof. dr. Dubravka Štajner, redovan profesor, Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu

UVOD

Evropska crna topola (*Populus nigra* L.) i domaća bela topola (*Populus alba* L.) su među reprezentivnim drvenastim vrstama starih autohtonih biocenoza poplavnih područja Srbije. Ove vrste su zastupljene u celokupnom aluvijalno-higrofilnom kompleksu, a dominiraju u asocijacijama: *Salici populetum nigrae*, *Populetum nigrae*, *Populetum nigro-albae* i *Populetum albae* (Herpka, 1986).

Ipak, ove asocijacije se danas retko nalaze (Herpka, 1986). Posebno se evropska crna topola smatra ugroženom vrstom. Na primer, u Velikoj Britaniji i Irskoj je pronađeno svega 7000 stabala crne topole, među kojima je bilo dosta primeraka istog genotipa, s malim udelom ženskih stabala. U velikom broju zemalja Evropskog kontinenta, pa i u našoj, značajne površine koje su bile stanište ove dve vrste su izgubljene u korist zasada američke i eurameričke topole, s obzirom na visoku produktivnost njihovih klonova. Naime, eksploatacijom i zamenom prirodnih autohtonih sastojina topola plantažama produktivnijih američkih i eurameričkih crnih topola, kao i širenjem poljoprivredne proizvodnje, varijabilnost i kvalitet populacija bele i posebno crne topole je značajno oslabljen. Prisustvo američke i eurameričke crne topole stvara osnova i za dobijanje njihovog ili hibridnog potomstva sa domaćom crnom topolom, što domaćoj crnoj topoli dodatno sužava životni prostor. Značajan deo staništa topola iskorišćen za druge namene kao što su: poljoprivredna proizvodnja, urbanizacija, kontrola plavljenja i dr. (Vietto i Chiarabaglio, 2004).

Zato su evropska crna i bela topola od presudnog značaja u procesu regeneracije autohtonih prirodnih biocenoza plavnih područja. One predstavljaju važne indikatore biodiverziteta i time važan element održivosti gazdovanja šumskim ekosistemima plavnih područja. Takođe su značajne i sa socijalnog aspekta, pogotovo njihova uloga u kontroli plavljenja (usporavanja oticanja voda i prebrzog porasta nivoa vodotokova), kontroli visine podzemnih voda i održanju i unapređenju kvaliteta voda (filtriranje hemikalija i neiskorišćenih mineralnih hranljivih materija iz poljoprivrede, hemijske i prehrambene industrije) (Vietto i Chiarabaglio, 2004).

U poslednjih dvadeset godina sprovedeni su značajni projekti ispitivanja i očuvanja varijabilnosti, restoracije i ponovnog pošumljavanja crnim i belim topolama u većem broju evropskih zemalja (Vietto et al., 2008, Smulders et al., 2008). U cilju očuvanja varijabilnosti pokrenuti programi na zaštiti i unapređenju germplazme topola i primeni raznih strategija konzervacije (EUFORGEN Programme, Scattered Broadleaves Network). Tehnike umnožavanja odabranih genotipova putem mikropropagacije u kulturi *in vitro* mogu, u tom smislu da imaju veliki značaj (Naujohs i Wühlich, 2004). Intenzivniji rad na ovoj problematici kod nas su počeli Orlović i sar. (2005).

Zaštita i restoracija (obnavljanje) biocenoza plavnih područja je značajan zadatak i u Srbiji. Jasno je da obnavljanje sastojina autohtonih vrsta topola proces koji zahteva pomoć čoveka. U tom smislu su i značajne površine stavljene pod režim različitog stepena zaštite, posebno na teritoriji Vojvodine.

Kako evropska crna (*Populus nigra*) i bela topola (*Populus alba*) zauzimaju različite ekološke zone a mogu da čine i mešovite asocijacije, može se reći da među njima nema značajnije konkurencije za rast i razvoj njihovih sastojina. Takođe, obuhvatanjem obe vrste omogućava se pošumljavanje veće površine aluvijuma šumskim drvenastim vrstama (dok crna topola preferira vlažna aerirana zemljišta, bele topole tolerišu suvlja, čak i u izvesnoj meri zaslanjena staništa). Obe vrste, a posebno belu topolu, karakteriše dobra izdanačka moć i mogućnost uspešnog obnavljanja nakon seče. Takođe njihovo obilno plodonošenje omogućava obnavljanje njihovih sastojina i generativnim putem, što je posebno važno sa aspekta očuvanja i unapređenja biodiverziteta i stabilnosti obe vrste (Tucović i sar., 1986). Zato bi buduće sastojine pomenutih vrsta trebalo formirati prvenstveno na područjima koja omogućavaju formiranje generativnog potomstva, uz primen dodatnih uzgojnih mera koje će taj proces da podrže.

Osnova za formiranje sadnog materijala za zasnivanje novih sastojina bi bilo formiranje matičnjaka genofonda bele i crne domaće topola. Smatramo da će genofond formiran na ovaj način dati značajan doprinos očuvanju varijabilnosti i stabilnosti domaće crne i bele topole, kao i obnovi autohtonih biocenoza u aluvijalnim područjima Srbije.

Zasnivanjem multiklonalnih zasada stvorila bi se osnova za povećanje i unapređenje varijabilnosti, što je osnova i za bolji odgovor topola na nivou populacija i vrsta na napade prevalentnih štetočina i bolesti, kao i na očekivane klimatske promene (Lefevre et al., 2001).

SPROVEDENE MERE I PRIMENJENI METODI

U cilju stvaranja genetičke osnove za dalje postupke rekonstrukcije autohtonih biocenoza poplavnih područja od strane Ministarstva za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu podržan je projekat „Restoracija autohtonih vrsta topola (*Populus sp.*) u aluvijalnim područjima“. Projekat je počeo sa realizacijom u junu 2009., koja je obuhvatila prvenstveno odabiranje i sakupljanje genotipova evropske crne topole (*Populus nigra*) i bele topole (*Populus alba*), njihovo uvođenje u kulturu *in vitro*, usavršavanje tehnika vezanih za gajenje u kulturi *in vitro* i mikropropagaciju uvedenih genotipova.

Sve aktivnosti na uvođenju i mikropropagaciji genotipova domaće crne i bele topole izvedene su u Istraživačko-razvojnom institutu za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu Univerziteta u Novom Sadu.

S obzirom na veliki broj i varijabilnost genotipova, ovaj projekat je pružio priliku za unapređenje pojedinih faza uvođenja genotipova u kulturu tkiva i mikropropagacije putem aksilarnih pupova. Takođe je stvorio i osnovu za dalji razvoj tehnologije mikropropagacije u Institutu, kao i za proširenje problematike kojom bi se Institut u budućnosti bavio.

Tokom realizacije projekta javilo se nekoliko objektivnih teškoća koje su do sada prevaziđene. Jedna od teškoća je uvođenje genotipova u kulturu tkiva, što se pokazalo posebno složeno u slučaju evropske crne topole.

Prvo, kraj vegetacionog perioda je doneo probleme sa sterilizacijom eksplantata prilikom njihovog uvođenja u kulturu tkiva. Ovi problemi su posebno bili izraženi u slučaju genotipova domaće crne topole. S tim u vezi bilo je neophodno prilagoditi metode sterilizacije i introdukcije u kulturu tkiva. Posebno su bili problem aksilarni pupovi domaće crne topole koji su obavijeni značajnom količinom eksudata. U tom smislu je modifikovan postupak sterilizacije koji je do sada redovno korišćen, a koji je razvijen za bele topole. Posebno u slučaju crnih topola na kraju vegetacionog perioda, bilo je neophodno da se postupci sterilizacije ponove više puta. Dobijeni rezultati su zadovoljavajući.

Takođe su postojale i razlike u osetljivost eksplantata na primenjene tretmane u kulturi *in vitro*, pa time i potencijal genotipova da budu uspešno uvedeni u kulturu tkiva i umnoženi u uslovima *in vitro* kulture putem aksilarnih pupova. U tom smislu su izvršene izvesne modifikacije mineralnog sastava hranljive podloge, koja je bila bazirana na formulaciji Aspen Culture Medium-a (Ahuja, 1983). Prilikom određivanja balansa hormona i drugih aktivnih materija uzeti su obzir i rezultati Kovačević i sar. (2008). I u slučaju balansa hormona i drugih aktivnih materija su primenjene izvesne modifikacije, koje su imale za cilj unapređenje rasta i razvoja genotipova koje karakterišu problemi prilikom uzgoja *in vitro*. Optimizacija hranljivih podloga tekla je paralelno sa uvođenjem odabranih genotipova, a biće nastavljena i u narednom periodu. Može se, međutim, reći da podloga koja je razvijena do sada daje zadovoljavajuće rezultate sa aspekta ostvarenja ciljeva koji su postavljeni ovim projektom (Tabela 1).

Tabela 1. Sastav podloge za uvođenje i mikropropagaciju evropske crne i bele topole
Table 1. The content of the medium for introduction and micropropagation of European black and White poplar

	mg/l
NH ₄ NO ₃	400
Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	556
K ₂ SO ₄	990
CaCl ₂ · 2H ₂ O	96
MgSO ₄ · 7H ₂ O	370
KH ₂ PO ₄	170
NaFe.EDTA	30
MnSO ₄ · H ₂ O	22,3
ZnSO ₄ · 7H ₂ O	8,6
H ₃ BO ₃	6,2
KI	0,83
Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	0,25
CuSO ₄ · 5H ₂ O	0,025
CoCl ₂ · 6H ₂ O	0,025
Tiamin	0,1
Nikotinska kiselina	0,5
Piridoksin	0,5
Lizin	100,0
Adenin sulfat	20
Mioinozitol	50
Saharozna	20000
Ph	5,5 – 5,6
	μM
Kinetin	2
BAP	0,5
Ag ⁺	4

U cilju amortizovanja gubitka genotipova nastalih zbog problema prilikom sterilizacije, uvođenja i uzgoja eksplantata u kulturi *in vitro* prikupljen je veći broj genotipova od broja planiranog za zasnivanje matičnjaka. Na svakom lokalitetu je prikupljeno po 10 genotipova.

DOSADAŠNJI REZULTATI I PLANIRANE AKTIVNOSTI

Na osnovu dosadašnjih aktivnosti u našoj kolekciji u kulturi *in vitro* se nalazi oko 50 genotipova evropske crne i bele topole iz 11 populacija, deset sa područja Vojvodine i jedna sa područja centralnog dela Srbije (tab. 1). Genotipovi uvedeni u kulturu tkiva se umnožavaju kulturom aksilarnih izbojaka, koja objektivno daje namanje šanse za pojavu somaklonalne varijabilnosti tj. pojave mutacije prilikom propagacije u kulturi *in vitro*. Na postignute rezultate treba gledati kao na preliminarne. Proces sakupljanja bi trebao da se nastavi i u budućnosti u cilju unapređenja sakupljenog genofonda i po kvalitetu i po kvantitetu.

Najveće područje sa povoljnim uslovima za *in situ* konzervaciju evropske crne topole se nalazi na Dunavu u okolini grada Apatina (Gornje Podunavlje). Prema Orlović i sar. (2005) radi se o površini od oko 200 ha prirodnih populacija ove vrste. Ova površina je danas u sistemu zaštite i isključena je iz komercijalnog gazdovanja.

Sakupljeni genotipovi predstavljaju i važnu osnovu za dalja istraživanja, posebno u domenu proučavanja varijabilnosti svojstava tolerantnosti na biotičke i abiotičke agense. Već u uslovima *in vitro* moguća su ispitivanja tolerantnosti prema visokim koncentracijama teških metala i drugih polutanata, na sušu, zaslanjenost i dr., dok je u uslovima rasadničke proizvodnje moguća efikasna procena tolerantnost prema prevalentnim štetočinama i bolestima.

Tabela 2. Lokacije populacija iz kojih su odabirana stabla za mikropropagaciju

Table 2. Locations of populations from that were selected trees for micropropagation

Lokalitet <i>Location</i>	Koordinate <i>Coordinates</i>	Lokalitet <i>Location</i>	Koordinate <i>Coordinates</i>
Novi Sad	45 ^o 14'N 19 ^o 50'E	Rohalj baze	45 ^o 09'N 19 ^o 32'E
Deronje	45 ^o 26'N 19 ^o 12'E	Daščanske šume	45 ^o 09'N 19 ^o 36'E
Kovilj	45 ^o 12'N 19 ^o 58'E	Klenak	44 ^o 46'N 19 ^o 43'E
Padej	45 ^o 51'N 20 ^o 05'E	Kupinovo	44 ^o 42'N 20 ^o 06'E
Babatovo	45 ^o 26'N 20 ^o 13'E	Vražogrnac	44 ^o 00'N 22 ^o 21'E
Vorovo	45 ^o 06'N 19 ^o 23'E		

Aklimatizacijom ožiljenog materijala i formiranjem matičnjaka genofonda u narednom periodu zaokružio bi se proces formiranja osnove za proizvodnju sadnog materijala koji bi bio namenjen pošumljavanju spomenutih područja autohtonim crnom i belom topolom. Matičnjak bi mogao da bude proširivan novim genotipovima, dok bi očuvanje i unapređenje varijabilnosti na terenu omogućilo generativno potomstvo odabranih genotipova. Poznavajući svojstva spoljne sredine iz koje vode poreklo sakupljeni genotipovi, moguće bi bilo u budućnosti da se preporuče genotipovi za pošumljavanje datih terena. U tom smislu nastavili bi se i naponi koje su opisivali Orlović i sar. (2005) u pravcu osnivanja zasada za proizvodnju semena kao izvora novih genotipskih kombinacija, kao i zasada tzv. mazer genotipova evropske crne topole. Saznanja i unapređenja do kojih smo došli tokom dosadašnjeg rada će biti važna osnova za dalji rad ovoj problematici.

ZAKLJUČCI

Na osnovu dosadašnjeg rada prikupljena je zbirka oko 50 genotipova bele i crne evropske topole koji se umnožavaju mikropropagacijom u kulturi tkiva. Genotipovi su poreklom sa jedanaest lokaliteta, uglavnom sa područja AP Vojvodine. Tokom rada na projektu „Restoracija autohtonih vrsta topola (*Populus sp.*) u aluvijalnim područjima“ unapređene su procedure vezane za uvođenje i

umnožavanje belih, a posebno evropske crne topole. Sakupljeni genotipovi predstavljaju osnovu za dalji rad na obnavljanju sastojina autohtonih vrsta topola u plavnim područjima, očuvanju i unapređenju diverziteta ove dve vrste, ako i istraživanja u ovom domenu.

LITERATURA

- Ahuja, M. R. (1983): Somatic cell differentiation and rapid clonal propagation of aspen, *Silvae Genetica* 32, 3-4
- Herpka I. (1986): Prirodne šume autohtonih topola i vrba. U: Topole i vrbe u Jugoslaviji Urednik: Guzina V. Institut za topolarstvo, Novi Sad. 21-36
- Kovačević B, Orlović S, Katanić M, Miladinović D, Kebert M (2008): Influence of kinetin, 6-benzylaminopurine, silver ion and myoinositol on growth and development of white poplar microshoots in vitro. Proceedings of International Scientific Conference „Forestry in Achieving Millennium Goals“, 13-15 November 2008, Novi Sad: 219-224
- Lefevre F., Barsoum, N., Heinze, B., Kajba, D., Rotach, P., De Vries, S.M.G., Turok, J. (2001): EUFORGEN Technical Bulletin: In situ conservation of *Populus nigra*. International Plant genetic resources Institute, Rome, Italy. pp. 58
- Naujoks G., von Wühlisch G. (2004): Micropropagation of *Populus nigra* L.: a potential contribution to gene conservation and tree improvement. In: *Populus nigra* network. Ed. Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., von Wühlisch. International Plant genetic resources Institute, Rome: 123-124
- Orlović, S., Pilipović A., Pap P., Radosavljević, N., Drekić M. (2005): Genetički resursi evropske crne topole (*Populus nigra* L.) i topola iz sekcije Leuce Duby u prirodnim populacijama u Srbiji i Crnoj Gori. *Topola*: 5-8
- Smudlers, M.J.M, Cotterill, J.E., Lefevre, F; Schoot, J.van der; Arens, P., Vosman, B., Tabbener, H.E., Grassi, F., Fossati, T., Castiglione, S., Krystufek, V., Fluch, S., Burg, K., Vornam, B., Pohl, A., Gebhardt, K., Alba, N., Agundez, D., Maestro, C., Notivol, E., Volosyanchuk, R., Pospiskova, M., Bordacs, S., Bovenschen, J. van, Vanden Broeck, A., Storme, V., Boerjan, W. (2008): Structure of biodiversity in black poplar (*Populus nigra* L.) populations across European river systems: Consequences for conservation and restoration. *Forest ecology and management*: 255: 1388-1399
- Tucović A., Guzina V., Božić J., Krstinić A. (1986): Autohtone topole i vrbe. U: Topole i vrbe u Jugoslaviji Urednik: Guzina V. Institut za topolarstvo, Novi Sad. 9-20
- Vietto L., Chiarabaglio, P.M. (2004): Restoration of floodplain woodlands with native Poplars (*Populus nigra* and *Populus alba*) in Italy: some case studies on Po river. Proceedings of 3rd ECRF International Conference on river restoration in Europe, 17-21 May 2004, Zagreb, Croatia: 375-381

Vietto L., Van den Broeck, A., Van Looy K., Tautenhahn M., Chiarabaglio P.M. (2008): Matching the needs for European black poplar (*Populus nigra* L.) gene conservation and river restoration: Case studies in Italy, Belgium and Germany. Proceedings of 4th ECRR International Conference on river restoration 2008, 16-21 June 2008, Venice, Italy: 157-166

Summary

*RESTORATION OF AUTOCHTHONOUS POPLAR SPECIES (POPULUS SP.) IN
RIPARIAN ZONE – GENOFOND ESTABLISHMENT*

by

*Branislav Kovačević, Tomović Zoran, Dubravka Štajner, Katanić Marina, Drekić Milan,
Srđan Stojnić*

*European black poplar (*Populus nigra* L.) and white poplar (*Populus alba* L.) are among dominant tree species in autochthonous biocenoses of riparian zones in Serbia. However, these species become rare and even endangered, especially in case of European black poplar. Their habitats are used for the establishment of plantations of more productive poplar species euramerican (poplar and eastern cottonwood), as well as for other purposes like: agriculture, urbanization, flooding control etc.*

The protection of habitats and reforestation by these species are of crucial importance in restoration of autochthonous biocenoses in riparian zones. Beside the preservation of biodiversity, they are important in flooding control, control of underground water level, water quality, etc.

About 50 genotypes of European black poplar and white poplar from 12 Serbian populations, mostly from Vojvodina, are collected and propagated by means of micropropagation. The ACM medium (Ahuja, 1983) was used supplemented with BAP, kinetin and silver ions in order to establish tissue culture and micropropagate chosen genotypes. The genotypes are propagated by axillary buds to reduce chances for somaclonal variation. The genotype collection will be the base for the stoolbed establishment and further production of planting material for nursery production and afforestation, presumably in protected areas.

Key words: European black poplar, White poplar, micropropagation

UDK: 620.9:340.134(497.11+497.13)

Prethodno saopštenje *Preliminary report*

**OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE I ODRŽIVA GRADNJA¹:
KONCEPTUALNI ELEMENTI I ZAKONSKI OKVIR U SRBIJI I
HRVATSKOJ**

Stevanov Mirjana², Krajter Silvija³, Orlović Saša², Vuletić Dijana³, Marjanović
Hrvoje³, Klašnja Bojana²

Izvod: Evropi nedostaju tržišta koja će pokretati inovacije. U tom kontekstu Evropska Unija (EU) je 2000. godine formulisala Lisabonsku strategiju koja naglašava potrebu za inovativnošću i kompetitivnošću evropskog tržišta sa ciljem da Evropa postane najrazvijenija ekonomija sveta. Kako bi se približila tom cilju EU je razvila koncept vodećih tržišta koji je u fokusu ovog rada. Poseban naglaskak je na tržištu obnovljivih izvora energije i tržištu održive gradnje. U okviru njih opisana je i uloga šumarstva odnosno održivog gazdovanja šumama u snabdevanju sirovinom kao i tehnološka platforma svih sektora baziranih na šumarstvu, kao veoma značajan *governance*-mehanizam koji povezuje interesne grupe iz privrede, nauke i državnog sektora u ostvarivanju zajednički formulisanih ciljeva. Ovi koncepti i inicijative su relevantni za Srbiju i Hrvatsku, kao države kandidate za članstvo u EU i kao potpisnice brojnih međunarodnih konvencija (npr. Kjoto protokola). U tom smislu ove dve zemlje rade na harmonizaciji nacionalnih sa EU legislativom i zato se u ovom radu bavimo i nacionalnim zakonskim okvirom, tačnije njegovim delom koji se odnosi na biomasu i održivu gradnju.

Ključne reči: obnovljivi izvori energije, održiva gradnja, šumarstvo, održivo gazdovanje šumama, vodeća tržišta, tehnološka platforma svih sektora baziranih na šumarstvu

¹ Pojam održive gradnje (engl. *sustainable construction*) objašnjen je u poglavlju 3.

² Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu Novi Sad, Mirjana Stevanov – istraživač saradnik (katedra za šumarsku politiku Univerziteta u Getingenu, Nemačka), e-mail: mzavodj@gwdg.de; Dr. Saša Orlović – naučni savetnik, e-mail: sasao@uns.ac.rs; Bojana Klašnja – naučni savetnik, e-mail: bklašnja@uns.ac.rs; Antona Čehova 13d, 21000 Novi Sad, Srbija.

³ Hrvatski šumarski institut, Silvija Krajter, mlađi istraživač - asistent, Trnjanska cesta 35, 10000 Zagreb, Hrvatska, silvijak@sumins.hr; dr.sc. Dijana Vuletić, viši naučni saradnik, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, Hrvatska, dijanav@sumins.hr; dr.sc. Hrvoje Marjanović, naučni saradnik, Trnjnska cesta 35, 10000 Zagreb, Hrvatska, hrvojem@sumins.hr

RENEWABLE ENERGY SOURCES AND SUSTAINABLE CONSTRUCTION: CONCEPTUAL ELEMENTS AND LEGISLATIVE FRAMEWORK IN SERBIA AND CROATIA

Abstract: *Europe needs innovation-friendly markets. In that context European Union (EU) formulated a Lisbon Strategy in 2000 by emphasising the need for innovativeness and competitiveness of the European market with the aim of turning it into the world's most competitive economy. In order to achieve that aim the concept of Lead Markets was developed and this concept is in the focus of the current paper. Particular emphasis is on the renewable energy market and market for sustainable construction. Within them this paper also examines the role of forestry and sustainable forest management in supplying raw materials and offers insights into the Forest Based Sector Technology Platform as a new governance mechanism bringing together science, economy and the state toward achieving commonly set goals. These concepts and initiatives are relevant for Serbia and Croatia, being EU member candidates and signatories of many international conventions (e.g. the Kyoto Protocol). In view of that these two countries are engaged in harmonization of national with EU legislation and we therefore handle also national legislative framework in this paper, especially with respect to forest biomass (renewable energy) and sustainable construction.*

Key words: *renewable energy, sustainable construction, forestry, sustainable forest management, lead markets, forest-based sector technology platform*

UVOD

Evropi nedostaju tržišta koja će podsticati inovacije, bila je glavna poruka izveštaja Aho grupe (EC, 2006). Evropska Unija prihvatila je i Lisabonske ciljeve (EC, 2000) koji naglašavaju kompetitivnost i inovativnost kao bitne elemente budućeg održivog razvoja i postavila ambiciozne ciljeve koji uključuju (EC, 2009):

- 20%-tno smanjenje emisije gasova staklene bašte do 2020. godine u odnosu na 1990. godinu,
- 20%-tni udeo obnovljivih izvora energije u neposrednoj potrošnji do 2020. godine
- 10% bio-goriva u odnosu na potrošnju transportnih goriva do 2020. godine
- smanjenje neposredne potrošnje energije za 9% do 2016. godine primenom mera energetske efikasnosti te
- smanjenje potrošnje energije za 20% do 2020. godine.

Kako bi se ostvarili ovi ciljevi kreirane su brojne inicijative i koncepti, među kojima su za šumarstvo veoma značajni koncept vodećih tržišta i inicijativa stvaranja jedinstvene Evropske platforme svih sektora baziranih na šumarstvu. Pošto se i Srbija i Hrvatska nalaze pred pristupanjem Evropskoj Uniji poznavanje navedenog koncepta i inicijative, kao i nacionalnih zakonskih okvira obeju država, prvi je korak ka prepoznavanju potencijala i uloge šumarstva na tržištima obnovljivih izvora energije i održive gradnje. U prilog tome ovaj rad ima za cilj da opiše konceptualne elemente i nacionalne zakonske okvire u ove dve oblasti i na taj način doprinese sve aktuelnijoj stručnoj i naučnoj diskusiji o *biomasi i zelenoj gradnji*.

MATERIJAL I METOD

Da bi se ostvario postavljeni cilj sakupljeni su relevantni i dostupni dokumenti u pisanom i elektronskom obliku a zatim je izvršena njihova sistematizacija, analiza i komentaran značaj.

Sekundarni materijal grupisan je u nacionalni i međunarodni, a u okviru tih grupa vršene su podele prema oblastima (npr. obnovljivi izvori energije, održiva gradnja, itd.) i vrstama (npr. legislativni dokumenti, naučna literatura, itd.). Zatim se pristupilo iščitavanju kao i dopunjavanju postojeće baze informacija dokumentima iz onih grupa u kojima su uočeni nedostaci. Relevantni delovi teksta su zatim markirani i odvojeni od ostatka. Pošto se analiza radila u svrhe “razumevanja i opisivanja određenih pojava i fenomena” (Babbie 2007) nakon kodiranja nisu korišteni statistički programi za analizu i obradu podataka već kombinacija osnovnih tehnika zaključivanja (npr. induktivno i deduktivno zaključivanje). To je rezultiralo detaljnim opisom konceptualnih elemenata i zakonskog okvira u oblasti obnovljivih izvora energije i održive gradnje. Prikaz je dat u poglavlju 3.

KONCEPTUALNI ELEMENTI I ZAKONSKI OKVIR U OBLASTI OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE (OIE) I ODRŽIVE GRADNJE

Analizom dostupnih dokumenata izdvojila su se dva konceptualna elementa kao i uži nacionalni zakonski okvir koji je ocenjen kao relevantan za OIE i održivu gradnju u Srbiji i Hrvatskoj. Oni će biti detaljnije opisani u naredna dva poglavlja 3.1 i 3.2.

Konceptualni elementi

Konceptualni okvir relevantan za ovaj rad vezan je sa jedne strane za pojam i karakteristike vodećih tržišta i inicijativu vodećih tržišta a sa druge strane za pojam i ideju tehnološke platforme svih sektora baziranih na šumarstvu. Oba ova konceptualna elementa biće razmatrana u nastavku (3.1.1 i 3.1.2).

Vodeća tržišta i inicijativa vodećih tržišta⁴

Pod vodećim tržištem⁵ podrazumeva se “tržište nekog proizvoda u određenom geografskom području u kojem je počeo proces difuzije neke međunarodno priznate inovacije (tehnološke ili neke druge) a koje se održalo i povećalo širenjem spektra dobara i usluga” (EC 2005). Takvo tržište se ne može

⁴ *Lead markets and lead market initiatives (engl.).*

⁵ *Lead market (engl.).*

veštački kreirati, ali se njegov nastanak može inicirati stvaranjem okruženja koje će podsticati inovativnost, odnosno olakšati put od ideje do novog proizvoda i/ili usluge. To se, između ostalog, najbolje može postići kombinovanjem političkih instrumenata koji su usmereni i ka ponudi i ka potražnji (EC 2009a).

Kroz inicijativu vodećih tržišta Evropska Unija nastoji da “identifikuje grupe tržišta koja imaju potencijal da postanu vodeća i poziva na brzu i koordiniranu akciju putem ambicioznih akcionih planova usmerenih ka tim tržištima, kako bi se dala prednost evropskoj održivosti i potrošačima” (EC 2007). Na ovaj način identifikovano je ukupno šest vodećih tržišta: obnovljivi izvori energije, održiva gradnja, bio-bazirani proizvodi, recikliranje, zaštitni materijali/tkanine i e-zdravstvo. Za svako od njih napravljeni su akcioni planovi u kojima su navedeni ciljevi, politički instrumenti potrebni za njihovu realizaciju, konkretne akcije kao i akteri odgovorni za implementaciju (EC 2007). U ovom radu akcenat će biti na prva dva tržišta, obnovljivim izvorima energije i održivoj gradnji, za čiji razvoj se procenjuje da i srpsko i hrvatsko šumarstvo imaju velike početne potencijale (Vlada RS 2005; Hrvatski sabor 2009).

Obnovljivi izvori energije predstavljaju nefosilne izvore energije kao što su vetar, sunce, geotermalna energija, energija talasa i plime, hidroenergija, biomasa, energija otpada (gasovi sa deponija, gasovi nastali u postrojenjima za preradu kanalizacionih voda, itd.) te biogasovi. U okviru njih, pod biomasom se podrazumeva biorazgradiva komponenta proizvoda, otpada i ostataka od poljoprivredne proizvodnje (biljnog i životinjskog porekla), šumarstva i sa njim povezanih grana, te biorazgradiva komponenta industrijskog i opštinskog otpada (EC 2001). Svi ovi izvori se u odredjenom obliku i količini mogu iskoristiti za proizvodnju toplotne i električne energije.

Evropski sektor obnovljivih izvora energije (pri tome se misli na sve oblike OIE) je 2006 imao godišnji obrt od 15biliona evra i zapošljavao je oko 300 000 ljudi (EREC 2006). To je međutim zadovoljavalo svega 8,8% evropskih energetske potrebe (EREC 2006). Kao neki od osnovnih uzroka nedovoljne iskorištenosti potencijala ovog tržišta prepoznate su sledeće barijere:

- mala potražnja za OIE koja je, između ostalog, posledica nedovoljne vidljivosti eksternih troškova u ceni uobičajenih energetske izvora / fosilnih goriva (a koji nastaju pri korišćenju energije, npr. emisije gasova koji izazivaju efekat staklene bašte, zagađenja vazduha, itd.)
- kod pojedinih OIE primetan je spor trend smanjenja cena što utiče na smanjen nivo potražnje
- fragmentiranost sistema podrške tržištu i postojanje zakonskih i administrativnih barijera (EC 2007; EC 2007a).

Zato je u okviru inicijative vodećeg tržišta OIE i formulisan akcioni plan koji je u prvom redu baziran na uklanjanju ovih barijera. To se pre svega odnosi na uklanjanje zakonskih prepreka i na podsticanje javnog sektora ka većoj potražnji OIE, ali i na uvođenje standardizacije i sertifikacije kao i niza dopunskih aktivnosti od kojih su najvažnije one vezane za pospešivanje javnog i privatnog finansiranja projekata koji se odnose na OIE (EC 2007a). Rezultat toga je da se danas već govori

o godisnjem obrtu od oko 70 biliona evra i zaposlenosti od oko 550 000 ljudi (EREC 2009).

Ovakvim i sličnim aktivnostima bi se i u Srbiji i u Hrvatskoj moglo uticati na razvoj tržišta OIE, koje je u začetku, rascepkano i neravnomerno razvijeno. Uz to se čini relevantnom i potreba za podizanjem nivoa svesti građana o potencijalima, mogućnostima, prednostima i manama korišćenja obnovljive energije za dobijanje toplotne i električne energije.

Održiva gradnja kod nas još nije jasno definisan pojam. Sa druge strane, u zemljama EU on obuhvata čitav niz usluga, od planiranja i dizajna, preko izbora materijala do procene energetske efikasnosti stambenih, poslovnih i drugih objekata (npr. niskoenergetske i pasivne kuće, itd.) a sve u cilju podrške održivom razvoju koji uzima u obzir ekonomske, društvene i aspekte zaštite životne sredine (EC 2007). Na taj način teži se smanjiti uticaj građevina na okruženje (tokom čitavog njihovog veka trajanja) i povećati kvalitet života ljudi u tom prostoru. Jedan od načina da se to postigne jeste i favorizovanje drveta i materijala na bazi drveta pri izgradnji kuća i zgrada kao i kućnih i poslovnih enterijera (EC 2007).

Tržište održive gradnje segmentirano je na stambeni sektor, nestambeni sektor i infrastrukturu. U Evropskoj Uniji svi ovi segmenti zajedno učestvuju u bruto domaćem proizvodu sa 10% i zapošljavaju 7% radne snage (EC 2007). Pored toga, 40% ukupne potražnje dolazi iz javnog sektora (jer zgrade imaju najveći udeo u potrošnji energije (42%) a proizvode oko jedne trećine gasova staklene bašte) - EC 2007.

U lancu ponude ovog vodećeg tržišta postoji veliki broj aktera a koordinacija među njima se često ocenjuje kao nedovoljna. Neki od najvažnijih izazova sa kojima se ovo vodeće tržište suočava bili bi (EC 2007):

- nedovoljna usklađenost postojeće regulative, naročito na nacionalnom nivou, što dovodi do velike fragmentacije samog tržišta
- manjak znanja i informisanosti o mogućnostima koje već postoje unutar samog zakonodavnog okvira, npr. vezano za javne nabavke.

Cilj akcionog plana vezan je prvenstveno za usklađivanje zakonskog okvira, zatim za standardizaciju kao i za povećanje potražnje javnog sektora za održivom gradnjom (kroz javne nabavke). Pored toga, teži se promeni načina razmišljanja kupaca koji se često pri odabiru proizvoda (uključujući tu i stambene i druge objekte) vode cenom kao jedinim kriterijumom, što je često na uštrb kvaliteta života. Iz tog razloga inicijativa vezana za razvoj ovog tržišta nastoji da uzme u obzir kako racionalno korišćenje prirodnih dobara tako i dobrobit korisnika (EC 2007).

I u slučaju ovog, kao i tržišta OIE, procenjuje se da bi i Srbija i Hrvatska mogle sličnim aktivnostima uticati na njegov brži i integrisaniji razvoj kao i na podizanje nivoa svesti građana o potencijalima, mogućnostima, prednostima i manama održive gradnje.

Zajednička karakteristika oba ova tržišta jeste i ta da im je potrebna sirovina. Nju u velikoj meri može da obezbedi šumarstvo, kroz održivo gazdovanje šumama. U nastavku ovog poglavlja ćemo se zato kratko osvrnuti i na to.

Šumama Srbije se održivo gazduje. To je osnovna poruka najnovije inventure šuma (Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije 2009), po kojoj se vidi da su se dva osnovna pokazatelja održivosti, površina šuma i dubeća zapremina povećale u odnosu na prethodni period. Površina sada iznosi 2 252 400 ha a prosečna zapremina 161 m³/ha (254 m³/ha u visokim, 124 m³/ha u izdahačkim i 136 m³/ha u veštački podignutim). U Hrvatskoj, površina šuma iznosi 2,4 miliona hektara, godišnji prirast je 9,6 miliona m³, a seče se oko 5,4 miliona m³ (Hrvatske šume 2006). U obe zemlje dominira državno vlasništvo, s tim da je u Hrvatskoj taj procenat dosta veći - 78% u odnosu na 53% u Srbiji (Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije 2009; Hrvatske šume 2006). Privatne šume su fragmentirane i preovlađuje mali posed, što se u kontekstu većeg korišćenja drveta može smatrati nepovoljnim.

Korišćenjem drveta i drvnog ostatka iz ovih šuma, i kao alternative fosilnim gorivima i u gradnji i opremanju objekata, može se doprineti smanjenju emisije ugljenika što dalje utiče na smanjenje uticaja ljudskih aktivnosti na klimatske promene. U građevinarstvu su međutim u poslednje vreme drvo zamenili brojni drugi materijali među kojima je veoma zastupljena plastika. Trend povratka prirodi koji vlada u društvu bi se zato mogao povoljno odraziti na povratak drveta. Kampanje kojima se ukazuje na vrednost ovog materijala u gradnji, kao što je na primer kampanja Privredne komore Hrvatske "Drvo je prvo"⁶, trebale bi stoga da utiču na povećanje potražnje za drvetom. Isto tako potrebno je razvijati inovativne proizvode kako bi se stvorila dodata vrednost (Wagner, Hansen 2005), uz edukaciju kupaca u prepoznavanju prednosti takvih proizvoda.

Što se tržišta OIE tiče, iako se drvo odavno koristi za dobijanje energije, šumarstvo ima još neiskorištenih potencijala. Tu se prvenstveno misli na korišćenje šumske biomase u vidu drvnog ostatka nakon seče (Domac 1998) a zatim i na mogućnost većeg korišćenja biomase drveća za kratkom ophodnjom, npr. topola - *Populus* sp. (Klašnja et al. 2006; Ivanišević, Kovačević 2005). Pored toga vlasnici malog i prostorno rascepanog privatnog šumskog poseda bi se mogli aktivirati da više koriste postojeće potencijale svojih šuma.

Positivno je što javni sektor polako prepoznaje mogućnost grejanja javnih objekata, kao što su zgrade, škole, bolnice, dečiji vrtići i sportski objekti, energijom iz šumske biomase. Primeri su gradovi Bograd i Vinkovci. U Beogradu toplane prelaze sa uglja i mazuta na pelet (Politika 2009) a grad Vinkovci je krajem 2009. pokrenuo projekat izgradnje energane na šumsku biomasu koja bi služila za zagrevanje sportskog objekta sa bazenom u vlasništvu grada (2010).

Velika prilika za šumarstvo jeste i snabdevanje kogeneracijskih postrojenja šumskom biomasom (Janić et al. 2010). Uzmimo primer Hrvatske, u kojoj za sada postoje svega dve toplane na biomasu (Gospić i Ogulin). One su u vlasništvu javnog trgovačkog preduzeća Hrvatske šume d.o.o. i toplotu proizvode uglavnom za potrebe preduzeća (Prpić 2010). Zato je u cilju podrške širenju tržišta preduzeće 2007.godine osnovalo (ćerku) kompaniju Šumska biomasa d.o.o. sa zadatkom da posreduje između njega (kao proizvođača) i potencijalnih kupaca

⁶ <http://www2.hgk.hr/drvo/>

drveta i drvnog ostatka (Hrvatske šume 2010). Na takav način dolazi do uključivanja većeg broja aktera u tržišne aktivnosti što je od strane EU prepoznato kao jedan od načina da se pokrene inovativnost i tržišta postanu vodeća (EC 2005; EC 2009a). Pri tome se pod akterima podrazumevaju ne samo proizvođači i posrednici već i državni sektor (npr. ministarstava), naučno-istraživačke institucije, itd. U svrhe povezivanja kreirana je i tehnološka platforma svih sektora baziranih na šumarstvu o kojoj će biti reči u nastavku.

Tehnološka platforma svih sektora baziranih na šumarstvu (engl. *Forest-Based Sector Technology Platform*)

Kada se govori o sektorima baziranim na šumarstvu onda se misli na sve interesne grupe⁷ čiji je osnovni interes vezan za šumu, materijale i proizvode od drveta kao i ostale šumske resurse (FTP 2005). Prema podacima Konfederacije evropskih šumovlasnika⁸ one su brojne i obuhvataju između ostalog grupu od 16 miliona privatnih šumovlasnika, četiri miliona zaposlenih u industriji, velike kompanije, mala i srednja preduzeća, itd (FTP 2005). Zajednički izazov sa kojim se svi oni susreću jeste očuvanje i povećanje konkurentnosti evropskog šumarstva jer je ova grana prestala da bude isključivo nacionalni interes i trenutno zauzima 25-30% svetske proizvodnje dobara i usluga od šuma (FTP 2005). Zato je ova konfederacija, zajedno sa Evropskom konfederacijom drvne industrije⁹ i Evropskom konfederacijom papirne industrije¹⁰ inicirala osnivanje tehnološke platforme kao priznatog mehanizma u okviru *governance*¹¹-koncepta kojim se stejkolderi povezuju i umrežavaju u svrhe zajedničkog delovanja u pravcu inovativnog i održivog korišćenja šumskih resursa (FTP 2005). Platforma je podžana od strane Evropske Komisije i 2006 se u procesu javnih konsultacija došlo do strateške istraživačke agende¹². Ona u sebi sadrži pet strateških ciljeva koji su dalje detaljno razvrstani po "karikama" lanca vrednosti (baziranog na šumama). Tabela 1 daje njihov pregled.

⁷ Engl. *stakeholders*

⁸ Engl. *Confederation of European Forest Owners, CEP.*

⁹ Engl. *European Confederation of Woodworking Industries - CEI-Bois.*

¹⁰ Engl. *Confederation of European Paper Industries, CEPI.*

¹¹ Procesi i institucije, kako formalne tako i neformalne, koje usmeravaju ali i ograničavaju zajedničke aktivnosti jedne grupe (Keohane, Nye, 2000)

¹² Engl. *Strategic Research Agenda – SRA.*

Tabela 1: Strateški ciljevi Tehnološke platforme svih sektora baziranih na šumarstvu

Table 1: Strategic goals of the Forest-based sector technology platform

Strateški ciljevi <i>Strategic goals</i>	Lanac vrednosti (baziran na šumama) <i>Forest-based value chains</i>				
	Šumarstvo <i>Forestry</i>	Proizvodi od drveta <i>Wood products</i>	Proizvodi od papira i celuloze <i>Pulp&paper products</i>	Bioenergija <i>Bioenergy</i>	Specijalnosti <i>Specialities</i>
<p>1. Razvoj inovativnih proizvoda za promjenljiva tržišta i potrebe potrošača</p> <p><i>Development of innovative products for changing markets and customer needs</i></p>	<p>1-6: Komercijalizovanje "mekih" vrednosti šuma</p>	<p>1-1: Nova generacija funkcionalnih pakovanja 1-4: Živjeti sa drvetom 1-5: Graditi sa drvetom 1-10: Nova generacija materijala: smeše</p>	<p>1-1: Nova generacija funkcionalnih pakovanja 1-2: Papir kao partner u komunikaciji, obrazovanju i učenju 1-3: Unapređivanje higijene i zdravstvene brige 1-8: Celuloza, energija i hemikalije iz bio-rafinerija 1-10: Nova generacija materijala: smeše</p>	<p>1-7: Pokretanje Evrope uz pomoć goriva iz bio-rafinerija 1-8: Celuloza, energija i hemikalije iz bio-rafinerija</p>	<p>1-8: Celuloza, energija i hemikalije iz bio-rafinerija 1-9: Specijalne "zelene" hemikalije 1-10: Nova generacija materijala: smeše</p>
<p>2. Razvoj inteligentnih i efikasnih načina proizvodnje, uključujući smanjenje energetske potrošnje</p> <p><i>Development of intelligent and efficient manufacturing processes, including reduced energy consumption</i></p>		<p>2-4: Savremene tehnologije za primarnu preradu drveta 2-5: Nove tehnologije pri preradi proizvoda od drveta</p>	<p>2-1: Re-inženjering lanca vrednosti baziranog na vlaknima 2-2: Više performansi od manje inputa kod proizvoda od papira 2-3: Redukovanje energetske potrošnje u fabrikama celuloze i papira</p>	<p>2-3: Redukovanje energetske potrošnje u fabrikama celuloze i papira 2-6: Tehnologije za povećanje toplotne i električne snage</p>	

Tabela 1 (nastavak) *Table 1* (continued)

Strateški ciljevi <i>Strategic goals</i>	Lanac vrednosti koji se bazira na šumama Forest-based value chains				
	Šumarstvo <i>Forestry</i>	Proizvodi od drveta <i>Wood products</i>	Proizvodi od papira i celuloze <i>Pulp&paper products</i>	Bioenergija <i>Bioenergy</i>	Specijalnosti <i>Specialities</i>
3. Pospešivanje dostupnosti i korišćenja šumske biomase za proizvode i energiju <i>Enhancing availability and use of forest biomass for products and energy</i>	3-1: Drveće budućnosti 3-2: Snabdevanje drvetom "po meri"	3-2: Snabdevanje drvetom "po meri" 3-4: Recikliranje proizvoda od drveta-novi izvor materijala	3-2: Snabdevanje drvetom "po meri" 3-3: Optimizacija reciklaže papira	3-2: Snabdevanje drvetom "po meri"	3-2: Snabdevanje drvetom "po meri"
4. Zadovoljavanje multifunkcionalne potražnje za šumskim resursima i održivo gazdovanje njima <i>Meeting the multifunctional demands on forest resources and their sustainable management</i>	4-1: Šume za višestruke potrebe 4-2: Unapređivanje znanja o šumskim ekosistemima 4-3: Adaptacija šumarstva na klimatske promene				
5. Sektor u društvenoj perspektivi <i>The sector in a societal perspective</i>	5-1: Praćenje ukupnih performansi sektora 5-2: Instrumenti "good governance" u sektoru šumarstva 5-3: Percepcije građanstva				

Izvor: FTP (2005) – Annex: extended descriptions of research areas.

Strateški ciljevi platforme su (do sada) preuzeti od strane 15 država Evropske Unije. U svakoj od država formirani su nacionalni timovi koji su kroz proces konsultacija došli do nacionalnih istraživačkih i razvojnih prioriteta. U Srbiji i Hrvatskoj to još uvek nije slučaj. Zato bi formulisanje prioriteta, koji su kao takvi prepoznati od strane brojnih aktera (npr. proizvođača, naučno-istraživačkih institucija, državne administracije, itd.) iz različitih sektora (npr. šumarstva, primarne i finalne prerade drveta, papira i celuloze, itd.) pomoglo da dodje do formiranja klastera¹³ (regionalnih, prekograničnih, itd.) koji drugde već postoje i zajednički rade na dostizanju postavljenih ciljeva, npr. formulisanjem istraživačkih agendi i realizacijom zajedničkih akcionih planova.

Zakonodavni okvir

Razmatranje nacionalnih zakonodavnih okvira vezanih za OIE i održivu gradnju relevantno je zato što je upravo ovaj aspekt prepoznat kao jedan od ključnih kada je razvoj vodećih tržišta u pitanju (vidi 3.1).

Srbija u Nacionalnoj strategiji održivog razvoja (Vlada RS, 2008) ističe “(...) *podsticanje inovacija, stvaranje boljih veza između nauke, tehnologije i preduzetništva kao i povećanje kapaciteta za istraživanje i razvoj (...)*“ kao i “(...) *racionalno korišćenje prirodnih resursa i (...) i smanjenje pritiska na životnu sredinu*“ (s.13). U prilog tome a vezano za vodeća tržišta OIE i održive gradnje u ovom radu identifikovan je sledeći zakonski i regulativni okvir:

- Zakon o energetici (2004)
- Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2015 godine (2005)
- Program ostvarivanja strategije razvoja energetike Srbije od 2007-2012 godine (2007, izmene i dopune 2009)
- Uredba o uslovima za sticanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije i kriterijumima za ocenu ispunjenosti tih uslova (2009)
- Uredba o merama za podsticanje proizvodnje električne energije korišćenjem OIE i kombinovanom proizvodnjom električne i toplotne energije (2009)
- Model ugovora o otkupu električne energije od povlašćenih proizvođača (2010)
- Nacionalni program energetske efikasnosti (2001)
- Nacionalna strategija održivog razvoja Republike Srbije (2008)
- Nacionalna strategija privrednog razvoja Republike Srbije (2006 – 2012)
- Zakon o ratifikaciji Kjoto protokola uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih Nacija o promeni klime (2008)
- Ugovor o osnivanju energetske zajednice jugoistočne evrope i EU (2006)

¹³ Engl. *cluster*, geografski skoncentrisan skup međusobno povezanih kompanija i institucija u određenom polju delovanja, npr. klaster bioenergije (Scheer, Zallinger 2006).

- Program privrednog razvoja AP Vojvodine (2006)
- Program ostvarivanja Strategije razvoja energetike Republike Srbije u AP Vojvodini (2007-2012)
- Zakon o planiranju i izgradnji (2009)
- Strategija prostornog razvoja Republike Srbije 2009-2013-2020 (2009)
- Strategija uvođenja čistije proizvodnje u Republici Srbiji (2009)
- Strategija razvoja konkurentnih i inovativnih malih i srednjih preduzeća (2008-2013)
- Zakon o upravljanju otpadom (2009)
- Zakon o zaštiti vazduha (2009)
- Zakon o zaštiti prirode (2009)
- Zakon o zaštiti životne sredine (2004)
- Zakon o sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine (2004)
- Zakon o strteškoj proceni uticaja na životnu sredinu (2004)
- Zakon o šumama (2010)
- Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu (2009)
- Strategija razvoja šumarstva Republike Srbije (2006)
- Akcioni plan za biomasu 2010-2012 (2010)
- Program za podršku razvoju klastera Ministarstva ekonomije i regionalnog razvoja 2006-2011
- Strategija naučnog i tehnološkog razvoja Republike Srbije 2010-2015 (2010)

Ratifikacijom ugovora o osnivanju energetske zajednice jugoistočne evrope i EU (2006), Srbija je takođe prihvatila i obavezu da donese i realizuje plan primene direktive 2001/77/EC o promociji proizvodnje električne energije iz OIE (EC 2001) i direktive 2003/30/EC o promociji korišćenja bi-goriva i drugih goriva iz iste (EC 2003).

U Hrvatskoj zakonodavni okvir u oblasti energetike a time i OIE te održive gradnje sačinjavaju brojni zakonski i podzakonski akti od kojih su najvažniji:

- Nacionalna šumarska politika i strategija (2003)
- Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske (2009)
- Zakon o energiji (2001)
- Zakon o tržištu električne energije (2004)
- Zakon o regulisanju energetske delatnosti (2004)
- Zakon o fondu zaštite životne sredine i energetskej efikasnosti (2003)
- Pravilnik o korišćenju OIE i kogeneracije (2007)
- Zakon o proizvodnji, distribuciji i snabdevanju toplotnom energijom (2005)
- Pravilnik o sticanju statusa povlašćenog proizvođača električne energije (2007)
- Zakon o biogorivima za prevoz (2009)

- Zakon o efikasnom korišćenju električne energije (2008)
- Pravilnik o energetske sertifikaciji zgrada (2010)
- Zakon o prostornom uređenju i izgradnji (2007)
- Tehnički propis o uštedi toplotne energije i toplotnoj zaštiti u zgradama (2007)
- Zakon o potvrđivanju Kjoto protokola uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih Nacija o promeni klime (2007)
- Zakon o otpadu (2004)
- Zakon o zaštiti vazduha (2004)
- Zakon o zaštiti prirode (2005)
- Zakon o zaštiti životne sredine (2007)
- Zakon o šumama (2005)
- Plan zaštite i poboljšanja kvaliteta vazduha u Republici Hrvatskoj za period 2008-2011 (2008)
- Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (2005)
- Zakon o potvrđivanju ugovora o Energetskoj zajednici (2006)

Kao što se iz prethodno navedene liste može videti, oba zakonodavna okvira imaju velikih sličnosti što je razumljivo obzirom na status ovih zemalja u kontekstu pristupa EU. Iako je većina pomenutih dokumenata doneta u poslednjih pet godina ono što je u obe zemlje izraženo jeste potreba za njihovom harmonizacijom kao i efektivnijom i efikasnijom primenom u praksi. Kada je harmonizacija u pitanju ona između ostalog zahteva prisustvo medijatora koji bi, uz poštovanje određenih pravila i procedura, posredovao između velikog broja aktera iz različitih sektora i kao takav nastojao da pomiri njihove različite interese (Krott, Stevanov 2008). U tom smislu sektor šumarstva, a u okviru njega državne šumarske institucije kao njegovi ključni akteri (Krott 2005; Stevanov 2005), mogu zauzeti tu ulogu ukoliko na vreme prepoznaju svoju šansu i preuzmu inicijativu u političkim procesima.

ZAKLJUČAK

Sa konceptualnog aspekta, vodeća tržišta OIE i održive gradnje (i inicijative ovih vodećih tržišta) kao i tehnološka platforma svih sektora baziranih na šumarstvu zamišljeni su da povežu i umreže veliki broj interesnih grupa¹⁴ iz privrede, nauke i državnog sektora i omoguće im da zajednički deluju u pravcu inovativnog i održivog korišćenja šumskih resursa te na taj način povećaju kompetitivnost Evropskog šumarstva i potpomognu održivi razvoj. Kao takvi, ovi koncepti su prihvaćeni od strane 15 zemalja Evropske Unije gde se i počelo sa njihovom implementacijom u praksi, što za šumarstvo kao snabdevača sirovinom iz održivog gazdovanja znači nova tržišta i nova partnerstva. U Srbiji i Hrvatskoj su ovi koncepti prepoznati kao relevantni u EU predpristupnom periodu te su se na taj način stvorili početni uslovi za pravovremeno uključivanje šumarskog sektora (kao i

¹⁴ Engl. *stakeholders*.

ostalnih sektora koji svoje delatnosti baziraju na šumama i njihovim resursima) u ove nove, *governance*¹⁵-tokove. Pošto su novi, sa njima se treba detaljnije upoznati a činjenice navedene u ovom radu upućuju na zaključak da bi obe zemlje na vreme trebale krenuti u izradu nacionalnih istraživačkih agendi u oblasti OIE i održive gradnje kao i u stvaranje platforme koja bi okupila sve sektore bazirane na šumarstvu, ako se planira širenje ovih delatnosti. Jedan od načina kako bi se to moglo realizovati jeste kroz prekograničnu saradnju Srbije i Hrvatske na izradi regionalne istraživačke agende koja bi formulisala prioritete ciljeve i koja bi se realizovala kroz zajednički akcioni plan¹⁶. Na taj način bi se mogao uvećati potencijal šumarstva obeju zemalja da kroz održivo gazdovanje snabdevaju tržišta OIE i održive gradnje sirovinom iz prirodnih šuma i brzorastućih zasada.

Aspekt nacionalnog zakonodavstva u oblasti OIE i održive gradnje je od strane EU prepoznat kao jedan od ključnih kada je razvoj ovih vodećih tržišta u pitanju. Ovaj rad je pokazao da je u Srbiji i Hrvatskoj moguće identifikovati određeni broj zakonodavnih, regulativnih i strateških dokumenata koji zajedno sačinjavaju zakonski okvir u ove dve oblasti. Taj broj svakako nije konačan jer se permanentno usvajaju novi zakoni i odredbe što uz činjenicu da oni vode poreklo iz različitih sektora ističe potrebu za dobrom među-sektorskom saradnjom i harmonizacijom. U tom smislu ovaj rad prepoznaje potencijalnu ulogu sektora šumarstva, odnosno njegovih državnih institucija, u posredovanju između svih zainteresovanih strana uz uslov da se ta mogućnost na vreme prepozna.

LITERATURA

- Babbie ER (2007): *The Practice of Social Research*. 11th edition, Thomson Learning Inc.
- Domac, J. (1998): Sadašnja i buduća proizvodnja energije iz biomase šumskog porijekla. *Šumarski list* br. 11-12, CXXII (s.507-513).
- EC (2009): Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council, on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC, Brussels.
- EC (2009a): Lead Market Initiative for Europe: mid-term progress report, Commission staff working document, {SEC (2009) 1198 final}, Brussels.
- EC (2007): A Lead market initiative for Europe, Communication from the Commission, {COM (2007) 860 final}.
- EC (2007a): A lead market initiative for Europe - Explanatory Paper on the European Lead Market Approach:

¹⁵ Vidi fusnotu br. 11.

¹⁶ Prekogranična saradnja Srbije i Hrvatske trenutno postoji u sklopu postojećeg FP7 projekta RoK-FOR (engl. *Regions of Knowledge for FORestry*), koji finansira EU i koga Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu iz Novog Sada i Hrvatski šumarski institut zajedno realizuju sa još devetnaest Evropskih partnera. Pun naziv projekta je "Održivo gazdovanje šumama u službi obnovljivih izvora energije, održive gradnje i bio-baziranih proizvoda" (www.rokfor.eu).

- Methodology and Rationale. Annex II to the Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Brussels.
- EC (2006): Creating an Innovative Europe - The Aho Group Report, Brussels.
- EC (2005): Implementing the Community Lisbon Programme: A Policy Framework to Strengthen EU Manufacturing - towards a more integrated approach for Industrial Policy, Communication from the Commission {COM(2005)474final}, Brussels.
- EC (2003): Direktiva 2003/30/EC o promociji korišćenja biogoriva i drugih izvora OIE, Brisel.
- EC (2001): Direktiva 2001/77/EC Evropskog parlamenta i Veća o prometu električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora na unutrašnjem tržištu električne energije, Brisel.
- EC (2000): Lisabon strategy, European Commission, Brussels..
- EREC (2006): Statistics for 2006, European Renewable Energy Council (URL: <http://www.erec.org/index.php?id=305>)
- EREC (2009): Statistics for 2009, European Renewable Energy Council (URL: <http://www.erec.org/index.php?id=305>)
- FTP (2005): Vision document 2030, Forest Sector Technology Platform, Brussels.
- Hrvatski sabor (2001): Zakon o energiji, Zagreb
- Hrvatski sabor (2003): Zakon o Fondu zaštite životne sredine i energetskej efikasnosti, Zagreb
- Hrvatski sabor (2004): Zakon o tržištu električne energije, Zagreb
- Hrvatski sabor (2004a): Zakon o otpadu, Zagreb
- Hrvatski sabor (2004b): Zakon o zaštiti vazduha, Zagreb
- Hrvatski sabor (2004c): Zakon o regulisanju energetske delatnosti, Zagreb
- Hrvatski sabor (2005): Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske, Zagreb
- Hrvatski sabor (2005a): Zakon o zaštiti prirode, Zagreb
- Hrvatski sabor (2005b): Zakon o šumama, Zagreb
- Hrvatski sabor (2006): Zakon o potvrđivanju ugovora o Energetskoj zajednici, Zagreb.
- Hrvatski sabor (2007): Zakon o prostornom uređenju i izgradnji, Zagreb
- Hrvatski sabor (2007a): Zakon o zaštiti životne sredine, Zagreb
- Hrvatski sabor (2007b): Zakon o potvrđivanju Kjotskog protokola uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih Nacija o promeni klime, Zagreb
- Hrvatski sabor (2008): Zakon o efikasnom korišćenju električne energije u neposrednoj potrošnji, Zagreb
- Hrvatski sabor (2009): Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske, Zagreb
- Hrvatski sabor (2009a): Zakon o biogorivima za prevoz, Zagreb

- Hrvatski sabor (2010): Zakon o proizvodnji, distribuciji i snabdevanju toplotnom energijom, Zagreb
- Hrvatske šume (2006): Šumskogospodarska osnova Republike Hrvatske, 2006-2015, Zagreb.
- Hrvatske šume (2010): Šumska biomasa d.o.o. (URL: <http://portal.hrsume.hr/index.php/hr/umska-biomasa-doo>)
- Ivanišević, P., Kovačević, B. (2005): Izbor vrsta i genotipova drveća za energetske zasade i definisanje njihovih proizvodnih i eksploatacionih potencijala. *Savremena poljoprivredna tehnika* Vol. 31, No. 4 (s. 155-264).
- Izvršno veće APV (2006): Program privrednog razvoja AP Vojvodine, Novi Sad.
- Izvršno Veće APV (2007): Program ostvarivanja Strategije razvoja energetike Republike Srbije u AP Vojvodini (2007-2012)
- Janić, T., Brkić, M., Igić, S., Dedović, N. (2010): Biomasa – energetska resurs za budućnost. *Savremena poljoprivredna tehnika*, Vol. 36. No.2, Novi Sad (p.167-177).
- Klašnja, B., Orlović, S., Galić, Z., Pap, P., Katanić, M. (2006): Gusti zasadi topola koa sirovina za proizvodnju energije. *Glasnik šumarskog fakulteta*, Br. 94, Beograd (s. 159-170).
- Keohane, R.O., Nye, J.S. (2000): Introduction. In: *Governance in a Globalizing World*, ed. by Joseph S. Nye and John D. Donahue. Washington, D.C.: Brookings Institution.
- Krott, M. (2005): *Forest Policy Analysis*. Kluwer, Dodrecht.
- Krott, M., Stevanov, M. (2008): *Comprehensive Comparison of State Forest Institutions by a Causative Benchmarking Model*. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, Heft 4, Sauerländer's Verlag, Frankfurt, (p. 57-64).
- Ministarstvo ekonomije i regionalnog razvoja Republike Srbije (2006): Program za podršku razvoju klastera (2006-2011)
- Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva Republike Srbije (2009): Nacionalna inventura šuma, Beograd.
- Ministarstvo rudarstva i energetike (2007): Program ostvarivanja strategije razvoja energetike Srbije od 2007-2012 godine (izm. 2009), Beograd.
- Ministarstvo Rudarstva i Energetike (2010): Akcioni plan za biomasu 2010-2012, Republika Srbija
- Ministarstvo Rudarstva i Energetike (2010): Model ugovora o otkupu električne energije od povlašćenih proizvođača, Republika Srbija
- Ministarstvo Rudarstva i Energetike (2001): Nacionalni program energetske efikasnosti, Republika Srbija
- Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja (2009): Strategija prostornog razvoja Republike Srbije 2009-2013-2010, Beograd

- Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva Republike Hrvatske (2008): Plan zaštite i poboljšanja kvaliteta vazduha u Republici Hrvatskoj za period 2008-2011, Zagreb
- Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva Republike Hrvatske (2007): Pravilnik o korišćenju OIE i kogeneracije, Zagreb
- Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva Republike Hrvatske (2007): Pravilnik o sticanju statusa povlašćenog proizvođača električne energije, Zagreb
- Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva Republike Hrvatske (2010): Pravilnik o energetskej sertifikaciji zgradu, Zagreb
- Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva Republike Hrvatske (2008): Tehnički propis o uštedi toplotne energije i toplotnoj zaštiti u zgradama, Zagreb
- Narodna skupština Republike Srbije (2004): Zakon o energetici, Beograd
- Narodna skupština Republike Srbije (2004a): Zakon o zaštiti životne sredine, Beograd.
- Narodna skupština Republike Srbije (2004b): Zakon o sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine, Beograd.
- Narodna skupština Republike Srbije (2004c): Zakon o strteškoj proceni uticaja na životnu sredinu, Beograd.
- Narodna skupština Republike Srbije (2008): Zakon o ratifikaciji Kjoto protokola uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih Nacija o promeni klime, Beograd.
- Narodna skupština Republike Srbije (2009): Zakon o planiranju i izgradnji, Beograd.
- Narodna skupština Republike Srbije (2009a): Zakon o zaštiti vazduha, Beograd.
- Narodna skupština Republike Srbije (2009b): Zakon o zaštiti prirode, Beograd.
- Narodna skupština Republike Srbije (2009c): Zakon o upravljanju otpadom, Beograd.
- Narodna skupština Republike Srbije (2009d): Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu, Beograd.
- Narodna skupština Republike Srbije (2010): Zakon o šumama, Beograd.
- Politika (2009): Dnevni list of 07.10.2009, Beograd.
- Prpić B, 2010: Da li i kako koristimo biomasu kako energent? Riječ urednika. Šumarski list (S.7-8).
- Scheer, G., Zallinger von, L. (2006): Cluster Management: priručnik za praksu – deo A Pregled. Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva Republike Hrvatske & GTZ, Zagreb.
- Stevanov, M. (2005): Uloga državnih šumarskih institucija u sektoru šumarstva. Šumarstvo br. 1-2, Društvo šumarskih inženjera i tehničara Srbije, Beograd (p.117-128).
- Vlada RS (2005): Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2015 godine, Beograd.

- Vlada RS (2006): Nacionalna strategija privrednog razvoja (2006 – 2012), Beograd.
- Vlada RS (2006a): Strategija razvoja šumarstva Republike Srbije, Beograd.
- Vlada RS (2008): Nacionalna strategija održivog razvoja, Beograd.
- Vlada RS (2008a): Strategija razvoja konkurentnih i inovativnih malih i srednjih preduzeća Republike Srbije (2008-2013), Beograd.
- Vlada RS (2009): Strategija uvođenja čistije proizvodnje u Republici Srbiji, Beograd.
- Vlada RS (2009a): Uredba o uslovima za sticanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije i kriterijumima za ocenu ispunjenosti tih uslova, Beograd
- Vlada RS (2009b): Uredba o merama za podsticaja proizvodnje električne energije korišćenjem OIE i kombinovanom proizvodnjom električne i toplotne energije, Republika Srbija (2009)
- Vlada RS (2010): Strategija naučnog i tehnološkog razvoja Republike Srbije 2010-2015 , Beograd.
- Vlada Republike Hrvatske (2003): Nacionalna šumarska politika i strategija, Zagreb
- Wagner, E. R., Hansen, E. N. (2005): Innovation in large versus small companies: insights from the US wood products industry, Management Decision, Vol. 43 Iss: 6, (p.837 – 850).
- (2010): Intervju sa predstavnicima grada Vinkovci, 24.09.2010 Vinkovci.
- (2006) Zakon o ratifikaciji ugovora o osnivanju energetske zajednice jugoistočne evrope i EU, Republika Srbija

Summary

RENEWABLE ENERGY SOURCES AND SUSTAINABLE CONSTRUCTION: CONCEPTUAL ELEMENTS AND LEGISLATIVE FRAMEWORK IN SERBIA AND CROATIA

by

*Stevanov Mirjana, Krajer Silvija, Orlović Saša, Vuletić Dijana, Marjanović Hrvoje,
Klašnja Bojana*

Europe needs innovation-friendly markets. In that context European Union (EU) formulated a Lisbon Strategy in 2000 by emphasising the need for innovativeness and competitiveness of the European market with the aim of turning it into the world's most competitive economy. In order to achieve that aim the concept of Lead Markets was developed. What these markets are and what actions have been undertaken to support them in achieving estimated potentials is handled in this

*paper, with the particular emphasis on renewable energy and sustainable construction. The current paper also examines the role of forestry in supplying these two markets with raw materials from sustainably managed natural forests and fast growing plantations and it offers insights into the Forest-based Sector Technology Platform, being a new governance mechanism bringing together science, economy and state actors from different sectors toward achieving commonly set goals. The notion on these concepts and initiatives is relevant for both, Serbia and Croatia as EU member candidates and signatories of many international conventions (e.g. the Kyoto Protocol). In view of that these countries engaged into harmonization of domestic with EU legislation so that current paper provides also an overview of national policies, i.e. laws and other documents related to renewable energy and sustainable construction. Particular emphasis is on the forest biomass while estimated that Serbia and Croatia have great potentials to provide forest biomass for heating and power plants, mostly in a form of wood debris left after utilisation activities but also through short rotation forestry (e.g. species like poplar - *Populus* sp.) and activation of small private forest owners to use potentials of their forests more intensively.*

Potential of sustainably managed public and private forests to provide raw material for value-added wood products that are handled on emerging markets for sustainable construction is estimated as high as well. On the other hand, this market, together with the renewable energy one, needs faster development in both countries and it is dispersed in terms of both, demand and supply. In order to change that all different actors, e.g. producers, research institutions, state agencies, etc. of forest-related sectors could join and work together, as elsewhere. Some of discussed ways of how this could potentially be done is through clustering (regional, cross-border clusters, etc.), setting cross-border priorities in renewable energy and sustainable construction matters (e.g. through regional research agendas)¹⁷ and implementing them through joint actions (e.g. joint action plans)¹⁷. The content analysis enabled us to understand and describe mentioned conceptual elements and legislative frameworks related to the issues of OIE and sustainable construction what is considered as needed before approaching detailed examinations. Gathered results may also well contribute to the ongoing discussion on biomass and green building in Serbia and Croatia, which is becoming ever more relevant.

¹⁷ Regional research agendas and joint action plans are well recognized tools, which are used within the ongoing FP7 RoK-FOR project (*Regions of Knowledge for FORestry*) that is financed by the EU and realised by joint efforts of more than twenty partners from five European regions. The Institute of Lowland Forestry and Environment (ILFE) from Novi Sad and Croatian forest institute are partners within the unique cross-border cluster Croatia-Serbia. The full project title is „Sustainable forest management providing renewable energy, sustainable construction and bio-based products“ (www.rokfor.eu) and the need to understand and describe conceptual elements and legislative frameworks related to RES (renewable energy sources) and sustainable construction in these two countries emerged within it.

UDK: 582.682:630*232(497.113 Doroslovo)

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

**ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI OBNAVLJANJA SEČINA TOPOLA
NA DEPOSOLIMA U ZONI OSNOVNE KANALSKE MREŽE U
VOJVODINI**

Rončević, S.¹; Andrašev, S.²; Ivanišević, P.³; Kovačević, B.⁴; Pekeč, S.⁵

Izvod: U radu je sagledavana mogućnost podizanja zasada topola na deposolima pored osnovne kanalske mreže u Vojvodini. Prikazan je deo rezultata i zapažanja iz terenskog oglada kod Doroslova. U ogledu su korišćena tri klona topola i različite varijante zalivanja u toku vegetacionog perioda. Ističe se potreba osnivanja oglada sa različitim vrstama drveća, jer zbog isuviše brzog očeđivanja i isušivanja depomaterijala stvoreni su specifični ekološki uslovi u kojima topola kao hidrološki uslovljena vrsta i pored zalivanja ne daje zadovoljavajuće rezultate.

Ključne reči: Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav, topola, zalivanje, izbor vrsta

*RESEACH ON THE POSIBILITIES OF THE CUTTED POPLAR PLANTATION
REESTABLISHMENT ON DEPOSOLS IN THE ZONE OF THE BASIC CANAL
NETWORK IN VOJVODINA*

Abstract: In the work the possibility of the establishment of poplar plantations on deposols nearby the basic canal network in Vojvodina was analysed. The results and conclusions from the field experiment near Doroslovo are presented. Thre poplar clones were examined in three different treatments of irrigation during the growing period. The necessity for the establishment of trials with different tree species is ephesised. That is because the drying of deposited material and loss of water during irrigation caused specific ecological conditions. In spite the irrigation, these conditions are not sufficient for the achievement of satisfactory results by hidrologically dependent poplar species.

Key words: Hydrosistem Dunav-Tisa-Dunav, poplar, irrigation, species selection

UVOD

Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav je višenamenski objekat koga čini razgranata mreža novoizgrađenih, starih i rekonstruisanih kanala i vodotoka na teritoriji Banata i Bačke, povezanih odgovarajućim objektima u jedinstvenu hidrotehničku celinu, sa ciljem rešavanja brojnih melioracionih problema ovog područja. U Vojvodini postoji mreža od 22.643 kilometra odvodnih kanala i 929 kilometara velikih plovnih magistralnih kanala kojima se reguliše prostorna i vremenska raspodela voda.

Osnovna kanalska mreža Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav obuhvata magistralne i plovne kanale (S t o j a n o v i ć et al. 2007). Njegova višestruka uloga ogleda se u: odvodnjavanju, navodnjavanju, vodosnabdevanju industrija i naselja, prihvatanju i odvođenju upotrebljenih otpadnih voda, ribarstvu, rekreaciji, sportu i turizmu. Dužina kanalske mreže, uključujući i prirodne rekonstruisane vodotoke, je 929 km od čega je 508 km u Banatu i 421 km u Bačkoj. Plovno je 664 km kanala (Lj e v n a i ć- M a š i ć 2010.).

Preko centralne evropske plovne magistrale Rajna-Majna-Dunav, Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav povezuje domaću unutrašnju plovidbu sa zapadnom i istočnom Evropom, i na taj način čini bočni deo transverzalnog evropskog plovnog puta od Severnog do Crnog mora. Jedan je od najvećih hidrosistema u Evropi i jedan od najznačajnijih hidrosistema svetskih razmera.

U toku izgradnje kanalske mreže na prostorima Vojvodine, sa obe strane kanala (izuzev pojedinih lokacija) odlagan je materijal različitog geološkog i tekturnog sastava u vidu nasipa (deponija). Tako je, posle završetka izgradnje osnovne kanalske mreže u Vojvodini, pored kanala stvorena površina za pošumljavanje od 5.680 ha. Od ovih površina šume su podignute na 2.545 ha ili na 45% potencijalnih površina pogodnih za pošumljavanje. Od ukupne površine šume crnih topola su podignute na 1.600 ha, a na ostatku površine prvenstveno šume bagrema i ostalih drvenastih vrsta. Najveći deo ovih šuma podignut je na svežim (vlažnim) nasipima, a samo mali deo na autohtonim zemljištima (I v a n i š e v i ć et.al 1998.)

Najveći deo ovih zasada je prezreo ili zreo za seču i uglavnom već posečen, tako da je najveći deo ovih prostora ostao obešumljen. Tokom vremena zemljište nasipa se sleglo (sabilo), isušilo, a vodom se snabdeva uglavnom putem padavina uz činjenicu da se zbog konfiguracije krune nasipa vrlo brzo oceduje, čime su značajno izmenjeni hidrološki uslovi za gajenje crnih topola pa i ostalih drvenastih vrsta.

Uzroci slabog primanja sadnica u drugom proizvodnom ciklusu mogu biti različite prirode, pre svega to je izbor neodgovarajuće sorte, zatim izmenjena svojstva zemljišta nasipa, nepovoljni hidrološki uslovi, nedovoljna priprema terena, posebno obrada zemljišta, te primena neodgovarajuće tehnologije sadnje i tipa sadnog materijala, kao i izostanak mera nege (navodnjavanje) i zaštite (borba protiv korova, bolesti, stoke i divljači).

U cilju potpunijeg sagledavanja ovog problema osnovan je ogledni zasad na depomaterijalu (nasipu) u blizini Doroslova na kanalu Odžaci – Sombor.

MATERIJAL I METOD RADA

U cilju rešavanja problema vezanih za obnovu šuma u drugom proizvodnom ciklusu istraživanja su započeta na terenu G.J."OKM – Sombor" na kanalu Sombor-Odžaci u odelenju 28 na lokalitetu "Doroslovo" u blizini Doroslova. Površina na kojoj su obavljena istraživanja se nalazi na nadorskoj visini od 85 metara. U ispitivanom području klima je umereno kontinentalna (K a t i ć et al. 1979), sa izvesnim specifičnostima u pojedinim rejonima koji se manifestuju kao elementi subhumidne i mikrotermalne odnosno mezotermalne klime. Najhladniji mesec je januar sa srednjom temperaturom vazduha od $-1,1^{\circ}\text{C}$, a najtopliji juli sa $20,3^{\circ}\text{C}$ i srednja godišnja temperatura vazduha je $10,9^{\circ}\text{C}$. Prosečna količina padavina za područje na kome su započeta istraživanja je 567 mm. Od prosečne godišnje količine padavina u vegetacionom periodu padne 319 mm ili 56% (K a t i ć 1979.).

U poljskom oglednom zasadu osnovanom po sistemu višefaktorijskog ogleđa na staroj sečini topola, u razmaku sadnje 5,0 x 5,0 m (400 biljaka/ha). Tretmani oglednog zasada su:

I. Tri klona crnih topola sekcije *Aigeiros* (Duby)

1. *Populus deltoids* cl. PE 19/66
2. *Populus x euramericanna* cl. Panonija
3. *Populus x euramericanna* cl. I-214

II. U ogledu su predviđeni sledeći termini zalivanja

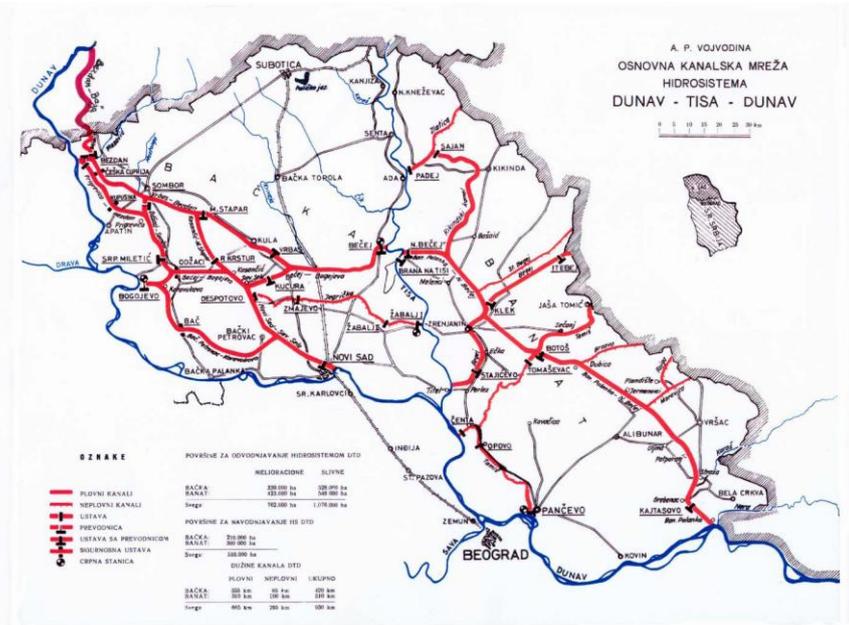
- A. Zalivano svake godine
- B. Zalivano samo prve godine
- C. Nezalivano

Prema postavljenom cilju istraživanja, okopavanje oko sadnica i međuredno tarupiranje je predviđeno kod svih tretmana na isti način. Rezultati preživljavanja po tretmanima oglednog zasada su ustanovljeni u junu mesecu posle prvog zalivanja i u oktobru pri kraju prvog vegetacionog perioda.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Zemljišta nasipa u zoni OKM-a, u smislu klasifikacije (Š k o r i ć, et.al. 1985) pripadaju klasi tehnogenih zemljišta, odnosno klasi antropogenih zemljišta (A n t o n o v i ć i P r o t i ć, 1997) pri čemu je determinisan jedan tip, deposol. Stratigrafskoj građi deposola dodati su horizonti autohtonih zemljišta (černozem, livadske crnice i ritske crnice), jer u zavisnosti od debljine deponovanog materijala vrlo često imaju fiziološki aktivnu funkciju u razvoju korenovog sistema drvenastih vrsta. U odnosu

na podtip, navedena deposal zemljišta se dalje mogu diferencirati prema poreklu deponovanog materijala. U skladu sa ovim kriterijumom izdvojena su dva podtipa i to: deposal obrazovan na aluvijalnom materijalu i deposal obrazovan na lesnom materijalu.



Graf.1.Osnovna kanalska mreža hidrosistema DTD
Graph 1. The basic canal network of the hydrosystem DTD

Deposoli aluvijalnog porekla locirani su pored kanala čija trasa prolazi u blizini rečnih tokova (Mostonga, Krivaja i dr.) Debljina deponovanog aluvijalnog materijala varira od 2,0 metara a u nekim zonama i više metara. Ispod nasipa, u ovakvim slučajevima, od autohtonih zemljišta uglavnom se nalaze livadske i ritske crnice. Kod ovakvih deposola podzemnom vodom se dodatno vlaže donji delovi profila i na njima su najčešće bili podizani zasadi topola. Prema istraživanjima (Ivanović, et.al. 1998.) kod deposola aluvijalnog porekla dominira frakcija sitnog peska, zbog čega ovo zemljište skladišti malu količinu korisne vode.

U zoni lesnih terasa nasipi su pravljani od lesa, koji određuje osobine zemljišta. Ispod ovih nasipa od autohtonih zemljišta nalaze se černozemi, livadske pa i ritske crnice. Prema istraživanjima (Ivanović et.al. 1998.) u zoni osnovne kanalske mreže deposal lesnog porekla su dva do tri puta glinovitiji od deposola aluvijalnog porekla. Zbog toga deposal lesnog porekla dobro skladište fiziološki aktivnu vodu i u pogledu teksturnog sastava se autohtona zemljišta skoro i ne razlikuju od deponovanog lesnog materijala. Prema istom autoru kod ovih

zemljišta sadržaj organske materije je povećan u površinskom delu. To je vetovatno posledica priliva značajnih količina organske materije od listinca topola i raspadnute bujne travne vegetacije. Prema (M a r k o v i ć, 1976) u zasadima različite gustine klona I-214, starosti 7 godina priliv apsolutno suve mase lista je od 2363 do 2730 kg/ha, odnosno u zasadima *P. deltoides* starosti 4 godine, gustine 625 biljaka/ha obezbeđuje se od 2565 do 2730 kg/ha apsolutno suve mase lista (R o n ĉ e v i ć, 1980).

Ogledni zasad je osnovan na deposolu koji pripada podtipu obrazovanom na lesnom materijalu. U tabeli 1 prikazane su početne dimenzije sadnica i procenti preživelih biljaka nakon drugog zalivanja u prvom vegetacionom periodu (kraj jula meseca). Iz ovih podataka možemo zaključiti da je sadni materijal u okviru klona po dimenzijama bio vrlo ujednačen. Međutim procenat primanja u III ponavljanju varijante C kod sva tri klona značajno se razlikuje od vrednosti u ostalim tretmanima oglednog zasada. U toku osnivanja oglednog zasada vreme je bilo sunčano i izuzetno vetrovito, a ovaj deo oglednog zasada je sađen trećeg dana, pa se pretpostavlja da manipulacija sa sadnim materijalom nije bila odgovarajuća što je rezultiralo značajno manjim procentom primljenih biljaka, u ovom delu ogleda, kod svih klonova.

Prilikom zalivanja površinski deo nasipa je bio obezbeđen vlagom što je pogodovalo boljem razvoju travne vegetacije. U blizini oglednog zasada nalazi se farma ovaca i koza, koje se na ovaj deo nasipa ispuštaju na nomadsku ispašu. Bujna travna vegetacija koja je rezultat povoljnih uslova stvorenih prilikom zalivanja je uticala na duže zadržavanje stoke u zoni oglednog zasada, a ovo na guljenju kore na sadnicama, lomljenju sadnica i konačno uništavanju najvećeg dela oglednog zasada.

Tabela 1. Startne vrednosti, prečnika, visina i procenta primanja sadnica

Table 1. The first results for the diameter, height and early survival of plants

Navodnjavanje <i>Irrigation</i> *	Klon <i>Clone</i>	Ponavljanje <i>Repetition</i>									Prosek <i>Average</i> I - III		
		I			II			III			d - cm	h - m	% pr
		d - cm	h - m	% Pr	d - cm	h - m	% pr	d - cm	h - m	% Pr.			
A	PE19/66	1,6	2,72	85	1,7	2,80	89	1,7	2,61	86	1,7	2,71	87
	Panonijska	1,3	2,38	98	1,2	2,40	95	1,2	2,33	91	1,2	2,37	95
	I-214	1,3	2,32	94	1,3	2,51	85	1,3	2,46	100	1,3	2,43	93
B	PE19/66	1,7	2,72	81	1,6	2,59	91	1,7	2,48	92	1,7	2,60	88
	Panonijska	1,2	2,29	96	1,2	2,37	98	1,2	2,27	87	1,2	2,31	90
	I-214	1,3	2,46	92	1,3	2,54	92	1,4	2,46	86	1,3	2,48	90
C	PE19/66	1,7	2,73	84	1,7	2,53	86	1,6	2,54	37	1,7	2,60	69
	Panonijska	1,2	2,37	95	1,2	2,31	95	1,2	2,28	25	1,2	2,32	72
	I-214	1,4	2,67	97	1,4	2,45	92	1,3	2,48	42	1,4	2,53	77

* A - Zalivano svake godine, B - zalivano samo 1. godine, C - Nezalivano

* A - Every year irrigated, B - Irrigated in the year of plantation establishment, C - Not irrigated

Pre nego što je stoka uništila ogledni zasad na osnovu zapažanja i prikupljenih rezultata mogu se izvući veoma korisna zapažanja o mogućnosti obnavljanja drvenaste vegetacije na krunama nasipa (deposolima) u zoni osnovne kanalske mreže.

U zavisnosti od tipa autohtonih zemljišta i debljine deponovanog materijala varijabilnost ovih zemljišta je izuzetno velika sa aspekta gajenja drvenastih vrsta. Dakle, pre pristupanja obnovi šume na ovim deposolima, bilo bi neophodno detaljno upoznavanje sa pedološkim karakteristikama deponovanog materijala, što je od presudnog značaja za izbor vrsta drveća.

Hidrološke prilike su veoma složene na „krunama“ nasipa. Krune nasipa su zbijene i veoma isušene zbog dugotrajnog očeđivanja, i gubljenja vlage usled transpiracije drvenastih vrsta i travnog pokrivača. Ako bi se prilikom obnove šuma i obezbedilo klasično površinsko zalivanje, na osnovu zapažanja prilikom zalivanja u oglednom zasadu, ono ne bi dalo prave efekte. Zbog zbijenosti nasipa otežano je usvajanje veće količine vode u relativno kratkom vremenu, kao i njeno doziranje zbog mikroreljefskih prilika na samoj kruni nasipa. Sam oblik nasipa kao i relativno mala širina krune nasipa uslovljavaju prebrzo oticanje površinske vode i relativno brzo očeđivanje i isušivanje same krune nasipa. Uzimajući u obzir sve navedene specifičnosti deposola pored osnovne kanalske mreže najefikasnije snabdevanje vodom, prilikom obnove šuma bi bilo sistemom „kap po kap“.

ZAKLJUČCI

Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja i literaturnih pokazatelja mogu se izvesti sledeći zaključci i predlozi:

Ukupna površina zemljišta u zoni osnovne kanalske mreže u Vojvodini je 5.680 ha, od toga je bilo pošumljeno 2.545 ha ili 45%. U odnosu na pošumljenu površinu 62% ili 1.600 ha je bilo pod zasadima raznih klonova topola. Od ukupno osvojene šumske površine manji deo je pod šumom a veći deo su šumske sečine često obrasle različitim oblicima žbunaste vegetacije.

Zemljišta nasipa u zoni OKM-a pripadaju klasi tehnogenih zemljišta, odnosno klasi antropogenih zemljišta pri čemu je determinisan jedan tip, deposol.

U odnosu na podtip, navedena deposol zemljišta se dalje mogu diferencirati prema poreklu deponovanog materijala i to: deposol obrazovan na aluvijalnom materijalu i deposol obrazovan na lesnom materijalu.

U zavisnosti od tipa autohtonih zemljišta i debljine deponovanog materijala varijabilnost ovih zemljišta je izuzetno velika sa aspekta gajenja drvenastih vrsta. Dakle, pre pristupanja obnovi šume na ovim deposolima, bilo bi neophodno detaljno

upoznavanje sa pedološkim karakteristikama deponovanog materijala, što je od presudnog značaja za izbor vrsta.

Hidrološke prilike su veoma složene na „krunama“ nasipa. Zbog zbijenosti nasipa otežano je usvajanje veće količine vode u relativno kratkom vremenu, kao i njeno doziranje zbog mikroreljefskih prilika na samoj kruni nasipa. Sam oblik nasipa kao i relativno mala širina krune nasipa uslovljavaju prebrzo oticanje površinske vode i relativno brzo ocedivanje i isušivanje same krune nasipa.

Gubljenje površina pod topolom leži u izraženo otežanom preživljavanju sadnica topola. Izmenjene karakteristike zemljišta nasipa su jedan od glavnih uslova slabijeg preživljavanja sadnica topola. Za saniranje ovih poteškoća, prilikom obnove topola, preporučuje se navodnjavanje u juvenilnoj fazi ili unošenje vrsta koje se lakše prilagođavaju novonastalim ekološkim uslovima. Najefikasnije snabdevanje vodom, prilikom obnove šuma na krunama nasipa bi bilo sistemom „kap po kap“.

Mere nege (zalivanje, okopavanje oko sadnica, uklanjanje korova) i zaštite (borba protiv bolesti, stoke i divljači) posebno u juvenilnoj fazi su od izuzetnog značaja za uspešnu obnovu šuma na nasipima Hs OKM.

LITERATURA

- Antunović, G. i Protić, N. (1997): Prilog klasifikacije zemljišta Jugoslavije, JDPZ, Knjiga „Uređenje, očuvanje i korišćenje zemljišta, pp. 501-507, Novi Sad.
- Ivanišević, P., Rončević, S., Galić, Z., Orlović, S. (1998): Gajenje topola na deposol zemljištima pored osnovne kanalske mreže u vojvodini, Topola, No. 161/162: 31-45, Novi Sad.
- Ivanišević, P., Galić, Z., Rončević, S., Orlović, S., Macanović, M. (1999): Osobine zemljišta u zaštitnim šumama uz odbrambene nasipe u Vojvodini, Topola, No. 163/164: 31-40, Novi Sad.
- Ljevnaić- Mašić, B.(2010): Hidrofite osnovne kanalske mreže Hidrosistema DTD na području Banata. Doktorska teza, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju, Novi Sad, 1-283.
- Marković, J. (1976): Produkcija biomase topole- *Populus x euramericana* (Dode) Guinijer cl. I-214 u zasadima različite gustine na dva tipa zemljišta, Doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Beograd.
- Miloradović, M (2002): Vodoprivredna problematika Bačke i Banata pre izgradnje Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav. U: Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav - 25 godina kasnije, JVP „Vode Vojvodine“, Novi Sad, 23-39.
- Rončević, S. (1980): Uticaj tipa sadnog materijala, vremena i načina sadnje na uspeh osnivanja i razvoj zasada američke crne topole *Populus deltoides* Bartr., Doktorska disertacija, p. 152, Šumarski fakultet, Beograd.

- Stojanović S., Lazić D., Knežević, A., Nikolić Lj., Škorić M., Kilibarda, P., Mišković M., Bugarski R. (2007) Flora i vegetacija Osnovne kanalske mreže Hs DTD u Bačkoj. Monografija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, JVP „Vodevojvodine“, Novi Sad, 1-204.
- Škorić, A., Filipovski, G. i Ćirić, M. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, ANUB i H, Posebna izdanja, Knjiga LXXVIII, Odeljenje prirodnih nauka, Knjiga 13, p. 72, Sarajevo.



Summary

**RESEACH ON THE POSIBILITIES OF THE CUTTED POPLAR PLANTATION
REESTABLISHMENT ON DEPOSOLS IN THE ZONE OF THE BASIC CANAL
NETWORK IN VOJVODINA**

by

S. Rončević, S. Andrašev, P. Ivanišević, B. Kovačević, S. Pekeč

Hidrosystem Dunav-Tisa-Dunav is an multipurpose object that is consisted of network of new, old and reconstructed canals and rivers on the territory of Bačka and Banat that is connected with other objects in unique hidrotechnic complex in order to solve many problems of melioration of this region. There is network with 22.643 km of drainage canals and 929 km of big sailable main canals in Vojvodina. By them the spatial and temporal water distribution is regulated.

The total land area in the zone of the basic canal network (OKM) in Vojvodina is 5.680 ha, 45% (2.545 ha) of which is afforested. About 62% of afforested area (1600 ha) was under the poplar plantations. However, small part of this forest area is still unred the forest cover, while most of it remained unforested after the cutting, often covered by shrub vegetation.

The soils of embankments in the zone OKM belongs to the class of technogenous soils, i.e. class of antropogenic soils where one type is determinated - deposol.

Depending on the type of autochtonous soil and the depth of deposited material the variability of these soils is huge concernig the management of stands of many tree species. Thus, before the restoration of forest on these deposols, it was necessary to know in details the pedological characteristics of deposited material, which is of considerable importance for the selection of tree species.

The hidrological conditions are complex at the crowns of embankments. Due to the soli compaction the absorption of significant amount of water in relatively short time is limited, as well as its dosage, due to the microrelief conditions at the crown of embankments. The very shape of the embankments, as well as relatively small width of crown allow fast drainage of surface water and relatively fast drying of the embankments's crown.

The tending measures (irrigation, cultivation, weed treatment) and plant protection measures (measures against deseases, pestes, damage caused by catle and wild animales) especially in juvenile phase are of great importance for the succesful restoration of forests on embankments along the hydrosystem of OKM.

UDK: 630*524:631.84

Prethodno saopštenje *Preliminary report*

MOGUĆNOST PRIMENE AZOTOFIKSATORA U ŠUMSKIM EKOSISTEMIMA

Srđan Stojnić¹, Saša Orlović¹, Marina Katanić¹, Verica Vasić¹

¹ Univerzitet u Novom Sadu Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13d, 21000 Novi Sad, Republika Srbija

Izvod: U radu je dat pregled istraživanja uticaja simbiotske i nesimbiotske azotofiksacije u šumskim i agrošumarskim sistemima. Prva istraživanja mogućnosti primene azotofiksirajućih mikroorganizama u biljnoj proizvodnji vezuju se za poljoprivredne kulture, da bi 1894. godine bio dokumentovan i prvi pokušaj primene azotofiksacije u šumarstvu. Rezultati brojnih istraživanja upućuju na značajnu ulogu azotofiksacije u prirodnim sastojinama, plantažama i agrošumarskim sistemima, gde je dokazano da azot obezbeđen biljkama putem azotofiksacija, osim što pozitivno utiče na bujnost rasta, produktivnost sastojina i formu stabala, istovremeno popravlja i osobine zemljišta.

Istraživanja analizirana u radu su vršena na različitim vrstama drveća i tipovima staništa, što je značajno s obzirom da su i šumski ekosistemi Srbije raznovrsni, kako po vrstama drveća, tako i po stanišnim karakteristikama.

Ključne reči: azotofiksacija, prirodne sastojine, plantaža, agrošumarski sistem.

POSSIBILITIES FOR THE MICROBIOLOGICAL NITROGEN FIXATION IN FOREST ECOSYSTEMS

Srđan Stojnić¹, Saša Orlović¹, Marina Katanić¹, Verica Vasić¹

¹ *University of Novi Sad Institute of Lowland Forestry and Environment, Antona Čehova 13d, 21 000 Novi Sad, Republic of Serbia*

Abstract: *The paper presents an overview of the researches on the effects of symbiotic and non-symbiotic nitrogen fixation in natural forests and agroforestry systems. The first studies about potential application of nitrogen fixing microorganisms in plant production were related to agriculture, while the first documented attempt of applying of nitrogen fixation in forestry, is relating to 1894. The results of numerous studies indicate to important role of nitrogen fixation in natural stands, plantations and agroforestry systems, where it is proven that nitrogen, provided to plants by nitrogen fixation, besides for having a positive effect on the vigor of growth, stand productivity and form of trees, has positive effect on the soil properties, as well.*

The researches analyzed in the paper were performed on different tree species and habitat types, which is significant considering that the forest ecosystems of Serbia are diverse both, in tree species and habitat characteristics.

Key words: nitrogen fixation, natural stands, plantation, agroforestry system.

UVOD

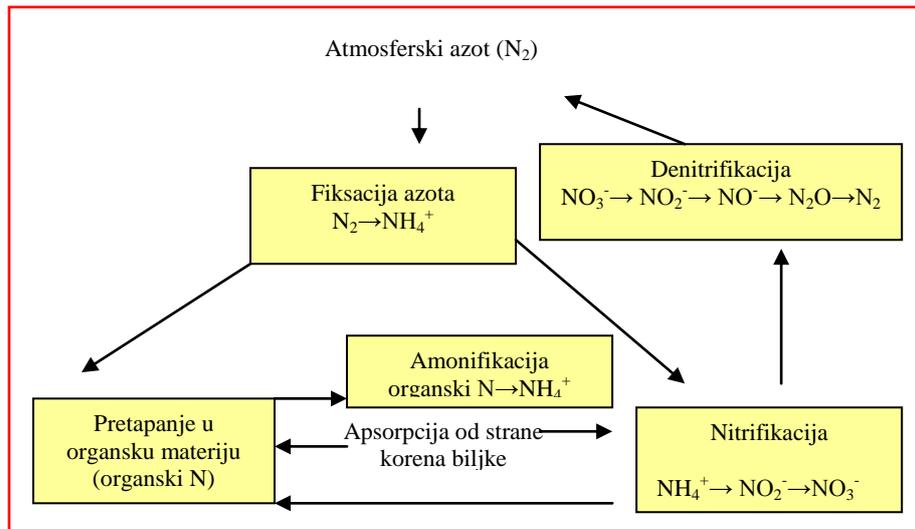
Azot je osnovni element i pokretač rasta biljaka. Njegov sadržaj u suvoj materiji biljke se kreće između 2 i 5 %. Građivni je element brojnih organskih jedinjenja kao što su: aminokiseline, proteini, nukleinske kiseline, amidi, amini, koenzimi, molekuli hlorofila itd. (Oljača i sar., 2006).

Azot utiče na brojne fiziološke procese i morfološke osobine biljaka. Od svih elemenata mineralne ishrane, rast biljaka i veličina uroda zavisiće najviše od količine raspoloživog azota. Generalno, nedostatak azota se manifestuje kroz smanjeno razviće biljaka, koje se ogleda u umanjenom prirastu, smanjenju količine plodova, umanjenom kvalitetu plodova itd., dok se najviše ispoljava na asimilacionoj površini. Njegov čak i mali nedostatak dovodi do narušavanja korelativnih odnosa nadzemnog dela biljke i korena, utiče na morfologiju korena i prinos i kvalitet semena (Oljača i sar., 2006).

U prirodi se nalazi u obliku molekuskog azota u atmosferi (u čijem sastavu učestvuje sa 78 – 80%), kao i u obliku različitih neorganskih i organskih jedinjenja azota koja podležu neprikidnim procesima transformacije. Od ukupne količine azota, u zemljištu se nalazi svega 1-3 %.

Slika 1. Šematski prikaz kruženja azota u prirodi (Lanford, 2008)

Figure 1. Scheme of nitrogen cycling in nature (Lanford, 2008)



Proces kruženja azota u prirodi se obavlja kroz pet faza (Slika 1):

1. fiksacija azota;
2. inkorporiranje u organsku materiju;
3. amonifikacija (mineralizacija);
4. nitrifikacija;
5. denitrifikacija.

Postoje dva načina prirodnog vezivanja azota – *abiotički i biotički* (Tešić, 1961). Abiotička fiksacija azota vezuje se za tri fizička fenomena – grmljavinu, vulkansku aktivnost i povremene velike šumske požare. Svaka od ovih pojava oslobađa amonijum jone u atmosferu, gde se oni rastvaraju u vodenoj pari i padaju na zemlju u vidu padavina. Ovakve padavine ne podmiruju samo potrebe biljaka za vodom, nego utiču i na plodnost zemljišta. Abiotički formirani amonijum joni, koji dospeju do zemlje, imaju dva moguća odredišta. Jedno je da budu apsorbovani direktno od strane korena biljaka i inkorporirani u živu biomasu, a drugo da učestvuju u procesu nitrifikacije.

Biljke azot usvajaju u obliku NO_3^- (nitratnog) i NH_4^+ (amonijum) jona, a određene biljne vrste (*Leguminosae*) zahvaljujući simbiozi sa kvržičnim bakterijama (azotofiksatorima) mogu da koriste i elementarni azot iz atmosfere (Komljenović i Todorović, 1998).

Biotička fiksacija azota obavlja se uz prisustvo mikroorganizama. Neki od ovih mikroorganizama žive slobodno u zemljištu ili vodenim ekosistemima i oslobađaju svoje produkte- amonijum jone direktno u okruženje. Drugi žive u uskim simbiotskim vezama sa pojedinim biljnim vrstama, pogotovo leguminozama, gde obitavaju u kvržicama (nodulama) na korenu biljaka. Azot koji je fiksiran na ovakav način direktno asimiluje biljka domaćin. Dodatno, neke životinje, uključujući termine i drvotočce, predstavljaju dom za pojedine azotofiksirajuće mikrobe koji žive unutar njihovih tela. U nekim ekosistemima, ovi organizmi mogu biti važni činiooci u dubrenju zemljišta.

Kao i kod abiotičke fiksacije, i u ovom slučaju amonijum joni mogu biti apsorbovani direktno iz zemljišta u koren biljke i ući u lanac ishrane ili prvo u procesu nitrifikacije biti transformisan u nitrate, pa zatim asimilovan od strane biljaka.

Kao rezultat raspadanja mrtve organske materije dolazi do oslobađanja amonijum jona koji mogu biti ponovo apsorbovani od strane korena biljaka ili učestvovati u procesu *nitrifikacije*.

Većina amonijum jona u zemljištu, zahvaljujuću nitrifikacionim bakterijama, biva transformisana u nitritne (NO_2^-) i nitratne jone (NO_3^-). Denitrifikacione bakterije vrše redukciju nitrate do molekuskog azota (N_2), čime se kompletira prirodno kruženje azota.

BIOTIČKA AZOTOFIKSACIJA

Biotička azotofiksacija je proces u kome posebna grupa mikroorganizama obavlja vezivanje atmosferskog azota i njegovo prevođenje u podesna jedinjenja, koja i biljke mogu da koriste (Tešić, 1961).

U zavisnosti da li mikroorganizmi stupaju u simbiotsku vezu sa biljkama, razlikuju se dva tipa mikrobiološke azotofiksacije (**Slika 2**): *simbiotska* i *slobodna asimbiotska* azotofiksacija. Simbiotska azotofiksacija može da bude *leguminozna*

i *neleguminozna*, u zavisnosti da li mikroorganizmi obrazuju mutualističke zajednice sa leguminoznim ili neleguminoznim biljkama. Što se tiče slobodne azotofiksacije, tu se prema sadržaju kiseoniku iz vazduha u datim sredinama mogu razlikovati dva tipa fiksacije: *aerobna slobodna azotofiksacija* i *anaerobna slobodna azotofiksacija* (Stanković et al., 2006).

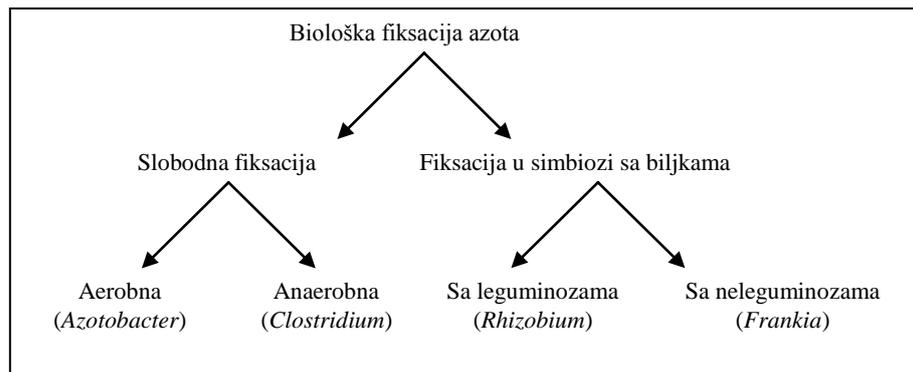
SIMBIOTSKA AZOTOFIKSACIJA

Simbiotska azotofiksacija predstavlja značajan vid snabdevanja biljaka azotom iz vazduha putem simbiotskih bakterija koje žive na korenu biljaka. One na korenu stvaraju oštećenja (kvržice) u kojima su smeštene bakterije, a koje su sposobne da fiksiraju elementarni azot. Iako je ovo manje rasprostranjeni vid azotofiksacije u prirodi, ovim putem se vezuje oko polovina celokupnog vezanog azota mikrobiološkim putem u prirodi (Tešić, 1961). Simbiotski azotofiksatori formiraju mutualističke zajednice sa višim biljkama u okviru kojih koriste jedinjenja sintetisana u procesu biljne fotosinteza, a sami vrše proces fiksaciju molekuskog azota (Gajin, 2007).

Simbiotski azotofiksatori, prethodno, naseljavaju rizosferu kao obligatni, aerobni saprofiti koji ne mogu da vrše fiksaciju molekuskog azota. Pod određenim uslovima bakterije stupaju u vezu sa korenom biljaka, iniciraju formiranje nodula i razvijaju azotofiksirajuću aktivnost.

Slika 2. Biotička fiksacija azota

Figure 2. Biotic nitrogen fixation



Simbiotska azotofiksacija sa leguminoznim biljkama

Familija *Leguminosae* ili *Fabaceae* je jedna od najbrojnih familija unutar razdela cvetnica (*Magnoliophyta*) na svetu. Region umerene klime, sa par izuzetaka (*Robinia*, *Gleditsia*, *Cercis*, *Gymnocladus* itd.), naseljavaju isključivo jednogodišnje i višegodišnje zeljaste i neke niže drvenaste leguminozne biljke (Crews, 1999).

Leguminozne biljke godišnje vezuju između 27 – 85 kilograma azota po hektaru u prirodnim ekosistemima, dok se u poljoprivrednim sistemima ta brojka kreće i do nekoliko stotina kilograma po hektaru (Lindemann i Glover, 2003).

Mikroorganizmi koji vrše azotofiksaciju u simbiozi sa leguminoznim biljaka jedini pripadaju grupi *pravih bakterija*. To su asporogeni, aerobni, gramnegativni i jako polimorfni njihovi predstavnici (Tešić, 1961).

Bakterije iz grupe rizobija su sposobne da fiksiraju azot u asocijaciji sa biljkama. Pod uticajem rizobija na korenu leguminoznih biljaka nastaju zadebljanja u obliku kvržica (nodula), zahvaljujući kojima biljke ne samo da uspevaju na lošijim terenima, već popravljaju i samo zemljište, dok u svom sastavu sadrže više azotnih materija (naročito proteina) (Tešić, 1961).

Faze infekcije i razvoja korenovih kvržica (nodula) obuhvataju:

1. Prepoznavanje odgovarajućeg partnera na relaciji biljka-bakterija i pričvršćivanje bakterije na korenove dlačice;
2. Formiranje infekcionih niti i prodiranje bakterija u unutrašnjost korena;
3. Prenos bakterija do glavnog korana preko infekcionih niti;
4. Razmnožavanje bakterija i obrazovanje deformisanih bakterijskih ćelija, bakteroida, unutar biljnih ćelija;
5. Dalje promene biljnih i bakterijskih ćelija i obrazovanje nodula (kvržica) na korenu u kojima se odvija proces azotofiksacije.

Simbiotska azotofiksacija sa neleguminoznim biljkama (aktinorizna azotofiksacija)

Termin *aktinoriza* se odnosi na simbiotsku vezu između aktinoriznih bakterija iz roda *Frankia* i više od 200 vrsta skrivenosemenica.

Frankia je rod azotofiksirajućih, končastih bakterija koje žive u simbiozi sa aktinoriznim biljkama. Kao i u slučaju rizobije i ovde dolazi do formiranja azotofiksirajućih korenskih kvržica. Osim simbiotskih zajednica sa aktinomycetama, ove biljke mogu da grade zajednice i sa drugim mikroorganizmima, kao npr. mikoriznim gljivama. Ova zajednicama omogućava biljkama da dobiju vodu, fosfor i druge mineralne materije iz zemljišta, dok za uzvrat štite gljive od drugih štetnih mikroorganizama (Valdes, 2008). Veoma čest je slučaj da dolazi i do trojne simbioze, gde mikorizne gljive pomažu rast biljaka i nodulaciju u uslovima staništa siromašnih hranljivim materijama (Orfanoudakis et al., 2004).

Aktinorizne biljke se javljaju na zemljištima koja su siromašna azotom, pogotovo peskovitim i močvarnim, omogućavajući ponovno uspostavljanje šumskih biljnih zajednica na degradiranim staništima bilo da se radi o degradaciji nastaloj delovanjem abiotičkih ili biotičkih faktora (čoveka).

Posebno je interesantan rod *Alnus*, s obzirom na zastupljenost ove vrste na teritoriji Srbije. Vrste iz roda *Alnus* se javljaju na širokom spektru staništa: šumama umerene zone, glacijalnim poljima, peščanim poljima, duž vodenih tokova, naslagama pepela, močvarama, sasušenoj lavi itd. De Bell i Radwan (1979), kao još jednu pozitivnu stranu vrsta iz roda *Alnus*, ističu sposobnost da povećaju količinu azota u zemljištu u veoma kratkom periodu, što je posebno značajno u četinarskim sastojinama.

Frankia može da inficira biljku domaćina na dva načina: preko korenovih dlačica ili direktnom intercelularnom penetracijom korenovih ćelija epidermisa i korteksa.

SLOBODNA AZOTOFIKSACIJA

Slobodna (asimbiontska) azotofiksacija je mikrobiološki proces, gde se elementarni azot iz vazduha dovodi u zemljište preko specifičnih bakterija koje ne žive na korenovim dlačicama, nego pored njih (u rizosferi). One se hrane izlučevinama korena i u procesima umnožavanja i odumiranja ostavljaju značajnu količinu azotnih jedinjenja (najviše amonijaka) u zemljištu ili vodi, gde ga mogu koristiti ostali mikroorganizmi ili više biljke (Tešić, 1961).

Bakterije koje vrše slobodnu fiksaciju azota mogu se podeliti u sledeće grupe¹:

1. obligatne aerobe (npr. *Azotobacter*);
2. obligatne anaerobe (npr. *Clostridium pasteurianum*);
3. fakultativni anaerobi (npr. *Klebsiella*);
4. fotosintetičke bakterije (npr. *Rhodobacter*);
5. mnoge cianobakterije;
6. neke metanogene

Sve ove bakterije, u zavisnosti od toga da li azotofiksaciju vrše u prisustvu kiseonika ili ne, mogu se svrstati u dve grupe: slobodne aerobne azotofiksatore i slobodne anaerobne azotofiksatore.

Slobodna aerobna azotofiksacija

Slobodna aerobna azotofiksacija se ostvaruje u svim zemljištima gde ne postoji ozbiljnija prepreka za pristup kiseonika iz vazduha. Javlja se uglavnom u poljoprivrednim zemljištima, koja su dobro aerisana usled intenzivne obrade, dok je slabije zastupljen u šumskim zemljištima, pogotovo onima koja imaju kiselu reakciju (Tešić, 1961; Jarak i sar., 2005).

Među slobodne aerobne fiksatore azota spadaju rodovi *Azotobacter* i *Azomonas*, dok se u tropskim kiselim zemljištima nalaze posebni ekotipovi uvršteni u rod *Beijerinckia* (Tešić, 1961).

Slobodni azotofiksatori zahtevaju stalan priliv organskih materija kako bi vršili fiksaciju azota na maksimalnom nivou. Kako se kultivacijom zemljišta naglo troše zemljišne zalihe dostupnih organskih materija, to delom utiče na smanjenu azotofiksaciju u obrađivanim zemljištima (Adams, 1962). Plodnost zemljišta je takođe veoma važan faktor koji utiče na veličinu slobodne azotofiksacije. Za nesmetanu nesimbiontsku azotofiksaciju kalcijum, kalijum i fosfor moraju biti u izobilju. Takođe, bitno je da se i gvožđe, molibden i mangan javljaju u malim količinama.

Iako druge biljke i mikroorganizmi zahtevaju velike zalihe mineralnog azota, kod azotofiksirajućih bakterija je drugačiji slučaj. Zbog činjenice da su ove bakterije "lenje" obilje mineralnog azota bi rezultovalo pojavom da bakterije ne koriste atmosferski azot. Iz tog razloga, za maksimalnu azotofiksaciju atmosferskog azota, potrebno je da zemljište bude siromašnije azotom, ali bogatije drugim hranljivim elementima.

¹ Izvor podataka: <http://www.micro.siu.edu/>, decembar 2009. godine.

Slobodna anaerobna azotofiksacija

Anaerobni organizmi ili *anaerobi* su svi organizmi koji ne zahtevaju kiseonik za svoj razvoj i retko se sreću u poljoprivrednim zemljištima, usled obrade i provetravanja gornjih slojeva zemljišta, sem u slučajevima kada ove bakterije imaju svoje aerobne pratiocice koji troše kiseonik i omogućuju život i rad ovim anaerobnim azotofiksatorima (Tešić, 1961). Veća zastupljenost anaerobnih mikroorganizama je u šumskim zemljištima, pogotovo gde se formiraju različiti tipovi kiselog humusa. Ovo je posebno izraženo u četinarskim šumama gde usled nagomilavanja šumske prostirke i nemogućnosti njenog razlaganja, otežan je pristup kiseoniku iz vazduha i kiselija je reakcija, što omogućava veću zastupljenost anaerobnih azotofiksatora (Tešić, 1961). Posmatrano u odnosu na aerobnu azotofiksaciju, anaerobni mikroorganizmi koji vezuju azot su manje efikasni, ali istovremeno zastupljeniji od aerobnih (Adams, 1962).

Anaerobni mikroorganizmi su široko rasprostranjeni u zemljištu, biljnoj materiji u procesu truljenja, pa čak i organima za varenje kod preživara. U nepovoljnim uslovima mogu da formiraju spore kako bi preživeli u uslovima vrućine i suše (Postgate, 1998). *Fakultativne bakterije* su fiziološka grupa bakterija koje imaju sposobnost da rastu u prisustvu, ili bez prisustva, kiseonika iz vazduha, ali koje mogu da vrše fiksaciju azota samo u anaerobnim uslovima. Dve najveće grupe ovih bakterija pripadaju rodovima *Klebsiella* i *Bacillus*. Rod *Bacillus* je druga velika grupa fakultativnih bakterija koja uključuje diazotrofe. Ovaj rod je karakterističan po svojoj sposobnosti da formira spore i na taj način preživi u uslovima suše i povišene temperature (Postgate, 1998).

Cianobakterije (*Cyanobacteria*), poznate i pod imenima plavo-zelene alge, plavo-zelene bakteriji i cianofite, su razdeo koji potrebnu energiju obezbeđuje procesom fotosinteze, pri čemu proizvodi kiseonik kao sporedni produkt. Cianobakterije su važna komponenta u pomorskom kruženju azota i važan primarni producent u mnogim okeanskim područjima, ali se takođe sreću i u sredinama različitim od morskih (svežoj vodi, slanim kontinentalnim jezerima itd.).

PRIMENA AZOTOFIKSATORA U ŠUMSKIM EKOSISTEMIMA

Osnovu za upotrebu mikroorganizama u funkciji mikrobioloških đubriva čini poznavanje optimalnih karakteristika zemljišta neophodnih za razvoj pojedinih vrsta mikroorganizama, kao i uloge i toka mikrobioloških procesa u zemljištu. Poslednjih decenija sve više se koriste biopreparati sa simbiotskim (*Rhizobium/Bradhyrhizobium*) i asimbiotskih azotofiksatorima (bakterije *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Klebsiella planticola* i plavo-zelene alge) kao i njihove smeše sa *Bacillus* spp. (Milošević, 2008).

Količina azota u šumskim ekosistemima varira u širokim granicama. Obično iznosi nekoliko hiljada kilograma po hektaru, u zavisnosti da li se radi o listopadnim ili četinarskim šumama. Mikola et al. (1983), iznose podatke o količini azota u različitim šumskim ekosistemima: 4.480-13.760 kg/ha, koliko je izmereno u listopadnim šumama u Belgiji; 1.905-15.929 kg/ha (Bavarske šume); 1.017-1.673 (Finske borove šume).

Tip zemljišta ima najveći uticaj na brojnost i aktivnost mikroorganizama. Najpovoljniji uslovi za razmnožavanje mikroorganizama su zemljišta neutralne reakcije, dobre strukture, povoljnih vodno-vazdušnih osobina (60-70% poljskog vazdušnog kapaciteta) i sa sadržajem organske materije iznad 2% (Jarak i Govedarica, 2003). Vasić i sar. (2009) su ispitujući mikrobiološku aktivnost zemljišta na površinama za obnovu hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) ustanovili da je najveća brojnost mikroorganizama, bakterija, gljiva i aktinomiceta bila sredinom vegetacionog perioda, kada je najveća količina hranljivih materija i izlučevina korena u zemljištu. Ovo je uočeno na sva tri lokaliteta gde su ogledi bili postavljeni. Međutim, prisustvo azotobaktera je bilo konstatovano samo na jednom lokalitetu i to početkom vegetacionog perioda, što autori objašnjavaju kiselom reakcijom zemljišta na sve tri lokacije.

Sečom stabala i pripremom zemljišta za naredna pošumljavanja, dolazi do redukcije količine azota u šumskim zemljištima (Jurgensen et al., 1991). Mikola et al. (1983) navode dva glavna načina poboljšanja azotne ishrane drveća: (1) aktiviranje dekompozicije zemljišne organske materije i ubrzanja mineralizacije azota i (2) dodavanje azota direktno u zemljište u lako dostupnoj formi (upotreba azotnih đubriva). Prema Jurgensen et al. (1991) najčešći načini kojima se azot vraća u šumska zemljišta su: (1) putem vlažne i suve depozicije, (2) veštačkim đubrenjem, (3) simbiotskom azotifikacijom i (4) slobodnom azotifikacijom.

Jurgensen et al. (1991) navode da padavinama može dospeti u zemljište oko 20 kg N/ha/godišnje u zonama pod uticajem gasova iz industrijskih postrojenja, dok u šumskim ekosistemima koji se nalaze u unutrašnjosti, na severozapadu SAD-a, ta količina iznosi 0,2-5 kg N/ha/godišnje.

Primena azotnih đubriva u šumarstvu se vrši kako na zemljištima sa sirovim humusom, tako i na zemljištima sa niskim sadržajem humusa i azota. Glavni problemi primene azotnih đubriva su njihovo često negativno delovanje na ekosistem, kao i visoka cena i kratakotrajna efekta, zbog čega, da bi se postigli zadovoljavajući efekti, moraju često da se primenjuju (Mikola et al., 1983). Isti autori navode primer iz Finske gde se đubrenje vrši u intervalima od 5-9 godina tokom cele ophodnje, pri čemu se svaki put zemljištu dodaje 150 kg N/ha. Tarrant i Trappe (1971) iznose podatak da se na Pacifičkom Severozapadu SAD-a đubrenje azotom vrši sa 225 kg N/ha na svakih 5 godina. Negativni efekti koje izazivaju azotna đubriva su ispiranje nitrata, evaporacija amonijaka i denitrifikacija, koji u pojedinim slučajevima mogu imati alarmantne razmere (Mikola et al., 1983).

Glavna komercijalna svrha upotrebe drvenastih vrsta, koje žive u mutualističkim zajednicama sa azotofiksirajućim bakterijama, je visoka produkcija biomase po jedinici površine, smanjena potreba za primenom azotnih đubriva i povećana plodnost staništa. Da bi se ispunili navedeni ciljevi, primenjuju se dva sistema koji uključuju ove vrste: (1) sistem koji koristi drvenaste vrste, koje žive u zajednici sa azotofiksirajućim mikroorganizmima, kao jedinu ili glavnu komponentu finalne seče (mešoviti zasadi vrsta iz rodova *Alnus* i *Populus* ili zasadi vrsta iz roda *Alnus* i četinar), (2) sistemi koji koriste biljke koje žive u zajednici sa azotofiksatorima, kao pomoćne vrste koje se uklanjaju pre završnih seča i imaju minorni udeo u konačnom prinosu (Lupina kada se koristi kao pomoćna vrsta u zasadima *Pinus radiata*) (Gordon i Dawson, 1979).

Količina biološki vezanog azota u šumskim ekosistemima varira u zavisnosti od autora i korišćene metode za ispitivanja sadržaja. Fisher i Binkley (2000), navode da se ona kreće od manje od 1 kg/ha godišnje do preko 100 kg/ha godišnje. Prema Silvester (1983) količina biološki vezanog azota u šumskim ekosistemima ide čak i do preko 300 kg/ha godišnje u gustim sastojinama gde se javljaju vrste iz rodova *Alnus*, *Casuarina* i *Acacia*. Aktinorizna simbioza je glavni izvor azota u šumskim ekosistemima, vlažnim zemljištima, poljima i narušenim staništima umerenih i tropskih regiona. Vrste iz roda *Alnus* godišnje vezuju između 12-200 kg N ha⁻¹ god⁻², dok vrste iz roda *Hippophae* vezuju 27-179 kg N ha⁻¹ god⁻² (Zahran, 1999). Istraživanja na vlažnim i visoko produktivnim staništima u zapadnom Oregonu i Vašingtonu, su pokazala da je količine vezanog azota išla do 100 kg/godišnje od strane vrsta iz rodova *Ceanothus* i *Alnus*, koje su osnovane na posećenim ili izgorelim staništima (Jurgensen et al., 1991).

Vrste iz roda *Alnus* imaju značajnu ulogu u mešovitim sastojinama i plantažama sa drugim vrstama drveća, jer osim što pozitivno utiču na ukupnu produktivnost sastojina i formu stabala drugih vrsta, istovremeno popravljaju i osobine zemljišta. Tarrant i Trappe (1971), proučavajući ulogu jove u unapređenju stanja šumskih ekosistema, iznose sledeće zaključke:

- oko 90% azota fiksiranog tokom prve vegetacione sezone biva premešteno, i skladišteno, iz nodula u drvo jove;
- list jove ima mnogo veći sadržaj azota nego listovi većina drugih vrsta;
- količina azota koja se gubi iz lista jova, pre nego što list opadne, je znatno manja nego kod drugih vrsta;
- dekompozicija azotom bogate stelje je značajan mehanizam koji vodi povećanju sadržaja azota u zemljištu;
- oko 60% azota dodatog zemljištu u sastojinama crvene jove (*Alnus rubra* B.) pretpostavlja se da potiče iz korenskih izlučevina ili slobodnih azotofiksatora;
- dekompozicija mrtvog tkiva korena i nodula je značajan izvor bogaćenja zemljišta azotom;
- padavine koje dospevaju do zemlje, u mešovitim šumama crvene jove i četinarara, slivajući se sa kruna i stabala jove, su znatno bogatije azotom, nego što je to slučaj u čistim četinarskim sastojinama.

Ustanovljeno je, takođe, da *Alnus*-i utiču na suzbijanje pojedinih gljivičnih oboljenja (*Phellinus weirii* i *Fomes annosu*) u sastojinama četinarara (Tarrant i Trappe, 1971; Gordon i Dawson, 1979). Značajna je i mogućnost primene roda *Alnus* u agrošumarskim sistemima.

Jason i sar. (1998) su ispitivajući dinamiku ugljenika i azota u čistim sastojinama *Pinus banksiana* L. i mešovitim sastojinama *Pinus banksiana* L. sa *Alnus crispa* (Ait.) Pursh, ustanovili da je sadržaj ugljenika i azota u nadzemnim delovima biomase (stablo, granje i lišće), vegetaciji i zemljištu, bio veći u mešovitim sastojinama, nego u čistim. Godišnji sadržaj azota u šumskoj prostirci je takođe bio značajno veći u mešovitim nego čistim sastojinama. Ovo upućuje na zaključak da je *Alnus crispa* uticao na povećanje sadržaja azota u zemljištu, stavljajući ga na raspolaganje četinarima u većim količinama. Takođe, autori upućuju na zaključak da je upravo veći sadržaj azota u zemljištu uticao na veću zastupljenost ugljenika u nadzemnoj biomasi, kao i na veću vrednost lisnog indeksa (LAI). Istraživanja

Tarrant-a i sar. (1961), kako citiraju Tarrant i Trappe (1971), sprovedeno u mešovitoj plantaži vrsta *Alnus rubra* Bong. i *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, staroj 27 godina, pokazalo je da je jova, osim pozitivnog uticaja na visinu i prečnik duglazije imala pozitivan uticaj i na formu stabala i razvijenost krune. Zapremina u mešovitoj plantaži bila je, više nego, duplo veća u odnosu na zapreminu iz čiste plantaže duglazije.

Ogled postavljen u Italiji, u provinciji Areco, imao je za cilj da se uporedi prirast i forma stabala u čistoj plantaži oraha (*Juglans regia* L.) i mešovitim plantažama oraha sa vrstama *Alnus cordata* L., *Corylus avellana* L., *Eleagnus angustifolia* L. i *Robinia pseudoacacia* L. Merenja su vršena u starostima plantaža od 9, 13 i 16 godina. Rezultati su pokazali da je koncentracija azota u zemljištu i listovima oraha bila najveća u mešovitim plantažama oraha sa *Alnus cordata* L. i *Robinia pseudoacacia* L., ali i da je drvo oraha, ipak, imalo najbolji prirast, pravost i oblik stabla u kombinaciji sa vrstom *Alnus cordata* L. (Tani et al., 2006).

Najveći potencijal za upotrebu roda *Alnus* leži u mogućnosti osnivanja mešovitih zasada kratke ophodnje za proizvodnju vlakana, goriva i proteina. Ovakvi sistemi koriste drvenaste vrste sa brzim rastom u juvenilnoj fazi i mogućnošću da se razmnožavaju iz korena i panjeva koji ostaju na polju nakon seča. Obezbeđivanje vlakana i goriva zadovoljavajućeg kvaliteta, popravljene svojstava zemljišta i zaštita od bolesti su glavna svrha ovih zasada. Osnivaju se sa velikom gustinom biljaka (6.000-20.000 biljaka/ha) i ophodnjom koja traje 5-15 godina (Gordon i Dawson, 1979). Najintenzivnija proučavanja mogućnosti primene roda *Alnus* u mešovitim zasadima, rađena su u kombinaciji sa hibridnim topolama (Tarrant i Trappe, 1971; De Bell i Radwan, 1979; Cote i Camira, 1984).

De Bell i Radwan (1979) su ispitivali rast stabala i sadržaj azota u čistim i mešovitim plantažama vrsta *Populus trichocarpa* Torr. and Gray i *Alnus rubra* Bong. Na osnovu dvogodišnjih praćenja došli su do sledećih rezultata: godišnja produkcija suve materije je bila veća na mešovitim nego čistim oglednim poljima. Grančice topole sa mešovitim oglednih površina su sadržale 18% više azota nego one sa čistih. Zemljište sa mešovitim površina topole i jove i čistih oglednih površina jove su sadržala 9, odnosno 23% više azota nego zemljište iz čistih oglednih polja topole. Procenjeno je da se u gornjem sloju zemljišta (dubine do 15 cm) godišnje veže 32 kg N/ha, u mešovitim plantažama, odnosno 80 kg/ha u čistim plantažama jove.

Slično istraživanje su sproveli Cote i Camira (1984), ispitujući rast, akumulaciju azota i simbiotsku fiksaciju u čistim i mešovitim plantažama hibridnih topola cv. Roxbury (*Populus nigra* L. x *P. trichocarpa* Torr and Gray) i obične jove (*Alnus glutinosa* G.). Rezultati su pokazali da nije bilo signifikantne razlike, među tretmanima, u biomasi nadzemnog dela hibridne topole, dok je jova pokazala značajno povećanje biomase sa povećanjem gustine. Akumulacija azota u stablima bila je u sličnom odnosu kao i biomasa, odnosno opadala je sa povećanjem učešća topole u mešavini. Prinos i sadržaj N po hektaru u nadzemnim delovima biljaka povećavao se sa povećanjem učešća jove u mešavini. Najveća fiksacija azota ostvarena je u čistoj plantaži jove i iznosila je 55 kg N ha⁻¹ god⁻².

Teklehaimanot i Mlolotsi (2007) su ispitivali mogućnost primene crvene jove (*Alnus rubra* B.) u silvopastoralnim sistemima. Ogled postavljen u Velikoj Britaniji, starosti 10 godina, imao je 400 stabala po hektaru. Kao kontrola, služila je

plantaža crvene jove sa 2.500 stabala po hektaru. Ispitivanja su pokazala da je u silvapastoralnim sistemima ukupna količina azota u drvetu jove (lišće, koren, drvo) bila 65,55 kg/ha, odnosno da je godišnje vezivano 30,95 kg/ha. Procenjeno je da se godišnje 27,1 kg N/ha vraća zemljištu. Iako su vrednosti, dobijene u silvapastoralnom sistemu bile značajno manje nego one u kontroli, autori su konstatovali da se crvena jova može uspešno koristiti u silvapastoralnim sistemima, zbog svoje sposobnosti da snabdeva zemljište azotom i održava njegovu plodnost.

Od drvenastih, leguminoznih biljaka od najvećeg značaja u Srbiji je bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.). Procena je da sastojine bagrema godišnje vezuju između 30-56 kg N ha⁻¹ (Van Sambeek et al., 2008). Istražujući uticaj bagrema u sukcesiji šumskih ekosistema, Boring i Swank (1984), su između ostalog pratili i količinu vezanog azota i produkciju biomase u različitim starostima bagrema (4., 17. i 38. godini života). Najveću azotofiksaciju bagrem je ostvario u 17. godini života (75 kg N ha⁻¹ god⁻²), dok je najmanja bila u 38. godini (33 kg N ha⁻¹ god⁻²). Količina vezanog azota u 4. godini života je iznosila 48 kg N ha⁻¹ god⁻². Produkcija biomase u 4., 17. i 38. godini života iznosila je 33, 174 i 399 t ha⁻¹.

Bagrem, kao i druge leguminozne vrste, se koristi u mešovitim zasadima kako bi, zahvaljujući svojoj sposobnosti da putem zajednica sa azotofiksirajućim bakterijama obogaćuje zemljište azotom, utiče na pojačan rast "glavne" vrste. Iako se u literaturi mogu sresti brojni primeri pozitivnog uticaja bagrema na druge vrste u plantažama (Redei, 2002; Redei et al., 2006; Tani et al., 2006), rezultati pojedinih istraživanja su pokazali da to nije uvek pravilo. Dickmann i sar. (1985) su ispitujući, između ostalog i količinu biomase nadzemnog dela stabala, u čistim i mešovitim plantažama platana (*Platanus occidentalis* L.) i bagrema (*Robinia pseudoacacia* L.), došli do sledećih rezultata: na kraju treće godine produkcija nadzemne biomase u čistoj plantaži bagrema bila je 12,6 mt/ha, dok je u čistoj sastojini platana ona iznosila 11,6 mt/ha. Produkcija biomase u mešovitoj plantaži je iznosila svega 8,9 mt/ha, pri čemu je 2/3 biomase otpadalo na bagrem. Autori su rezultate objasnili pojavom da intenzivnim rastom mlada stabla bagrema ne samo da troše azot koji vežu procesom azotofiksacije, nego i preostali azot iz zemljišta, predstavljajući konkurenciju stablima platana. Kako je ogled pokazao da kombinovanje dve netolerantne vrste sa sličnim prirastom nije uticao na porast biomase, autori kao rešenje predlažu kombinovanje brzorastućih netolerantnih vrsta, sa spororastućim tolerantnim vrstama.

Drvenaste leguminozne biljke imaju značajnu ulogu u agrošumarskim sistemima. Gutteridge i Shelton (1993) kao glavne upotrebne vrednosti ovih biljaka navode:

- uglavnom dug život i male troškovi održavanja;
- obezbeđuju visoko kvalitetnu stočnu hranu za životinje;
- stabilizuju zemljišta na nagibima, štiteći ih od erozije;
- obezbeđuju malč, bogat azotom, za useve;
- mogu se koristiti za pošumljavanja i melioraciju narušenih staništa;
- obezbeđuju drvenu građu i ogrev za domaću i industrijsku upotrebu;
- koriste se za izradu živih ograda na farmama, kao drveće senke za useve itd.;
- obezbeđuju plodove za ljudsku ishranu.

Nesimbiontska azotofiksacija je u značajnoj meri povezana sa sadržajem organskih materija u zemljištu, i mnogo je veća u šumskim ostacima i površinskim organskim slojevima, nego u mineralnom delu zemljišta (Jurgensen et al., 1991). Son (2001), rezimirajući istraživanja brojnih autora, koji su se bavili nesimbiontskom azotofiksacijom u šumskim ekosistemima umerene zone, iznosi sledeće zaključke:

- iako je količina vezanog azota varirala u širokim granicama $<0,01-5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ god}^{-2}$, prosečno se može uzeti da ta vrednost iznosi između $2-3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ god}^{-2}$;
- slobodna azotofiksacija u šumskim ekosistemima značajno je varirala u zavisnosti od stanišnih uslova (produktivnosti, sastava šumske stelje i ostalih komponenti ekosistema);
- pri identičnim ekološkim uslovima, nije bilo signifikantne razlike u količini vezanog N između listopadnih i zimzelenih šuma;
- sa povećanjem vlažnosti i temperature dolazilo je do povećanja azotofiksacije;
- azotofiksacija je opadala sa povećanjem starosti ispitivanih sastojina.

Tarrant i Trappe (1971) navode da slobodni azotofiksatori mogu biti dodatni izvor azota u zemljištima pod vrstama iz roda *Alnus*. Navodeći primer istraživanja iz Oregona, pomenuti autori iznose podatak da je populacija bakterija bila značajno veća u zemljištima mešovitih šuma crvene jove (*Alnus rubra* B.) i četinarara, nego u čistim četinarskim šumama.

Na kraju bi trebalo spomenuti i istraživanje sprovedeno sa ciljem da se ispita efekat primene *Azotobacter chroococcum* u proizvodnji sadnica bagrema (*Robinia pseudoacacia*), sibirskog bresta (*Ulmus pumila*) i srebrnolisnog javora (*Acer dasycarpum*) (Jarak i sar., 2009). Rezultati istraživanja su ukazali da je upotrebom *Azotobacter chroococcum* moguće za kraće vreme proizvesti kvalitetan sadni materijal, što je od velikog značaja u rasadničarskoj proizvodnji.

Prva istraživanja mogućnosti primene azotofiksatora u šumskim ekosistemima, sprovedena od strane Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu (neobjavljeni podaci), odnosila su se isključivo na fazu obnove šume i primenu slobodnih azotofiksatora. U ogleđima postavljenim u poljskim uslovima, na teritorijama Šumskog gazdinstva "Sremska Mitrovica" i Rudarskog basena "Kolubara", osim elemenata rasta, praćeni su i eko-fiziološke parametri (neto fotosinteza, intenzitet transpiracije, koncentracija fotosintetičkih pigmenata u listu biljaka i stomatalna provodljivost) biljaka. Ogledi su osnovani na različitim tipovima zemljišta, sa različitim tipovima sadnog materijala (seme i sadnice), i u njima su bile zastupljene kako autohtone, tako i alohtone vrste drveća: hrast lužnjak (*Quercus robur*), divlja trešnja (*Prunus avium*), sibirski brest (*Ulmus effusa*) i crni orah (*Juglans nigra*).

Prvi rezultati upućuju na skroman uticaj slobodnih azotofiksatora na elemente rasta i fiziološke parametre biljaka ili čak potpuni izostanak efekta.

ZAKLJUČAK

Brojni korisni efekti primene azotofiksatora ukazuju na njihov veliki potencijal i potrebu za daljim izučavanjem. Upotrebom drvenastih vrsta koje žive u simbiozi sa azotofiksirajućim bakterijama moguće je postići visoku produkcija

biomase po jedinici površine, smanjiti potrebe za primenom azotnih đubriva i povećati plodnost staništa, čime bi se direktno doprinelo održivosti šumskih ekosistema kao i očuvanju životne sredine. U današnje vreme u kome se traga za novim izvorima energije, azotofiksacija u šumarstvu ima izuzetan potencijal koji tek treba da se istraži. Da bi se ispunili navedeni ciljevi, neophodno je odabrati odgovarajuću kombinaciju biljne vrste i azotofiksirajuće bakterije, istovremeno vodeći računa o uslovima staništa.

Pošto su u Srbiji istraživanja vezano za primenu azotofiksacije u šumskim ekosistemima još u začetku, rad je baziran na iskustvima koja su ostvarena u svetu. Akcenat je posebno stavljen na bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.) i vrste iz roda *Alnus*, s obzirom na rasprostranjenost ovih vrsta u umerenom klimatskom pojasu, u kojem se nalazi i Srbija. Potencijal navedenih vrsta leži u njihovoj primeni u mešovitim zasadima sa drugim vrstama drveća, gde, osim što putem mutualističkih zajednica sa azotofiksirajućim bakterijama, obogaćuju zemljište azotom i utiču na prirast "glavne" vrste, istovremeno čine jednu od komponenti u fazi iskorišćavanja šuma.

Osim simbiotske azotofiksacije, pažnju je potrebno posvetiti i nesimbiotskoj azotofiksaciji, s obzirom da i slobodni azotofiksatori mogu biti dodatni izvor azota u zemljištu. Prisustvo ovih bakterija u zemljištu zavisi od stanišnih uslova, vlažnosti i temperature, kao i od starosti sastojina. Zahvaljujući svojoj sposobnosti da vezuju atmosferski azot i stavljaju ga biljkama na raspolaganje bez obrazovanja mutualističkih zajednica, upotreba slobodnih azotofiksatora bi svoje mesto mogla da nađe kod vrsta drveća koje ne grade uzajamne veze sa azotofiksatorima. U tom kontekstu, posebno bi trebalo obratiti pažnju na mogućnosti primene slobodnih azotofiksatora u prirodnim sastojinama, u fazi obnove šuma, kao i u rasadničarskoj proizvodnji šumskog sadnog materijala.

LITERATURA

- Adams, R. (1962): Nitrogen fixation. University of Illinois at Urbana-Champaign, College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences. U.S.A.
- Boring, L.R., Swank, W.T. (1984): The role of black locust (*Robinia pseudoacacia*) in forest succession. *The Journal of Ecology*. Volume 72. p. 749-766.
- Cote, B., Camira, C. (1984): Growth, nitrogen accumulation, and symbiotic dinitrogen fixation in pure and mixed plantings of hybrid poplar and black alder. *Plant and Soil*. Volume 78. p. 209-220.
- Crews, T.E. (1999): The Presence of Nitrogen Fixing Legumes in Terrestrial Communities: Evolutionary vs Ecological Considerations. *Biogeochemistry*, Vol. 46, No. 1/3, *New Perspectives on Nitrogen Recycling in the Temperate and Tropical Americas*. p. 233-246.
- De Bell, D.S., Radwan, M.A. (1979): Growth and nitrogen relations of coppiced black cottonwood and red alder in pure and mixed plantings. *Botanical Gazette*. Volume 140. p. 97-101.
- Dickmann, D., Steinbeck, K., Skinner, T. (1985). Leaf area and biomass in mixed and pure plantations of sycamore and black locust in the Georgia Piedmont. *Forest Science*. Volume 31, Number 2. p. 509-517.

- Fisher, R., Binkley, D. (2000): Ecology and management of forest soils. Third edition. John Wiley and Sons, Inc.
- Gajin, S., Čomić, Lj., Karaman, M., Simeunović, J. (2007): Ekologija mikroorganizama- skripta za studente biologije i ekologije, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju, Novi Sad.
- Gordon, J., Dawson, J. (1979): Potential Uses of Nitrogen-Fixing Trees and Shrubs in Commercial Forestry. *Botanical Gazette*. Vol 140, Supplement: Symbiotic Nitrogen Fixation in Actinomycete-Nodulated Plants. p. S88-S90.
- Gutteridge, R.C., Shelton, H.M. (1993). The scope and potential of tree legumes in agroforestry. *Agroforestry Systems*. Volume 23. Numbers 2-3. p. 177-194.
- Đurić, S., Jarak, M., Tešić, D. (2007): Uticaj različitih doza herbicida nikosulfurona na morfologiju kolonije i preživljavanje azotobaktera. *Zbornik radova*. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad. Sveska 43. str. 301-309.
- Jarak, M., Govedarica, M. (2003): Mikrobiologija. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu Poljoprivredni fakultet.
- Jarak, M., Hajnal, T., Đurić, S., Žurkić, J. (2005): Preživljavanje rizobiuma, azotobaktera i aktinomiceta u zemljištima različite kiselosti. *Letopis naučnih radova: Poljoprivredni fakultet Novi Sad*. Godina 29. Broj 1. str. 41-49.
- Jarak, M., Orlović, S., Đurić, S., Đorđević, S. (2009): Efekat primene azotobatera u proizvodnji sadnica bagrema, brešta i javora. *Letopis naučnih radova*. Godina 33, broj 1. str. 112-117.
- Jason, G., Gower, V., Gower, S. (1998): Carbon and Nitrogen Dynamics of Boreal Jack Pine Stands with and without a Green Alder Understory. *Ecosystems*. Vol 1, No. 4. p. 386-400.
- Jurgensen, M., Tonn, J., Graham, R., Harvey, A., Geier-Hayes, K. (1991): Nitrogen fixation in forest soils of the Inland Northwest. In: Harvey, A. Neuenschwander, L. *Proceedings--management and productivity of western-montane forest soils*. April 10-12, 1990. Boise. U.S.A. p. 101-109.
- Komljenović, I., Todorović, V. (1998): Opšte ratarstvo (praktikum). Banja Luka. Poljoprivredni fakultet.
- Lanford, J. (2008): Overview of the Nitrogen Cycle (Including Problems Arising from Human Activities).
- Lindemann, W.C., Glover, C.R. (2003): Nitrogen fixation by legumes, College of Agriculture and Home Economics, New Mexico State.
- Mikola, P., Uomala, P., Malkonen, E. (1983): Application of biological nitrogen fixation in European silviculture. Gordon, J.C., Wheeler, C.T. *Biological nitrogen fixation in forest ecosystems: foundations and applications*. Netherland. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers. p. 279-294.
- Milošević, N. (2008): Mikroorganizmi bioindikator i zdravlja/kvaliteta zemljišta. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*. Godina 45. Broj 1. str. 205-215.
- Oljača, R., Krstić, B., Pajević, S. (2006): Fiziologija biljaka, Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet, Banja Luka.

- Orfanoudakis, M., Papaioannou, A., Barbas, V. (2004). Symbiotic relationship of *Alnus glutinosa* with mycorrhizal fungi and with Frankia in relation to the soil properties. In: Proceedings EUROSOIL 2004. September, 04-12. Freiburg, Germany.
- Postgate, J. R. (1982): The fundamentals of nitrogen fixation. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Postgate, J. (1998): Nitrogen fixation. Third edition. Press Syndicate of the Cambridge University. United Kingdom.
- Redei, K. (2002): Stand structure and yield of the mixed white poplar and black locust plantations on sandy ridges between the Danube and Tisza rivers in Hungary. *Journal of Forestry Research*, Volume 13, Number 2. p. 103-106.
- Redei, K., Irina Veperdi, I., Meilby, H. (2006): Stand structure and growth of mixed white poplar (*Populus alba* L.) and black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) plantations in Hungary *Acta Silv. Lign. Hung.*, Vol. 2. p. 23-32
- Silvester, W. (1983): Analysis of nitrogen fixation. In: Gordon, J.C., Wheeler, C.T. Biological nitrogen fixation in forest ecosystems: foundations and applications. Springer-Verlag New York. p. 173-213.
- Son, Y. (2001): Non-symbiotic nitrogen fixation in forest ecosystems. *Ecological Research*. Volume 16, Issue 2. p. 183-196.
- Stanković, Ž., Petrović, M., Krstić, B., Erić, Ž. (2006): Fiziologija biljaka. Novi Sad. Prirodno-matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju.
- Tani, A., Maltoni, A., Mariotti, B., Buresti, E. (2006). *Juglans regia* L. tree plantations for wood production in mining area of S. Barbara (AR). Evaluation of N-fixing accessory trees effect. *Forest*. Volume 3, Number 4. p. 588-597.
- Tarrant, R., Trappe, J. (1971): The role of *Alnus* in improving the forest environment. *Plant and Soil*. Special Volume 1971. p. 335-348.
- Teklehaimanot, Z., Mmolotsi, R. (2007): Contribution of red alder to soil nitrogen input in a silvopastoral system. *Biology and Fertility of Soils*. Vol. 43, No. 6. p. 843-848.
- Tešić, Ž. (1961): Mikrobiologija šumskog zemljišta. Beograd. Naučna knjiga.
- Valdes, M. (2008): Frankia ecology. In: Pawlowski, K., Newton, W. Nitrogen-fixing actinorhizal symbiosis. Springer. p. 49-71.
- Van Sambeek, J.W., Navarrete-Tindall, N.E., Hunt, K.L. (2008). Growth and foliar nitrogen concentrations of interplanted native woody legumes and pecan. In: Jacobs, D., Michler, C., eds. Proceedings, 16th Central Hardwood Forest Conference; April 8-9, 2008. West Lafayette, U.S.A. p. 580-588.
- Vasić, V., Jarak, M., Đurić, S., Galić, Z., Poljaković-Pajnik, L., Drekić, M. (2009): Microbiological activity of soil in regeneration of pedunculate oak forest. Proceedings of International Scientific Conference: "Forestry in Achieving Millennium Goals", 13-15 November 2008, Novi Sad. p. 283-287.
- Zahran, H.H. (1999): Rhizobium- Legume Symbiosis an Nitrogen Fixation under Severe Conditions and in an Arid Climate, *Microbiology and molecular biology reviews*, U.S.A. p. 968-989.
- Southern Illinois University Carbondale, Department of Microbiology: <http://www.micro.siu.edu/>

Summary

POSSIBILITIES FOR THE MICROBIOLOGICAL NITROGEN FIXATION IN FOREST ECOSYSTEMS

by

Srdan Stojnić, Saša Orlović, Marina Katanić, Verica Vasić

Nitrogen is the most limiting factor in crop production, because only fractions of atmospheric nitrogen are available to plants through the process of microbial nitrogen fixation. Microbial nitrogen fixation is a process in which specific groups of microorganisms bind atmospheric nitrogen and convert it in suitable compounds that plants can use. Plants take up nitrogen in the form of NO_3^- (nitrate) and NH_4^+ (ammonium) ions. Depending on whether the microorganisms, in the process of binding atmospheric nitrogen, form the symbiotic relationship with plants or not, it can be distinguished two types of microbial nitrogen fixation: symbiotic and free (asymbiotic) nitrogen fixation. Symbiotic nitrogen fixation may be leguminous and nonleguminous, depending on whether microorganisms form mutualistic communities with leguminous or nonleguminous plants. Concerning free nitrogen fixation, according to the content of oxygen in a given environment it can be distinguished two types of fixation: aerobic free nitrogen fixation and anaerobic free nitrogen fixation.

The biological nitrogen fixation is intensively studied in various countries and it has wide application not only in forest practices, but also in agroforestry and sylvopastoral systems. The paper provides an overview of research on the effects of nitrogen fixation in forest ecosystems, which were conducted in different countries, with the aim to examine possible applications of nitrogen fixation in forest ecosystems of Serbia.

The results of numerous studies indicate the important role of leguminous and nonleguminous plants in mixed stands and plantations with other tree species. It is proved that in addition to positive effect on the productivity of stands they could also improve the soil properties. The amount of nitrogen related to forest ecosystems vary in broad range, moving from nearly zero to several hundred $\text{kg ha}^{-1} \text{yr}^{-2}$. Application of nitrogen fixation would be primarily related to forest plantations, which have recently been more present in the structures of forest ecosystems. With application of nitrogen fixation would be increased volume of timber and the qualitative structure of trees, while soil properties could be improved.

UDK: 582.682:631.4

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

**ZAVISNOST STRUKTURE DRVNIH SORTIMENATA TOPOLA NA
KRAJU PROIZVODNOG CIKLUSA OD SVOJSTAVA ZEMLJIŠTA I
TEHNOLOGIJE GAJENJA**

Ivanišević Petar¹, Galić Zoran¹, Pekeč Saša¹, Rončević Savo¹, Andrašev Siniša¹

Izvod: U radu je proučavana zavisnost strukture drvnih sortimenata u zasadima klona I-214 na kraju proizvodnog ciklusa od svojstava zemljišta i tehnologije gajenja. Dobijeni rezultati ukazuju na značajne razlike u visini i kvalitetu drvnih sortimenata klona I-214 između formi i varijeteta fluvisol zemljišta. Broj preživelih stabala klona I-214 na kraju proizvodnog ciklusa izraženo utiče na diferencijaciju kvalitetne strukture drvnih sortimenata klona I-214, značajnije na plodnijem nego na siromašnijem zemljištu. Dužina trajanja proizvodnog ciklusa (ophodnje) u zasadima klona I-214 izraženo povećava udeo vrednijih sortimenata, a time i ukupne efekte proizvodnje.

Ključne reči: *P. x euramericana* cl. I-214, fluvisol, struktura drvnih sortimenata

***DEPENDANCE OF POPLAR TIMBER CLASSES STRUCTURE AT THE END OF
GROWING PERIOD ON THE SOIL PROPERTIES AND TECHNOLOGY OF
MANAGEMENT***

Abstract: *The dependance of timber classes in the plantations of clone I-214 at the end of production cycle on the soil properties and technology of management was examined. Gained results suggest significant differences in height and quality of timber classes in clone I-214 regarding form and variety of fluvisol soil type. Number of survived trees of clone I-214 at the end of the rotation significantly influenced the differentiation of timber classes qualitative structure – more on fertile the on poor soil. The duration of rotation in the plantations of clone I-214 is*

¹ Dr Petar Ivanišević, naučni saradnik, Dr Zoran Galić, viši naučni saradnik, Dr Saša Pekeč, istraživač-saradnik, Dr Savo Rončević, viši naučni saradnik, Dr Siniša Andrašev, naučni saradnik, Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad, E-mail: perai@uns.ac.rs.

increased by the partition of more valuable classes and so is for the total effects of production.

Key words: *P. x euramericana cl. I-214, fluvisol, structure of the timber classes*

UVOD

Proizvodnja drveta topola zavisi od stepena poznavanja brojnih bioloških i tehnoloških faktora, koji se ogledaju u pravilnom izboru sorte, staništa i primeni odgovarajućih tehničko-tehnoloških postupaka gajenja. Iako danas, na raspolaganju imamo više različitih selekcionisanih sorti topola, sa različitim ekološkim zahtevima, kako prema edafskim, tako i prema hidrološkim uslovima, u našim zasadima, na kraju proizvodnog ciklusa (ophodnje), još uvek dominira klon I-214. Na rasprostranjenost ove sorte uticale su njegove biološke osobine, pre svih visoki prinosi i kvalitet sortimenata, adaptivnost na različita staništa i razrađeni tehničko tehnološki postupci gajenja. Uspeh gajenja ove sorte ispoljavao se u zavisnosti od svojstava staništa (karakteristika zemljišta i hidroloških uslova), odabranog postupka podizanja i nege, dužine proizvodnog ciklusa, odnosno planirane namene korišćenja drvnih sortimenata. Danas je poznato, da na visinu i kvalitet prinosa klona I-214 značajno utiču svojstva zemljišta, od kojih su najvažniji sadržaj frakcije praha+gline u fiziološki aktivnom sloju zemljišta (Živanov, 1980, Živanov i Ivanišević, 1986, Ivanišević, 1993, Rončević i sar. 1999) i vladajući hidrološki režim (Herpka, 1980, Letić i sar. 2006, Ivanišević i sar. 2005, 2006, 2010), zatim gustina zasada (Marković, 1980, Pudar, 1985, 1986, Rončević i sar. 1998, Andrašev i sar. 2004, 2005, 2009) odnosno dužina proizvodnog ciklusa (Pudar, 1985, 1986, Galić, 2000, Galić i sar. 2006, 2009).

I danas, u zasadima klona I-214, koji dospevaju za seču i obnavljanje, koji su osnovani pretežno sa 555 biljaka po ha, zatičemo različit broj preživelih stabala, najčešće manje od 300 stabala po hektaru. Na gubitak stabala u toku proizvodnog ciklusa utiču mnogobrojni faktori: primanje, popunjavanje, različita fitopatološka i entomološka obolenja, zatim nemogućnost provođenja mera nege, nepredviđenih prirodnih pojava (poplave, vetrolomi, ledolomi). Uzroci nestajanja stabala u zasadima topola su skoro neproučeni, mada na neke elemente ove pojave ukazuje (Andrašev, i sar. 2006).

Takođe, dužina proizvodnog ciklusa u zasadima klona I-214 je različita, 25 ili pak 30 godina, a nekad i duže usled objektivnih okolnosti (uzastopne višegodišnje poplave).

Svi navedeni faktori značajno utiču na realizovanu visinu i kvalitet prinosa, a time i na finansijske efekte u zasadima klona I-214.

Iz navedenih razloga, u ovom radu, izvršena su proučavanja visine i kvaliteta prinosa u zasadima klona I-214 na kraju proizvodnog ciklusa, sa aspekta uticaja svojstava zemljišta, broja preživelih stabala (gustine) i dužine trajanja ophodnje.

OBJEKAT I METOD RADA

Za objekat istraživanja izabrani su zasadi klona I-214, planirani za seču i obnavljanje, u nezaštićenom delu poloja reke Dunav na području južne Bačke, kojim gazduje Šumsko gazdinstvo iz Novog Sada (Tab. 1).

Tabela 1: Karakteristike oglednih polja
Table 1: Characteristics of Experiments

Elementi <i>Elements</i>	Exp. OP10	Exp. OP16	Exp. OP5; OP8	Exp. OP1; OP3
Koordinate <i>Coordinates</i>	N:45°14'24.0" E: 19°26'41.7"	N:45°09'14.9" E: 20°15'59.8"	N:45°12'24.7" E: 19°57'22.0"	N:45°11'10.4" E: 20°03'00.5"
Š.U.	Bačka Palanka	Titel	Kovilj	Kovilj
Gazd. jed.	Čipski poloj- Palanačke ade	Šajkaška	Topolik	Topolik
Odelenje	16	37	17	56
Profil br. <i>Profile N^o</i>	P17/06	P5/06	P29/06	P27/06
Sist. jed. zemljišta <i>Soil taxonomic unit</i>	Fluvisol f. peskovita <i>Fluvisol f. sandy</i>	Fluvisol f. peskovito-ilovasta <i>Fluvisol f. sandy- loamy</i>	Fluvisol var. na fosilnom zemljištu <i>Fluvisol var. on phosile soil</i>	Fluvisol f. ilovasta <i>Fluvisol f. loamy</i>
Stacionaža <i>Chainage (km)</i>	1293.61	1216.47	1243.90	1234.50
Udalj. od obale <i>Distance from bank (m)</i>	60	132	547; 690	1690; 1638
Kota terena (m.nm) <i>Altitude (m. a.s.l.)</i>	78.10	74.50	75.30; 75.50	75.10; 75.50
"O" kota (m.nm) <i>"O" altitude (m. a.s.l.)</i>	73.71	69.73	71.16	70.67
ΔH (m)*	4.39	4.77	4.14; 4.34	4.43; 4.83
Fiziol. profil (m) <i>Physiol. profile (m)</i>	1.50	1.15	1.20	1.40
Površina (m ²) <i>Area (m²)</i>	1000	1000	1000	1000
Gustina (st/ha) <i>Density (trees/ha)</i>	200	280	210; 90	270; 130
Starost (god) <i>Age (years)</i>	23	29	30	30
Neto drvena masa <i>Neto wood volume (m³ha⁻¹)</i>	262.2	442.6	471.7; 419.1	629.5; 315.5
Prosečan prirast <i>Average income (m³ha⁻¹)</i>	11.4	15.3	15.7; 14.0	21.0, 10.5

* - razlika visine kote terena i "O" kote / *Difference between altitude and "O" altitude*

Zasadi su osnovani postupkom tzv. normalne sadnje, sadnicama tipa 1/2, u razmaku 6x3 m (555 sadnica/ha). Evidencije o uspehu primanja nema, niti o drugim primenjenim merama (popunjavanje, prorede), ili pak o štetama poplava, ledoloma, odnosno vetroizvala. U ovim zasadima je izvršena identifikacija i determinacija sistematskih jedinica zemljišta pre seče, na osnovu čega je izvršen odabir oglednih polja. Sva izabrana ogledna polja pripadaju priobalnom genetičkom delu poloja reke Dunav, zemljištu tipa fluvisol, različitih nižih nivoa sistematske pripadnosti.

Iz tabele 1 se vidi da su u oglednim poljima zastupljene tri sistematske jedinice fluvisola na nivou forme, i jedna na nivou varijeteta, obrazovane na različitim udaljenostima od obale od 60 do 1690 m, ali uvek u priobalnom genetičkom delu poloja, bilo uz glavni tok ili rukavac Dunava. Na svakom oglednom polju otvoren je po jedan pedološki profil, na kojem je izvršena genetsko morfološka analiza i uzeti uzorci u poremećenom stanju za laboratorijske analize osnovnih analitičkih parametara. Analiza osnovnih analitičkih pokazatelja svojstava zemljišta izvršena je standardnim laboratorijskim metodama u laboratoriji Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu. Površina svakog oglednog polja je iznosila 1000 m². Visina položaja oglednih polja u odnosu na nultu kotu je varirala od 4,14 do 4,83 m, što je visinska razlika cca 70 cm. Broj preživelih stabala se kretao od 90 do 280 stabala/ha, što pripada kategoriji retkih zasada, manje od 400 stabala po ha (Pudar, 1986). Starost se kretala od 23 do 30 godina.

Nakon izvršene seče, na svakom oglednom polju, izvršeno je krojenje i klasiranje drvnih sortimenata kako je to propisano u praksi na F-trupce, L-trupce, I-klasu trupaca, II-klasu trupaca i celulozu, a zatim je izvršeno njihovo zaprimanje (zavođenje) u manual (obrazac), kako je to takođe uobičajeno u praksi, a zatim izraženo po hektaru. Dobijeni rezultati prikazani su u narednim tabelama i grafikonima.

REZULTATI I DISKUSIJA

Karakteristike zemljišta

Prema Klasifikaciji Škorić i sar. (1985) istraživana zemljišta na oglednim poljima pripadaju zemljištu tipa fluvisol, unutar kojeg je determinisan jedan varijetet na fosilnom zemljištu i tri forme: peskovita, peskovito-ilovasta i ilovasta. Ova zemljišta su alkalne reakcije zemljišnog rastvora, slabo humozna, akumulativnog tipa rasporeda organske materije, za razliku od fluvisola na fosilnom zemljištu, kod kojeg je proces akumulacije prekidan. Analizirana zemljišta se odlikuju izraženom slojevitošću i naglim promenama teksturnog sastava na vertikalnom preseku profila. Fiziološka dubina ovih zemljišta se kreće u intervalu od 130 do 180 cm. Najvažnije obeležje ovih zemljišta je sadržaj frakcije praha+gline u fiziološki aktivnom delu zemljišta, pri čemu od ove osobine zavise svi indikatori plodnosti (Živanov, 1980, Ivanišević, 1993). Iako su još uvek pod dominantnim uticajem fluvijalne

sedimentacije (plavljenja), njihov hidrološki potencijal je pod stalnim uticajem režima plavljenja i ocedivanja reke Dunav (Ivanišević, 2010).

Tabela 2: Analitički parametri zemljišta

Table 2: Analytical parameters of soils

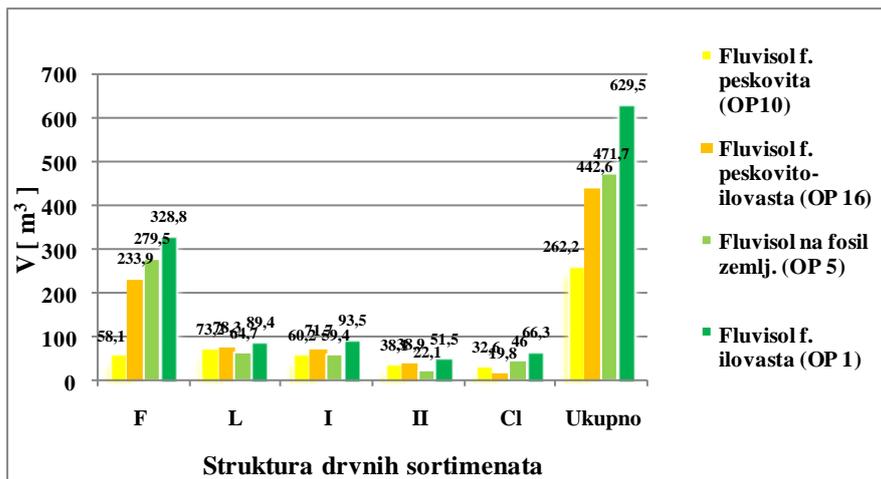
Profil br. Profile No	Horizont Horizon	Dubina Depth	pH pH	Humus Humus	CaCO ₃ CaCO ₃	Granulometrijski sastav (%), Particle size composition (%)		Teksturna klasa Texture class
						>0.02	<0.02	
						cm	H ₂ O	(%)
Experiment OP 10; Fluvisol f. peskovita, Fluvisol sandy form								
P17/06	Amo	0-15	7.2	1.26	5.3	70.4	29.6	Pesk. ilovača ₂ Sandy loam
	I	15-60	7.4	0.07	17.5	64.7	5.3	Pesak ₂ Sand
	IIGso	60-90	7.4	0.35	11.4	89.0	11.0	Pesak Sand
	IIIGso	90-150	7.5	0.21	11.0	91.4	8.6	Pesak Sand
	Prosek ₂ Average	0-150	7.4	0.47	11.3	78.9	21.1	II. Pesak Loamy sand
Experiment OP 16; Fluvisol f. peskovito-ilovasta, Fluvisol sandy loam form								
P05/06	Amo	0-25	7.38	6.90	11.8	55.2	44.8	Pesk. ilovača Sandy lam
	IGso	25-115	7.43	1.11	20.0	63.8	36.2	Pesk. ilovača Sandy loam
	IIGso	115-180	7.71	0.74	17.5	68.9	31.8	Pesk. ilovača Sandy loam
	Prosek Average	0-180	7.51	2.92	16.4	62.6	37.4	Pesk. ilovača Sandy loam
Experiment OP5; Fluvisol na fosilnom zemljištu, Fluvisol on fosille soil								
P29/06	Aa	0-8	7.24	1.33	13.4	45.3	54.7	Ilovača Loam
	I	8-50	7.47	0.67	20.8	93.6	6.4	Pesak Sand
	Ab	50-85	7.58	1.34	17.5	41.0	59.0	Ilovača Loam
	IIGso	85-110	7.57	0.13	20.4	62.5	37.5	Pesk. ilovača Sandy loam
	IIIGso	110-130	7.68	0.10	17.5	93.9	6.1	Pesak Sand
	Prosek Average	0-130	7.51	0.71	17.9	67.3	32.7	Pesk. ilovača Sandy loam
Experiment OP 1; Fluvisol f. ilovasta, Fluvisol loamy form								
P27/06	Amo	0-20	7.4	2.01	15.5	32.3	67.7	Praš. Ilovača Silty loam
	IGso	20-80	7.6	0.43	17.1	76.2	23.8	Pesk. ilovača Sandy lam
	IIGso	80-140	7.6	0.37	22.0	62.5	37.5	Pesk. ilovača Sandy loam
	Prosek Average	0-140	7.5	0.94	18.2	57.0	43.0	Ilovača Loam

Sadržaj frakcije praha+gline u analiziranim zemljištima se kreće od 21.1 do 43,0 %, što predstavlja njihov edafski potencijal, a postignuti prinosi ukazuju na razlike u proizvodnom smislu, zbog čega se diferenciraju na različite proizvodno-ekološke kategorije. Prema ovom kriterijumu istraživana zemljišta se mogu svrstati u sledeće proizvodno-ekološke kategorije:

- Visoko plodna (ilovasta forma fluvisola, 629.5 m³ha⁻¹)
- Srednje plodna (peskovito-ilovasta forma i varijetet na fosilnom zemljištu, od 442.6 do 471.7 m³ha⁻¹) i
- Slabo plodna (peskovita forma fluvisola, manje od 262.2 m³ha⁻¹).

Zavisnost strukture drvnih sortimenata topola od svojstava zemljišta

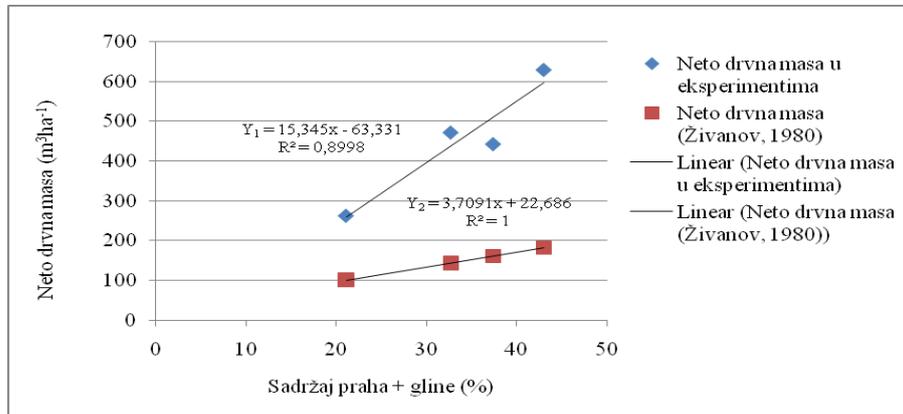
Na grafikonu 1 prikazana je visina prinosa i kvalitetna struktura drvnih sortimenata u zasadima klona I-214 na kraju proizvodnog ciklusa gustine od 210 do 280 stabala po ha na različitim nižim sistematskim jedinicama u okviru tipa fluvisol zemljišta. Ukupan prinos neto drvene mase se kreće od 262,2 do 629,5 m³ha⁻¹, što je razlika od 240%. Razlika u visini prinosa između sistematskih jedinica zemljišta je visoka i u visini neto drvene mase, a najveća kod najvrednije klase, kod F-trupaca, a iznosi 565%. Ovo upućuje na visoku zavisnost veličine prinosa neto drvene mase, a naročito na visinu udela najvrednijih sortimenata, posebno na udeo klase F.trupaca, od svojstva zemljišta. Razlog ovome leži u velikoj varijabilnosti teksturnog sastava fluvisol zemljišta (Živanov, 1980).



Grafikon 1: Struktura drvnih sortimenata (m³ha⁻¹ u zasadima cl. I-214 na kraju proizvodnog ciklusa (ophodnje) na različitim sistematskim jedinicama fluvisol zemljišta

Graph 1: The structure of trunk classes (m³ha⁻¹) in plantations of cl. I-214 at the end of rotation on different taxonomic units of fluvisol soil

Razlike u visini prinosa ovog klona u turnusu od 18 godina su značajno manje (do 80%) između nepovoljnih i povoljnih staništa (Marković, 1980; Pudar, 1985, 1986), mada neki novi klonovi, kao što je PE19/66, na srednje povoljnim staništima imaju značajno veće prinose i kvalitetnu strukturu već u 10 godini (Andrašev, i sar. 2005). Na grafikonu 1 jasno se vidi da povećanje plodnosti fluvisol zemljišta linearno povećava neto prinos i udeo najvrednijih sortimenata u zasadima klona I-214 na kraju proizvodnog ciklusa.



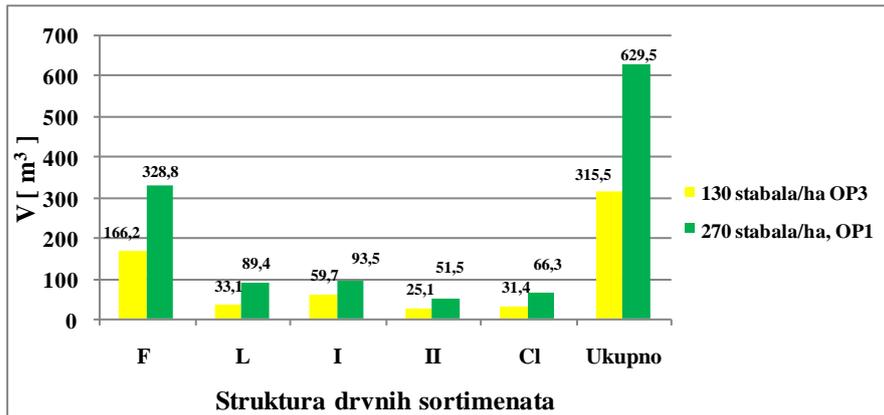
Grafikon 2: Zavisnost neto drvene mase (m^3ha^{-1}) u zasadima cl. I-214 od sadržaja praha+gline u fiziološki aktivnom delu zemljišta

Graph 2: The dependance of neto wood volume (m^3ha^{-1}) in plantations of cl. I-214 on the content of silt+clay in physiologically active part of soil

Na pozitivnu linearnu zavisnost proizvedene zapremine od sadržaja frakcije praha+gline u fiziološki aktivnom sloju kod fluvisol zemljišta u sedmogodišnjim zasadima klona I-214 ukazao je Živanov, (1980), što se potvrdilo i u ovim istraživanjima, u zasadima planiranim za seču, sa još strmijim nagibom.

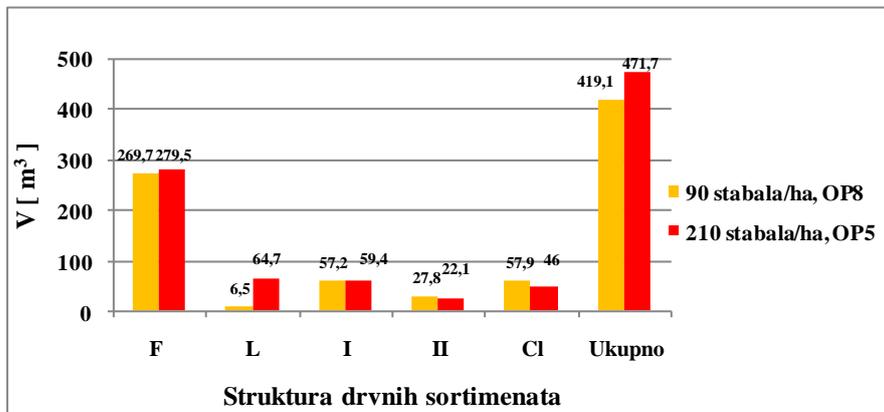
Zavisnost strukture drvnih sortimenata topola od gustine zasada u vreme seče

Na grafikonu 3 prikazana je zavisnost strukture drvnih sortimenata (m^3ha^{-1}) od broja (gustine) preživelih stabala po hektaru cl I-214 u vreme seče (starost 30 godina) na visoko plodnom zemljištu (fluvisol forma ilovasta). Količina neto drvene mase je dvostruko veća na oglednom polju od 270 stabala/ha, od oglednog polja sa 130 stabala/ha na istom zemljištu. Nedostatak dovoljnog broja stabala na visoko plodnom zemljištu izraženo utiče na visinu prinosa i diferencijaciju kvalitetne strukture drvnih sortimenata. Povećani vegetacioni prostor, izuzev blagog pomeranja u vrednije klase sortimenata, nije mogao nadohnaditi visinu prinosa u oglednom polju OP3. Najveća diferencijacija je kod ukupnog neto prinosa, a zatim kod klase F-trupaca.



Grafikon 3: Zavisnost strukture drvnih sortimenata (m^3ha^{-1}) od broja (gustine) preživelih stabala cl I-214 u vreme seče (30 godina) na ilovastoj formi fluvisola

Graph 3: The dependance of the structure of trunk classes (m^3ha^{-1}) on the number of survived trees of cl I-214 in cutting time (30 years) on loamy fluvisol



Grafikon 4: Zavisnost strukture drvnih sortimenata (m^3ha^{-1}) od broja (gustine) preživelih stabala cl I-214 u vreme seče (starost 30 godina) na fluvisolu sa fosilnim zemljištem

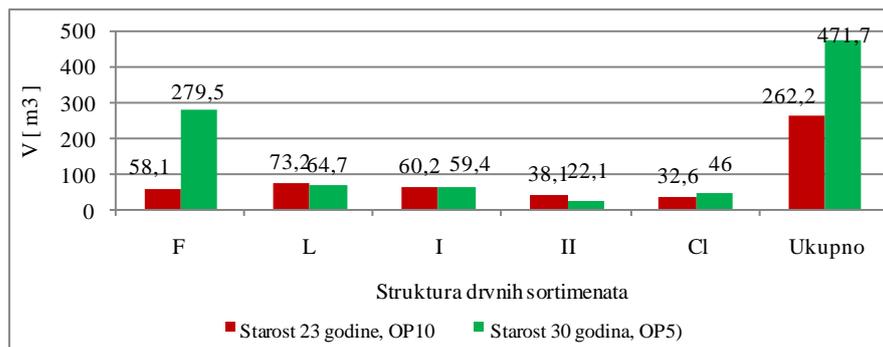
Graph 4: The dependance of trunk classes structure (m^3ha^{-1}) on the number of survived trees of cl I-214 in cutting time (30 years) on fluvisol with fossil soils

Na grafikonu 4 prikazana je diferencijacija visine prinosa i kvalitetne strukture na srednje plodnom zemljištu. Za razliku od visoko plodnog zemljišta na srednje plodnom zemljištu nema značajnih razlika u visini prinosa, niti između pojedinih sortimentnih klasa. Ovo jasno ukazuje da smanjivanje potencijala plodnosti zemljišta, odnosno pogoršanje edafskog potencijala staništa ne utiče značajno na visinu prinosa i kvalitetnu strukuru sortimenata. Međutim promene dinamike plavljenja i ocedivanja fiziološkog dela zemljišta može značajno

modifikovati međusobne odnose između sortimenata u zasadima topola (Ivanišević i sar. 2010).

Zavisnost strukture drvnih sortimenata topola od dužine proizvodnog ciklusa

Na grafikonu 5 prikazan je odnos visine i kvalitetne strukture drvnih sortimenata pri trajanju proizvodnog ciklusa od 23 i 30 godina, gustine 200 i 210 stabala po ha.. Upoređivani su prinosi na slabo plodnom i srednje plodnom zemljištu, sa razlikom između prinosa od 179%, pri čemu su razlike najizraženije kod klase F-trupaca, sa iznosom od 481%. Ovo jasno ukazuje na potrebu produženja trajanja proizvodnog ciklusa na slabo plodnom zemljištu, zbog spore akumulacije neto drvene mase, odnosno vrednijih sortimenata. To ukazuje da potencijal plodnosti zemljišta, kao jedan od ekoloških faktora, značajno utiče na dužinu trajanja ophodnje. Iako srećemo istraživanja o različitim dužinama proizvodnog ciklusa (Marković, 1980, Pudar, 1985, 1986, Rončević, i sar. 1999, Galić, 2000, Galić i sar. 2006, 2009, Andrašev, 2002, Andrašev i sar. 2004, 2005), analizirana sa tehničko-tehnološkog stanovišta, pitanje optimalne dužine proizvodnog ciklusa na različitim zemljištima je nedovoljno sistematski proučeno, što može biti predmet narednih proučavanja.



Grafikon 5: Zavisnost strukture drvnih sortimenata (m^3ha^{-1}) u zasadima cl. I-214 od dužine ophodnje

Graph 5: The dependence of the trunk class structure (m^3ha^{-1}) in cl. I-214 plantations on the rotation duration

ZAKLJUČCI

Na osnovu dobijenih rezultata proučavanja strukture drvnih sortimenata u zasadima kloni I-214 na kraju proizvodnog ciklusa mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Proučavani zasadi su osnovani (podignuti) u nezaštićenom priobalnom delu poloja reke Dunav na području južne Bačke. Zemljišni pokrivač u istraživanim zasadima pripada tipu fluvisol zemljišta, u okviru koga je determinisan jedan varijetet (fluvisol na fosilnom zemljištu) i tri forme (peskovita, peskovito-ilovasta i ilovasta), odnosno tri proizvodno ekološke kategorije: visoko plodna, srednje plodna i slabo plodna. Determinisana zemljišta se odlikuju slojevitošću i visokom varijabilnošću granulometrijskih frakcija, a time i varijabilnošću teksturnog sastava.
- U ovim zasadima izabrano je 6 oglednih polja, površine 1000 m², različite gustine, od 90 do 280 stabala/ha (retki zasadi) i različite starosti, od 23 i 30 godina. Nakon seče izvršeno je krojenje i klasiranje drvnih sortimenata prema uobičajenom metodu u praksi.
- Visina neto drvene mase se značajno razlikovala između sistematskih jedinica zemljišta od 262.2 m³ha⁻¹ na slabo plodnom (peskovita forma fluvisola) do 629.5 m³ha⁻¹ na visoko plodnom zemljištu (ilovasta forma fluvisola), Naglašeno veće razlike uočene su kod najvrednije klase drvnih sortimenata, kod F-trupaca.
- Gustina zasada značajno utiče na razlike u visini neto drvene mase, zatim na razlike u količini F-trupaca na visoko plodnom zemljištu, a beznačajno na manje plodnom zemljištu.
- Dužina proizvodnog ciklusa izraženo utiče na visinu neto drvene mase i kvalitetnu strukturu, pri čemu duže ophodnje daju veći udeo najvrednijih drvnih sortimenata, sa razlikom u visini udela kod F-trupaca i do 481%.

LITERATURA

- Andrašev, S. (2002): Karakteristike rasta tri klonske sorte crnih topola (sekcija *Aigeiros* DUBY) u srednjem Podunavlju, Magistarski rad, p. 154, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
- Andrašev, S., Rončević, S., Ivanišević, P., Kovačević, B., (2004): Strukturne karakteristike zasada selekcionisanih klonova crnih topola (sekcija *Aigeiros* DUBY). Topola (Poplar) No. 173- 174: 27-44.
- Andrašev, S., Rončević, S., Kovačević, B., (2005): Proizvodnost zasada selekcionisanih klonova crnih topola, Šumarstvo (Forestry), No 1-2, p.p. 49-58.
- Andrašev, S., Rončević, S., Ivanišević, P., Pekeč, S., Radosavljević, N. (2009): Production Characteristics of Black Poplar Clones on the River Sava Inundation, International Scientific Conference „Forestry in Achieving Millennium Goals“, held of the 50th Anniversary of Foundation of Institute of Lowland Forestry and Environment, 13-15 novembar, 2008. Novi Sad, Serbia, Proceedings, p.p. 339-348, ILFE, Novi Sad, IUFRO, 2009.

- Galić, Z. (2000): Istraživanje uticaja značajnijih faktora staništa na gajenje nekih sorti crne topole u srednjem Podunavlju, Magistarski rad, p. 93, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
- Galić, Z., Ivanišević, P., Orlović, S., Klašnja, B., Vasić, V., Pekeč, S. (2006): Proizvodnost tri klona crne topole u branjenom delu aluvijalne ravni Srednjeg Podunavlja, Topola (Poplar) No. 177-178: 62-71.
- Galić, Z., Orlović, S., Ivanišević, P., Vasić, V., Stojnić, S., Pekeč, S. (2009): Productivity of *Populus x. euramericana* cl. I-214 Clone in Habitats with Maximum Potential for Poplar Tree Growth in the Central Danube Basin, International Scientific Conference „Forestry in Achieving Millennium Goals“, held of the 50th Anniversary of Foundation of Institute of Lowland Forestry and Environment, 13-15 novembar, 2008. Novi Sad, Serbia, Proceedings, p.p. 257-262, ILFE, Novi Sad, IUFRO, 2009.
- Herpka, I. (1980): Ekološke i biološke osnove autohtonih topola i vrba u ritским šumama Podunavlja, Knjiga 7, p. 232, Institut za topolarstvo; Novi Sad.
- Ivanišević, P. 1993: Uticaj svojstava zemljišta na rast ožiljenica *Populus x euramericana* Guinier (Dode) cl. I-214 i *Populus deltoides* Bartr. Cl. I-69/55 (Lux), Doktorska disertacija, p. 206, Šumarski fakultet, Beograd.
- Ivanišević, P., Rončević, S., Andrašev, S., Galić, Z., Pekeč, S. (2005): Ecological Potentials of the Habitat for the Growth of Black Poplars, Forestry on treshold of EU, Scientific-professional meeting with international participation «Sixty years of work and developments of forest institutes in Croatia», Proceedings p.p. 82-83, 24-25 novembar, Stubičke Toplice, Croatia.
- Ivanišević, P., Galić, Z., Andrašev, S., Pekeč, S. (2006): Effect of the regime of soil flooding and drainage on the growth dynamics of the clone i-214 in Gornje Potamišje, International Scientific Conference Sustainable use of Forest Ecosystems - The Challenge of 21st Century, Book of Abstracts: p. 55, 8-10th november 2006, Donji Milanovac, Serbia,
- Ivanišević, P., Galić, Z., Pekeč, S., Rončević, S., Andrašev, S., Kovačević, B. (2010): The influence of flooding and draining duration of physiologically active layer of fluvisol soil on dynamics of growth of clone i-214 in inundation of river Danube in the area of southern Bačka, First Serbian Forestry Congress “Future with Forests”, Congress Abstracts, P. 78; 11-13 November, 2010, Faculty of Forestry University of Belgrade.
- Letić, Lj., Ivanišević, P., Rončević, S. (2006): Uticaj režima voda na uzgoj topola, Glasnik Šumarskog fakulteta (Bulletin Faculty of Forestry), br. 93, str. 105-119,
- Marković, J. (1980): Produkcija biomase topole *Populus x euramericana* (Dode) Guinier, cl. I-214 u zasadima različite gustine na dva tipa zemljišta, , Knjiga 8, p. 232, Institut za topolarstvo; Novi Sad.
- Pudar, Z. (1985): Uticaj staništa i gustine zasada na ekonomske efekte reprodukcije u topolarstvu, Knjiga 16, p.p. 223- 242, Institut za topolarstvo; Novi Sad.
- Pudar, Z. (1986): Ekonomski efekti proizvodnje drveta topole *Populus x euramericana* (Dode) Guinier, cl. I-214 u zasadima različite4 gustine, Knjiga 17, p. 123, Institut za topolarstvo; Novi Sad.

- Rončević, S., Ivanišević, P., Andrašev, S. (1998): Prilog proučavanju uticaja gustine zasada topola na proizvodnju drveta malih dimenzija u kratkim turnusima, Topola, No. 161/162: 45-58.
- Rončević, S., Ivanišević, P., Andrašev, S. (1999): Proizvodne sposobnosti nekih eurameričkih topola (*Populus x euramericana*) u zavisnosti od svojstava zemljišta, Topola, No. 163/164: 15-30.
- Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, Posebna izdanja, Knjiga LXXVIII, Odeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knjiga 13, p.72, ANUBiH, Sarajevo.
- Živanov, N. (1980): Osobine aluvijalnih zemljišta I njihov značaj za taksacione elemente *Populus x euramericana* (Dode) Guinier, cl. I-214, Knjiga 10, p. 267, Institut za topolarstvo; Novi Sad.
- Živanov, N. i Ivanišević, P. (1986): Soils for Poplar and Willow growing, In Monograph "Poplars and Willows in Yugoslavia": 105-121, Poplar Research Institute, Novi Sad; i verzija na srpskom jeziku, Zemljišta za uzgoj topola i vrba, Monografija "Topole i vrbe u Jugoslaviji": 103-119, Institut za topolarstvo, Novi Sad.

Summary

**DEPENDANCE OF POPLAR TIMBER CLASSES STRUCTURE AT THE END OF
GROWING PERIOD ON THE SOIL PROPERTIES AND TECHNOLOGY OF
MANAGEMENT**

by

Ivanišević Petar, Galić Zoran, Pekeč Saša, Rončević Savo, Andrašev Siniša

The dependance of timber classes in the plantations of clone I-214 at the end of production cycle on the soil properties and technology of management was examined. The plantations are established in unprotected area along the river Danube in the southern part of Bačka. The soil in examined plantations belongs to the type of fluvisol, within one variety (fluvisol on fossil soil) and three forms (sandy, sandy-loamy and loamy), i.e. three productional-ecological categories: highly fertile, average fertile and poorly fertile). In these plantations the examinations were conducted on six experimental plots. Each experimental plot had area of 1000 m², with different plant density (90-280 trees/ha – sparse plantations), and different age (23 to 30 years). The quantity of neto wood volume differed significantly among systematic soil units: from 262.2 m³ha⁻¹ on poorly fertile soil (sandy form of fluvisol) to 629.5 m³ha⁻¹ on highly fertile soil (loamy form of fluvisol), with the most considerable differences in the most valuable trunk classes - in F-class of trunks. The plantation density considerably influence the differences in quantity of wood volume and than on differences in quantity of F-trunks on highly fertile soil and insignificantly on less fertile soil. The duration of rotation considerably influence the quantity of wood volume and quality structure, where longer lasting rotations gives the most valuable trunk classes. That is the most obvious in F-trunks.



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 obrađene podatke, ali na osnovu kojih diskutuju konkretnu problematiku struke

Autor može predložiti kategoriju svoga rada, ali je redakcija časopisa TOPOLA na predlog recenzenata 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 disketi, 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 priložima 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), F A O, (2000) 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 - Каталогизacija у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

630

Topola = poplar / glavni i odgovorni
urednik Saša Orlović. - God. 1, br. 1
(1957)- . - Novi Sad : Istraživačko razvojni
institut za nizijsko šumarstvo i životnu
sredinu, 1975-. - 24 cm

Dva puta godišnje. - Rezime i na
engleskom jeziku.
ISSN 0563-9034

COBISS.SR-ID 4557314