

TOPOLA

POPLAR

2007 (MMVII)

NOVI SAD

N^o 179/180

YU ISSN 0563-9034

Izdavač

ISTRAŽIVAČKO RAZVOJNI
INSTITUT ZA NIZIJSKO ŠUMARSTVO I ŽIVOTNU SREDINU

Redakcioni odbor

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

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

Glavni i odgovorni urednik

Dr Saša Orlović

Glavni urednik

Dr Branislav Kovačević

Tehnički urednik

Mr Leopold Poljaković-Pajnik

Prevod na engleski

Mr Ana Tonic

UDK klasifikacija

Radmila Kevrešan

Štampa

Štamparija "Old commerce" – Novi Sad

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

SADRŽAJ

CONTENT

Klašnja B., Orlović S., Drekić M., Radosavljević N., Marković M.
MOGUĆNOSTI KORIŠĆENJA DRVETA TOPOLA U HEMIJSKOJ I
MEHANIČKOJ PRERADI

Klašnja B., Orlović S., Drekić M., Radosavljević N., Marković M.

*POSSIBILITIES OF USING POPLAR WOOD FOR CHEMICAL AND MECHANICAL
PROCESSING*

3

Katanić M., Pilipović A., Orlović S., Krstić B.
UTICAJ OLOVA NA RAST IZDANAKA I KONCENTRACIJU
FOTOSINTETIČKIH PIGMENATA U LISTOVIMA KLONOVA BELIH
TOPOLA (*Populus alba*) U KULTURI TKIVA

Katanić M., Pilipović A., Orlović S., Krstić B.

*THE INFLUENCE OF LEAD ON THE SHOOT GROWTH AND CONCENTRATION OF
PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN LEAVES OF THE WHITE POPLAR (*Populus alba*)
CLONES IN VITRO*

15

Galić Z., Pilipović A., Klašnja B., Orlović S., Vasić V.
STEPEN OPTEREĆENOSTI OLOVOM, KADMIJUMOM, CINKOM I NIKLOM
ZEMLJIŠTA RAZLIČITIH FIZIČKOHEMIJSKIH OSOBINA

Galić Z., Pilipović A., Klašnja B., Orlović S., Vasić V.

*LOAD OF LEAD, CADMIUM, ZINC AND NICKEL IN THE SOIL OF DIFFERENT
PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES*

25

Vasić V., Stoyanov N., Poljaković-Pajnik L., Kovačević B., Galić Z.
MOGUĆNOST SUZBIJANJA KOROVA HERBICIDIMA U RASADNIČKOJ
PROIZVODNJI SADNICA HRASTA LUŽNJAKA

Vasić V., Stoyanov N., Poljaković-Pajnik L., Kovačević B., Galić Z.

*POSSIBILITY OF WEED CONTROL BY HERBICIDES IN NURSERY PRODUCTION OF
OAK SEEDLINGS*

35

Andrašev S., Kovačević B., Rončević S., Pekeč S., Tadin Z.
PROIZVODNJA SADNICA EURAMERIČKIH TOPOLA (*Populus* ×
euramericana (Dode) Guinier) TIPA 1/1 ZAVISNO OD ROKOVA IZRADE I
SADNJE REZNICA

Andrašev S., Kovačević B., Rončević S., Pekeč S., Tadin Z.

*PRODUCTION OF EURAMERICAN POPLAR (*Populus* × *euramericana* (Dode) Guinier)
PLANTS TYPE 1/1 DEPENDING ON THE TERMS OF TAKING AND PLANTING THE
CUTTINGS*

45

Kovačević Branislav, Orlović Saša TRENDOVI U VEGETATIVNOJ PROPAGACIJI HRASTA LUŽNJAKA (<i>Quercus robur</i> L.) <i>Kovačević Branislav, Orlović Saša</i> TRENDS IN VEGETATIVE PROPAGATION IN COMMON OAK (<i>Quercus robur</i> L.)	63
Galović Vladislava, Orlović Sasa OVERVIEW OF DNA BASED STUDIES OF GENETIC VARIABILITY IN POPLARS <i>Galović Vladislava, Orlović Sasa</i> PREGLED DNK BAZIRANIH ISTRAŽIVANJA GENETIČKE VARIJABILNOSTI KOD TOPOLA	71
Pekeč S., Orlović S., Pilipović A., Katanić M., Radosavljević N. VETROZAŠTITNI POJASEVI NA PODRUČJU OPŠTINE ADA KAO FAKTOR ZAŠTITE AGROEKOSISTEMA I POVEĆANJA ŠUMOVITOSTI <i>Pekeč Saša, Orlović Saša, Pilipović Andrej, Katanić Marina, Radosavljević Nenad</i> WIND SHELTERBELTS ON THE AREA OF ADA MUNICIPALITY AS A PROTECTION FACTOR OF AGROECOSYSTEMS AND INCREMENT OF AFFORESTED AREA	81

UDK: 582.681.81:66

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

MOGUĆNOSTI KORIŠĆENJA DRVETA TOPOLA U HEMIJSKOJ I MEHANIČKOJ PRERADI

Klašnja Bojana, Orlović Saša, Drekić Milan, Radosavljević Nenad, Marković
Miroslav¹

Izvod: Kao eksperimentalni materijal u ovom radu je korišćeno drvo topola *P.x euramericana* (cl.I-214, cv. robusta) i *P. deltoides* (cl.457, cl.618 i cl.725). Ispitivanja koja se odnose na proizvodnju poluceluloze i sulfatne celuloze su izvedena na laboratorijskom nivou, dok su ispitivanja proizvodnje drvenjače obavljena u industrijskim uslovima. Ustanovljen je prinos, hemijske osobine i fizičko-mehanička svojstva proizvedenih vlakana namenjenih za proizvodnju papira. U okviru rada su prikazana i strukturna, fizička, mehanička i proizvodna svojstva drveta (od stabala starih 12 do 24 godine) istih klonova topola, radi ispitivanja pogodnosti za proizvodnju ljuštenog furnira. Dobijeni rezultati potvrđuju značaj drveta topola kao sirovine za hemijsku preradu i proizvodnju konstrukcionog furnira.

Ključne reči: topola, svojstva drveta, drvenjača, poluceluloza, sulfatna celuloza, ljušteni furnir

POSSIBILITIES OF USING POPLAR WOOD FOR CHEMICAL AND MECHANICAL PROCESSING

Abstract: The experimental material in this study was poplar wood *P. x euramericana* (cl.I-214, cv. Robusta), *P. deltoides* (cl.457, cl.618 and cl.725). The analyses referring to semichemical and sulphate pulp production were performed in laboratory conditions, while the analyses of groundwood mechanical pulp were carried out at full industrial scale. The yield, chemical properties and physical-mechanical characteristics of fibers intended for papermaking purposes were determined. This paper presents the structural, physical, mechanical and processing properties, of wood (of 12 to 24 years old trees) of the same poplar clones intended to the manufacture of peeled veneer from the logs of this clones. The assessment of the utilization percentage and the share of full veneer sheets were determined. The obtained results confirmed the significance of poplar wood as a raw material for chemical and mechanical processing.

Key words: poplar, wood properties, groundwood pulp, semichemical pulp, sulphate pulp, peeled veneer

¹Dr Bojana Klašnja naučni savetnik, dr Saša Orlović naučni savetnik, Milan Drekić, istraživač saradnik, Nenad Radosavljević istraživač, Miroslav Marković istraživač saradnik, Istraživačko-razvojni Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

1. UVOD

Značajan i konstantan porast potrošnje drveta kao sirovine u svim vidovima prerade u svetu, kombinovan sa sve izraženijom nemogućnošću da se obezbedi odgovarajući udeo pojedinih drvnih vrsta, kao i sa smanjenjem postojećih zaliha, doveo je do pojačanog interesovanja za potencijal zasada kratke ophodnje lišćara brzog rasta. Intenzivno gajenje brzorastućih drvnih vrsta u kratkim rotacijama, posebno u područjima gde postoje odgovarajući uslovi za takvu namenu, može da pomogne rešavanju problema deficita drvene sirovine, pogotovo u oblasti proizvodnje vlakana. Klonovi topole i vrbe koji imaju veoma izražen rast u juvenilnoj fazi, mogućnost adaptacije na različite uslove staništa, otpornost na bolesti i štetočine, kao i mogućnost selekcije u ranoj fazi sa ciljem razvijanja određenih, poželjnih svojstava, predstavljaju značajan izvor sirovine.

Potencijal drveta topole kao zamena konvencionalnoj sirovini za proizvodnju sulfatne celuloze, drvenjače, vlakana visokog prinosa, pogotovo hemijsko-termomehaničkih, je potvrđen u radovima mnogih autora.

Savremena mehanička prerada drveta, kao i svi drugi procesi prerade drveta ima za osnovni cilj što potpunije korišćenja polazne sirovine. To se odnosi, kako na primarnu mehaničku preradu gde drvo topola još nije u potpunosti dostiglo nivo "samostalne" sirovine u poredjenju sa pilanskom oblovinom četinarara (jela/smrča), i nekim vrstama tvrdih lišćara, tako i na proizvodnju ljuštenog furnira. Medjutim, treba napomenuti da je drvo mekih lišćara, naročito topole, u proizvodnji ljuštenog, odnosno konstrukcionog furnira za furnirske ploče i ostale proizvode, u potpunosti našlo svoje mesto.

Zbog toga je cilj ovog rada da predstavi deo rezultata do kojih se došlo tokom dugogodišnjih ispitivanja primene drveta topola u različitim procesima hemijske prerade – proizvodnje različitih tipova vlakana, i u procesima mehaničke prerade drveta – u procesu proizvodnje ljuštenog konstrukcionog furnira.

2. PROIZVODNJA VLAKANA NA BAZI DRVETA TOPOLA

2.1. Proizvodnja bele drvenjače

Proizvodnja bele brušene drvenjače je klasičan postupak proizvodnje vlakana koji zahteva kvalitetno, pre svega četinarsko drvo. U našoj industrijskoj praksi se uglavnom koristi drvo smrče i topole koje se brusi na posebnim brusevima i zatim meša u odgovarajućim odnosima. Unapredjenju proizvodnje brušene drvenjače se poklanja sve više pažnje, kako iz tehnokonomskih razloga, tako i zbog zaštite životne sredine. U protekloj deceniji su u Institutu obavljena intenzivna istraživanja vezana za kvalitet drveta topola, osobine proizvedene drvenjače. Niz ispitivanja je obavljeno u industrijskom obimu (Kopitović et al., 1987a; Kopitović i Klašnja, 1988; Kopitović et al. 1989; Kopitović i Klašnja, 1992; Klašnja et al., 2004).

U ovom radu je dat prikaz istraživanja u kojima je korišćeno drvo nekoliko klonova topola (*P.x euramericana* cl.I-214 i cv. Robusta, i *P.deltoides* cl. 457 i cl.

618) u kombinaciji sa drvetom smrče u različitim zapreminskim odnosima. Takođe je proizvedena drvenjača od čistog topolovog drveta, uz odgovarajuću korekciju tehnoloških parametara u pogonu. Prikaz osnovnih morfoloških karakteristika drvnih vlakana pojedinih klonova topola i smrče je dat u tabeli 1.

Tabela 1: Dimenzije vlakana drveta topole i smrče

Table 1: Fibers dimensions of poplar and spruce wood

Vrsta <i>Species</i>	Dužina <i>Length</i>	Širina <i>Width</i>	Prečnik lumen <i>diameter</i>	Dvostruka debljina <i>Double waal</i>	Fleksi- bilnost <i>Flexi- bility</i>	Runkel broj <i>number</i>
	L, mm	W μ m	D, μ m	2d, μ m	L/W	2d/D
cl.I-214	1,116	28,74	21,32	7,42	39	0,35
Robusta	1,078	24,51	17,22	7,34	44	0,43
cl.457	1,003	24,72	17,58	7,68	40	0,44
cl.618	1,099	25,56	17,62	8,00	43	0,46
Smrča <i>Spruce*</i>	3,5-5,0	28-36	14-80	do 12,0	65-100	do 0,60

*Blechs Schmidt (1989).

Poredjenjem podataka iz tabele 1 moguće je uočiti da se vrednosti fleksibilnosti vlakana i Runkel-ovog broja (odnos dvostruke debljine zida i prečnika lumena) drveta topola približavaju vrednostima za drvo smrče.

Vrednosti zapreminske mase drveta ispitanih klonova topola i literaturnih podataka za smrču (tabela 2) su slične i da nema velikih odstupanja za poredjene vrste drveta.

Tabela 2: Zapreminska masa drveta topole i smrče

Table 2: Wood volume density of poplar and spruce

Vrsta <i>Species</i>	Zapreminska masa <i>Wood density kg/m³</i>	
	nominalna <i>basic</i>	apsolutno suva <i>oven dry</i>
cl.I-214	284	325
Robusta	350	410
cl.457	390	456
cl.618	352	422
Smrča <i>Spruce*</i>	-	430

*Blechs Schmidt (1989).

Fizičko-mehaničke karakteristike drvenjače, u zavisnosti od zapreminskog unosa drveta topole su prikazane u tabeli 3. Može se uočiti da se povećanjem stepena mlevenja u osnovi poboljšavaju pojedina svojstva. Kada se posmatra uticaj različitih proporcija zapreminskog unosa drveta topola i smrče na mehaničke osobine drvenjače, nisu ustanovljene značajnije razlike pri smanjenju unosa smrče sa 50:50 na 75:25. Naravno, pri tome se podrazumeva pravilan izbor i podešavanje

tehnoloških parametara u proizvodnji. Povećanjem unosa topolovog drveta blago se povećava stepen beline drvenjače.

Tabela 3: Fizičko-mehaničke karakteristike drvenjače
Table 3: Physico-mechanical properties of groundwood

Vrsta Species	Duž.kidanja Break. length m	Čvrst.probijanja Burst. strength N/cm ²	Čvrst.cepanja Tearing strength mJ/m	Belina Brightness (ELR, 46), %
cl. I-214	1820	7,3	400	84,7
Robusta	2180	9,6	400	84,8
cl.457	1465	5,6	360	83,6
cl.618	1866	7,8	320	83,3
cl. I-214	2120	7,5	400	84,7
Robusta	2720	8,5	520	85,4
cl.457	1487	5,3	360	83,5
cl.618	1742	6,6	360	82,3
cl. I-214	1430	5,1	320	86,0
Robusta	2060	8,7	640	87,0
cl.457	1016	4,4	320	84,8
cl.618	1144	5,4	240	84,3

2.2. Proizvodnja poluceluloze po NSSC postupku

Zahvaljujući rezultatima selekcije topola i vrba, stvorene su visokoprinosne sorte sa odgovarajućim kvalitetom drveta za proizvodnju vlakana, pa time i poluceluloze. U Institutu su obavljena istraživanja u dužem periodu pri čemu su kao sirovina korišćeni uobičajeni sortimenti, ali drvo celih stabala, uključujući i granjevinu (Klašnja et al., 1987; Kopitović et al., 1987, 1988a, 1991; Kopitović i Klašnja 1991, Klašnja, 2007).

U ovom radu se daju rezultati ispitivanja u kojima je korišćeno drvo topole *P. deltoides* cl.725 starosti 9 godina. Prosečna dužina drvnih vlakana iznosi 1,088 mm, a nominalna zapreminska masa je oko 390 kg/m³.

Poluceluloza je proizvedena u laboratorijskim uslovima. Unos Na₂SO₃ je 8% i 10%, temperatura kuvanja 175⁰C, hidromodul 1:4, zakuvavanje 60 min, i kuvanje 30 min. Posle kuvanja je odvajan crni lug i određene njegove fizičko-hemijske osobine, a sečka je mlevena u laboratorijskom PFI mlinu. Hemijske, fizičke i mehaničke osobine poluceluloze su prikazane u tabeli 4.

Prinos poluceluloze uglavnom prelazi 80%, a veći unos Na₂SO₃ je u svim varijantama imao za posledicu veće izdvajanje lignina, ali ne i značajniju razgradnju pentozana. U celini posmatrano, mehaničke osobine proizvedene poluceluloze su povoljne. Tako je dužina kidanja u intervalu od 7,30 do 8,35km u zavisnosti od unosa Na₂SO₃ za sličan stepen mlevenja. Isto važi i za vrednosti otpora na probijanje (Mullen) koje se kreću u granicama od 385 do 471 kPa. Vrednosti CMT (rušenje valova), se manje razlikuju za isti stepen mlevenja i nalaze se u inetrvalu od 291 do 346 N. Veće uklanjanje lignina u procesu kuvanja daje povoljnije mehaničke osobine poluceluloze, dok je kapilarno upijanje vode u direktnoj zavisnosti od promene stepena mlevenja mase poluceluloze.

Tabela 4: Karakteristike poluceluloze

Table 4: Properties of semichemical pulp

Karakteristika <i>Property</i>	Na ₂ SO ₃ 8%			Na ₂ SO ₃ 10%		
	<i>P. deltoides</i> cl.725					
Prinos <i>Yield</i> , %	82,9			79,5		
Kappa broj <i>number</i>	98,6			95,6		
Lignin <i>Lignin</i> , %	17,0			16,7		
Pentozani <i>Pentoz.</i> , %	16,0			16,4		
Vreme mlevanja <i>Beating time</i> , min	0	1	2	0	1	2
Stepen mlevanja <i>Beating degree</i> , °SR	15	20	30	15	23	35
Dužina kidanja <i>Breaking length</i> , km	3,0	5,35	7,30	3,10	6,80	8,35
Istezanje <i>Elongat.</i> , %	1,7	1,9	2,3	1,3	2,3	2,6
Mullen, kPa	76	220	385	149	334	471
CMT, N	129	101	291	142	272	346
Apsorpcija vode <i>Water apsorp.</i> , mm	45	33	23	49	22	19

2.3. Proizvodnja sulfatne celuloze

Rezultati ispitivanja obavljenih u Institutu u pogledu kvaliteta drveta topola kao odgovarajuće sirovine za proizvodnju celuloze po sulfatnom postupku (Kopitović i Klašnja, 1985, 1989; Klašnja et al., 1989; Klašnja i Kopitović, 1992a, 1992b, Klašnja, 2005), pokazuju da drvo topola i vrba iz kratke ophodnje može da bude sirovina za dobijanje sulfatne celuloze vrlo prihvatljivih osobina. U ovom radu je prikazan deo rezultata ispitivanja drveta istog klona koje je korišćeno i za proizvodnju poluceluloze.

Kuvanje je u laboratorijskom kuvaču sa industrijskim belim lugom. Unos aktivnih alkalija je 17% u odnosu na apsolutno suvo drvo, hidromodul 1:3,5, temperatura kuvanja 167°C, vreme zagrevanja 120 min i vreme kuvanja 60 min. Prinos celuloze se kretao oko 51%, Kappa broj oko 14,5. Mehaničke osobine dobijene celuloze su prikazane u tabeli 5.

Na osnovu analize rezultata iz tabele 5. proizilazi da se povećanjem stepena mlevanja (u ispitanim relacijama), poboljšavaju mehaničke osobine dobijene celuloze. Treba istaći da se celuloza od drveta topole karakteriše dobrim mehaničkim osobinama.

Tabela 5: Mehaničke karakteristike nebeljene sulfatne celuloze
 Table 5: Mechanical properties of unbleached sulphate pulp

Karakteristika Property	<i>P. deltooides</i> cl. 725			
Vreme mlevenja <i>Beating time, min</i>	0	15	30	35
Stepen mlevenja <i>Beating degree, °SR</i>	21	29	44	50
Indeks kidanja <i>Breaking index, Nm/g</i>	47.4	78.6	88.7	96.4
Indeks probijanja <i>Burst index, kPam²/g</i>	2.10	3.81	5.24	5.48
Indeks cepanja <i>Tear index, mNm²/g</i>	4.46	6.21	5.54	5.92
Dvostruko savijanje <i>Number of double foldings</i>	10	75	185	141

2.4. Proizvodnja ljuštenog furnira

Za ispitivanja je korišćeno drvo topola eurameričkih hibrida (*P. x euramericana*, cl. I-214 i cv. Robusta) i američke crne topole (*P. deltooides*, cl. 457, 618 i 725). Svaki ispitivani klon, obzirom na lokalitet zasada i starost je zastupljen sa po tri srednja stabla (tabela 6) u cilju određivanja strukturno-fizičkih i mehaničkih karakteristika drveta.

Tabela 6: Srednja stabla za ispitivanja
 Table 6: Mean examined trees

Klon <i>Clone</i>	Starost (godina) <i>Age (years)</i>	Prsni prečnik <i>Dbh (cm)</i>	Visina stabala <i>Height (m)</i>
Ogledno dobro Instituta (razmak sadnje 6x6 m)			
I-214	24	47,7	36,0
Robusta	24	35,8	32,5
Ogledno dobro Instituta (razmak sadnje 3,4x3,4 m)			
457	12	31,3	23,2
618	11	30,0	28,0
ŠG Banat Pančevo (razmak sadnje 5x5 m)			
I-214	12	33,0	31,0
457	12	28,5	31,0
618	12	29,5	26,6
725	12	32,0	32,0

2.4.1. Svojstva drveta

Prosečna širina godova za drvo klona I-214 iznosi 10,50 mm, dok je za kultivar Robusta 6,72 mm. Za klonove *P. deltooides* širina godova varira od klona do klona: za cl.457 širina je 10,58 mm, za cl.618 je 9,75 mm, a za cl.725 je 12,50 mm.

Treba istaći povišene vrednosti zapreminske mase drveta za klonove *P. deltooides* u poredjenju sa vrednostima za klon I-214. Naime, vrednosti apsolutno

suve zapreminske mase drveta crnih topola se kreću u intervalu od 334 do 398 kg/m³, dok su vrednosti za cl.I-214 od 267 do 284 kg/m³, a za kultivar Robustu 350 kg/m³.

U mehaničkoj preradi drveta, pogotovo pri izradi konstrukcionih furnira, veoma su važne i mehaničke osobine drveta koje služi kao sirovina. U tom cilju se u tabeli 7 daje pregled osnovnih mehaničkih osobina ispitivanih klonova topola.

Tabela 7: Mehaničke osobine drveta
Table 7: Mechanical characteristics of wood

Svojstvo Property	Cl. I-214	Robusta	Cl. 457	Cl. 618
Zatezna čvrstoća Tensile strength, MPa	85,1	120,8	113,0	105,0
Čvrstoća na savijanje Bending strength, MPa	62,9	77,6	72,0	79,0
E modul (savijanje) Modulus of elasticity, MPa	8603	9672	5625	7183
Čvrstoća na pritisak \perp vlakna Compression strength \perp grain, MPa	6,1	7,3	4,1	3,6

Analizom dobijenih rezultata ispitanih mehaničkih osobina drveta pojedinih klonova topola, uočena je tendencija porasta tih vrednosti sa povećanjem zapreminske mase.

2.4.2. Izrada ljuštenog furnira

U pogonu za izradu ljuštenog (konstrukcionog) furnira su korišćeni prvi trupci prosečne dužine 4 do 6 m, koji su neposredno pre ljuštenja “krojeni” na odgovarajuće dužine prema očekivanom asortimanu i mogućim dimenzijama listova furnira. U okviru ovih ispitivanja korišćeno je 48 trupaca, odnosno po 12 trupaca navedenih klonova (cl. I-214, cl. 457, cl. 618, cl. 725), prosečnog prečnika 32 cm na sredini dužine, i prosečne dužine 5 m, odnosno ukupna zapremina trupaca je iznosila oko 19 m³.

Odredjena je zavisnost dimenzija trupaca i procenta iskorišćenja trupaca kao kvantitativnog pokazatelja. Obzirom na strukturu i raspored ulaznih parametra, kao uticajnih faktora, odabran je faktorijelni ogled sa kombinacijom kvantitativnog i kvalitativnog faktora (4x3), gde faktor A predstavlja klon (sortu), a faktor B srednje prečnike trupaca za ljuštenje (Hadživuković, 1977).

Analizom varijanse je ustanovljena značajna zavisnost ($F_{95} < F < F_{99}$) izmedju prečnika trupaca i iskorišćenja, i to u obliku kvadratne (Kv) zavisnosti (tabela 8).

Nije ustanovljen značajan uticaj vrste (klona), ali u interakciji sa prečnikom trupaca zavisnost postoji u linearnoj formi (L), i to iznad 95% statističke sigurnosti.

Tabela 8: Analiza varijanse za iskorišćenje drveta pri ljuštenju
Table 8: Analysis of variance of wood utilization during veneer peeling

Varijacija <i>Variation</i>	Step. slobode <i>Degr. freed.</i>	Suma kvadrata <i>Sum.of squor.</i>	Varijansa <i>Variance</i>	F vrednost <i>F value</i>
Blokovi	3	225,0411	75,0137	1,21
A (klon)	3	195,2134	65,0711	1,05
B (srednji prečnik)	2	536,3065	268,1533	4,32
B (L)	1	171,0325	171,0325	2,75
B (Kv)	1	365,2740	365,2740	5,88
AB	6	756,72	126,12	2,03
AB (L)	1	581,62	193,87	3,12
AB (Kv)	1	175,10	58,37	0,94
Greška	33	2048,4906	62,075	
Ukupno	47	3761,7716	$r^2 = 0,456$	$r = 0,675$

Naime, povećanje prečnika trupaca najviše se odražava na iskorišćenje u slučaju cl.I-214, zatim slede cl.457, cl.618 i na kraju cl.725. Ovakav redosled je, uglavnom posledica dimenzione neujednačenosti pojedinih trupaca po klonovima, zatim ostataka prilikom prikraćivanja trupaca, kao i dimenzija listova furnira. Protumačenost uticaja varijacija u okviru analize varijanse nije visoka ($r=0,675$), što ukazuje na to da postoji još niz činilaca koji utiču na iskorišćenje u procesu ljuštenja trupaca (greške gradje drveta, pad prečnika trupca, tehnološki uslovi i dr.).

3. ZAKLJUČCI

U okvirima ovog rada je prikazan deo rezultata ispitivanja koja se obavljaju u Institutu, a odnose se na mogućnost primene drveta topola kao sirovine u procesu proizvodnje vlakana i u procesu proizvodnje konstrukcionih (ljuštenih) furnira.

Prikazane su strukturne, fizičke i mehaničke osobine drveta nekoliko klonova eurameričkih topola: *P. x euramericana* cl. I-214 i cv. Robusta, kao i nekoliko klonova crnih topola *P. deltoides* cl. 457, cl. 618 i cl. 725. Konstatovane su razlike strukturne gradje drveta, dok su razlike u vrednostima zapreminske mase uslovljene genetskim faktorima. Najniže vrednosti zapreminske mase drveta ima klon I-214, dok su za klonove *P.deltoides* vrednosti za oko 15 % više u odnosu na cv. Robusta. Rezultati ispitivanja u proizvodnji drvenjače, poluceluloze i sulfatne celuloze potvrđuju poznatu činjenicu utvrdjenu u našim ranijim istraživanjima, kao i navode stručne javnosti, da je drvo topola vrlo pogodna sirovina za proizvodnju vlakana. U proizvodnji drvenjače je moguće smanjiti obavezni udeo (unos od 50% na samo 25%) deficitarnih četinarskih vlakana. Kvalitet u pogledu mehaničkih osobina poluceluloze i sulfatne celuloze je na visokom nivou i moguće ga je poboljšati povećanjem stepena mlevenja .

U okviru ispitivanja proizvodnje ljuštenog furnira je ustanovljeno da vrsta (klon) topola ne utiče u velikoj meri na procenat iskorišćenja trupaca, nego najveći značaj ima prečnik trupaca. Uticaj vrste ima izvesnog značaja samo u dvostrukoj interakciji sa prečnikom trupaca.

Dobijeni rezultati pokazuju, a to potvrđuje i industrijska praksa, da je drvo topola vrlo prihvatljiva sirovina za hemijsku preradu, pre svega za proizvodnju vlakana, ali i za preradu u konstrukcioni furnir. Ako se pored povoljnih tehnoloških karakteristika ovog drveta uzme u obzir kraće vreme produkcije i mogućnost namenske proizvodnje, onda je jasno da drvo mekih lišćara u našim uslovima deficita četinarskog drveta postaje vrlo značajan izvor sirovine kako za hemijsku, tako i za mehaničku preradu.

LITERATURA

- Blechsmidt, J., Wurdinger, St., Graf, M., Engert, (1989): CTMP aus einheimischen Holzarten (Teil 1). Zellstoff und Papier 38, No.1: 8-13.
- Hadživuković, S. (1977): Planiranje eksperimenata, Privredni pregled, Beograd.
- Klašnja, B., Kopitović, Š., Koralija, Ž. (1987): Poluceluloza iz granjevine nekih klonova američke crne topole i eurameričkih topola (*P. deltoides* i *P. x euramericana*) kratke ophodnje. Topola 151/152: 55-58.
- Klašnja, B., Kopitović, Š., Marjanović, A. (1989): Uticaj skladištenja drveta topole i vrbe na svojstva drveta i osobine sulfatne celuloze. IV Jugoslovenski simpozijum o celulozi i papiru, Banja Luka, Zbornik radova: 21-39.
- Klašnja, B., Kopitović, Š. (1992a): Influence of input variables of the sulphate process on the pulp yield and chemical properties of pulp from poplar wood. 7th European Conference "Biomass for Energy and Environment, Agriculture and Industry", Conference Proceedings M4. P3. 102. Italy.
- Klašnja, B., Kopitović, Š. (1992b): Interaction Between Output Variables in the Process of Sulphate Pulping of Poplar Wood. Drevarsky vyskum, (135): 1-13.
- Klašnja, B., Orlović, S., Drekić, M., Marković, M. (2004): Wood of selected black poplar clones for groundwood production. 2nd World Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. Proceedings: vol. II 1978-1981.
- Klašnja, B., Orlović, S., Galic, Z., Pilipovic, A. (2005): 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., Galić, Z., Pap, P. (2007): Poplar Wood of Whole Trees and Branches as Raw Material for the Production of NSSC Semichemical Pulp. 15th European Biomass Conference and Exhibition; Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Berlin, Proceedings of the International Conference: (in print).
- Kopitović, Š., Klašnja, B. (1985): Korišćenje drveta pojedinih klonova topola i vrba za proizvodnju nebeljene sulfatne celuloze i poluceluloze. Radovi Instituta, knjiga 16: 325-340, Institut za topolarstvo Novi Sad.
- Kopitović, Š., Klašnja, B., Koralija, Ž. (1987): Uticaj svojstava drveta pojedinih klonova topole i vrbe na osobine poluceluloze po neutralno-sulfatnom

- (NSSC) postupku. Radovi Instituta, knjiga 18: 215-235, Institut za topolarstvo Novi Sad,
- Kopitović, Š., Klašnja, B., Krnjajić, Z., Marjanović, A., Stanković, M. (1987a): Některe charakteristicke prvky výroby dřevoviny ze dřeva jednotlivychtopolovych klonu. *Papir a Celulosa* **42**, (9): 229-233.
- Kopitović, Š., Klašnja, B.(1988): Influence of the properties of wood of some poplar clones on the characteristics of stone groundwood pulp. Proceedings 18th Session International Poplar Commission, Beijang, China.
- Kopitović, Š., Klašnja, B., Koralija, Ž. (1988a): Promena svojstava drveta pojedinih klonova topola i vrba u toku skladištenja i njihov uticaj na prinos i osobine dobijene poluceluloze. 16. Simpozijum DITP, Bled.
- Kopitović, Š., Klašnja, B., Krnjajić, Ž., Kukić, B. (1989): Proizvodnja drvenjače od drveta američke crne topole (*P. deltoides* Bartr. cl. 457 i cl. 618). *Topola* 157/158: 3-11.
- Kopitović, Š., Klašnja, B.(1989): Some characteristics of the process of sulphate pulping of poplar and wilows wood obtained from short totation plantations. 5th European Conference "Biomass for Energy and Industries", Conference Proceedings 2: 957-961, Portugal.
- Kopitović, Š., Klašnja, B. (1991): Uticaj svojstava drveta pojedinih klonova američke crne topole na osobine poluceluloze po NSSC postupku. *Šumarstvo*, (3-4): 11-17.
- Kopitović, Š., Klašnja, B., Koralija, Ž. (1991): Poluceluloza po neutralsulfatnom postupku na bazi drveta više klonova topola. *Kemija u industriji* 40, (9): 357-364.
- Kopitović, Š., Klašnja, B. (1992): Poplar wood in the Production of Stone Groundwood Pulp. *Drevarsky vyskum*, (133): 41-46.

Summary

POSSIBILITIES OF USING POPLAR WOOD FOR CHEMICAL AND MECHANICAL PROCESSING

by

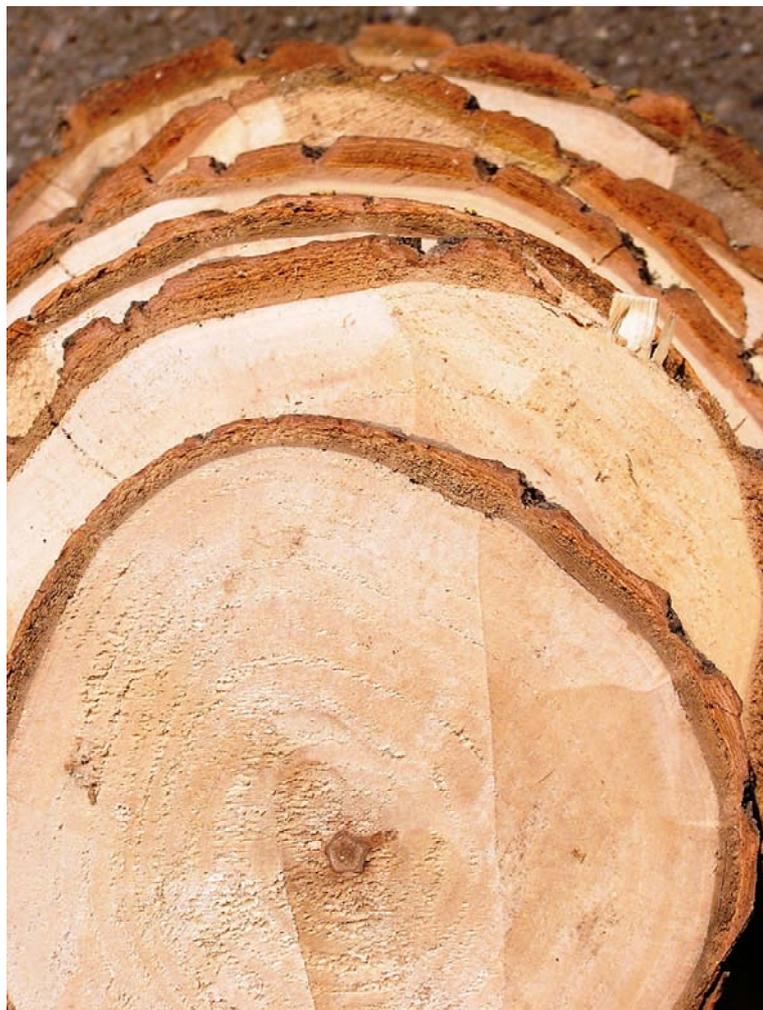
Klašnja Bojana, Orlović Saša, Drekić Milan, Radosavljević Nenad, Marković Miroslav

Abstract: *The raw material base in Serbia, is characterised by the domination of deciduous tree species and the supply of coniferous wood for processing is limited. The deficiency of coniferous wood for fibre production, and for primary processing is mainly compensated by wood of broadleaved species poplar and willow.*

*The properties (structural, physical, mechanical properties and chemical composition) of poplar and willow wood were researched at the Institute to assess the parameters in the technological procedures of mechanical pulp, semichemical pulp and sulphate pulp production, and also for peeled veneer and saw logs production.. The experimental material in this study was poplar wood *P. x euramericana* (cl.I-214, cv. Robusta), *P. deltoides* (cl.457 and cl.618). The analyses referring to semichemical and sulphate pulp production were performed in laboratory conditions, while the analyses of groundwood mechanical pulp were carried out at full industrial scale. The yield, chemical properties and physical-mechanical characteristics of fibres intended for papermaking purposes were determined.*

This paper presents the structural, physical, mechanical and processing properties, of wood (of 12 to 24 years old trees) of the same poplar clones intended to the manufacture of peeled veneer from the logs of this clones. The assessment of the utilisation percentage and the share of full veneer sheets were determined.

The obtained results confirmed the significance of poplar wood as a raw material for chemical and mechanical processing.



UDK: 546.815:582.681.81

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

**UTICAJ OLOVA NA RAST IZDANAKA I KONCENTRACIJU
FOTOSINTETIČKIH PIGMENATA U LISTOVIMA KLONOVA BELIH
TOPOLA (*Populus alba*) U KULTURI TKIVA**

Katanić Marina¹, Pilipović Andrej¹, Orlović Saša¹, Krstić Borivoje²

Izvod: U radu je prikazan uticaj olova na parametre rasta i koncentraciju fotosintetičkih pigmenata u listovima izdanaka četiri klona topola iz sekcije Leuce u kulturi tkiva. Mikroizdanci su gajeni pet nedelja na čvrstom ACM medijumu (Aspen Culture Medium) sa dodatkom olova u formi Pb EDTA u različitim koncentracijama (0, 10⁻⁵ i 10⁻⁴ M). Mereni su sledeći parametri: visina glavnog izdanka, sveža masa, multiplikacija (broj aksilarnih izdanaka po eksplantatu) i koncentracija fotosintetičkih pigmenata u listovima. U primenjenim koncentracijama, generalno, olovo je delovalo inhibitorno na visinu i svežu masu izdanaka svih ispitivanih klonova, dok razlike u multiplikaciji i sadržaju fotosintetičkih pigmenata između kontrole i tretmana sa olovom nisu bile statistički značajne. Ispitivani klonovi su pokazali varijabilnost u reakcijama na prisustvo olova u hranljivom medijumu.

Ključne reči: topole, fitoremedijacija, olovo, klon, in vitro

**THE INFLUENCE OF LEAD ON THE SHOOT GROWTH AND CONCENTRATION OF
PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN LEAVES OF THE WHITE POPLAR
(*Populus alba*) CLONES IN VITRO**

Abstract: *This research deals with the effect of lead on growth parameters and concentration of photosynthetic pigments in leaves of four poplar clones from section Leuce cultivated in vitro. Microshoots were cultivated five weeks on solid ACM medium (Aspen Culture Medium) with addition of lead in form of Pb EDTA in different concentration (0, 10⁻⁵ and 10⁻⁴ M). The parameters investigated included: length of the main shoot, fresh mass, multiplication (number of axillary shoots per explant) and concentration of photosynthetic pigments in leaves. Applied lead generally decreased height and fresh mass of shoots of all investigated clones, but differences in multiplication and concentration of photosynthetic pigments between control shoots and that treated with lead were not statistically significant. Investigated clones differed in their reactions on lead presence in growth medium.*

Key words: *poplars, phytoremediation, lead, clone, in vitro*

¹ Dipl. biol. Marina Katanić, istraživač saradnik; Mr Andrej Pilipović, istraživač saradnik; Dr Saša Orlović, naučni savetnik, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad

² Dr Borivoj Krstić, redovni profesor, Prirodno-matematički fakultet, departman za biologiju i ekologiju, Novi Sad

Ovo istraživanje je vođeno u okviru projekta TR-6864 B podržanog od Ministarstva nauke, tehnologije i razvoja Republike Srbije

1. UVOD

Zagađenje teškim metalima je jedan od najozbiljnijih problema današnjice. Najčešći izvori olova su sagorevanje tečnih i čvrstih goriva, topionice, otpadne vode sa visokim sadržajem olova, kao i hemikalije kojima se tretira zemljište uključujući i đubriva (Seregin i Ivanov, 2001).

Toksično dejstvo teških metala posledica je njihovog vezivanja sa SH grupama proteina što dovodi do inhibicije enzimske aktivnosti ili narušavanja njihove strukture. Takođe mogu da zamene esencijalne elemente u biomolekulima i na taj način prouzrokuju efekat njihovog nedostatka (van Assche i Clijsters, 1990). Enzimska aktivnost opada pod dejstvom olova, čime se može objasniti inhibitorno dejstvo ovog metala na ćelijski metabolizam, mineralnu ishranu, vodni režim, respiraciju i dr. Do opadanje fotosintetičke aktivnosti dolazi usled narušavanja ultrastrukture hloroplasta i sinteze fotosintetičkih pigmenata, ometanja transporta elektrona i dr.

Efekat vrste metala ili različitih koncentracija metala na sadržaj hlorofila varira među biljnim vrstama.

Inhibicija rasta prouzrokovana teškim metalima može da potiče od metaboličkih poremećaja, ali i od direktnog uticaja na rast, na pr. interakcija sa polisaharidima ćelijskog zida smanjuje plastičnost zida. Dokazano je, međutim, da u niskim koncentracijama olovo može da deluju stimulatивно na rast korena (Seregin i Ivanov, 2001).

Pošto se teški metali ne mogu razložiti najbolje ih je ukloniti iz zagađenih područja. Tokom 80-tih godina 20. veka u SAD su započela istraživanja vezana za uticaj biljaka na kontaminirana zemljišta (Salt et al., 1998; EPA, 2001; Barcelo i Poschenrieder, 2003; Ghosh i Singh, 2005). Utvrđeno je da biljke mogu da utiču na smanjenje koncentracije kontaminanata u zemljištu i podzemnim vodama. Tehnologija korišćenja biljaka u ove svrhe poznata je kao fitoremedijacija.

Topole su biljne vrste koje se vrlo često koriste u fitoremedijaciji zahvaljujući svojim osobinama da brzo rastu, dobro podnose i zemljišta male plodnosti, imaju dobro razvijen korenov sistem koji može da dopre i do podzemnih voda i mogu da transpirišu velike količine vode (Aitchison et al., 2000). One su u stanju da posredno i neposredno vrše fitoremedijaciju više vrsta polutanata na više načina: fitoekstrakcijom, fitodegradacijom, fitovolatilizacijom i rizodegradacijom.

Rezultati savremenih istraživanja ukazuju na mogućnost uspešnog korišćenja topola u fitoremedijaciji zemljišta zagađenih teškim metalima (Pilipović et al., 2002, Kališova - Špirochova et al., 2003; Bojarczuk, 2004; Pilipović, 2005, Pilipović et al., 2005, 2006, Katanić et al., 2006).

U radu su prikazani rezultati dejstva olova na rast izdanaka i koncentraciju fotosintetičkih pigmenata u listovima četiri klona belih topola u kulturi tkiva.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Za ogled su odabrani klonovi belih topola (*Populus alba*, sekcija *Leuce*) L-12, L-80, L-111/81 i LBM zbog njihove osobine da dobro rastu u kulturi tkiva (Guzina i Tomović, 1989; Kovačević et al., 2005). U kulturu tkiva su uvedeni aksilarni pupoljci sa stabala različite starosti u periodu mirovanja vegetacije. U svim fazama istraživanja je korišćen Aspen Culture Medium (Ahuja, 1984) kome je dodavano 20 mg/l adenin-sulfata, 100 mg/l mio-inozitola, 0,5 mg/l benzilaminopurina (BAP), 0,02 mg/l α -naftilsirćetne kiseline (NAA), 20g/l saharoze i 9g/l agara (Kolevska-Pletikapić i Tomović, 1988). Kulture su rasle na temperaturi od 26 ± 3 °C i izlagane su beloj svetlosti fluorescentnih cevi od 160 W/m² u trajanju od 16 časova dnevno. Umnožavanje materijala je vršeno mikropropagacijom.

Vrhovi izdanaka dužine oko 1,5 cm su kultivisani na podlozi sa olovom pet nedelja. Olovo je dodato podlozi u formi Pb EDTA u koncentracijama od 0, 10^{-5} i 10^{-4} M. Merena su sledeća svojstva: sveža masa izdanaka (g), visina glavnog izdanka (mm), broj aksilarnih izdanaka po eksplantatu (multiplikacija izdanaka) i koncentracija fotosintetičkih pigmenata u listovima. Koncentracije pigmenata hloroplasta-hlorofila a, hlorofila b i ukupnih karotenoida su određene spektrofotometrijski (Wettstein, 1957). Podaci su analizirani u statističkom programu STATISTICA 7.1 (StatSoft Inc., 2006). Dobijeni rezultati su obrađeni dvofaktorijalnom analizom varijanse, a značajnost razlika između pojedinih tretmana, klonova i njihove interakcije su utvrđene i prikazane Dankanovim testom.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Nakon pet nedelja *in vitro* kultivacije, između izdanaka raslih na podlogama sa i bez olova, nije bilo morfoloških razlika tj. nisu uočene razlike u boji listova i nije bilo hloroze (Sl. 1.).



Slika 1. Efekat spitivanih koncentracija olova na klon L-80 (10^{-5} M, 0 i 10^{-4} M)
Figure 1. Effect of investigated concentrations of lead on clone L-80 (10^{-5} M, 0 and 10^{-4} M)

Dejstvo olova u koncentracijama 10^{-5} M i 10^{-4} M na visinu i masu izdanaka klonova belih topola je prikazano u tabeli 1. Može se uočiti da je u oba tretmana olovom došlo do smanjenja visine izdanaka u poređenju sa kontrolom, ali je razlika bila statistički značajna samo u slučaju veće koncentracije olova kod klonova L-12 i L-80. U pogledu sveže mase po tretmanima bez obzira na klon, u oba tretmana olovom je dobijena manja masa nego u kontroli, ali je razlika bila statistički značajna samo u slučaju manje koncentracije olova. Statistički značajne razlike su zabeležene kod klona L-12 između kontrole i tretmana 10^{-5} M olova, kao i kod klona L-80 između kontrole i tretmana 10^{-4} M olova. Ispitivani klonovi su se međusobno statistički razlikovali u pogledu sveže mase koju su postigli u totalu, što ukazuje na njihovu veliku varijabilnost.

Tabela 1. Uticaj različitih koncentracija olova na visinu i svežu masu izdanaka klonova belih topola

Table 1. Influence of different lead concentrations on height and fresh mass of white poplar clones shoots

Klon/Koncentracija <i>Clone/Concentration</i>	VISINA IZDANAKA (mm) <i>Shoots height (mm)</i>				SVEŽA MASA IZDANAKA (g) <i>Fresh mass of shoots (g)</i>			
	c 0	c 10^{-5}	c 10^{-4}	Prosek <i>Average</i>	c 0	c 10^{-5}	c 10^{-4}	Prosek <i>Average</i>
LBM	32.32de	25.04de	27.60de	28.32c	0.18efg	0.25def	0.15fg	0.19c
L-12	67.68a	66.65ab	57.27b	64.73a	0.63a	0.37bcd	0.50ab	0.52a
L-80	44.60c	44.08c	33.70d	41.05b	0.48b	0.43bc	0.31cde	0.40b
L-111/81	25.88de	24.24de	21.96e	24.03c	0.09g	0.11fg	0.12fg	0.10d
Prosek / <i>Average</i>	42.52a	38.60a	32.61b		0.33a	0.26b	0.27ab	

*Vrednosti označene istim slovom se ne razlikuju značajno za $p=0.05$

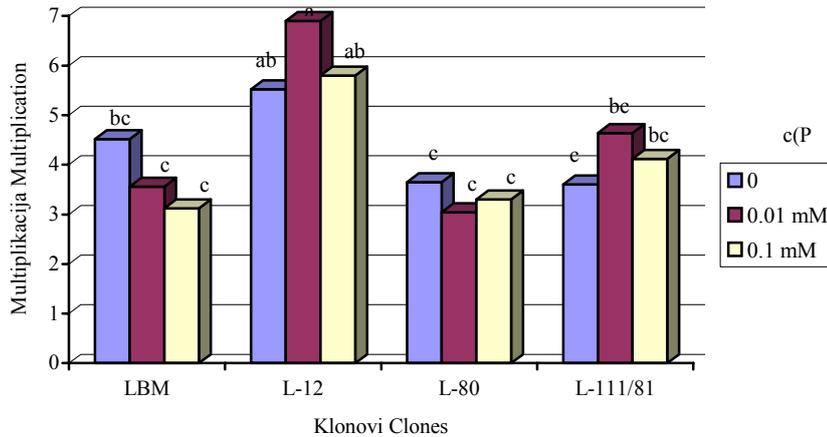
Values with same letter did not differ significantly at $p=0.05$

Smanjenje biomase klonova topola u prisustvu olova kao i dobijena varijabilnost među klonovima je u skladu sa rezultatima ranijih istraživanja Pilipovića et al. (2006) koji su ispitivali dejstvo olova na reznice topola u vodenim kulturama pri koncentracijama olova od 10 i 100 ppm. Međutim, Kališova-Špirochova et al. (2002) nisu ustanovili negativno dejstvo olova na biomasu topola u kulturi tkiva pri koncentracijama od 0,1 mM, nego su čak ustanovili i porast biomase u poređenju sa kontrolom.

Zavisno od primenjenih koncentracija olova nisu postignute statistički značajne razlike u mutliplikaciji u poređenju sa kontrolom, međutim klon L-12 se statistički značajno razlikovao od ostalih klonova (Grafikon 1.). Primenjene koncentracije bile su preniske da bi se izazvao inhibitorski efekat, na šta ukazuju i rezultati Bojarczuka (2004) koji je značajno smanjenje broja izdanaka topola gajenih *in vitro* dobio tek pri koncentraciji Pb^{2+} od 2 mM.

Grafikon 1. Efekat ispitivanih koncentracija olova na multiplikaciju izdanaka klonova bele topole (Dankanov test)

Graph 1. Effect of investigated lead concentrations on multiplication of white poplar clones shoots (Duncan test)



Razlike u sadržaju hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u svežoj masi lista između tretmana olovom u koncentraciji 10^{-4} M i u kontroli nisu bile statistički značajne kod proučavanih klonova (sem u slučaju sadržaja karotenoida kod klona L-80). U tretmanu sa 10^{-5} M olova kod klona LBM je sadržaj hlorofila a i karotenoida bio značajno manji, dok je kod klona L-12 bio statistički značajno veći u odnosu na kontrolu. U istom tretmanu sadržaj hlorofila b se nije razlikovao od sadržaja ovog pigmenta u kontroli u slučaju svih klonova, kao ni sadržaj karotenoida kod klonova L-80 i L-111/81. Odnos hlorofil a/ hlorofil b se razlikovao kod ispitivanih klonova što ukazuje na različite reakcije klonova na prisustvo olova u podlozi.

Između tretmana sa olovom i kontrole kod klonova LBM, L-80 i L-111/81, kao i generalno nisu utvrđene statistički značajne razlike u sadržaju hlorofila a, hlorofila b i karotenoida u suvoj masi lista. U pogledu sadržaja hlorofila a i karotenoida po klonovima bez obzira na tretman značajno se razlikovao klon LBM, kod koga je izmerena manja koncentracija ovih pigmenta u poređenju sa ostalim klonovima.

Efekat olova na koncentraciju hlorofila je ispitivan kod pasulja (Zengin et al., 2005) i korovskih biljaka (Ewais, 1997). Utvrđeno je statistički značajno smanjenje sadržaja hlorofila, ali pri većim koncentracijama olova (20 mg/ kg za korovske biljke i preko 1,5 mM olova za pasulj).

Kod klona L-12 je utvrđeno statistički značajno povećanje sadržaja hlorofila a i karotenoida u tretmanu sa manjom koncentracijom olova. Stimulativan efekat olova u malim koncentracijama na sadržaj hlorofila je u skladu sa istraživanjima Sarvari et al. (2002) koji su gajili topole i krastavce u hidroponima sa dodatkom Fe EDTA i Fe citrata, a zatim ih tretirali sa 10, 50 i 100 μ M olovo nitratom. Utvrdili su relativno blag inhibitoran efekat olova na fotosintezu pri relativno visokom koncentracijama, dok je sadržaj hlorofila bio povećan pri manjim koncentracijama olova.

Tabela 2. Uticaj olova na sadržaj hlorofila a, hlorofila b, karotenoida (mg g^{-1} sveže mase) i na hlorofil a/hlorofil b odnos u listovima izdanaka klonova bele topole
 Table 2. Effects of Pb^{2+} on leaf chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoid contents (mg g^{-1} fresh mass) and on the chlorophyll a/chlorophyll b ratio in white poplar clones shoots

Klon Clone	c(Pb^{2+}) [M]	Chl a ¹⁾	Chl b ²⁾	Chl a/Chl b	Karotenoidi ³⁾ Carotenoides
LBM	0	0.496 bc ⁴⁾	0.252 abc	1.97	0.172 bc
	10^{-5}	0.336 d	0.140 c	2.40	0.120 d
	10^{-4}	0.440 cd	0.244 abc	1.80	0.140 cd
	Sredina	0.424 a	0.212 b		0.144 b
	Average				
L-12	0	0.488 bc	0.196 bc	2.80	0.168 bc
	10^{-5}	0.724 a	0.296 ab	1.80	0.232 a
	10^{-4}	0.496 bc	0.192 bc	2.94	0.156 bcd
	Sredina	0.548 a	0.228 b		0.184 a
	Average				
L-80	0	0.560 bc	0.368 a	1.33	0.156 bcd
	10^{-5}	0.636 ab	0.326 ab	2.21	0.192 ab
	10^{-4}	0.500 bc	0.244 abc	2.03	0.172 a
	Sredina	0.564 a	0.312 a		0.172 a
	Average				
L-111/81	0	0.548 bc	0.284 abc	1.97	0.188 abc
	10^{-5}	0.532 bc	0.224 abc	2.83	0.192 ab
	10^{-4}	0.564 bc	0.276 abc	1.81	0.188 abc
	Sredina	0.424 a	0.260 ab		0.192 a
	Average				

¹⁾ Chl a – sadržaj hlorofila a [$\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ sveže mase]), ²⁾ Chl b - sadržaj hlorofila b [$\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ sveže mase]), ³⁾ Karotenoidi - sadržaj karotenoida [$\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ sveže mase]), ⁴⁾ Dankanov test - Vrednosti označene istim slovom se ne razlikuju značajno za $\alpha_{0,05}$

¹⁾ Chl a – chlorophyll a content [$\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ of fresh mass]), ²⁾ Chl b - chlorophyll b content [$\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ of fresh mass]), ³⁾ Carotenoides - carotenoides content [$\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ of fresh mass]), ⁴⁾ Duncan test - Values with same letter did not differ significantly for $\alpha_{0,05}$

Dobijeni rezultati kao i rezultati drugih autora ukazuju na to da su koncentracije olova primenjene u ovom istraživanju nedovoljno visoke da bi se ostvario značajniji inhibitorski efekat na razvoj bočnih izdanaka kao i na sadržaj fotosintetičkih pigmenta u listovima. Stoga je neophodno nastaviti ispitivanja sa višim koncentracijama olova.

Klon L-12 je imao najveću visinu, masu i multiplikaciju u poređenju sa ostalim klonovima, dok je na manju koncentraciju olova reagovao povećanim sadržajem fotosintetičkih pigmenta. Međutim, kod ovog klona je u tretmanima olovom došlo do značajnog smanjenja visine i mase izdanaka u poređenju sa kontrolom pa bi povećan sadržaj pigmenta moglo biti uzrokovano smanjenjem mase. Kod klonova LBM i L-111/81 nije utvrđeno značajno smanjenje mase i visine u tretmanima olovom, ali su ovi klonovi imali značajno manju produkciju biomase od ostalih. Idealan klon za fitoremedijaciju zemljišta kontaminiranih olovom bi trebao da nesmetano raste na podlozi sa olovom, ima visok prinos biomase i pri tom da akumulira ovaj teški metal u značajnim količinama.

Tabela 3. Uticaj olova na sadržaj hlorofila a, hlorofila b, karotenoida (mg g⁻¹ suve mase) i na hlorofil a/hlorofil b odnos u listovima izdanaka klonova bele topole
 Table 3. Effects of Pb²⁺ on leaf chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoid contents (mg g⁻¹ dry mass) and on the chlorophyll a/chlorophyll b ratio in different white poplar clone shoots

Klon Clone	c(Pb ²⁺) [M]	Chl a ¹⁾	Chl b ²⁾	Chl a/Chl b	Karotenoidi ³⁾ Carotenoides
LBM	0	3.78 bc ⁴⁾	1.91 ab	1.97	1.29 bc
	10 ⁻⁵	2.64 c	1.09 b	2.74	0.93 c
	10 ⁻⁴	3.56 bc	2.01 ab	1.77	1.15 bc
	Sredina Average	3.33 b	1.68 a		1.13 b
L-12	0	3.72 bc	1.48 b	2.51	1.27 bc
	10 ⁻⁵	5.60 a	2.31 ab	2.43	1.78 a
	10 ⁻⁴	3.82 bc	1.46 b	2.61	1.20 bc
	Sredina Average	4.38 a	1.75 a		1.42 a
L-80	0	4.46 b	2.92 a	1.53	1.23 bc
	10 ⁻⁵	3.38 b	1.99 ab	1.93	1.17 bc
	10 ⁻⁴	3.77 bc	1.85 ab	2.04	1.30 ab
	Sredina Average	4.03 a	2.26 a		1.23 ab
L-111/81	0	4.32 b	2.23 ab	1.93	1.48 ab
	10 ⁻⁵	3.41 bc	1.43 b	2.39	1.25 bc
	10 ⁻⁴	4.35 b	2.11 ab	2.06	1.45 ab
	Sredina Average	4.03 a	1.92 a		1.39 a

¹⁾ Chl a – sadržaj hlorofila a [mg*g⁻¹suve mase]), ²⁾ Chl b - sadržaj hlorofila b [mg*g⁻¹ suve mase]), ³⁾ Karotenoidi - sadržaj karotenoida [mg*g⁻¹ suve mase]), ⁴⁾ Dankanov test - Vrednosti označene istim slovom se ne razlikuju značajno za $\alpha_{0,05}$

¹⁾ Chl a – chlorophyll a content [mg*g⁻¹of dry mass]), ²⁾ Chl b - chlorophyll b content [mg*g⁻¹of dry mass]), ³⁾ Carotenoides - carotenoides content [mg*g⁻¹ of dry mass]), ⁴⁾ Duncan test - Values with same letter did not differ significantly for $\alpha_{0,05}$

Dobijeni rezultati ukazuju da u pravcu procene pogodnosti ispitivanih genotipova za njihovu primenu u fitoremedijaciji zemljišta kontaminiranih olovom postoji potreba za daljim istraživanjima. Ovim istraživanjima bi se ispitalo dejstvo viših koncentracija olova, uticaj olova na druge fiziološke parametre rasta, kao i nivo akumulacije olova za svaki klon.

4. ZAKLJUČCI

Kod ispitivanih klonova, generalno, ustanovljena je statistički značajno manja masa izdanaka u tretmanu olovom u koncentraciji 10⁻⁵ M kao i značajno manja visina izdanaka u tretmanu olovom u koncentraciji 10⁻⁴ M u poredenju sa kontrolom.

Vrednosti multiplikacije izdanaka u kontroli i tretmanima olovom se nisu statistički značajno razlikovale, dok se klon L-12 izdvojio po značajno većem broju aksilarnih izdanaka po eksplantatu u poredenju sa ostalim klonovima.

Razlike u sadržaju fotosintetičkih pigmenata između kontrole i tretmana olovom u totalu nisu bile značajne. U tretmanu olovom u koncentraciji od 10^{-5} M sadržaj hlorofila a i karotenoida je značajno smanjen u odnosu na kontrolu kod klona LBM, dok je kod klona L-12 došlo do povećanja sadržaja ovih pigmenata.

Uprkos smanjenju mase i visine kod nekih klonova, prisustvo nižih koncentracija olova u podlozi nije ozbiljno narušilo rast i sadržaj fotosintetičkih pigmenata kod ispitivanih klonova.

Klon L-12 se izdvojio od ostalih klonova postignutom biomasom i sadržajem fotosintetičkih pigmenata u prisustvu olova, pa se može smatrati potencijalnim kandidatom za fitoremedijaciju zemljišta kontaminiranih olovom.

LITERATURA

- Ahuja M. R. (1984): A commercially feasible micropropagation method for aspen. *Silvae Genetica* 32: 174-176
- Aitchison E. W., Kelley S. L., Alvarez P. J. J., Schoor J. L. (2000): Phytoremediation of 1,4-dioxane by hybrid poplar trees. *Water Environ. Res.*, 72, 313-321
- Barcelo J., Poschenrieder C. (2003): Phytoremediation: principles and perspectives. *Contributions to Science*, 2 (3), 333-344
- Bojarczuk K. (2004): Effect of toxic metals on the development of poplar (*Populus tremula* L. x *P. alba* L.) cultured *in vitro*. *Polish Journal of Environmental Studies* Vol. 13, No. 2, 115-120
- EPA/540/S-01/500 (2001): Phytoremediation of contaminated soil and ground water at hazardous waste sites. U.S. Environmental Protection Agency, Technology Innovation Office, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, DC
- Ewais E. A. (1997): Effects of cadmium, nickel and lead on growth, chlorophyll content and protein of weeds. *Biologia Plantrarum* 39 (3):403-410
- Ghosh M., Singh S. P. (2005): A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of its byproducts. *Applied Ecology and Environmental Research* 3(1): 1-18
- Guzina V., Tomović Z. (1989): Mogućnost primene metoda kulture tkiva u oplemenjivanju topola. *Topola* 155-156, 47-56
- Kališova-Špirochova I., Punčocharova J., Kafka Z., Kubal M., Soudek P., Vanek T. (2003): Accumulation of heavy metals by *in vitro* cultures of plants. *Water, Air, and Soil Pollution. Focus* 3: 269-276
- Katanić M., Tomović Z., Pilipović A., Orlović S. (2006): Uticaj kadmijuma na rast izdanaka topola sekcije *Leuce* u kulturi tkiva. *Topola* 177/178: 88-105
- Kolevska-Pletikapić B., Tomović Z. (1988): Mikropropagacija bagrema. *Šumarstvo*, 5-6, 29-35
- Kovačević B., Kevrešan S., Ćirin-Novta V., Kuhajda K., Kandrač K., Vasić D. (2005): Uticaj naftenskih kiselina na ožiljavanje bele topole (*Populus alba*) u kulturi tkiva. Program i izvodi saopštenja XVI Simpozijuma Društva za fiziologiju biljaka SCG, Bajina Bašta, 13-17 juni. p. 36.

- Pilipović A. (2005): Uloga topola (*Populus sp.*) u fitoremedijaciji voda zagađenih nitratima, magistarska teza odbranjena na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Novom Sadu, Novi Sad, 2005
- Pilipović A., Klačnja B., Orlović S. (2002) : Uloga topola u fitoremedijaciji zemljišta i podzemnih voda. Topola 169/170: 56-66
- Pilipović A., Nikolić N., Orlović S., Krstić B. (2006): Review of researches conducted on heavy metal and nitrate phytoremediation with use of poplars. Scientific gathering with international participation: Implementation of remediation in environmental quality improvement, Belgrade, 27 November 2006.
- Pilipović A., Nikolić N., Orlović S., Petrović N., Krstić B. (2005): Cadmium phytoextraction potential of poplar clones (*Populus spp.*). Z. Naturforsch. 60 c, 247-251.
- Salt D. E., Smith R. D., Raskin I. (1998): Phytoremediation. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 49, 643-68
- Sarvari E., Gaspar L., Fodor F., Cseh E., Kroepfl K., Varga A., Baron M. (2002): Comparison of the effect of Pb treatment on thylacoid development in poplar and cucumber plant. Acta Biologica Szegediensis Volume 46 (3-4): 163-165
- Seregin I. V. and Ivanov V. B. (2001): Physiological aspects of cadmium and lead toxic effects on higher plants. Russian Journal of Plant Physiology, Vol. 48, No. 4
- Stat Soft Inc. (2006) STATISTICA (data analysis software system), version 7.1
- Van Assche F., Clijsters H. (1990): Effects of metals on enzyme activity in plants. Plant Cell Environ. 13, 195-206
- Wettstein D. (1957): Chlorophyll-letale und der submikroskopische Formwechsel der Plastiden. Exp. Cell. Res. 12, 427-506
- Zengin F. K. And Munzuroglu O. (2005): Effectt of some heavy metals on content of chlorophyll, proline and some antioxidant chemicals in bean (*Phaseolus vulgaris L.*) seedlings. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica 47/2:157-164

Summary

THE INFLUENCE OF LEAD ON THE SHOOT GROWTH AND CONCENTRATION OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN LEAVES OF THE WHITE POPLAR (*Populus alba*) CLONES IN VITRO

by

Katanić Marina, Pilipović Andrej, Orlović Saša, Krstić Borivoj

Heavy metal pollution has become one of the most serious environmental problems today. When heavy metal enters the cell it interacts with SH groups and inactivates many enzymes and disturb many metabolic processes. HMs can not be degraded and thus should be extracted from contaminated site. Poplars are tree species that are often used in HMs phytoremediation of contaminated soils.

This research deals with the effect of lead presence in growth medium on some growth parameters and concentration of photosynthetic pigments in leaves of shoots of four poplar clones from section Leuce cultivated in vitro.

Shoots of clones L-12, L-80, L-111/81 and LBM were gained by micropropagation on ACM (Aspen Culture Medium) with 0,5 mg/l 6-benzylaminopurine (BAP), 0,02 mg/l α -naphthaleneacetic acid (NAA), 20 mg/l adenine sulphate and 100 mg/l myoinositol. The cultures were kept at 26 ± 3 °C in the white fluorescent light with a 16 hour photoperiod.

Then, microshoots were cultivated five weeks on solid ACM medium with addition of lead in form of Pb EDTA in different concentration (0, 10^{-5} and 10^{-4} M).

The investigated parameters included: length of the main shoot, fresh mass, multiplication (number of axillary shoots per explant) and concentration of photosynthetic pigments in leaves (chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids).

Lead decreased fresh mass and height of all investigated clones shoots in concentration of 10^{-5} M and 10^{-4} M respectively. Differences of shoots multiplication between treatments with lead and control were not statistically significant. In total, differences in photosynthetic pigments concentration between treatments with lead and control were not statistically significant. In the treatment with lead in concentration of 10^{-5} M content of chlorophyll a and carotenoids in leaves decreased in clone LBM, but increased in clone L-12 compared to control. Investigated clones differed in their reactions on lead presence in growth medium.

UDK: 631.416.8:546.8

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

STEPEN OPTEREĆENOSTI OLOVOM, KADMIJUMOM, CINKOM I NIKLOM ZEMLJIŠTA RAZLIČITIH FIZIČKOHEMIJSKIH OSOBINA

Galić Zoran, Pilipović Andrej, Klašnja Bojana, Orlović Saša, Verica Vasić¹

Izvod: U radu su prikazani rezultati istraživanja stepena opterećenosti humusno akumulativnog horizonta četiri sistematske jedinice zemljišta različitih fizičkohemijskih osobina olovom, kadmijumom, cinkom i niklom. Teksturni sastav humusno akumulativnih horizonata je bio u intervalu od peskovite ilovače do ilovače. Najveća razlika je utvrđena u sadržaju humusa koji se kretao od 1,82 do 6,36 %.

Na istraživanim lokalitetima je utvrđena niska do srednja opterećenost olovom i kadmijumom. Visoka do vrlo visoka opterećenost humusnoakumulativnog horizonta je utvrđena za cink i nikl. U radu je izvršena i analiza izmenjive, redukujuće i oksidirajuće frakcije olova, kadmijuma i cinka. Najveći sadržaj redukujuće frakcije olova je konstatovana u sloju od 0 do 10 cm na humofluvisol i dve forme fluvisola. Najmanje razlike u izmenjivoj, redukujućoj i oksidirajućoj frakciji teških metala je utvrđena za kadmijum. Sadržaj redukujuće frakcije kod cinka od 24,16 mgkg⁻¹ je utvrđen u sloju od 10 do 20 cm na peskovitoj formi fluvisola, a najmanji od 13,55 mgkg⁻¹ na ilovastoj formi fluvisola na dubini od 0 do 10 cm. Sadržaj redukujuće frakcije nikla se kretala od 7,53 do 20,48 mgkg⁻¹.

Ključne reči: fluvisol, humofluvisol, fizičke osobine zemljišta, teški metali

LOAD OF LEAD, CADMIUM, ZINC AND NICKEL IN THE SOIL OF DIFFERENT PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES

Abstract: *The degrees of lead, cadmium, zinc and nickel loads in humus-accumulation horizon were researched in four systematic units of the soil of different physico-chemical properties. The textural composition of humus-accumulation horizons ranged in the interval from sandy loam to loam. The greatest difference was found in the content of humus which ranged from 1.82 to 6.36 %.*

On the study sites, the load of lead and cadmium was low to medium. In the humus-accumulation horizon the load of zinc and nickel was high to very high. The exchangeable, reducing and oxidising fractions of lead, cadmium and zinc were analysed. The highest percentage of the reducing fraction of lead was measured in the layer 0 - 10 cm in

¹ Dr Zoran Galić, naučni saradnik; Mr Andrej Pilipović, istraživač saradnik; Dr Bojana Klašnja, naučni savetnik; Dr Saša Orlović, naučni savetnik; Mr Verica Vasić, istraživač saradnik; Istraživačko razvojni Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu, Antona Čehova 13, e-mail: galicz@uns.ns.ac.yu

Rad je finansiran sredstvima Ministarstva nauke i životne sredine Republike Srbije u okviru projekta Tehnološkog razvoja broj 6864 za period 2005-2007 godina

humofluvisol and two forms of fluvisol. The lowest differences in exchangeable, reducing and oxidising fractions of heavy metals were found in cadmium. The content of the reducing fraction of zinc, 24.16 mgkg^{-1} , was found in the layer 10 - 20 cm in sandy fluvisol, and the lowest content, 13.55 mgkg^{-1} , was found in loamy fluvisol at the depth of 0 - 10 cm. The content of the reducing fraction of nickel ranged from 7.53 to 20.48 mgkg^{-1} .

Key words: *fluvisol, humofluvisol, soil physical properties, heavy metals*

1. UVOD

Teški metali, kao što je poznato, se u zemljištu javljaju prirodno i kao posledica delovanja čoveka. Povećanje pritiska na životnu sredinu dovodi i do onečišćenja zemljišta teškim metalima. Iz navedenog razloga determinacija teških metala u zemljištu, atmosferi, biljci i sedimentima ima veoma važnu ulogu u monitoringu životne sredine. Međutim, ukupna količina teških metala u zemljištu nije u potpunosti dobar indikator za ocenu biološke aktivnosti, kao ni potencijalnog rizika u zemljištu (Chen et al., 1996). Iz navedenog razloga se poslednjih godina razmatraju metodi indentifikacije bioaktivnih formi teških metala u zemljištu (Wang et al., 2003). Kao najvažniji faktori od kojih zavisi biološka aktivnost teških metala su između ostalog, fizičke i hemijske osobine zemljišta.

U radu je izvršena analiza stepena opterećenosti olovom, kadmijumom, cinkom i niklom u humusno akumulativnom horizontu četiri sistematske jedinice zemljišta, kao i izmenljiva, oksidujuća i redukujuća frakcija ovih teških metala.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Terenskim istraživanjima je obuhvaćeno uzimanje uzoraka za laboratorijske analize na prethodno determinisanim sistematskim jedinicama zemljišta. Uzorci za utvrđivanje standardnih fizičkih i hemijskih osobina zemljišta, kao različitih frakcija teških metala su uzeti sa dve dubine i to od 0-10 cm i od 10 do 20 cm.

Uzorci su uzeti na četiri lokaliteta na Ogladnom dobru Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu i to:

lokalitet «Bašte» (koordinate N $45^{\circ}17' 36,7''$ E $19^{\circ}52' 56,4''$) – fluvisol f. peskovita

lokalitet «Lugarnica» (koordinate N $45^{\circ}17'40,0''$ E $19^{\circ}53'24,1''$) – fluvisol f. ilovasta

lokalitet «Petrovaradinsko» (koordinate N $45^{\circ}17' 16,2''$ E $19^{\circ}53' 32,0''$) - humofluvisol

lokalitet «Vrbak» (koordinate N $45^{\circ}17' 48,6''$ E $19^{\circ}52' 30,0''$) – fluvisol sa fosilnim

Granulometrijski sastav zemljišta je određen po međunarodnoj B pipet metodi, a teksturni sastav je određen po klasifikaciji Atteberga (Bošnjak et al., 1997). Hemijska svojstva određena su po sledećim metodama: humus (%) po Tjurinu u modifikaciji Simakova (Škorić i Sertić, 1966) i CaCO_3 (%) volumetrijski Scheiblerovim kalcimetrom (Hadžić et al., 2004). Frakcije teških metala su

urađene po modifikovanoj BCR metodi (Rauret et al., 2000), a očitane su na AAS proizvođača Varian.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

3.1. Fizičko hemijske osobine zemljišta

Prema Klasifikaciji zemljišta Jugoslavije (Škorić et al., 1985) zemljišta na ispitivanim lokalitetima su svrstana na lokalitetu Vrbak fluvisol sa fosilnim zemljištem morfološke građe profila $A_p - I - IIG_{so} - A_b$, na lokalitetu Bašte u fluvisol forma peskovita morfološke građe profila $A_p - IG_{so} - IIG_{so} - IIIIG_{so} - IVG_{so}$, na lokalitetu Petrovaradinsko humofluvisol morfološke građe profila $A_a - C - G_r$ i na lokalitetu Lugarnica fluvisol forma ilovasta morfološke građe profila $A_p - IG_{so} - IIG_{so}$. S obzirom da se opterećenost teškim metalima, kao i sadržaj izmenjive, redukujće i oksidujće frakcije teških metala razmatra u humusno akumulativnom horizontu, granulometrijski sastav i teksturna klasa ovog horizonta je prikazana u tabeli 1.

Tabela 1: Granulometrijski sastav i teksturni sastav zemljišta u slojevima od 0 do 10 i od 10 do 20 cm humusnoakumulativnog horizonta

Table 1: Granulometric composition and texture in layers form 0-10 cm and from 10-20 cm in surface horizon

Lokalitet <i>Site</i>	Dub.(cm) <i>Depth(cm)</i>	Granulometrijski sastav (%) <i>Granulometric composition (%)</i>						Teksturna klasa <i>Texture class</i>
		Krupan pesak <i>Coarse sand</i>	Sitan pesak <i>Fine sand</i>	Prah <i>Silt</i>	Glina <i>Clay</i>	Ukupan pesak <i>Total sand</i>	Ukupna glina <i>Total clay</i>	
Vrbak	0-10	12,1	49,2	29,3	9,4	61,3	38,7	Ilovača <i>Loam</i>
	10-20	10,3	49,1	32,6	8,0	59,4	40,6	Ilovača <i>Loam</i>
Bašte	0-10	1,0	63,9	24,3	10,8	64,9	35,1	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>
	10-20	0,3	62,5	25,9	11,4	62,8	37,2	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>
Petrova.	0-10	1,9	46,9	38,1	13,1	48,8	51,2	Ilovača <i>Loam</i>
	10-20	1,0	45,4	38,8	13,9	47,3	52,7	Ilovača <i>Loam</i>
Lugarn.	0-10	3,9	65,1	24,2	6,2	69,0	31,0	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>
	10-20	2,3	40,1	21,8	5,8	72,4	27,8	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>

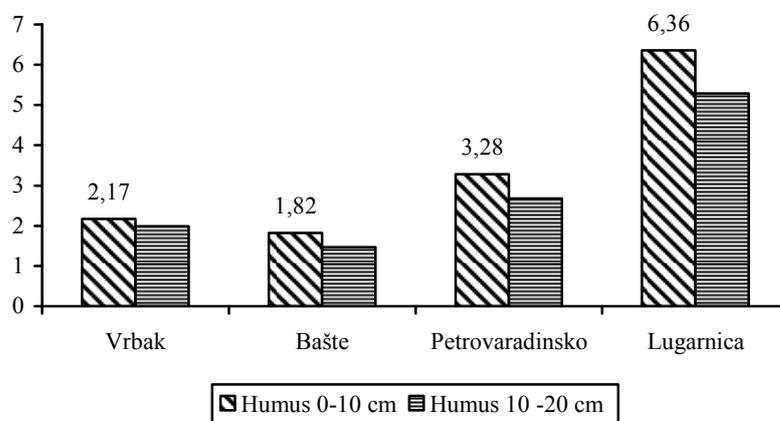
Najveći sadržaj ukupne gline u sloju od 0 do 10 cm, kao i u sloju od 10 do 20 cm je bio na lokalitetu «Petrovaradinsko», dok je najmanji sadržaj ove frakcije utvrđen na lokalitetu Lugarnica. Zemljišta pripadaju teksturnoj klasi peskovita ilovača do ilovača

Sadržaj humusa u humusno akumulativnom horizontu na dubini od 0 do 10 cm je bio veći od sadržaja na dubini od 10 do 20 cm na svim lokalitetima (Grafikon 1.). Sadržaj humusa se u sloju od 0 do 10 cm kretao od 1,82 % na lokalitetu «Bašte»

do 6,36% na lokalitetu «Lugarnica». Sadržaj na dubini od 10 do 20 cm u humusno akumulativnom horizontu je bio neznatno manji.

Grafikon 1. Sadržaj humusa

Graph 1. Humus content



3.1.1. Opterećenost zemljišta teškim metalima

Najtoksičniji teški metali za biljke i životinje su olovo, kadmijum, nikl i živa (Stefanovits, 1999), tako da je i težište istraživanja na akumulaciji ovih teških metala u zemljištu. Ukupan sadržaj navedenih teških metala odnosno opterećenost humusnoakumulativnog horizonta istraživanih zemljišta je prikazana u tabeli 2.

Tabela 2. Opterećenost teškim metalima humusnoakumulativnog horizonta

Table 2. Heavy metal load in surface horizon

Lokalitet Site	Dubina(cm) Depth(cm)	Opterećenost teškim metalima (mgkg ⁻¹) Heavy metal content (mgkg ⁻¹)				Stepen opterećenosti u odnosu na MDK za polj. zemljišta (%) Load degree related to MDK for agricultural soils (%)			
		Pb	Cd	Zn	Ni	Pb	Cd	Zn	Ni
Vrbak	0-10	20,4 S ¹⁾	0,28 N	59,1 S	25,4VV	20,43	9,33	19,72	50,96
	10-20	20,7 S	0,16 N	58,7 S	23,9 V	20,70	5,33	19,58	47,92
Bašte	0-10	22,0 S	0,36 S	82,6 S	31,1VV	22,02	12,00	27,56	62,28
	10-20	23,9 S	0,40 S	85,8 S	36,1VV	23,91	13,33	28,63	72,38
Petrovar.	0-10	12,4 S	0,09 N	83,5 S	25,8VV	12,41	3,00	27,84	51,72
	10-20	11,9 S	0,10 N	77,3 S	24,6 V	11,91	3,33	25,77	49,30
Lugarnica	0-10	9,7 N	0,52 S	84,8 V	19,5 V	9,77	17,33	28,28	39,16
	10-20	9,4 N	0,04 N	92,7 V	20,5 V	9,47	1,33	30,92	41,18
MDK ²⁾		100	3	300	50				

¹⁾ Oznake za opterećenost zemljišta teškim metalima: N – nisko, S – srednje, V – visoko, VV – veoma visoko; ²⁾ MDK – maksimalna dozvoljena koncentracija u poljoprivrednim zemljištima Srbije

¹⁾ Labels for the heavy metal load of soil: N – low, S – medium, V – high, VV – very high; ²⁾ MDK – maximal admissible concentration of heavy metal according to the regulation for agricultural soils in Serbia

Ocena stepena opterećenosti istraživanim teškim metalima je utvrđena na osnovu kriterijuma Brune Elinghaus (1981) za MDK poljoprivredna zemljišta (tabela 3).

Tabela 3. Stepen opterećenosti u odnosu na MDK za poljoprivredna zemljišta (mgkg^{-1})

Table 3. The load degree in relation to MDK for agricultural soils (mgkg^{-1})

	Vrlo visok (VV) <i>Very high (VV)</i>	Visok (V) <i>High (V)</i>	Srednji (S) <i>Medium (S)</i>	Nizak (N) <i>Low (N)</i>	Vrlo nizak (VN) <i>Very low (VN)</i>
Olovo <i>Lead</i>	50-100	25-50	10-25	5-10	1-5
Kadmijum <i>Cadmium</i>	1,5-3	0,75-1,5	0,3-0,75	0,015-0,3	<0,015
Cink <i>Zink</i>	150-300	75-150	30-75	15-30	1-15
Nikl <i>Nickel</i>	25-50	12,5-25	5-12,5	2,5-5	1-2,5

Olovo je prvi metal koji je ekstrahovan iz rude (Nriagu et al., 1998) i jedan je od najtoksičnijih teških metala u životnoj sredini (Zhang, 2003). Globalno zagađivanje životne sredine je povezano sa nakupljanjem olova u životnoj sredini (Vrbek et al., 2001). S obzirom da olovo nije esencijalni element njegova toksičnost je izražena i u tragovima (Shroeder, 1973). Prema kriteriju za poljoprivredna zemljišta nizak sadržaj olova je u istraživanim sistematskim jedinicama zemljišta utvrđen u humusno akumulativnom horizontu na lokalitetu Lugarnica. U ostalim humusnoakumulativnim horizontima zemljišta je utvrđena srednja opterećenost ovim teškim metalom. Navedena pojava se može dovesti u vezu sa udaljenošću od saobraćajnice jer je lokalitet Lugarnica najudaljeniji. Nizak sadržaj kadmijuma je utvrđen na svim dubinama u humusnoakumulativnih horizonata izuzev na lokalitetu «Bašte», kao i na lokalitetu «Lugarnica» na dubini od 0 do 10 cm gde je utvrđena srednja opterećenost ovim teškim metalom. Opterećenost cinkom je srednja na lokalitetu Vrbak, a na ostalim lokalitetima je utvrđena visoka opterećenost ovim teškim metalom. Opterećenost niklom je visoka do vrlo visoka u svim humusnoakumulativnim horizontima na istraživanim zemljištima.

Međutim, ukupna količina teških metala u zemljištu nije u potpunosti dobar indikator za ocenu biološke aktivnosti, kao ni potencijalnog rizika u zemljištu (Chen et al., 1996). Iz navedenog razloga se poslednjih godina razmatraju metodi identifikacije bioaktivnih formi teških metala u zemljištu (Wang et al., 2003).

Na grafikonima 2 i 3 su prikazane izmenljiva, redukujuća i oksidujuća frakcija olova, kadmijuma, cinka i nikla.

Najzastupljenija frakcija i kod olova i kod kadmijuma je redukujuća frakcija. Najveći sadržaj redukujuće frakcije kod olova je utvrđena u sloju od 0 do 10 cm na lokalitetu «Vrbak» i «Bašte» koji su približno na istoj udaljenosti od autoputa Subotica-Beograd (grafikon 2.). Na ostala dva lokaliteta je utvrđen manji sadržaj redukujuće frakcije olova. Od ostalih frakcija olova je utvrđen sadržaj oksidujuće frakcije ($0,42$ do $4,08 \text{ mgkg}^{-1}$) i to znatnom manjom intervalu u odnosu na redukujuću. Izmenljiva frakcija olova se na istraživanim lokalitetima kretala od $0,25$ do $1,32$ Razlika u odnosu na kadmijum je u tome što nije utvrđena oksidujuća frakcija. Redukujuća frakcija kod kadmijuma se kretala u intervalu od $0,07$ do $0,29$

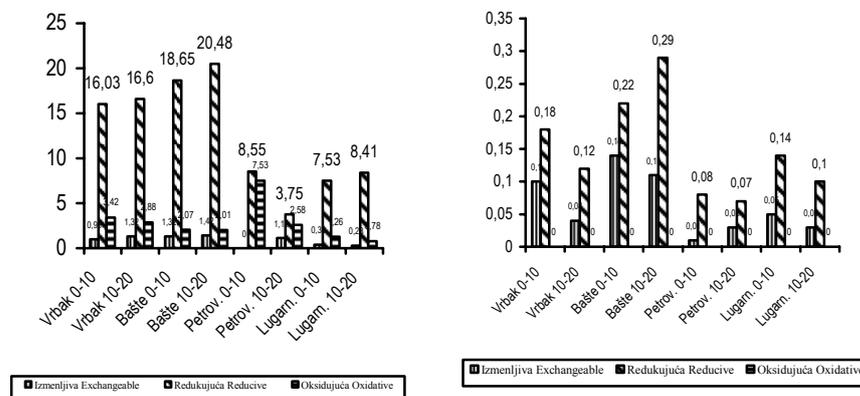
mgkg^{-1} , dok se sadržaj izmenljive frakcije kadmijuma kretala od 0,01 do 0,11 mgkg^{-1} .

Grafikon 2. Sadržaj izmenljive, redukujuće i oksidujuće frakcije olova i kadmijuma u ispitivanim slojevima zemljišta (mgkg^{-1})

Graph 2. The content of exchangeable, reducing and oxidative fraction of lead and cadmium in examined soil layers (mgkg^{-1})

Olovo Lead

Kadmijum Cadmium



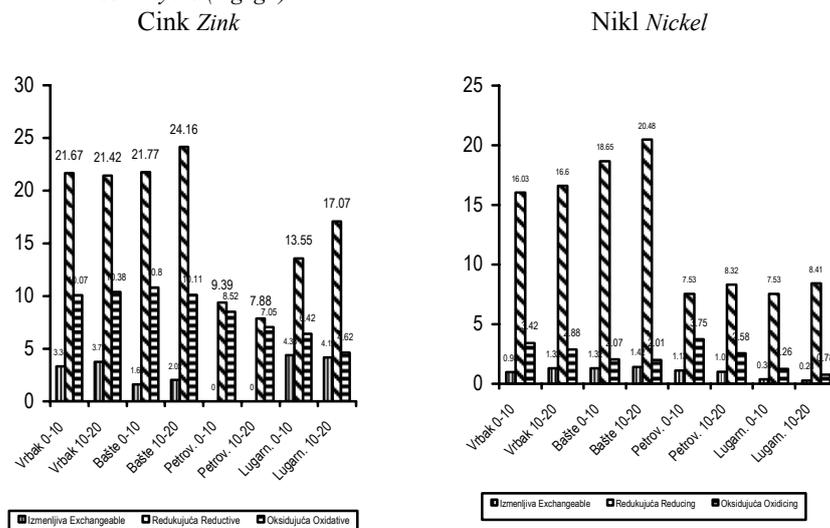
Na grafikonu 3. su prikazani sadržaji izmenljive, redukujuće i oksidujuće frakcije cinka i nikla.

Najveći sadržaj i kod cinka i kod nikla je utvrđena za redukujuću frakciju. Najveći sadržaj redukujuće frakcije kod cinka od $24,16 \text{ mgkg}^{-1}$ je utvrđen u sloju od 10 do 20 cm na lokalitetu Bašte, a najmanji od $13,55 \text{ mgkg}^{-1}$ na lokalitetu «Lugarnica» na dubini od 0 do 10 cm. Najveća variranja su utvrđena za redukujuću frakciju nikla koja se kretala od $7,53$ do $20,48 \text{ mgkg}^{-1}$. Najmanja vrednost je utvrđena na lokalitetu «Petrovaradinsko», a najveća na lokalitetu «Bašte». Sadržaj izmenljive frakcije cinka se kretao od 0 do $4,38 \text{ mgkg}^{-1}$ na lokalitetu «Lugarnica» na dubini od 0 do 10 cm. Sadržaj oksidujuće frakcije cinka se kretao od $4,62$ na lokalitetu Lugarnica u sloju od 10 do 20 cm do $10,8 \text{ mgkg}^{-1}$ na lokalitetu Bašte na dubini od 0 do 10 cm. Sadržaj izmenljive frakcije nikla je bio u granicama od $0,28$ do $1,42 \text{ mgkg}^{-1}$. Nešto veće variranje je utvrđeno za oksidirajuću frakciju nikla koja se kretala od $0,78$ do $3,42 \text{ mgkg}^{-1}$.

Stepen opterećenosti istraživanih zemljišta je bio za olovo nizak do srednji, za kadmijum nizak do srednji, za cink srednji do visok, a za nikl visok do vrlo visok. Na lokalitetima «Vrbak» i «Bašte» je utvrđeno vrlo visoka opterećenost niklom. Na oba ova lokaliteta je utvrđeno da se sadržaj redukujuće frakcije u ukupnom sadržaju nikla kreće u intervalu od 57 do 69%. Na ostala dva lokaliteta opterećenost je visoka, a sadržaj redukujuće frakcije je od 29 do 41%. Preovlađujuća frakcija za olovo i kadmijum je isto redukujuća, ali je opterećenost bila srednja tako da se neće komentarisati.

Grafikon 3. Sadržaj izmenljive, redukujuće i oksidujuće frakcije cinka i nikla u ispitivanim slojevima zemljišta (mgkg^{-1})

Graph 3. The content of exchangeable, reducing and oxidative fraction of lead and cadmium in examined soil layers (mgkg^{-1})



4. ZAKLJUČAK

Istraživanja su obavljena u slojevima od 0 do 10 cm i od 10 do 20 cm u humusno akumulativnim horizontima četiri različite sistematske jedinice zemljišta lokalitet «Bašte», «Lugarnica», «Petrovaradinsko (koordinate N 45°17' 16,2'' E 19°53' 32,0'') i «Vrbak».

Sadržaj ukupne gline u sloju od 0 do 10 cm, kao i u sloju od 10 do 20 cm je bio najveći na lokalitetu «Petrovaradinsko», dok je najmanji sadržaj ove frakcije utvrđen na lokalitetu Lugarnica.

Sadržaj humusa u humusno akumulativnom horizontu na dubini od 0 do 10 cm je bio veći od dubine od 10 do cm na svim lokalitetima. Sadržaj humusa se u sloju od 0 do 10 cm kretao od 1,82 % na lokalitetu «Bašte» do 6,36 % na lokalitetu «Lugarnica». Najveći sadržaj redukujuće frakcije olova je utvrđena u sloju od 0 do 10 cm na lokalitetu «Vrbak» i «Bašte». Najmanje razlike u izmenjivoj, redukujućoj i oksidirajućoj frakciji teških metala je utvrđena za kadmijum. Sadržaj redukujuće frakcije kod cinka od $24,16 \text{ mgkg}^{-1}$ je utvrđen u sloju od 10 do 20 cm na lokalitetu «Bašte», a najmanji od $13,55 \text{ mgkg}^{-1}$ na lokalitetu «Lugarnica» na dubini od 0 do 10 cm. Sadržaj izmenjive frakcije cinka se kretao od 0 do $4,38 \text{ mgkg}^{-1}$ na lokalitetu Lugarnica na dubini od 0 do 10 cm. Sadržaj oksidujuće frakcije cinka se kretao od 4,62 na lokalitetu «Lugarnica» u sloju od 10 do 20 cm do $10,8 \text{ mgkg}^{-1}$ na lokalitetu «Bašte» na dubini od 0 do 10 cm Sadržaj izmenjive frakcije nikla je bio u granicama od 0,28 do $1,42 \text{ mgkg}^{-1}$. Nešto veće variranje je utvrđeno za oksidirajuću frakciju nikla koja se kretala od 0,78 do $3,42 \text{ mgkg}^{-1}$. Najveća variranja su utvrđena za redukujuću frakciju nikla koja se kretala od 7,53 do $20,48 \text{ mgkg}^{-1}$. Ukupna

opterećenost humusnoakumulativnog horizonta olovom i kadmijumom je bila niska, cinka srednja, a nikla visoka. Na lokalitetima «Bašte» i «Vrbak» je utvrđeno da se sadržaj redukujuće frakcije kreće u intervalu od 57 do 69%. Preovlađujuća frakcija za olovo i kadmijum je isto redukujuća.

Rezultati istraživanja upućuju na opterećenost zemljišta niklom, tako da postoji potreba da se nastave istraživanja koji obuhvataju zemljišta, u okviru kompleksnog monitoringa životne sredine.

LITERATURA

- Biasoli M., Barberis R., Ajmone-Marsan F. 2006. The influence of a large city on some soil properties and metals content. *Science of the Total Environment* vol 356 p. 154-164
- Bošnjak Đ., Hadžić V., Babović D., Kostić N., Burlica Č., Đorović M., Pejković M., Mihajlović T.D., Stojanović S., Vasić G., Stričević Ružica, Gajić B., Popović V., Šekularac Gordana, Nešić Ljiljana, Belić M., Đorđević A., Pejić B., Maksimović Livija, Karagić Đ., Lalić Branislava, Arsenić I. 1997. Metode istraživanja i određivanja svojstava zemljišta. Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta Komisija za fiziku zemljišta, str. 278, Novi Sad.
- Brune H., Ellinghaus 1981. Schwermetallgehalte in Landwirtschaftlich genutzten Ackerboden Hessens. *Landw. Forschung* 38: 338-349, Trier.
- Chen B., Shan X.Q., Qian J., 1996. Bioavailability index for quantitative evaluation of plant availability of extractable soil trace elements. *Plant Soil* 186, 275-283.
- Hadžić V., Belić M., Nešić Lj. 2004. Praktikum iz pedologije. Poljoprivredni fakultet, Departman za ratarstvo i povrtarstvo, str. 80.
- Crnković D., Ristić M., Antonović D. (2006). Distribution of heavy metals and arsenic in soils of Belgrade (Serbia and Montenegro). *Soil & Sediment Contamination* vol 15 p. 581-589
- Nriagu J.O. 1998. Tales told in lead. *Science* 281, 1622-1625
- Rauret G., Lopez-Sanche J.F., Sahaquillo A., Barahona E., Lachica M., Ure A.M., Davidson C.M., Gomez A., Luck D., Bacon J., Yli-Halla M., Muntau H., Quevauviller Ph. 2000. Application of a modified BCR sequential extraction (three-step) procedure for the determination of extractable trace metal contents in sewage sludge amended soil reference material (CRM 483), complemented by a three-year stability study of acid and EDTA extractable metal content. *Journal of Environmental Monitoring*, 2, 228-233.
- Schroeder H.A. 1973. The trace elements and Nutrition. Faber and Faber, London
- Stefanovits P., Filep Gy., Fuleky Gy. 1999. Talajtan. *Mezogazda kiado Budapest.*, p 1-469
- Škorić, A., Filipovski, G. i Ćirić, M. 1985. Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, Akademija nauke i umjetnosti Bosne i Hercegovine, str. 66, Sarajevo

- Škorić A., Sertić V. 1966. Analiza organske materije (humusa) u zemljištu. U Priručniku za ispitivanje zemljišta knjiga I – Hemijske metode ispitivanja zemljišta, JDPZ, str. 41-46.
- Vrbek, B., Pilaš, I. 2001.0 Sadržaj teških kovina (Pb, Cu, Zn i Cd) u kalkokambisolu na području pošumljenih površina krša Hrvatske. Radovi Šumarskog Instituta 36 (2): 139-150, Jastrebarsko
- Wang S.W., Shan X.Q., Wen B., Yhang S.Z. 2003. Relationship between the extractable metals from soils and metals taken up by maize roots and shoots. Chemosphere 53, 523-530.
- Zhang Y. 2003. 100 Years of Pb deposition and transport in soils in champaign, Illinois, U.S.A. Water Air Soil Pollut. 146, 197-210.

Summary

**LOAD OF LEAD, CADMIUM, ZINC AND NICKEL IN THE SOIL OF DIFFERENT
PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES**

by

Galić Zoran, Pilipović Andrej, Klačnja Bojana, Orlović Saša, Verica Vasić

The contents of exchangeable, reducing and oxidising fractions of lead, cadmium, zinc and nickel, as well as the load of heavy metals was researched in four different soil systematic units.

The layers at the depth of 0 - 10 cm and 10 - 20 cm in the humus-accumulation horizon have different contents of silt+clay fractions, and consequently different textural composition. The content of humus in the layers of the humus-accumulation horizons ranged from 1.82 to 6.32%. The highest content of the reducing fraction of lead was determined in the layer 0 - 10 cm, at the sites Vrbak and Bašte. The lowest differences in the exchangeable, reducing and oxidising fractions of heavy metals were determined in cadmium. The highest content of the reducing fraction of zinc, 24.16 mgkg^{-1} , was found in the layer 10 - 20 cm at the site Bašte, and the lowest, 13.55 mgkg^{-1} , was found at the site Lugarnica at the depth of 0 - 10 cm. The content of the reducing fraction of nickel ranged from 7.53 to 20.48 mgkg^{-1} . In the humus-accumulation horizon of the study soils, the total load of lead and cadmium was low, the load of zinc was medium, and the load of nickel was high. The most represented fraction for nickel, lead and cadmium was the reducing fraction.

The research results point out the load of nickel in the soil, so it is necessary to continue the research of the soil within the monitoring of the environment.

UDK: 630*236:582.632.2:632.954

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

MOGUĆNOST SUZBIJANJA KOROVA HERBICIDIMA U RASADNIČKOJ PROIZVODNJI SADNICA HRASTA LUŽNJAKA

Verica Vasić¹, Nikolay Stoyanov², Leopold Poljaković-Pajnik¹, Branislav
Kovačević¹, Zoran Galić¹

Izvod: U radu su prikazani dvogodišnji rezultati mogućnosti suzbijanja korova herbicidima pendimetalin, prometrin, dimetenamid i linuron u rasadničkoj proizvodnji sadnica hrasta. Kako bi se proširio spektar dejstva na veći broj korova umesto pojedinačnih primenjene su kombinacije herbicida. Ispitivani herbicidi su ispoljili zadovoljavajuću efikasnost na prisutne korove. U varijanti dimetanamid + linuron u obe godine istraživanja registrovano je sporije nicanje hrasta, pojava hloroze kao i zaostajanje u porastu u početnima fazama razvoja i to za oko 5% do 10% u odnosu na biljke u kontroli. U kasnijim opažanjima simptomi hloroze su nestali a biljke su se razvijale bez vidljivih promena.

Ključne reči: hrast lužnjak, herbicidi, korovi

POSSIBILITIES OF WEED CONTROL BY HERBICIDES IN NURSERY PRODUCTION OF PEDUNCULATE OAK SEEDLINGS

Abstract: *This paper presents two-year results of weed control by the herbicides pendimetalin, prometrin, dimeten-amide and linuron in nursery production of oak seedlings. To widen the impact spectre on a greater number of weeds, herbicide combinations were applied instead of individual herbicides. The researched herbicides had a satisfactory efficacy on the present weeds. The variant dimetanamide-P + linuron, in both years of research, caused slower emergence of oak seedlings, as well as the retarded growth in the initial phases of development for about 5% to 10% compared to control plants. In the later observations, the symptoms of chlorosis disappeared and the plants developed without visible changes.*

Key words: *oak, herbicides, weeds*

1. UVOD

Proizvodnja šumskog sadnog materijala pripada grupi intezivne biljne proizvodnje u kojoj se strogo moraju primenjivati neophodni radovi tokom čitavog proizvodnog procesa. Kako je kvalitetan sadni materijal jedan od osnovnih preduslova uspešnog osnivanja zasada, proizvodnji sadnog materijala u rasadnicima mora se posvetiti posebna pažnja. Pored navodnjavanja, đubrenja i orezivanja grana

¹ Mr Verica Vasić, istraživač saradnik, mr Leopold Poljaković-Pajnik, istraživač saradnik, dr Branislav Kovačević, naučni saradnik, Zoran Galić, naučni saradnik, Istraživačko-razvojni Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

² Mr Nikolay Stoyanov, National Forestry Board, Forest Seed Control Station – Sofia, 5 Iskarsko shose Str., Sofia, Bulgaria

i izbojaka veoma važnu meru nege u procesu proizvodnje sadnog materijala predstavlja suzbijanje korova. Suzbijanje korova u šumskim rasadnicima u našoj zemlji u najvećoj meri obavlja se mehaničkim putem. Međutim, velike površine, nedostatak radne snage, visoka cena ljudskog rada samo su neki od razloga zbog kojih se proizvođači šumskog sadnog materijala sve više odlučuju za primenu herbicida u suzbijanju korova. Sa ekonomske tačke gledišta upotrebom herbicida u proizvodnji šumskog drveća smanjuju se ukupni troškovi proizvodnje. Zekić (1983) navodi da je ručno suzbijanje korova sporo neefikasno i skupo. Iako se kod nas ova mera zadržala kao najčešći način suzbijanja korova na površinama koje se pošumljavaju i u šumskim kulturama sve više se teži da ono bude zamenjeno bržim i efikasnijim načinom suzbijanja. Na ekonomičnost primene herbicida ukazuju i drugi autori (Kišpatić i Böhm, 1962, Frochot i sar., 1979, Anselmi, 1984, Myatt i Vorwerk, 1985, i dr.). Prva istraživanja u našoj zemlji vezana za ispitivanja efikasnosti i selektivnosti herbicida u proizvodnji sadnica hrasta lužnjaka obavljena su u Institutu za topolarstvo (Gojković, 1979). Za proučavanje su korišćeni herbicidi metoksimonuron, terbacil, diuron, metribuzin, simazin, nitrofen i butoron koji su primenjeni posle setve žira a pre nicanja hrasta i korova. Upotrebom herbicida smanjena je zakorovljenost a troškovi obrade smanjeni su za 55 – 80 % u odnosu na kontrolu i standardno obrađivane parcele. S obzirom da se mnogi od ovih herbicida danas ne nalaze u prometu u Srbiji (Mitić, 2004) ili je njihova upotreba zabranjena, cilj rada je bio da se ispita efikasnost nekih od herbicida kao što su pendimetalin, prometrin, dimetenamid i linuron koji se nalaze u prometu u Srbiji.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Ispitivanje efikasnosti i selektivnosti herbicida pendimetalina, prometrina, dimetenamida i linurona u rasadničkoj proizvodnji sadnica hrasta lužnjaka obavljeno je tokom 2004. i 2005. godine na oglednom dobru Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu. Kako bi se proširio spektar dejstva na veći broj korovskih biljaka umesto pojedinačnih primenjene su kombinacije herbicida. U tabeli 1. prikazane su kombinacije herbicida i njihove primenjene količine.

Tabela 1. Ispitivani herbicidi i primenjene količine

Table 1. Investigated herbicides and applied rate

Aktivna materija <i>Active ingredient</i>	Preparat <i>Preparation</i>	Primenjene količine <i>Applied rate</i>
pendimetalin	Stomp 330-E	4 l/ha
+	+	+
prometrin	Prometrin-SC	2 l/ha
dimetanamid	Frontier super	1,4 l/ha
+	+	+
linuron	Liron tečni	2 l/ha

Ogledi su postavljeni po slučajnom blok sistemu u četiri ponavljanja na zemljištu tipa fluvisol peskovita forma. Veličina elementarne parcele iznosila je

20m². Aplikacija herbicida obavljena je posle setve žira a pre nicanja hrasta i korova leđnom CP-3 prskalicom uz utrošak vode 300 l/ha.

U godinama istraživanja, posle aplikacije herbicida obavljeno je navodnjavanje oglednih površina sa količinom vode od 10-15 l/m² kako bi se povećao herbicidni efekat preparata odnosno, ublažio negativan uticaj nedostatka vlage na aktivnost herbicida koja je bila evidentna u vreme postavljanja ogleda. Analiza zakorovljenosti obavljena je u tri navrata 15, 30 i 45 dana posle tretiranja. Na osnovu podataka o broju korova po m² izvršeno je izračunavanje koeficijenta efikasnosti herbicida po formulu Dodel i sar. (Stanković, 1969) a istovremeno biće obavljena i vizuelna ocena fitotoksičnosti po EWRC–skali od 1- 9 (Kojić i Janjić, 1994).

Tabela 2. Osnovne osobine zemljišta tipa fluvisol forma peskovita

Table 2. Fundamental characteristics of fluvisol soil type sandy

Dubina (cm) <i>Depth</i> (cm)	Humus (%) <i>Humus</i> (%)	pH _{H₂O}	Azot (%) <i>Nitrogen</i> (%)	CaCO ₃ (%)	Ukupni pesak <i>Total</i> <i>sand</i>	Ukupna glina <i>Total</i> <i>clay</i>
0 – 30	1,47	8,13	0,096	22,25	64,9	35,1

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Analizom sastava korovske flore na kontrolnim površinama u godinama istraživanja može se konstatovati da su dominantne bile dikotiledone korovske vrste dok su monokotiledone bile zastupljene u manjoj meri. U prvoj godini evidentirano je ukupno 13 a u drugoj godini 14 korovskih biljaka. Najzastupljenije su bile *Sinapis arvensis*, *Sonchus arvensis* i *Echinochloa crus-galli*. Od ostalih korovskih vrsta po svojoj brojnosti izdvajale su se *Symphitum officinale* i *Lamium purpureum*. Ako se posmatra broj korovskih biljaka po jedinici površine može se videti da je na tretiranim površinama zabeležen znatno manji broj biljaka u odnosu na kontrolne površine u godinama istraživanja. Rezultati pokazuju da je i nakon treće ocene u svim varijantama zabeležen znatno manji broj korova po jedinici površine.

U 2004.godini ispitivane kombinacije herbicida ispoljile su veoma dobru efikasnost u redukciji broja korovskih biljaka. Koeficijent efikasnosti kombinacije herbicida pendimetalin + prometrin tokom prve i druge ocene imao je visoku vrednost (92,20% odnosno 91,70%) dok je u vreme treće ocene zabeležena nešto niža vrednost od 87,65%. Nešto niže vrednosti zabeležene su kod kombinacije herbicida dimetanamid + linurone ali je koeficijent efikasnosti iznosio preko 80% (87,95%, 87,05% i 80,85 u sve tri ocene.

Tokom 2005.godine u vreme prve ocene, efikasnost kombinacije herbicida pendimetalin + prometrin iznosila je 91,75% a kombinacije dimetanamid + linuron 87,65%. Efikasnost kombinacije pendimetalin + prometrin je i u vreme druge i treće ocene bila visoka (preko 80%). Kombinacija dimetanamid + linuron ispoljila je

nešto nižu efikasnost (73,77% odnosno 72,98%) usled brojnog prisustva vrste *Symphitum officinale* na koju primenjeni herbicidi ne deluju.

Tabela 3. Prosečan broj korovskih biljaka po m² posle primene herbicida u 2004. godini

Table 3. Average number of weed species per m² after application of herbicides in 2004 year

Vrste korova Weed species	Prosečan broj korova / m ² Average number of weeds / m ²								
	Kontrola Control			Pendimetalin + Prometrin			Dimemetenamid + Linuron		
	I ocena	II ocena	III ocena	I ocena	II ocena	III ocena	I ocena	II ocena	III ocena
<i>Chenopodium album</i> L.	-	1,25	1,50	-	-	-	-	-	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	-	2,00	2,50	-	-	0,25	-	-	-
<i>Convolvulus sepium</i> L.	0,50	0,50	1,00	1,50	2,00	1,75	1,00	1,00	1,25
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beau.	4,50	5,75	6,25	-	-	-	-	-	-
<i>Laniam purpureum</i> L.	3,25	3,00	3,75	-	0,25	-	-	-	-
<i>Senecio vernalis</i> W. et R.	2,25	1,50	2,00	-	-	-	-	-	0,50
<i>Setaria viridis</i> (L.) P.B.	0,50	2,25	3,00	-	-	-	-	-	0,50
<i>Sinapis arvensis</i> L.	12,25	14,75	20,50	-	-	0,50	-	-	0,25
<i>Sonchus arvensis</i> L.	6,75	7,50	8,50	-	0,25	1,00	2,00	3,25	4,00
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	0,75	2,00	2,00	-	-	1,25	-	-	1,50
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	-	0,75	1,25	-	-	-	-	-	-
<i>Symphitum officinale</i> L.	3,50	5,25	5,00	1,25	1,50	2,50	1,25	2,00	3,25
<i>Veronica hederifolia</i> L.	1,00	1,75	1,50	-	-	-	-	-	-
Ukupan broj korova / m² Total number of weeds / m²	35,25	48,25	58,75	2,75	4,00	7,25	4,25	6,25	11,25

Tabela 4. Prosečan broj korovskih biljaka po m² posle primene herbicida u 2005. godiniTable 4. Average number of weed species per m² after application of herbicides in 2005 year

Vrste korova Weed species	Prosečan broj korova / m ² Average number of weeds / m ²								
	Kontrola Control			Pendimetalin + Prometrin			Dimemetenamid + Linuron		
	I ocena	II ocena	III ocena	I ocena	II ocena	III ocena	I ocena	II ocena	III ocena
<i>Avena fatua</i> L.	-	-	0,75	-	-	-	-	-	-
<i>Chenopodium album</i> L.	1,50	2,00	2,25	-	-	1,00	-	-	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	2,00	4,50	4,75	-	-	-	-	-	-
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	-	-	2,00	-	1,50	2,00	0,50	1,25	2,00
<i>Convolvulus sepium</i> L.	1,50	2,25	3,00	1,25	2,00	2,50	1,00	1,50	2,75
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beau.	7,25	8,00	8,50	-	-	1,50	-	-	-
<i>Lamium purpureum</i> L.	2,25	2,00	3,75	1,00	1,00	0,75	-	1,50	1,25
<i>Senecio vernalis</i> W. et R.	2,75	3,75	4,00	0,50	1,00	1,25	0,50	1,25	1,50
<i>Setaria viridis</i> (L.) P.B.	-	1,75	3,00	-	-	-	-	-	-
<i>Sinapis arvensis</i> L.	15,75	17,75	20,25	-	-	-	-	0,25	-
<i>Sonchus arvensis</i> L.	4,75	5,25	6,00	0,25	-	-	1,00	3,75	5,50
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	-	2,75	3,75	-	-	-	-	-	1,25
<i>Symphitum officinale</i> L.	2,25	4,00	6,50	0,50	1,75	2,25	2,00	5,25	5,00
<i>Veronica hederifolia</i> L.	2,50	2,25	2,75	-	-	-	-	-	-
Ukupan broj korova / m² Total number of weeds / m²	42,50	56,25	71,25	3,50	7,25	11,25	5,25	14,75	19,25

Tabela 5. Efikasnost ispitivanih herbicida u 2004. godini
 Table 5. Efficiency of investigated herbicides in 2004 year

Pokazatelj efikasnosti <i>Parameters of efficiency</i>	Kontrola <i>Control</i>			Pendimetalin + Prometrin			Dimemetenamid + Linuron		
	I ocena	II ocena	III ocena	I ocena	II ocena	III ocena	I ocena	II ocena	III ocena
Ukupan broj korova po m ² <i>Total number of weeds per m²</i>	35,25	48,25	58,75	2,75	4,00	7,25	4,25	6,25	11,25
Koeficijent efikasnosti (%) <i>Coefficient of efficiency (%)</i>	-	-	-	92,20	91,70	87,65	87,95	87,05	80,85
Opšta ocena po EWRC (1 – 9) <i>General point by EWRC (1 – 9)</i>	1	1	1	1	1	1	4	4	4

Tabela 6. Efikasnost primenjenih herbicida u 2005. godini
 Table 6. Efficacy of investigated herbicides in 2005 year

Pokazatelj efikasnosti <i>Parameters of efficiency</i>	Kontrola <i>Control</i>			Pendimetalin + Prometrin			Dimemetenamid + Linuron		
	I ocena	II ocena	III ocena	I ocena	II ocena	III ocena	I ocena	II ocena	III ocena
Ukupan broj korova po m ² <i>Total number of weeds per m²</i>	42,50	56,25	71,25	3,50	7,25	11,25	5,25	14,75	19,25
Koeficijent efikasnosti (%) <i>Coefficient of efficiency (%)</i>	-	-	-	91,75	87,10	84,20	87,65	73,77	72,98
Opšta ocena po EWRC (1 – 9) <i>General point by EWRC (1 – 9)</i>	1	1	1	1	1	1	5	5	5

Efikasnost pendimetalina i ostalih herbicida u proizvodnji sadnica hrasta ispitivali su i drugi autori. Willoughby i sar. (2003) su pored pendimetalin ispitivali uticaj diflufenacil, izoksabe, lenacil, metamitron, metazahlor, napropamid, propizamid i simazin na šumske vrsta kao što su *Quercus robur*, *Prunus avium*, *Acer pseudoplatanus*, *Corylus avellana* i dr. Dobijeni rezultati su pokazali da se herbicidi pendimetalin i napropamid mogu koristiti sami ili u kombinaciji sa drugim navedenim herbicidima kod većeg broj šumskih sadnica koje se proizvode iz semena ali u pre-emergence fazi odnosno, posle setve a pre nicanja šumskih vrsta.

Woeste i sar. (2005) su osim pendimetalina ispitivali uticaj azafenidina, simazina i sulfometurona na razvoj hrasta, oraha, američkog jasena i drugih vrsta tokom tri godine. Ispitivani herbicidi nisu imali negativan uticaj na razvoj sadnica a herbicid azafenidin je ispoljio najbolju efikasnost u suzbijanju korova.

Tokom dvogodišnjih istraživanja posebna pažnja posvećena je selektivnom delovanju herbicida na sadnice hrasta lužnjaka. U varijanti dimetanamid + linuron u obe godine istraživanja registrovano je sporije nicanje hrasta kao i zaostajanje biljaka u porastu u početnim fazama razvoja i to za oko 5% odnosno 10% u odnosu na biljke u kontroli. Zabeležene su i promene u boji listova koje su se manifestovale u vidu bledezelene boje, dok su u kontroli bile izrazito zelene. Pomenuti simptomi su posledica depresivnog delovanja herbicida linuron koji je na zemljištu lakšeg mehaničkog sastava (fluvisol peskovita forma) sa malim sadržajem humusa ispoljio opisane simptome na poniku hrasta. Na ovakav zaključak nas navode i podaci koji su dobijeni u ranijim istraživanjima. Prilikom ispitivanja efikasnosti herbicida na području šumskog gazdinstva Sremska Mitrovica herbicid linuron je na zemljištu lakšeg mehaničkog sastava prouzrokovao depresivnog dejstva na poniku hrasta. Da se herbicid linuron može koristiti u proizvodnji hrasta navodi i Zekić (1983) ali da na peskovitim i jako vlažnim zemljištima može biti toksičan.

Peskovita zemljišta sadrže malo glinovitih i koloidnih čestica i zato imaju izraženu malu adsorptivnu sposobnost za molekule herbicida (Janjić, 1977). U kasnijim opažanjima u varijanti dimetanamid + linuron simptomi hloroze su nestali a biljke su se razvijale bez vidljivih promena. Dobijeni rezultati ukazuju na to da edafski faktor pored uticaja na sastav i građu korovske vegetacije ima bitan uticaj i na ispoljavanje efikasnosti herbicida.

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu iznetih rezultata može se zaključiti da se herbicidi prometrin, pendimetalin i dimetanamid sa uspehom mogu primenjivati u rasadničkoj proizvodnji sadnica hrasta a da pri tome ne izazivaju depresivne pojave na sadnice hrasta. Primenu herbicida linuron na zemljištu lakšeg mehaničkog sastava treba izbegavati jer može ispoljiti depresivno dejstvo na razvoj sadnice hrasta. Kombinacije ispitivanih herbicida bile su efikasne za najveći broj prisutnih jednogodišnjih korovskih vrsta dok je efikasnost na višegodišnje korove bila slaba ili je izostala. Primenom herbicida zakorovljenost je u značajnoj meri smanjena, naročito u početnim fazama razvoja hrasta kada je negativan uticaj korova na hrast i najveći. Primenom herbicida broj mehaničkih obrada zemljišta u rasadnicima se bitno smanjuje a mogućnost mehaničkog oštećenja sadnica na taj način je u potpunosti izbegnuta.

LITERATURA

- Anselmi, N. (1984): Prove di diserbo in pioppeto specializzato. Atti giornate fitopatologiche, pp.169-178, Bologna
- Frochot, H., Delabraze, P., Wehrlem, L. (1979): Desherbage d'un peuplier "forestier", *Populus trichocarpa* "Fritzi-Pauley" 10eme Conference du Columa: Journees d'etudes sur le desherbage, Paris Unesco 12-13 decembre, Tome 2, pp. 805-812
- Gojković, G. (1979): Proučavanje hemijskog suzbijanja korova u rasadniku hrasta lužnjaka, *Quercus robur* L., I Jugoslovenso savetovanje o suzbijanju korova u šumarstvu, 45 – 56, Sarajevo
- Janjić, V. (1977): Herbicidi, Institut za primenu nuklearne energije u poljoprivredi, veterinarstvu i šumarstvu, Monografija, pp.103
- Kojić, M., Janjić V. (1994): Osnovi herbologije, Institut za istraživanja u poljoprivredi, Beograd
- Kišpatić, J., Böhm, A. (1962): Primjena herbicida u šumarstvu, Poljoprivredno šumarska komora NR Hrvatske, Sekcija za šumarstvo, Zagreb, pp. 5
- Mitić, N. (2004): Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu u Srbiji i Crnoj Gori, Petanaesto, izmenjeno i dopunjeno izdanje, Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd
- Myatt, A., Vorwerk, M. (1985): Administrative, economic and technical observations in developing and maintaining an effective weed control program, Intermountain nurseryman's association meeting, Fort Collins, Colorado, Proceedings: 7-9
- Stanković, A. (1969): Metode ispitivanja herbicida. Agrohemija, 5-6, 197-203
- Willoughby, I., Clay, D., Dixon, F. (2003): The effect of pre-emergent herbicides on germination and early growth of broadleaved species used for direct seeding, *Forestry* 76 (1), 83 – 94, Oxford Journals
- Woeste, E. K., Seifert, R. J., Selig, F. M. (2005): Evaluation of four herbicides and tillage for weed control on third year growth of tree seedlings, Vol. 53, (3), pp. 331 - 336
- Zekić, N. (1983): Korovi u šumarstvu i njihovo suzbijanje, Sarajevo, pp.140, 149

Summary

**POSSIBILITIES OF WEED CONTROL BY HERBICIDES IN NURSERY PRODUCTION
OF PEDUNCULATE OAK SEEDLINGS**

by

*Verica Vasić¹, Nikolay Stojanov², Leopold Poljaković Pajnik¹, Branislav Kovačević¹, Zoran
Galić¹*

This paper presents two-year results of weed control by the herbicides pendimetalin, prometrin, dimetenamide and linuron in nursery production of oak seedlings. Sample plots were established in the experimental field of the Institute of Lowland Forestry and Environment on sandy fluvisol soil type. To extend the impact spectre on a greater number of weeds, herbicide combinations were applied instead of individual herbicides. The results showed that the herbicides prometrin, pendimetalin and dimetanamide can be successfully applied in nursery production of oak seedlings, and that they do not cause depressive phenomena on oak seedlings. The application of the herbicide linuron on the soil of lighter mechanical composition should be avoided, because it can have a depressive effect on the development of oak seedlings. The combinations of the study herbicides were efficacious on the greatest number of present annual weed species, while the efficacy on perennial weeds was poor or absent. By herbicide application, weed presence was significantly reduced, especially in the initial phases of oak development, when the adverse effect of weeds on oak is the highest.



UDK: 582.681.81:631.535

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

**PROIZVODNJA SADNICA EUROAMERIČKIH TOPOLA
(*Populus × euramericana* (Dode) Guinier) TIPA 1/1 ZAVISNO
OD ROKOVA IZRADE I SADNJE REZNICA**

Andrašev Siniša¹, Kovačević Branislav¹, Rončević Savo¹, Pekeč Saša¹, Tadin Zoran²

Izvod: Rad ukazuje na značaj primene različitih tehnoloških postupaka definisanih rokovima izrade i sadnje reznica pri proizvodnji sadnica tipa 1/1 dva klona euroameričke crne topole (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier): I-214 i Pannonia. Rezultati istraživanja su ukazali da na zemljištu tipa fluvisol, peskovite forme kasni rokovi sadnje reznica (kraj aprila) imaju značajno manje preživljavanje ožiljenica oba istraživana klona uz nepovoljnu visinsku strukturu ožiljenica, odnosno nedovoljan broj sadnica po hektaru. Klon Pannonia ima veću adaptabilnost, odnosno više primenjenih tehnoloških postupaka definisanih rokovima izrade i sadnje reznica daje zadovoljavajuće preživljavanje ožiljenica u odnosu na klon I-214. Isto tako, veće ostvarene visine ožiljenica klona Pannonia uslovljavaju kvalitetniju strukturu sadnog materijala. Razlike u reakciji istraživana dva klona topole na primenjene tehnološke postupke definisane rokovima izrade i sadnje reznica ukazuju na mogućnost prilagođavanja rasadničke proizvodnje specifičnostima gajenih klonova.

Ključne reči: topola, tehnološki postupci, preživljavanje ožiljenica, visinska struktura, sadnica.

**PRODUCTION OF EURAMERICAN POPLAR (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier)
PLANTS TYPE 1/1 DEPENDING ON THE TERMS OF TAKING AND PLANTING THE
CUTTINGS**

Abstract: This paper points out the significance of different technological procedures defined by the terms of taking and planting the cuttings in the production of 1/1 plants of two clones of Euramerican poplar (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier): I-214 and Pannonia. The study results indicate that, on soil type sandy fluvisol, the late terms of planting (end of April) have significantly lower survival of rooted cuttings of both study clones, together with unfavourable height structure of rooted cuttings, i.e. insufficient number of plants per hectare. The clone Pannonia has a higher adaptability, i.e. a greater number of the applied technological procedures, defined by the terms of taking and planting the cuttings, results in the satisfactory survival of rooted cuttings, compared to clone I-214. Also, the quality structure of the clone Pannonia planting material is better, thanks to the greater heights of rooted cuttings. The differences of reactions of the two poplar clones on the applied

¹ Mr Siniša Andrašev, istraživač saradnik, dr Kovačević Branislav, naučni saradnik, dr Savo Rončević, naučni saradnik, Mr Saša Pekeč, istraživač saradnik, Istraživačko-razvojni institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

² Zoran Tadin, dipl. inž. šumarstva, JP »Vojvodinašume«, ŠG »Banat« Pančevo, ŠU Zrenjanin.

technological procedures, defined by the terms of taking and planting the cuttings, point to the potential adaptation of nursery production to the specificities of the cultivated clones.

Key words: *poplar, technological procedures, survival of rooted cuttings, height structure, 1/1 plants*

1. UVOD

Rasadnička proizvodnja crnih topola odvija se na zemljištima aluvijalnog porekla na kojima se prirodno javljaju zajednice crnih i belih topola i bele vrbe (*Salici-Populetum*, Herpka, 1979). U uslovima navedenih staništa mnogobrojni faktori uslovljavaju uspešnost rasadničke proizvodnje: tip zemljišta, odnosno posebno svojstva fiziološki aktivnog profila (50-70 cm dubine), obezbeđenost hranivima i vodom, izbor klona topole, izbor razmaka sadnje, primena mera nege (okopavanje, prašenje), zaštita sadnica od biotskih i abiotskih faktora (Herpka i Marković, 1974, Marković, 1974, 1991, Marković i Rončević, 1986, 1995, Živanov, 1974, Živanov et al., 1985, Ivanišević, 1991, 1993, Rončević et al., 2002, Andrašev et al., 2002, 2003).

Poznavanjem i kontrolom navedenih faktora, uz prethodno određeni cilj proizvodnje sadnog materijala u smislu željenih dimenzija sadnica, kao i njihove strukture, odnosno ostvarenog prinosa po hektaru, u mogućnosti smo da u velikoj meri kontroliramo tehnološki proces proizvodnje sadnica.

Jedan od problema rasadničke proizvodnje crnih topola je i ožiljavanje reznica i preživljavanje ožiljenica na kraju proizvodnog ciklusa. Uspešna kontrola procesa ožiljavanja reznica je ključna za optimalnu proizvodnju sadnica topola (Žufa, 1963, Guzina, 1987, Guzina et al., 1997; Kovačević, 2003; Kovačević et al., 2002).

Novija istraživanja ukazuju da je tehnološkim postupcima definisanih rokovima izrade i sadnje reznica u prolećnom periodu moguće uspešno uticati na proces ožiljavanja reznica (Andrašev et al., 2006; Kovačević et al., 2006, 2007).

Ovaj rad ima za zadatak da ukaže na tehnološke aspekte ostvarene proizvodnje sadnica tipa 1/1 dva klona crnih topola (I-214, Pannonia) u zavisnosti od nekih tehnoloških postupaka rokova izrade i sadnje reznica.

2. MATERIJAL I METOD

Istraživanja su obavljena sa dva klona euroameričke crne topole (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier): I-214 (odomaćen klon) i Pannonia* (registrovan 1998. godine). Ogledi su osnovani reznicama dužine 20 ± 2 cm u rasadniku "Ljutovo" blizu Novog Bečeja na zemljištu tipa fluvisol, peskovite forme (po Škorić i sar, 1985). Razmak sadnje je $0,70 \times 0,40$ m ili $0,28$ m² po ožiljenici. U skladu sa istraživanjima Marković i Rončević (1986, 1995) i Andrašev et al., (2002) primenjen razmak sadnje može se smatrati optimalnim razmakom za proizvodnju sadnica tipa 1/1.

* U literaturi se često sreće naziv M-1.

Osnovne fizičko-hemijske osobine zemljišta do 70 cm dubine, u kome se odvija proces ožiljavanja reznica i razvoj korenovog sistema ožiljenica, date su u tabeli 1.

Primenjeno je osam tehnoloških postupaka definisanih rokovima izrade i sadnje reznica (Tabela 2). Izrađene reznice su čuvane u trapu (T) na temperaturi od 4-12 °C do vremena sadnje, dok je kod dva tehnološka postupka sadnja obavljena neposredno posle izrade (S22 i S33).

Tabela 1. Fizičko-hemijske osobine zemljišta do 70 cm dubine na istraživanom lokalitetu

Table 1. Physical and chemical soil properties on examined site for layer from 0-70 cm

Lokalitet Site	CaCO ₃ pH	Humus pH	N	P ₂ O ₅ [mg/100g]	K ₂ O [mg/100g]	Granulometrijski sastav Granulometric composition			Pesak Sand	Glina Clay	Teksturna klasa Texture class		
						>0,2 [mm]	0,2- 0,02 [mm]	0,02- 0,002 [mm]	<0,002 [mm]	>0,02 [mm]		<0,02 [mm]	
Ljutovo	2,9	8,1	1,02	0,058	16,6	7,6	0,6	79,8	9,6	10,0	80,4	19,6	ilovasti pesak loamy sand

Tabela 2. Rokovi izrade i sadnje reznica

Table 2. Dates of cutting preparation and planting

Rokovi izrade reznica Dates of cutting preparation	Rokovi sadnje reznica* Terms of cutting planting		
	2. (kraj marta) 2 nd (the end of Mar.)	3. (početak aprila) 3 rd (the beginning of Apr.)	4. (kraj aprila) 4 th (the end of April)
1. (kraj februara) 1 st (the end of Feb.)	T12	T13	T14
2. (kraj marta) 2 nd (the end of Mar.)	S22	T23	T24
3. (početak aprila) 3 rd (the beginning of Apr.)	-	S33	T34

Ogledi su postavljeni u proleće 2005. godine po principu slučajnog rasporeda sa 4 ponavljanja i po 50 reznica u svakom ponavljanju. U toku vegetacije u rasadniku su obavljene uobičajene mere nege i zaštite: okopavanje i prašenje, zalivanje rasadnika (u junu i julu mesecu), preventivno tretiranje fungicidima, orezivanje grana i izbojaka.

Sakupljanje podataka izvršeno je na kraju vegetacije (oktobar). Poređenje srednjih vrednosti primenjenih faktora (klon, tehnološki postupak definisan rokovima izrade i sadnje reznica) izvršeno je testom dvofaktorijalne analize varijanse, uz prethodnu transformaciju procenata preživljavanja po formuli: $z = \arcsin(\%prež.)^{1/2}$. Primenjen je fiksni model testa dvofaktorijalne analize varijanse:

* Rokovi sadnje reznica u tekstu će biti označeni kao rani (sadnja krajem marta), srednji (sadnja početkom arila) i kasni (sadnja krajem aprila).

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

gde su: μ – opšta sredina, α_i – efekat klona, β_j – efekat primenjenog tehnološkog postupka, $(\alpha\beta)_{ij}$ – efekat interakcije, $\varepsilon_m(ij)$ – slučajni efekat (Hadživuković, 1973).

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

Za definisanje visinske strukture korišćeni su numerički parametri: aritmetička sredina, standardna devijacija, koeficijent varijacije, minimalna i maksimalna visina, koefijenti asimetrije i spljoštenosti (Stamenković i Vučković, 1988). Poređenje visinskih struktura je izvršeno neparametarskim testom Kolmogorov-Smirnova (Nenadović, 1988). Obrada podataka istraživanja obavljena je programskim paketom EXCEL.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

3.1. Preživljavanje ožiljenica

Istraživani klonovi euroameričke crne topole (I-214 i Pannonia) međusobno se značajno razlikuju u preživljavanju ožiljenica na kraju proizvodnog ciklusa (oktobar) na nivou rizika od 0.05 (tabela 3).

Tabela 3. Dvofaktorijalna analiza varijanse i učešće očekivanih varijansi za preživljavanje ožiljenica na kraju vegetacionog perioda (oktobar)

Table 3. Two-way ANOVA and contribution of expected variances for rooted cutting survival at the end of growing period (october)

Faktor varijabiliteta (Factor of variability)	Test analize varijanse ANOVA test					Očekivane varijanse Expected variances	
	Suma kvadrata Sum of squares	Stepen slobode Degree of freedom	Sredina kvadrata Mean square	F	p	Varijansa Variance	[%]
Klon <i>Clone</i>	0,10494	1	0,105	4,424*	0,0407	$\sigma_\alpha^2 = 0,0102$	6,5
Tehnološki postupak <i>Technological procedures</i>	6,46522	7	0,924	38,94***	0	$\sigma_\beta^2 = 0,1125$	71,8
Interakcija Klon × Tehnološki postupak <i>Interaction Clone × Technological procedure</i>	0,45188	7	0,065	2,721*	0,01843	$\sigma_{\alpha\beta}^2 = 0,0102$	6,5
Pogreška <i>Error</i>	1,13859	48	0,024			$\sigma_{err}^2 = 0,0237$	15,2
<i>Ukupno Total</i>	8,16063	63				$\sigma_T^2 = 0,1566$	100,0

Primenjeni tehnološki postupci definisani rokovima izrade i sadnje reznica imaju značajan uticaj na preživljavanje ožiljenica oba istraživana klona. Udeo

očekivane varijanse klona iznosi svega 6,5% u odnosu na udeo očekivane varijanse primenjenih tehnoloških postupaka koja iznosi 71,8% što ukazuje na mogućnost izbora optimalnih postupaka u cilju maksimalnog preživljavanja ožiljenica.

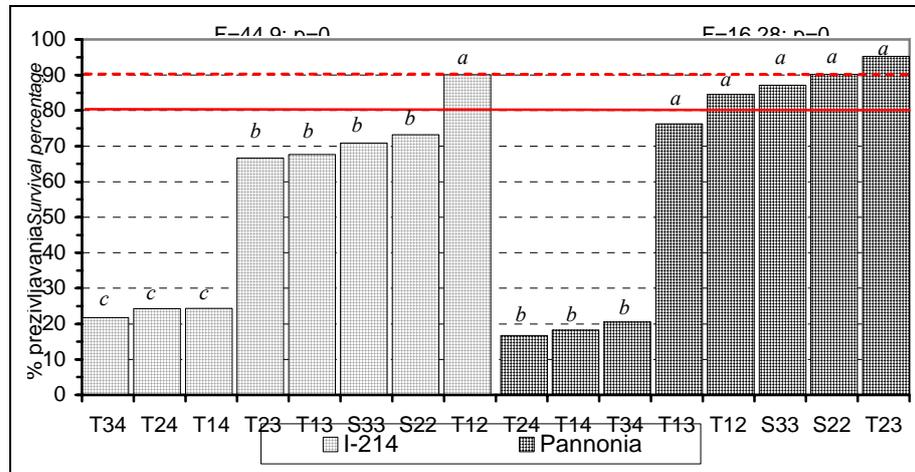
Klon I-214 je ostvario manje preživljavanje u odnosu na klon Pannonia, u proseku svih tehnoloških postupaka definisanih rokovima izrade i sadnje reznica od 6% (podaci nisu prikazani). Kod oba klona sadnja reznica krajem aprila, odnosno kasna sadnja (T14, T24, T34) daje su najmanji procenat preživljavanja (17-24%) i značajno se razlikuje od ostala dva primenjena roka sadnje. Kod klona I-214 najbolje preživljavanje ožiljenica ostvareno je izradom reznica krajem februara i sadnjom krajem marta (T12). To ukazuje na povoljan doprinos skladištenja u trapu na preživljavanje reznica što je u skladu sa rezultatima Kovačević et al., (2006) (grafikon 1).

Kod klona Pannonia nije utvrđena značajna razlika u preživljavanju pri primeni različitih rokova izrade i sadnje reznica krajem marta i početkom aprila (T12, S22, T13, T23, S33).

Značajnost interakcije klon × tehnološki postupak pokazuje da su istraživani klonovi euroameričke crne topole ostvarili različitu reakciju na primenjene tehnološke postupke definisane rokovima izrade i sadnje reznica. Kraće čuvanje u trapu daje najbolje preživljavanje, pri čemu je kod klona I-214 najbolja sadnja reznica dobijena u ranom roku (T12), dok je kod klona Pannonia najbolja sadnja reznica u srednjem roku (T23), što je u skladu sa rezultatima Kovačević et al., (2007). U srednjem roku (T23) klon I-214 ima za 23,5% manje preživljavanje u odnosu na rani rok (T12), dok klon Pannonia ima manje preživljavanje od 10,7% u ranom roku (T12) u odnosu na srednji rok (T23).

Grafikon 1. Procenat preživljavanja ožiljenica u oktobru po klonovima i tehnološkim postupcima definisanim rokovima izrade i sadnje reznica

Graph 1. Survival percentage for rooted cuttings in october by clones and technological procedures defined by dates of cutting preparation and planting





Slika 1. Različito preživljavanje i rast ožiljenica pri primeni srednje (levo) i kasne (desno) sadnje reznica

Figure 1. Differences in survival and growth of rooted cuttings after middle (left) and late (right) cutting planting

Ako se usvoji kriterijum da se za uspešno preživljavanje smatra ono sa više od 80% preživelih ožiljenica može se zaključiti da klon Pannonia ima veću adaptibilnost, odnosno više primenjenih rokova izrade i sadnje reznica (T23, S22, S33, T12) daje zadovoljavajući procenat preživljavanja u odnosu na klon I-214 (T12).

3.2. Srednje visine ožiljenica

Test dvofaktorijalne analize varijanse pokazuje da su oba istraživana faktora (klon, tehnološki postupak) imali značajan uticaj na postignute srednje visine ožiljenica na kraju vegetacionog perioda, dok interakcija nije značajna (tabela 4). Učešće očekivane varijanse klona veće je 5 puta u odnosu na očekivanu varijansu tehnološkog postupka definisanog rokovima izrade i sadnje reznica što ukazuje da su ostvarene srednje visine ožiljenica pod značajnom genetskom kontrolom.

Kod oba istraživana klona tehnološki postupci sa dužim čuvanjem u trapu i sadnjom reznica krajem aprila (T14, T24) ostvarili su značajno manje srednje visine ožiljenica (grafikon 2). Ostali tehnološki postupci ostvarili su bliske srednje visine ožiljenica, kako kod klona I-214, tako i kod klona Pannonia.

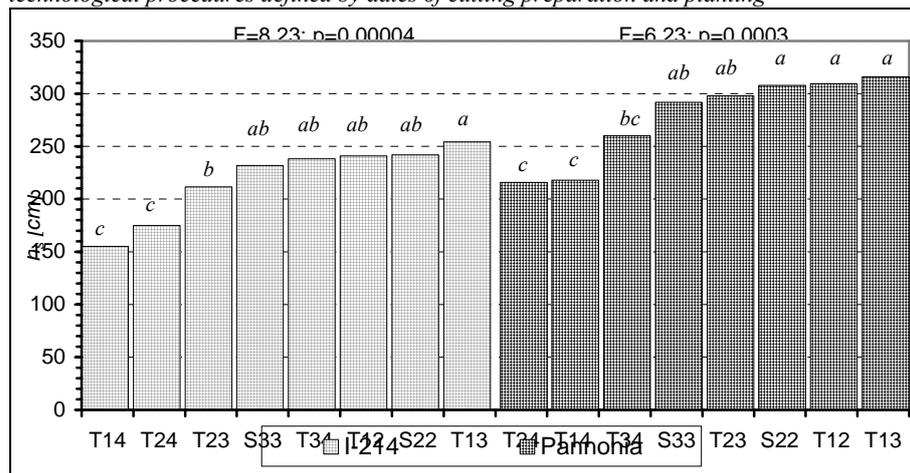
Tabela 4. Dvofaktorijska analiza varijanse i učešće očekivanih varijansi za srednje visine ožiljenica

Table 4. Two-way ANOVA and contribution of expected variances for average height of rooted cuttings

Faktor varijabiliteta (Factor of variability)	Test analize varijanse ANOVA test					Očekivane varijanse Expected variances	
	Suma kvadrata Sum of squares	Stepen slobode Degree of freedom	Sredina kvadrata Mean square	F	p	Varijansa Variance	[%]
Klon Clone	54938	1	54938	65,03***	0	$\sigma^2_\alpha = 6761,6$	76,2
Tehnološki postupak Technological procedures	77009	7	11001	13,02***	0	$\sigma^2_\beta = 1269,5$	14,3
Interakcija Klon × Tehnološki postupak Interaction Clone × Technological procedure	5250	7	750	0,888 ^{ns}	0,52344	$\sigma^2_{\alpha\beta} = 0$	0,0
Pogreška Error	40550	48	845			$\sigma^2_{err} = 845$	9,5
Ukupno Total	177747	63				$\sigma^2_T = 8876,1$	100,0

Grafikon 2. Srednje visine ožiljenica na kraju proizvodnog ciklusa po klonovima i tehnološkim postupcima definisanim rokovima izrade i sadnje reznica

Graph 2. Average values for rooted cuttings height at the end of rotation by clones and technological procedures defined by dates of cutting preparation and planting



Klon Pannonia ostvario je veće srednje visine u odnosu na klon I-214 u proseku svih primenjenih tehnoloških postupaka definisanih rokovima izrade i sadnje reznica od 58,6 cm (podaci nisu prikazani). Ova činjenica ukazuje na različitu visinsku strukturu proizvedenih sadnica istraživana dva klona crnih topola.

3.3. Visinska struktura ožiljenica

Numerički parametri visinske strukture ožiljenica prikazani su u tabeli 5. Istraživani klonovi imaju različitu varijabilnost visina ožiljenica u zavisnosti od primenjenih tehnoloških postupaka definisanih rokovima izrade i sadnje reznica. Koeficijent varijacije iznosi od 18,4% do 34,5% kod klona I-214 i od 18,6% do 37% kod klona Pannonia. Kod oba istraživana klona duže čuvanje u trapu i sadnja krajem aprila (T14, T24) ostvaruje veće koeficijente varijacije visina ožiljenica.

Tabela 5. Numerički parametri strukture visina ožiljenica po klonovima i tehnološkim postupcima definisanim rokovima izrade i sadnje reznica

Table 5. Numeric parameters of rooted cuttings height structure by clones and technological procedures defined by dates of cutting preparation and planting

Element ocene <i>Element of assessment</i>	Klon Clone: I-214								Klon Clone: Pannonia							
	Tehnološki postupci definisani rokovima izrade i sadnje reznica <i>Technological procedures defined by dates of cutting preparation and planting</i>															
	T12	S22	T13	T23	S33	T14	T24	T34	T12	S22	T13	T23	S33	T14	T24	T34
h_s [cm]	242,1	243,9	253,9	213,3	232,7	153,8	171,0	238,0	309,5	309,5	313,6	298,0	292,6	202,4	207,7	274,6
s_d [cm]	61,7	64,7	68,7	66,2	66,3	49,3	58,9	43,7	62,5	58,2	58,1	61,4	61,6	74,8	61,2	68,7
c_v [%]	25,5	26,5	27,1	31,1	28,5	32,1	34,5	18,4	20,2	18,8	18,6	20,6	21,1	37,0	29,5	25,0
h_{min} [cm]	30,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	90,0	60,0	90,0	70,0	28,0	100,0	27,0	110,0	140,0	
h_{max} [cm]	350,0	350,0	370,0	340,0	360,0	300,0	360,0	310,0	400,0	410,0	420,0	400,0	400,0	330,0	330,0	370,0
v_s [cm]	320,0	280,0	300,0	270,0	290,0	230,0	290,0	220,0	340,0	320,0	350,0	372,0	300,0	303,0	220,0	230,0
α_3	-0,79	-0,50	-0,66	-0,24	-0,55	0,42	0,53	-1,38	-1,46	-1,54	-1,06	-1,12	-0,78	-0,06	0,18	-0,49
α_4	3,54	32,60	2,62	12,30	52,57	3,05	43,91	45,82	6,00	6,29	5,57	5,10	3,01	72,43	3,12	2,03

Visinska struktura ima izraženu levu asimetriju kod svih primenjenih tehnoloških postupaka osim tehnoloških postupaka dužeg čuvanja u trapu i kasne sadnje reznica (T14, T24). Asimetrija je izraženija kod klona Pannonia u odnosu na klon I-214.

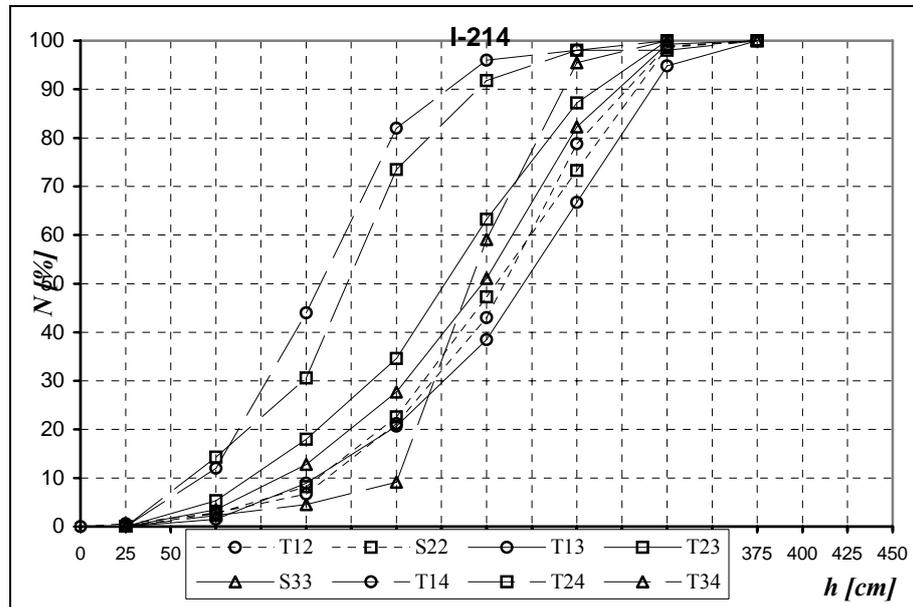
Spljoštenost visinske strukture varira u zavisnosti od primenjenih tehnoloških postupaka kod oba klona. Veličine koeficijenta spljoštenosti ne ukazuju na jasnu zavisnost od primenjenih tehnoloških postupaka.

Kumulativne krive visinske strukture ožiljenica klonova I-214 i Pannonia u zavisnosti od primenjenih tehnoloških postupaka definisanih rokovima izrade i sadnje reznica prikazane su na grafikonima 3 i 4. Kod oba klona jasno se uočava zaostajanje kumulativnih krivih visinske strukture tehnoloških postupaka dužeg čuvanja u trapu i kasne sadnje reznica (T14 i T24).

Izvršeno poređenje visinskih struktura, testom Kolmogorov-Smirnova, pokazalo je da je zaostajanje visinskih struktura pri primeni tehnoloških postupaka dužeg čuvanja u trapu i kasne sadnje (T14 i T24) signifikantno kod klona I-214 na nivou rizika 0.01, a kod klona Pannonia na nivou rizika 0.001 (tabela 6).

Grafikon 3. Kumulativna kriva visinske strukture ožiljenica klona I-214 po tehnološkim postupcima definisanim rokovima izrade i sadnje reznica

Grafikon 3. Cumulative curve of height structure for clone I-214 by technological precedures defined by dates of cutting preparation and planting

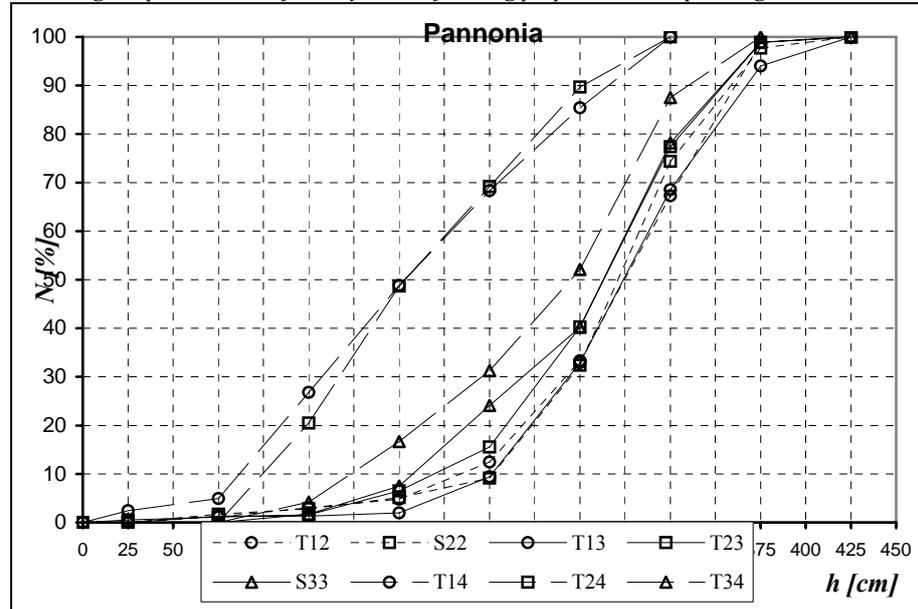


Ostali tehnološki postupci definisani rokovima izrade i sadnje reznica kod oba klona pokazuju međusobno grupisanje (grafikoni 3 i 4). Međutim, testom Kolmogorov-Smirnova kod klona I-214 utvrđeno je značajno zaostajanje visinske strukture tehnološkog postupka izrade reznica krajem marta i sadnje početkom aprila (T23) za tehnološkim postupcima izrade reznica krajem februara i sadnjom krajem marta (T12) i početkom aprila (T13). Uzimajući u obzir i preživljavanje, ovi podaci ukazuju da ranija sadnja (T12) i duže čuvanje u trapu pre sadnje početkom aprila (T13) u odnosu na kasniju izradu reznica i sadnju početkom aprila (T23) ostvaruje povoljniju visinsku strukturu ožiljenica. Ovu činjenicu treba koristiti u cilju optimizacije rasadničke proizvodnje jednogodišnjih sadnica klona I-214.

Značajno zaostajanje visinske strukture tehnoloških postupaka kasne sadnje i dužeg čuvanja u trapu (T14, T24) za postupkom kasne sadnje a kraćeg čuvanja u trapu (T34) kod oba klona ima praktični značaj. Mada kasna sadnja (krajem aprila) daje slabije preživljavanje na zemljištu tipa fluvisol, peskovite forme u odnosu na raniju sadnju, u slučaju kada je proizvođač prinuđen na kasnu sadnju povoljnija visinska struktura ožiljenica se dobija pri kraćem čuvanju u trapu.

Grafikon 4. Kumulativna kriva visinske strukture ožiljenica klona Pannonia po tehnološkim postupcima definisanim rokovima izrade i sadnje reznica

Graph 4. Cumulative curve of height structure for rooted cuttings of clone Pannonia by technological procedures defined by dates of cutting preparation and planting



3.4. Visinska struktura ožiljenica po hektaru

Broj ožiljenica po hektaru na kraju vegetacionog perioda direktna je posledica preživljavanja. Kod tehnoloških postupaka kasne sadnje (T14, T24, T34) kod oba istraživana klona topola ostvarila su najmanje, od 7.000-9.000 ožiljenica po hektaru (tabela 7).

Kod klona I-214 pri primeni tehnoloških postupaka rane izrade i sadnje reznica (T12) ostvareno je najviše od blizu 32.000 ožiljenica po hektaru što je značajno više u odnosu na ostale primenjene postupke (tabela 9). Kod klona Pannonia pri primeni tehnoloških postupaka rane izrade i sadnje u ranom i srednjem roku (T12, T13, T23), kao i postupaka bez čuvanja u trapu (S22, S33), broj ožiljenica iznosi od 26.500-33.200 po hektaru i međusobno se značajno ne razlikuje na nivou rizika od 0.05 (tabela 9).

Tabela 6. Izračinate vrednosti $|D|$ statistike po testu Kolomogorov-Smirnova poređenja struktura sadnica po visinskim kategorijama, klonovima i tehnološkim postupcima definisanim rokovima izrade i sadnje reznica

Table 6. Calculated values of $|D|$ statistics by Kolomogorov-Smirnov test of plant structure comparison by height categories, clones and technological procedures defined by terms of cutting preparation and planting

Klon I-214				Klon Pannonia			
redni broj	Poređenje tretmana		$ D $	redni broj	Poređenje tretmana		$ D $
	Tretman 1	Tretman 2			Tretman 1	Tretman 2	
1	T12	S22	0,05483 ^{ns}	1	T12	S22	0,071699 ^{ns}
2		T13	0,12104 ^{ns}	2		T13	0,0485 ^{ns}
3		T23	0,201411 ^{***}	3		T23	0,101575 ^{ns}
4		S33	0,080471 ^{ns}	4		S33	0,116379 ^{ns}
5		T14	0,607709 ^{***}	5		T14	0,557927 ^{***}
6		T24	0,522403 ^{***}	6		T24	0,567308 ^{***}
7		T34	0,166836 ^{ns}	7		T34	0,202381 ^{ns}
8	S22	T13	0,08742 ^{ns}	8	S22	T13	0,05975 ^{ns}
9		T23	0,158976 ^{ns}	9		T23	0,079362 ^{ns}
10		S33	0,089818 ^{ns}	10		S33	0,15047 [*]
11		T14	0,593973 ^{***}	11		T14	0,592018 ^{***}
12		T24	0,508666 ^{***}	12		T24	0,601399 ^{***}
13	T34	0,221669 ^{ns}	13	T34	0,221591 [*]		
14	T13	T23	0,246394 ^{***}	14	T13	T23	0,08963 ^{ns}
15		S33	0,156028 ^{ns}	15		S33	0,14742 ^{ns}
16		T14	0,612593 ^{***}	16		T14	0,588967 ^{***}
17		T24	0,533182 ^{***}	17		T24	0,598348 ^{***}
18	T34	0,287879 ^{**}	18	T34	0,21854 ^{ns}		
19	T23	S33	0,12094 ^{ns}	19	T23	S33	0,085465 ^{ns}
20		T14	0,474135 ^{***}	20		T14	0,527013 ^{***}
21		T24	0,388829 ^{***}	21		T24	0,536394 ^{***}
22	T34	0,25496 [*]	22	T34	0,156586 ^{ns}		
23	S33	T14	0,543404 ^{***}	23	S33	T14	0,45136 ^{***}
24		T24	0,458098 ^{***}	24		T24	0,495137 ^{***}
25	T34	0,18569 ^{ns}	25	T34	0,118534 ^{ns}		
26	T14	T24	0,13388 ^{ns}	26	T14	T24	0,06316 ^{ns}
27		T34	0,72909 ^{***}	27		T34	0,37043 ^{**}
28	T24	T34	0,64379 ^{***}	28	T24	T34	0,37981 ^{**}

Kod oba klona tehnološki postupci kasne sadnje i dužeg čuvanja u trapu (T14, T24) imaju najveći broj ožiljenica po hektaru u visinskoj kategoriji od 151 cm do 200 cm (tabela 7). Pri primeni ostalih tehnoloških postupaka definisanih rokovima izrade i sadnje reznica, kod klona Pannonia, najveći broj ožiljenica po hektaru nalazi se u visinskoj kategoriji od 301 cm do 350 cm. Pri tome njihov broj po hektaru u direktnoj je srazmeri sa preživljavanjem ožiljenica (tabela 7). Međutim, kod klona I-214 ostvarene su, u proseku, manje visine što uslovljava da se najveći broj ožiljenica nalazi u visinskoj kategoriji od 251 cm do 300 cm kod tehnoloških postupaka sadnje reznica u ranom (T12, S22) i srednjem roku (T13, T23, S33). Kod

klona I-214 u visinskoj kategoriji od 301 cm do 350 cm tehnološki postupci T12, S22, T13, u odnosu na ostale, imaju najveći broj ožiljenica po hektaru.

Tabela 7. Struktura broja ožiljenica po hektaru po visinskim kategorijama, klonovima i tehnološkim postupcima definisanim rokovima izrade i sadnje reznica

Table 7. Structure of rooted cuttings number per hectar by height categories, clones and technological procedures

Visina Height	Klon Clone: I-214								Klon Clone: Pannonia							
	Tehnološki postupci Technological procedures															
	T12	S22	T13	T23	S33	T14	T24	T34	T12	S22	T13	T23	S33	T14	T24	T34
[cm]	Broj ožiljenica po hektaru Number of rooted cuttings per hectar															
25	179											179		179		
75	714	714	357	1250	893	1071	1250	179	357	536	357	179		179		
125	1250	1429	1786	3036	2321	2857	1429	179	536	357		179	536	1607	1429	357
175	4643	3750	2857	3929	3750	3393	3750	357	536	714	179	1607	1786	1607	1964	1071
225	6964	6429	4286	6786	5893	1250	1607	3929	2321	1250	1964	3036	5179	1429	1429	1250
275	11429	6786	6786	5714	7857	179	536	2857	6250	7321	6250	8214	5000	1250	1429	1786
325	6429	6607	6786	3036	4286	179		357	10179	13214	9464	12321	11786	1071	714	3036
375	357	357	1250		179		179		9464	7321	6786	7143	6429			1071
425									357	714	1607	357	357			
Ukupno Total	31964	26071	24107	23750	25179	8929	8750	7857	30000	31429	26607	33214	31071	7321	6964	8571

3.5. Broj sadnica po hektaru

U literaturi se nalazi više kriterijuma za kvalitet sadnog materijala. Većina autora navodi visinu ožiljenice kao kriterijum za klasiranje sadnog materijala (Marković, 1974, Marković i Rončević, 1986, 1995, Ivanišević, 1991, Andrašev et al., 2002). Manje sadnice podložne su većoj opasnosti od korovske vegetacije, divljači, prolećnih poplava, te manjoj sigurnosti u uspeh pošumljavanja. Smatramo da nakon sadnje sadnica treba da budu minimalne visine od 1,5 m, uzimajući u obzir da se normalnom sadnjom korenov sistem spušta na dubinu od 50 cm do 70 cm. U ovom radu usvojen je kriterijum da minimalna visina sadnice treba da bude 2,0 m. Za terene sa većim rizikom po sadni materijal minimalna visina sadnice treba da je veća, te su razmatrane i minimalne visine sadnica od 2,5 m i 3,0 m. Kod terena kod kojih su i visine od 3 m nedovoljne, potrebno je birati drugi tip sadnog materijala (1/2, 2/2, 2/3).

Usvajajući navedeno, u tabeli 8 prikazana je količina sadnog materijala minimalne visine od 2,0 m, 2,5 m i 3,0 m. Poredeći broj sadnica po hektaru za usvojene minimalne visine sadnica dobija se da broj sadnica po hektaru u značajnoj meri zavisi od klona i tehnološkog postupka definisanog rokom izrade i sadnje reznica. Sa povećanjem visine potrebne da bi ožiljenica mogla da se svrsta u sadni materijal raste i učešće očekivane varijanse klona sa 34,8%, kod minimalne visine

od 2,0 m, na 70,6%, kod minimalne visine od 3,0 m. Istovremeno se smanjuje uticaj primenjenih tehnoloških postupaka sa 78,4%, kod minimalne visine od 2,0 m, na 14,8% kod visine od 3,0 m.

Tabela 8. F-količnik iz testa dvofaktorijalne analize varijanse i učešće očekivanih varijansi u ukupnom variranju za ukupan broj ožiljenica i broj sadnica po hektaru visine preko 2,0 m, 2,5 m i 3,0 m na kraju proizvodnog ciklusa.

Table 8. F-ratio from two-way ANOVA and contribution of expected variances to the total variance for total number of rooted cuttings and number of plants per hectare of above 2,0 m, 2,5 m and 3,0 m at the end of production cycle.

Faktor varijabilneta <i>Factor of variability</i>	F test				Očekiv. varijanse <i>Expected variances</i>	Doprinos očekivanih varijansi [%] <i>Contribution of expected variances [%]</i>			
	ukupno	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m		ukupno	>2,0 m	>2,5 m	>3,0 m
Klon <i>Clone</i>	5,09*	29,21***	48,81***	76,89***	$\sigma^2_{\alpha} =$	6,2	34,8	54,7	70,6
Tehnološki postupak <i>Technological procedure</i>	53,08***	42,24***	27,74**	16,89***	$\sigma^2_{\beta} =$	78,4	50,9	30,6	14,8
Interakcija Klon × Tehnološki postupak <i>Interaction Clone × Technological procedure</i>	2,129 ^{ns}	2,81*	3,44**	4,86***	$\sigma^2_{\alpha\beta} =$	3,4	4,5	5,6	7,2

Ovi podaci ukazuju da pri povećanju minimalne visine, kao kriterijuma za izbor sadnog materijala, broj proizvedenih sadnica po hektaru u znatnoj meri zavisi od klona topole, a znatno manje od primenjenog tehnološkog postupka definisanog rokom izrade i sadnje reznica.

Pri definisanju minimalnoj visini za sadni materijal od 2,0 m utvrđena je značajna interakcija klon × tehnološki postupak na nivou rizika od 0,05. Sa povećanjem minimalne visine na 3,0 m povećava se značajnost interakcije (na nivou rizika od 0,001) i njeno učešće u očekivanoj varijansi sa 4,5% na 7,2%.

Navedeno ukazuje da su primenjeni tehnološki postupci pokazali različitu pogodnost kod klonova I-214 i Pannonia pri proizvodnji sadnica tipa 1/1.

Kod klona Pannonia svi primenjeni tehnološki postupci izrade i sadnje reznica u ranom i srednjem roku ostvarili su različitu količinu sadnica po sva tri usvojena kriterijuma za minimalnu visinu sadnice, ali se oni međusobno značajno ne razlikuju po testu najmanje značajne razlike (NZR) na nivou rizika od 0,05 (tabela 9). Kod usvojenog kriterijuma minimalne visine sadnice od 2,0 m najviše sadnica, preko 31.000 po hektaru, ostvario je tehnološki postupak izrade reznica krajem marta i sadnje početkom aprila (T23). Međutim, kod kriterijuma minimalne visine od 3,0 m najviše sadnica, preko 21.000 po hektaru, dao je tehnološki postupak bez čuvanja u trapu i sadnjom u ranom roku (S22).

Kod klona I-214 pri usvojenom kriterijumu visine sadnice od 2,0 m najviše sadnica, preko 25.000 po hektaru, dobijeno je tehnološkim postupkom izrade reznica krajem februara i sadnjom u ranom roku (T12) što je značajno više od tehnološkog postupka T23 (izrada reznica krajem marta i sadnja početkom aprila) koji je ostvario

svega 15.000 sadnica po hektaru. Kod kriterijuma minimalne visine sadnica od 3,0m najviše, 8.000 sadnica po hektaru, dobijeno je tehnološkim postupkom T13 (izrada reznica krajem februara i sadnja početkom aprila) što je značajno više od postupka izrade reznica krajem marta i sadnjom početkom aprila (T23) od 3.000 sadnica po hektaru.

Tabela 9. Ukupan broj ožiljenica, broj sadnica po hektaru visine preko 2,0m, 2,5m i 3,0m, i test najmanje značajne razlike (NZR) po klonovima i tehnološkim postupcima definisanim rokovima izrade i sadnje reznica.

Tabela 9. Total number of rooted cuttings, number of rooted cuttings per hectare above 2,0m, 2,5m i 3,0m high and Least significant difference test (LSD) by clones and technological procedures defined by dates of cutting preparation and planting

Klon Clone: I-214										Klon Clone: Pannonia													
Ukupno Total		>2,0 m		>2,5 m		>3,0 m		Ukupno Total		>2,0 m		>2,5 m		>3,0 m									
TP ¹⁾	sadn.· ha ⁻¹	Teh. post	sadn.· ha ⁻¹	Teh. post	sadn.· ha ⁻¹	Teh. post	sadn.· ha ⁻¹	Teh. post	sadn.· ha ⁻¹														
T34	7857	c	T14	1607	c	T14	357	d	T24	179	c	T24	6964	b	T24	3571	b	T24	2143	b	T24	714	b
T24	8750	c	T24	2321	c	T24	714	d	T14	179	c	T14	7322	b	T14	3750	b	T14	2321	b	T14	1072	b
T14	8929	c	T34	7143	c	T34	3215	dc	T34	357	c	T34	8571	b	T34	7142	b	T34	5892	b	T34	4107	b
T23	23750	b	T23	15536	b	T23	8750	cb	T23	3036	cb	T13	26607	a	T13	26071	a	S33	23571	a	T13	17857	a
T13	24107	b	S33	18214	ba	S33	12322	ba	S33	4465	cba	T12	30000	a	T12	28571	a	T13	24107	a	S33	18572	a
S33	25179	b	T13	19107	ba	S22	13750	ba	T12	6786	ba	S33	31072	a	S33	28750	a	T12	26250	a	T23	19822	a
S22	26071	b	S22	20179	ba	T13	14822	ba	S22	6964	ba	S22	31429	a	S22	29822	a	T23	28036	a	T12	20000	a
T12	31965	a	T12	25179	a	T12	18214	a	T13	8036	a	T23	33214	a	T23	31072	a	S22	28571	a	S22	21250	a

TP¹⁾ – tehnološki postupak prema rokovima izrade i sadnje reznica

TP¹⁾ – tehnološki postupak prema rokovima izrade i sadnje reznica

Kod oba istraživana klona tehnološki postupci kasne sadnje i dužeg čuvanja u trapu (T14, T24) ostvarili su najmanje sadnica po hektaru po sva tri kriterijuma za minimalnu visinu sadnice (2,0 m, 2,5 m, 3,0 m). Tretman kasne sadnje i najmanjeg čuvanja u trapu (T34) ostvario je više sadnica kod oba klona ali ne i značajno više u odnosu na tehnološke postupke T14 i T24.

4. ZAKLJUČCI

Primenjeni tehnološki postupci definisani rokovima izrade i sadnje reznica imaju značajan uticaj na preživljavanje ožiljenica uz doprinos očekivanih varijansi od 71,8% u odnosu na ustanovljenu značajnost razlika u preživljavanju između klonova čija očekivana varijansa iznosi samo 6.5%. Istraživani klonovi imali su najslabije preživljavanje ožiljenica u kasnom roku sadnje (kraj aprila).

Kod klona Pannonia više različitih tehnoloških postupaka definisanih rokovima izrade i sadnje reznica ima blisko preživljavanje u odnosu na klon I-214 kod koga je najbolje preživljavanje dobijeno izradom reznica krajem februara i sadnjom u ranom roku (kraj marta).

Istraživani klonovi ostvarili su različite srednje visine ožiljenica: klon Pannonia ima za preko 58 cm veću srednju visinu u odnosu na klon I-214. Tehnološki postupci kasne sadnje ostvarili su preko 1 m manju srednju visinu od tehnoloških postupaka rane i srednje sadnje reznica.

Visinska struktura ožiljenica oba klona pri kasnim rokovima sadnje i dužem čuvanju u trapu (T14, T24) značajno zaostaje za visinskim strukturama ostalih tehnoloških postupaka.

Testom Kolmogorov-Smirnova, kod klona I-214, utvrđeno je značajno zaostajanje visinske strukture tehnološkog postupka T23 (izrada reznica krajem marta i sadnja početkom aprila) u odnosu na tehnološke postupke T12 i T13 (izrada reznica krajem februara i sadnja krajem marta i početkom aprila) što ukazuje na njegovu specifičnu reakciju i mogućnost praktičnog korišćenja u optimizaciji rasadničke proizvodnje.

Broj dobijenih ožiljenica po hektaru u direktnoj je zavisnosti od procenta preživljavanja. Visinska struktura ožiljenica, pored navedenog, zavisi kako od klona, tako i od primenjenih tehnoloških postupaka rokova izrade i sadnje reznica. Tehnološki postupci kasne sadnje (T14, T24, T34) ostvaruju najmanji broj i najslabiju visinsku strukturu ožiljenica. Kod klona Pannonia primenjeni tehnološki postupci sadnje u ranom i srednjem roku daju sličnu visinsku strukturu, dok kod klona I-214 najbolja visinska struktura ožiljenica po hektaru dobijena je tehnološkim postupcima T12, S22 i T13.

Ostvareni broj sadnica po hektaru zavisi od minimalne usvojene visine (2,0m, 2,5m, 3,0m), klona topole i primenjenih tehnoloških postupaka definisanih rokovima izrade i sadnje reznica. Sa povećanjem minimalne visine za sadnice tipa 1/1 povećava se uticaj klona, a smanjuje uticaj primenjenih tehnoloških postupaka. Povećano učešće očekivanih varijansi interakcije klon \times tehnološki postupak sa povećanjem minimalne visine sadnice, ukazuje na različit prinos sadnica po hektaru pojedinih primenjenih tehnoloških postupaka definisanih rokovima izrade i sadnje reznica.

Razlike u reakciji istraživana dva klona topole na primenjene tehnološke postupke definisane rokovima izrade i sadnje reznica ukazuju na mogućnost prilagođavanja rasadničke proizvodnje specifičnostima gajenih klonova.

LITERATURA

- Andrašev, S., Rončević, S., Ivanišević, P. (2002): Uticaj razmaka sadnje reznica na proizvodnju sadnica tipa 1/1 selekcionisanih klonova crnih topola sekcije *Aigeiros* (Duby), Topola 167/168: 17-40.
- Andrašev, S., Rončević, S., Ivanišević, P. (2003): Proizvodnja repromaterijala selekcionisanih klonova crnih topola (sekcija *Aigeiros* Duby) u zavisnosti od klona i razmaka sadnje u ožilištu. Topola 171/172: 3-24.
- Andrašev, S., Kovačević, B., Rončević, S., Ivanišević, P., Đanić, I., Tadin, Z. (2006): Effect of the terms of production and planting on the survival of euramerican Poplar cuttings. International Scientific Conferene Sustainable Use of Forest Ecosystems - The Challenge of 21st Century, 8-10th November 2006, Donji Milanovac, Serbia. *Procedeengs*, 182-187.

- Guzina, V., (1987): Varijabilnost klonova topola u pogledu sposobnosti ožiljavanja njihovih reznica. Topola, 151-152: 13-24, Beograd.
- Guzina, V., Rončević, S., Ivanišević, P., Kovačević, B., (1997): Formiranje i rast organa ožiljenica selekcionisanih klonova topola. Topola, 159-160: 53-68, Beograd.
- Hadživuković, S., (1973): Statistički metodi sa primenom u poljoprivrednim i biološkim istraživanjima. Radnički univerzitet "Radivoj Čirpanov". Novi Sad. p. 480.
- Herpka, I., Marković, J., (1974): Zavisnost proizvodnje dvogodišnjih sadnica topole od uzrasta ožiljenica. Topola, 102: 3-12, Beograd.
- Herpka, I., (1979): Ekološke i biološke osobine autohtonih topola i vrba u ritskim šumama Podunavlja. Radovi Instituta za topolarstvo. Knjiga 7. Novi Sad. (1-229).
- Ivanišević, P. (1991): Efekti đubrenja u proizvodnji sadnica topola na aluvijalnim zemljištima Srednjeg Podunavlja. Magistarski rad u rukopisu. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. p 196.
- Ivanišević, P. (1993): Uticaj svojstava zemljišta na rast ožiljenica *Populus × euramericana* (Dode) Guinier cl. I-214 i *Populus deltoides* Bartr. cl. I-69/55 (Lux). Doktorska disertacija u rukopisu. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. p 206.
- Kovačević, B., Guzina, V., Andrašev, S., (2002): Varijabilnost topola u pogledu sposobnosti za ožiljavanje njihovih reznica od pruta. Topola, 169/170: 23-36
- Kovačević, B., (2003): Genetička divergentnost obrazovanja vegetativnih organa crnih topola (sekcija *Aigeiros* Duby). Doktorska disertacija u rukopisu. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu. p. 173.
- 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 Conferene Sustainable Use of Forest Ecosystems - The Chalenge of 21 st Century, 8-10th November 2006, Donji Milanovac; Proceedeings: 42-46.
- Kovačević, B., Rončević, S., Andrašev, S., Ivanišević, P., Čobanović, K., Đanić, I. (2007): The influence of preparation and planting terms on survival and growth of black poplar rooted cutnigs. 9th International Symposium Interdisciplinary Regional Research "ISIRR 2007", Novi Sad, June 21st-23rd, 2007. Hungary-Romania-Serbia. Abstract book, p. 36.
- Marković, J., (1974): Značaj klasa (uzrasta) sadnica 2/3 u proizvodnji drvine mase klona 'I-214'. Topola, 100-101: 87-95, Beograd.
- Marković, J., Rončević, S., (1986): Rasadnička proizvodnja. 'Topole i vrbe u Jugoslaviji', monografija. Institut za topolarstvo, Novi Sad. (133-152).
- Marković, J., (1991): Uticaj gustine sadnica u rasadniku na kvalitet sadnog materijala i na produktivnost zasada topola. Zbornik radova Instituta za topolarstvo, knjiga 24: 21-38, Novi Sad.
- Marković, J., Rončević, S., (1995): Proizvodnja sadnica. Seminar "Proizvodnja sadnog materijala vegetativnim putam u JP Srbijašume". Novi Sad.
- Nenadović, M., (1988): Matematička obrada podataka dobijenih merenjem. Posebna izdanja, vol. 29, knjiga DLXXXII, Srpska akademija nauka i umetnosti, Odeljenje tehničkih nauka, Beograd. p. 680.

- Rončević, S., Andrašev, S., Ivanišević, P. (2002): Proizvodnja reproduktivnog i sadnog materijala topola i vrba. Topola, 169/170: 3-22.
- Stamenković, V., Vučković, M. (1988): Prirast i proizvodnost stabala i šumskih sastojina. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd. p. 368.
- Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M., (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine; Posebna izdanja, knjiga LXXVIII; Odeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 13: 1-72, Sarajevo.
- Živanov, N. (1974): Prilog izučavanju hloroze u rasadnicima topole klona I-214. Agrohemija 3/4: 101-108.
- Živanov, N., Ivanišević, P., Herpka, I., Marković, J., (1985): Uticaj đubrenja i navodnjavanja na razvoj topola u rasadnicima i zasadima. Zbornik radova Instituta za topolarstvo, knjiga 16: 119-162, Novi Sad.
- Žufa, L., (1963): Uticaj vremena izrade i sadnje reznica na uzgoj ožiljenica. Topola, 34-35: 32-34.

Summary

PRODUCTION OF EURAMERICAN POPLAR (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier) PLANTS TYPE 1/1 DEPENDING ON THE TERMS OF TAKING AND PLANTING THE CUTTINGS

by

Andrašev, S., Kovačević B., Rončević S., Pekeč S., Tadin, Z.

*Two clones of Euramerican poplar (*Populus × euramericana* (Dode) Guinier): I-214 (domesticated clone) and Pannonia (registered in 1998) were researched on soil type sandy fluvisol at planting space 0.70×0.40 m, or 0.28 m² per rooted cutting, which can be considered as the optimal spacing in the production of plants type 1/1. Eight technological procedures were applied, defined by the different terms of taking (end of February, end of March and beginning of April) and planting the cuttings (end of March, beginning of April and end of April) (Table 2). The cuttings were kept in store (T) at the temperature of 4-12 °C till the time of planting, but in two technological procedures, the cuttings were planted immediately after the collection (S22 and S33).*

The research results indicate that the late terms of planting (end of April) have a significantly lower survival of rooted cuttings of both study clones. In several technological procedures, the survival of the clone Pannonia was similar to that of the clone I-214, in which the best survival was attained by the production of cuttings by the end of February and by planting in the early term (end of March).

The study clones attained different mean heights of rooted cuttings: mean height of the clone Pannonia was by more than 58 cm higher, compared to clone I-214. Mean height attained by the technological procedures of late planting was lower for more than 1 m than that attained by the technological procedures of early and medium plantings. Height structure of rooted cuttings of both clones under late terms of planting and longer storage (T14, T24)

was significantly lower than height structure resulting from the other technological procedures. Based on the Kolmogorov-Smirnova's test, clone I-214 had significantly lower height structure under the technological procedure T23 (production of cuttings by the end of March and planting at the beginning of April) compared to technological procedures T12 and T13 (production of cuttings at the end of February and planting at the end of March and the beginning of April) which points to its specific reaction and the potential practical use in the optimisation of nursery production.

The number of obtained rooted cuttings per hectare is directly dependent on the percentage of survival. Also, the height structure of rooted cuttings depends both on the clone and on the applied technological procedures defined by the terms of taking and planting of the cuttings. The technological procedures of late planting (T14, T24, T34) produce the lowest number of rooted cuttings and the poorest height structure. The clone Pannonia attained similar height structures by the applied technological procedures of planting in early and medium terms, while clone I-214 attained the best height structure of rooted cuttings per hectare by the technological procedures T12, S22 and T13.

The obtained number of plants per hectare depends on the minimal required height (2.0m, 2.5m, 3.0m), the poplar clone and the applied technological procedures defined by the terms of taking and planting the cuttings. With the increase of the required minimal height of 1/1 plants, the effect of the clone increases and the effect of the applied technological procedures decreases. With the increase of the minimal height, the higher percentage of the expected variances of interaction clone \times technological procedure points to the different yield of plants per hectare under the applied technological procedures defined by the terms of taking and planting the cuttings.

The differences in the reaction of the two poplar clones on the applied technological procedures, defined by the terms of taking and planting the cuttings, point to the possible adaptation of nursery production to the specificities of the cultivated clones.

UDK: 630*22: 582.632.2

Prethodno saopštenje *Preliminary report*

TRENDOVI U VEGETATIVNOJ PROPAGACIJI HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.)

Kovačević Branislav¹, Orlović Saša.¹

Izvod: Hrast lužnjak je drvenasta vrsta izuzetnog ekonomskog i ekološkog značaja čijem se unapređenju poklanja posebna pažnja. Vegetativni načini umnožavanja lužnjaka su interesantni sa aspekta klonskog šumarstva, a posebno formiranja vegetativnih semenskih plantaža. Pored klasičnih metoda vegetativne propagacije (kalemljenje i ožiljavanja zelenih reznica) danas se intenzivno radi na unapređenju metoda kulture tkiva. Posebno su interesantni mikropropagacija kulturom izbojaka i somatskom embriogenezom. Osnovni problem čine razlike u potencijalu genotipova za umnožavanje vegetativnim putem i adultni fiziološki status odraslih stabala. Danas se razvija niz tehnika kao pokušaj rešavanja ovih problema.

Ključne reči: juvenilinost, zelene reznice, kultura tkiva

TRENDS IN VEGETATIVE PROPAGATION IN COMMON OAK (Quercus robur L.)

Abstract: *Common oak is tree species of high economic and ecological importance and the improvement of this species is of special common interest. Vegetative propagation is interesting for clonal forestry and the establishment of vegetative seed orchards. Beside classical means of vegetative propagation (grafting and rooting of softwood cuttings) there is intensive work in the improvement of tissue culture methods now days. Special interest is in the micropropagation by axillary shoots and through somatic embryogenesis. Principal problems are caused by considerable differences among genotypes and adult physiological status of mature trees. In this work are presented some techniques that are proposed for resolving these problems.*

Key words: *juvenility, softwood cuttings, tissue culture*

1. UVOD

Vrsta hrast lužnjak je vrsta od izuzetnog značaja za nizijsko šumarstvo Srbije. Najkvalitetnije šume se nalaze u Posavini kao i u severnom delu Podunavlja (kao produžetak „Slavonskog hrasta“). Značajan deo sastojina je tokom vremena devastiran, te se danas preduzimaju mere u pravcu revitalizacije ove vrste. Mere podrazumevaju kako povećanje površina tako i unapređenja kvaliteta sastojina u uzgojnom, ali i genetičkom smislu. Značajan oslonac unapređenja hrasta lužnjaka u genetičkom smislu čine semenske sastojine. Pretpostavka je da će se korišćenjem semena iz semenskih plataža oplemeniti devastirane populacije hrasta lužnjaka u

¹ Dr Kovačević Branislav, naučni saradnik, Dr Orlović Saša, naučni savetnik, Istraživačko-razvojni Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

meri kojoj ne bismo mogli da očekujemo nakon obnove klasičnim načinom iz podrasta.

Pored semenskih sastojina koje su formirane posebnim merama selekcije i uzgoja iz već postojećih sastojina, tokom druge polovine prošlog veka formirane su i semenske sastojine propagacionim materijalom dobijenim od stabala superiornih fenotipskih karakteristika. Jedna vegetativna semenska sastojina je formirana kalemljenjem na lokalitetu „Banov Brod“ sedamdesetih godina prošlog veka, a od kraja prošlog veka radi se i na formiranju generativnih semenskih sastojina (Orlović i sar., 2001). Naša jedina vegetativna semenska sastojina je uspešno zasnovana kalemljenjem tj. heterovegetativnim putem, ali je zasnivanje vegetativnih semenskih plantaža na ovaj način složen i rizičan posao, vezan za tehničke i finansijske poteškoće.

2. VEGETATIVNO UMNOŽAVANJE HRASTA LUŽNJAKA

Poslednjih decenija vegetativno umnožavanje hrasta lužnjaka je predmet mnogih istraživanja uglavnom usmerenih na metode autovegetativnog umnožavanja: ožiljavanje zelenih reznica i metode kulture tkiva (Chalupa, 1993). Hrast lužnjak je vrsta koju prati dosta problema u vegetativnom umnožavanju. Pre svega, izražen je problem ožiljavanja posebno ukoliko se ožiljavanju izbojci adultnih karakteristika. U tom smislu neophodno je obezbediti dobijanje izbojaka juvenilnog fiziološkog statusa. Sledeći problem, posebno u kulturi aksilarnih pupova (Chalupa, 1993), čini tzv. ritmički rast, odnosno „Quercus“ tipa rasta izbojaka hrasta, koji karakteriše periodično smenjivanje faza rasta i mirovanja tokom vegetacionog perioda (Borchert, 1975). Takođe je izražena varijabilnost među genotipovima, koja je u velikom broju slučajeva izražena kroz teškoće u ožiljavanju i multiplikaciji. Ispitivane metode propagacije redovno daju zadovoljavajuće rezultate samo na ograničenom broju genotipova. To je pogotovo slučaj u vegetativnoj propagaciji putem somatske embriogeneze. Međutim, ukoliko se planira formiranje vegetativnih semenskih plantaža neophodno je da budemo u mogućnosti da umnožimo sve ili barem najveći deo interesantnih genotipova.

2.1. Ožiljavanje zelenih reznica

Prema Chalupa (1993) zelene reznice mogu da se koriste za umnožavanje interesantnih genotipova hrasta lužnjaka. Reznice adultnog fiziološkog statusa pokazuju jasno slabije rezultate ožiljavanja, a pored toga, problemi delimično nastaju i zbog veće verovatnoće kontaminacije mikroorganizmima i virusima (Preece i Read, 2003). U ispitivanjima koja se sprovode uglavnom radi razvoja metodologije, često se koristi juvenilni materijal dobijen od sejanaca. Ipak, veći značaj ima mogućnost propagacije elitnih adultnih biljaka, dakle biljaka u fazi kada je moguće oceniti većinu ekonomski značajnih osobina. U tu svrhu se koriste različite tehnike rejuvenilizacije ili obezbeđivanja propagacionog materijala što juvenilnijih karakteristika. Rezultati Chalupa (1993) ukazuju da se zadovoljavajući rezultati mogu dobiti korišćenjem vodenih izbojaka ili izbojaka koji se formiraju iz panja. Ovakvo dobijen propagacioni materijal imao je juvenilne karakteristike reznica dobijenih od sejanca. McGowran et al. (1998) navode autore koji su dobili

rejuvenilizaciju uzastopnim kalemljenjem na juvenilne podloge, forsiranjem izbivanja adventivnih izbojaka jakim orezivanjem ili iz panja, primenom regulatora rasta (posebno BAP-a) i metodama kulture tkiva. Rezultati do kojih su McGowan et al. (1998) došli kod lužnjaka, nisu dali potvrdu juvenilnosti izbojaka dobijenih nakon kalemljenja i jakog orezivanja. Naime, nakon uvođenja ovako dobijenog materijala u kulturu tkiva, morfološka svojstva izbojaka su ukazivala da su oni zadržali adultni fiziološki status, ali je ostavljena mogućnost da je rejuvenilizacija delimično postignuta. Uočili su i da biljka počinje da stiče adultni fiziološki status i pre generativne faze razvoja.

Preece i Read (2003) ukazuju na potrebu uzimanja uzorka iz tzv. juvenilnog konusa: dela stabla koje je formirano tokom juvenilne faze rasta. Adventivne izbojke iz ovog dela stabla karakteriše juvenilnost. Kod vrsta hrasta i bukve ovaj deo stabla može da se uoči zimi pošto se na njemu održavanju neotpali listovi, pri čemu se izostanak opadanja listova smatra juvenilnom osobinom.

Za dobijanje materijala za vegetativno umnožavanje danas se dosta koristi forsirano izbivanje izbojka u kontrolisanim uslovima. Segmenti grana se postavljaju u posude sa vodom ili u supstrat (najčešće perlit), nekad i uz dodatak regulatora rasta. Vieitez et al. (1994) su uzgojem segmenata grana debljine 1-4 cm uzetih iz krošnje dobili izbojke koji su pokazivali juvenilne karakteristike. Valladares et al. (2006) su dobili da su segmenti debljine 2 do 4 cm davali izbojke bez obzira kada su tokom godine uzeti, ali su najbolji rezultati dobijeni ukoliko su segmenti uzeti u martu. Evers et al. (1993) su uspešno koristili i segmente do 80 cm u prečniku. Ovako velike segmente oni su postavljali horizontalno na perlit za razliku od pretodno navedenih autora koji su segmente postavljali uspravno. Izbojci dobijeni ovom metodom bi mogli da se u kontrolisanim uslovima ožile ex vitro metodom koju je opisao Chalupa (1993), tj. direktnom sadnjom u supstrat nakon tretmana stimulatorima ožiljavanja. Metod forsiranog izbivanja izbojaka se dosta koristi i za dobijanje materijala koji se uvodi u kulturu tkiva, o čemu će biti reči u nastavku.

Iako je ožiljavanje zelenih reznica slabo zastupljeno u našoj praksi rezultati ukazuju na mogućnost primene ovakvog propagacionog materijala ožiljavanjem u kontrolisanim uslovima koji uključuju i održavanje visoke vlažnosti vazduha „veštačkom maglom“ (Mančić et al., 1995).

2.2. Vegetativna propagacija u kulturi *in vitro*

2.2.1. Kultura izbojaka

Razvoj problema vegetativne propagacije u kulturi *in vitro* je bio uslovljen specifičnostima hrasta lužnjaka koje se prvenstveno ogledaju u obezbeđivanju juvenilnosti i razbijanju dormantnosti materijala koji se koristi, problemima uzrokovanih prirodom ritmičkog rasta („*Quercus*“ tip rasta) prilikom uvođenja u kulturu tkiva i multiplikacije, kao i problemi obezbeđivanja uslova za intenzivni rast, multiplikaciju u ožiljavanje. Pri tome važan faktor čine i razlike među genotipovima. Evers et al. (1993) upozoravaju da te razlike mogu da budu uzrokovane i specifičnostima uslova u kojima biljka raste.

Pored ranije navedenih metoda navedenih izbojci juvenilnih karakteristika mogu da se dobiju iz horizontalno položenih eksplantata izbojka na čvrstu podlogu,

pri čemu im se prethodno odstrane apikalni i bazalni deo (San-Jose et al., 1990). Na ovaj način može i da se prevaziđe problem ritmičkog rasta i zatvaranja pupa jer se sukcesivno dobijaju novi izbojci. Prema McGowran et al. (1998) moguće je na osnovu ugla između eksplantata i novog izbojka, prečnika vrha izbojka i prečnika srednje internodije razlikovati u kulturi tkiva juvenilne (tanji prečnici izbojka, veći otklon od novog izbojka od eksplantata) od izbojaka adultnih karakteristika (deblji prečnici izbojka, manji otklon od novog izbojka od eksplantata). Na osnovu ovih svojstava oni, međutim, nisu dobili efekat porasta juvenilnosti materijala uzastopnim subkulturama, već ističu da materijal zadržava svoju adultnost. Praćenjem uspeha ožiljavanja Evers et al. (1993) i Sanchez et al. (1996) ukazuju da se rejuvenilizacija odvija, ali samo delimično.

Prisustvo BAP (benzil-aminopurina) u podlozi značajno doprinosi ostvarenju kontinuiranog umnožavanja. Značajan uticaj na rast izbojaka ostvaruje svetlost. Kratak dan, svetlo niskog intenziteta i slab udeo crvenog dela spektra doprinosi brzom zatvaranju terminalnog pupa. Niske temperature ($< 20^{\circ}\text{C}$) takođe, pri čemu su optimalne temperature za otvaranje pupa $20\text{-}25^{\circ}\text{C}$, a za mltiplikaciju $25\text{-}30^{\circ}\text{C}$ (Puddephat et al., 1997). Takođe je uočeno da su podloge siromašnije u makroelementima pogodne za uvođenje eksplantata u kulturu tkiva, a podloge bogatije makroelementima za multiplikaciju. Evers et al. (1993) su dodavali visoke koncentracije aktivnog uglja u podlogu prilikom uvođenja eksplantata (20 g/l), pa i u narednoj subkulturama (5 g/l), radi apsorpcije inhibitora rasta.

Ožiljavanje ovako dobijenih izbojaka može da se izvrši na više načina. Jedan je ubacivanje hormona za ožiljavanje (najčešće IBA) u podlogu, pri čemu se ovaj metod pokazao i najmanje efikasnim (Chalupa, 1993). Sledeći tretman podrazumeva kultivaciju izbojka na čvrstoj podlozi sa visokom koncentracijom IBA od jednog (Sanchez et al., 1996) do nekoliko dana (Chalupa, 1993) i prebacivanje na podlogu bez hormona. San-Jose et al. (1990) ističu tzv. quick-dip tj. kratkotrajno umakanje bazalnog dela izbojka u rastvor IBA visoke koncentracije ($0.5\text{-}1\text{ gr/l}$). Sanchez et al. (1996) ukazuju na slučajevne pozitivnog efekta dodatnog petodnevnog perioda kulture u mraku, nakon tretmana sa IBA. Ipak, nakon 24 h u podlozi sa IBA efekat dodatnog držanja u mraku nije imao efekta. Dodatak aktivnog uglja je redovno poboljšavalo uspeh ožiljavanja i razvoj korena, a primećena je i veća vitalnost izbojka čak i ako se nisu ožiljili. Pored navedenih i u ovom slučaju se može koristiti ex vitro metoda ožiljavanja koju je opisao Chalupa (1993). Međutim, rezultati Sanchez et al. (1996) ukazuju na povećan rizik od isušivanja izbojaka zbog slabog kontakta sa podlogom.

2.2.2. Propagacija korišćenjem somatske embriogeneze

Poslednjih decenija se intenzivno radi na primeni somatske embriogeneze u masovnoj vegetativnoj propagaciji hrasta lužnjaka. Pored brze propagacije ovom metodom se stvaraju uslovi za ubacivanje željenih gena tehnologijom rekombinantne DNK, što ima posebnog značaja u oplemenjivanju drvenastih vrsta koje zahtevaju dosta vremena za postizanje generativne faze razvoja. Posebna povoljnost je što se materijal dobijen somatskom embriogenezom može smatrati juvenilnim, te se koristi i kao reper prilikom ispitivanja juvenilnosti (Evers et al., 1993; McGowran et al., 1998).

Problemi koji prate somatsku embriogenezu javljaju se od samog uvođenja u kulturu. Često su se kao polazni materijal koristili nezreli i zreli zigotni embrioni, što je bilo dobro za razvoj metodologije ali ne i za praktičnu primenu. Poslednjih godina objavljuju se i protokoli kojima se embriogene linije zasnivaju iz internodija izbojaka i listova hrasta lužnjaka. Pored izbojka iz sejanaca (Chalupa, 2005) koriste se i izbojci dobijeni nasilnim izbijaanjem iz segmenata grana (Toribio et al., 2004). Podloge su standardne (WPM i MS), pri čemu su visoke koncentracije citokinina i auksina, uz dodatak kazein hidrolizata i glutamina. Kao neophodna faza za inicijaciju embriogenih kalusa se koristi rast u mraku, da bi embriogeni kalusi kasnije bili rekultivisani na podlogama sa nižom koncentracijom hormona. Valldares et al. (2006) su dobili embriogeni kalus na 0.9% eksplantata lista dobijenog na segmentima grana uzetih u maju, a 4,1% na eksplantatioma lista sa segmenata grana uzetim u novembru. Ipak, kod svih ispitivanih genotipova je dobijen embriogeni kalus. Značajan problem se zatim javlja prilikom klijanja embriona. Prema Chalupa (2005), uspeh klijanja embriona je u jasnoj korelaciji sa uslovima maturacije. Embrione treba postaviti na podlogu sa jakim osmotikumima, uz visoku koncentraciju ABA, a proces pomaže i desikacija i tretman niskim temperaturama. Uspeh germinacije u velikoj meri zavisi i od specifičnosti genotipa (Valldares et al., 2006).

Pojava koja prati održavanje kulture embriona je somaklonalna varijabilnost, tj. mogućnost promene genetičkog materijala usled samog procesa somatske embriogeneze. Ova pojava pože da se prati preko morfoloških parametara, citološki i DNK analizom. Interesantna je sa aspekta povećanja varijabilnosti i mogućnosti unapređenja nekih osobina, ali postaje problem ukoliko se želi da se genotip održi takav kakav jeste („true-to-type“). Valldares et al. (2006) analizirali DNK embriogenih linija hrasta lužnjaka korišćenjem RAPD metodologije, ali nisu našli razlike između njih i originalnog genotipa. Međutim, Wilhelm et al. (2005) su uočili nestabilnost nekih lokusa mikrosatelita koje smatraju rezultatom fiziološke nestabilnosti uzrokovane oksidativnim stresom. On su posebno izdvojili jedan lokus (QpZAG9) na kome je su uočili preko 28% (u proseku) slučajeva varijabilnost uzrokovanu somatskom embriogenezom. Oni smataju da ova genetička fleksibilnost predstavlja evolutivnu adaptaciju populacije biljaka. Ni jedna biljka regenerisana iz dobijenih embriogenih linija nije pokazala varijabilnost ni jednog ispitivanog lokusa, dakle samo su nepromenjene ćelije imale kapacitet da se regenerišu u biljke. Ipak, Henero et al. (2001) su korišćenjem AFLP metodologije našli razlike u DNK somatskih embriona poreklom od različitih listova istog stabla *Quercus suber* L. To je u skladu sa mišljenjem pokojnog prof. Tucovića da pupovi istog drveta predstavljaju jednu mikropopulaciju koja poseduje sopstvenu varijabilnost.

Jedan od načina ublažavanja rizika od somaklonalne varijabilnosti je smanjeni broj subkultura, što može da se postigne čuvanjem kultura, pa time i smanjenjem broja subkultura namenjenih održavanju linije. Najčešće se ispituje čuvanje u tečnom azotu (krioprezervacija) pri čemu se materijal prethodno priprema desikacijom (sušenje u vazdušnoj struji u laminaru ili sušenje u frižideru uz kontrolisano postepeno opadanje temperature), a uspešnije vitifikacijom (naglo zamrzavanje u tečnom azotu razi izbegavanja formiranja ledenih kristala). Martinez et al. (2003) su razradili metodologiju za krioprezervaciju embriogenih kultura hrasta lužnjaka korišćenjem desikacije i vitifikacije i njihovog čuvanja u tečnom azotu. Preece i Read (2003) navode i mogućnost inkapsulacije embriona

ali i pupova i rhova izbojaka u kalcijum-nartijumov alginatni gel, da bi se zatim ovakav materijal čuvao u frižideru ili tečnom azotu. Posebna pogodnost je što se u gel mogu staviti i mineralne materije, saharoza, materije za zaštitu (fungicidi npr.) ili regulatori rasteinja.

Od prednosti koje donosi razvoj metoda vegetativne propagacije u kulturi in vitro, najčešće se ističu: očuvanje superiornih genotipova, njihovo testiranje, klonsko šumarstvo, stvaranje uslova za unošenje gena tehnologijom rekombinantne DNK i drugo. Prevažodni cilj naših istraživanja je iznalaženje mogućnosti za masovno umnožavanje velikog broja superiornih genotipova u pravcu zasnivanja vegetativnih semenskih plantaža. S obzirom na značaj hrasta lužnjaka i potrebe za formiranjem vegetativnih semenskih plantaža započeo je rad na ovoj problematici u Insitutu za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu. Istraživanja su usresređena na kulturu izbojaka. Pri tome se vodi računa i o optimalizaciji protokola u pravcu ublažavanja uticaja razlika među genotipovima na njihovu propagaciju in vitro. Pored rada koji je vezan za primenu kulture tkiva u šumarstvu, interesantan je i hortikulturni aspekt koji podrazumeva umnožavanja genotipova interesantnih za oplemenjivanje prostora. Rad na lužnjaku predstavlja poseban izazov s obzirom na poznato slab kapacitet za uzgoj ove vrste u kulturi tkiva. U tom smislu, mnoga saznanja do kojih dolazimo u radu sa njim mogu da budu korisno upotrebljena i u radu sa drugim intersantnim vrstama i obrnuto.

LITERATURA

- Borchert, R (1975) Endogenous shoot growth rhythms and indeterminate shoot growth in oak. *Physiol. Plant.* 35:152-157
- Chalupa, V. (1993) Vegetative propagation of oak (*Quercus robur* and *Q. petraea*) by cutting and tissue culture. *Ann Sci For* 50, Suppl 1, 295s-307s
- Evers, P., Vrmeer, E., van Eeden, S. (1993) Rejuvenation of *Quercus robur*. *Ann. Sci. For.* 50, Suppl. 1, 330s-335s.
- Honero, J.; Martinez, I.; Celestino, C.; Gallego, F.J.; Torres, V.; Torbio, T. (2001) Early checking of genetic stability of cork oak somatic embryos by AFLP analysis. *Int. J. Plant Sci.* 162: 827-833.
- McGowran, E., Douglas, G.C., Parkinson, M. (1998) Morphological and physiological markers of juvenility and maturity in shoot cultures of oak (*Quercus robur* and *Q. petraea*). *Tree physiology* 18, 251-257.
- Mančić, A., Isajev, V. & Mataruga, M. (1995) Mogućnosti primene vegetativnog razmnožavanja kod tri vrste iz roda *Quercus*. U *Seminar "Proizvodnja šumskog sadnog materijala vegetativnim putem u JP SRBIJAŠUME"*, Novi Sad 1-3. mart, 6 str.
- Martinez, M.T.; Ballester, A.; Vieitez, A.M. (2003) Criopreservation of embryogenic cultures of *Quercus robur* using desiccation and vitrification procedures. *Cryobiology* 46: 182-189.
- Orlović, S., Erdeši, J., Radivojević, S., Obućina, Z., Janjatović, G. (2001). Semenske plantaže hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) – osnov za dalje oplemenjivanje u ravnom Sremu. *Šumarstvo* 1: 1-9

- Preece, J.E.; Read, P.E. (2003) Novel methods in micropropagation. *Acta Hort.* 616: 71-76.
- Sanchez, M.C., San-Jose, M.C, Ballester, A. Vieitez, A.M. (1996) Requirements for in vitro rooting of *Quercus robur* and *Q. rubra* shoots derived from mature trees. *Tree physiology* 16, 637-680.
- San-Jose, M.C.; Vieitez, A.M.; Ballester, A. (1990): Clonal propagation of juvenile and adult trees of sessile oak by tissue culture techniques. *Silvae Genetika* 39(2), 50-55.
- Toribio, M., Fernandez, C., Celestino, C., Martinez, M.T., San-Jose, M.C., Vieitez, A.M. (2004) Somatic embryogenesis in mature *Quercus robur* trees. *Plant Cell, Tissue and organ Culture* 76: 283-287.
- Valladares, S., Sanchez, C., Martinez, M.T., Ballester, A., Vieitez, A.M. (2006) Plant regeneration through somatic embryogenesis from tissues of mature oak trees: true-to-type conformity of plantlets by RAPD analysis. *Plant Cell Rep.* 25: 879-886
- Vieitez, A.M.; Concepcion Sanchez, M.; Amo-Marco, J.B.; Ballester, A. (1994) Forced flushing of branch segments as a method for obtaining reactive explants of mature *Quercus robur* trees for micropropagation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 37 (3): 287-295
- Wilhelm, E.; Hristoforoglu, K.; Fluch, S.; Burg, K. (2005) Detection of microsatellite instability during somatic embryogenesis of oak (*Quercus robur* L.). *Plant Cell Rep.* 23: 790-795

Summary

TRENDS IN VEGETATIVE PROPAGATION IN COMMON OAK

by

Kovačević Branislav, Orlović Saša.

Common oak is tree species of high economic and ecological importance in lowland forestry of Serbia. Beside implementation of cultivation techniques in stands the improvement of this species is needed to be done in genetic sense. That is why the special attention is paid to the establishment of seed orchard, particularly by vegetative means of propagation. Beside classical means of vegetative propagation (grafting and rooting of softwood cuttings) there is intensive work in the improvement of tissue culture methods now days. Special interest is in the micropropagation by axillary buds and through somatic embryogenesis. Principal problems are caused by considerable differences among genotypes, adult physiological status of mature trees and rhythmic shoot growth that is characteristic for this species. Juvenile propagules could be obtained by using the material with juvenile characteristics ("juvenile cone" in the adult tree) or by means of rejuvenation. The most promising way of rejuvenation is through somatic embryogenesis. Softwood cuttings should be used from plant's shoots with juvenile status or shoots gained by forced shoot flush from branch segments of „juvenile cone“. Micropropagation by axillary buds is promising technique for propagation of common oak. It ensures „true-to-type“ propagation and fairly fast production of material of interesting genotype. There are also techniques for criopreservation of buds and axillar tips. Rooting of oak shoots is rather difficult. Procedures include treatments with IBA in medium or in „quick dip“-solution, and implementation of active charcoal. However, only partial rejuvenilisation was achieved through axillary shoot culture. Thus, original material should already have juvenile characteristics before its implementation in tissue culture. Several protocols for somatic embryogenesis from leaf and shoots are developed in recent years. Beside juvenile physiological status in regenerated plants, somaclonal variability was not found in them, so far. Gained embryos could be criopreserved by several techniques. Differences among genotypes in their competence for mentioned methods imply for optimization of these methods specifically for particular genotype and in general. Considering significance of common oak in lowland forestry of Serbia Institute for lowland forestry and environment is interested in application and optimization of all means of vegetative propagation on this species.

UDK: 582.681.81:577.2

Prethodno saopštenje *Preliminary report*

OVERVIEW OF DNA BASED STUDIES OF GENETIC VARIABILITY IN POPLARS

Vladislava Galovic¹, Sasa Orlovic¹

Abstract: Development of DNA markers in forest genetics has overcome the limitations on the number of the used to date morphological and biochemical markers and provided the tools that study variation in coding, non-coding and highly variable regions of both nuclear and organelle (chloroplast and mitochondrial) genomes. In phylogeographic and phylogenetic studies of tree populations as well as gene flow, organelle genomes and highly variable genetic markers proved to be highly informative.

Many genetic markers belong to so-called anonymous DNA marker type. Techniques based on these markers are: microsatellites or simple sequence repeats (SSRs), restriction fragment length polymorphisms (RFLPs), random amplified polymorphic DNA (RAPDs), and amplified fragment length polymorphisms (AFLPs). These marker types generally measure neutral DNA variation. They proved to be very useful (with different efficiency) in the analyses of phylogenetic relationships, population structure, mating system, gene flow, parental assignment, introgressive hybridization, marker-aided selection and genetic linkage. However, anonymous-DNA markers are not useful for measuring adaptive genetic diversity where newly developed marker system named expressed sequence tag polymorphisms (ESTPs) could lead to further progress.

The need of implementation of those DNA based, powerful, new and highly informative methods in forest genetic research have arisen recently concerning high interest in genetic variability and fingerprinting of poplar species.

Key words: molecular markers, genetic variability, Poplar

¹ Vladislava Galović, naučni saradnik, Dr Saša Orlović naučni savetnik, Istraživačko razvojni Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

**PREGLED DNK BAZIRANIH ISTRAŽIVANJA GENETIČKE VARIJABILNOSTI KOD
TOPOLA**

Vladislava Galovic¹, Sasa Orlovic¹

Izvod: Razvoj DNK markera je uticao da se u genetici šumskih vrsta prevaziđu ograničenja uzrokovana morfološkim i biohemijskim markerima obezbeđujući moćno oruđe koje omogućuje istraživanja varijabilnosti u kodirajućim, ne-kodirajućim i visoko varijabilnim regionima nuklearnih genoma kao i genoma organela (hloroplastni i mitohondijalni). U oblastima filogenetskih i filogeografskih istraživanja populacija drvenastih vrsta kao i istraživanjima protoka gena, genomi organela kao i visoko varijabilni genetički markeri su se pokazali kao veoma informativni.

Mnogi genetički markeri, koji se u svetu široko primenjuju, pripadaju takozvanim anonimnim DNK marker tipovima. Tehnike bazirane na ovim markerima su: simple sequence repeats (SSRs), restriction fragment length polymorphisms (RFLPs), random amplified polymorphic DNA, (RAPDs) and amplified fragment length polymorphisms (AFLPs). Ovi tipovi markera generalno mere neutralnu DNK varijabilnost. Pomenuti marker sistemi su se pokazali kao veoma korisni (sa različitom efikasnošću) u filogenetskim analizama, u istraživanjima populacionih struktura, različitih sistema ukrštanja, protoka gena, određivanja parentalnih karakteristika, introgresivne hibridizacije, markerima asistiranog selekciji i povezanosti gena.

Medjutim, svi navedeni marker sistemi nisu korisni jedino u oblasti istraživanja konzervacije i adaptivnog genetičkog diveziteta gde novorazvijeni marker sistem pod imenom expressed sequence tag polymorphisms ili ESTPs može da omogući visoko informativne podatke.

Ukazala se potreba da se ove moćne, nove i visoko informativne metode implementiraju u istraživanja genetičke varijabilnosti kao i određivanju lične karte različitih vrsta topole.

Ključne reči: molekularni markeri, genetička variabilnost, topola

1. INTRODUCTION

Preservance of genetic variability is the main task for maintenance of the adaptive potential in species. Characterisation of diversity in forest species has been mainly based on morphological and biochemical traits. Due to recent developments in the field of molecular genetics, a variety of different techniques has been invented in order to reveal genetic variation on molecular level.

Reliable information on the distribution of genetic variation is a prerequisite for breeding and conservation program in forest tree species. Until recently, field and laboratory techniques employed morphological and biochemical markers in order to estimate genetic diversity and mating system parameters from population surveys.

Morphological markers are proved to be difficult to use in forest genetics due to different reasons: recessive in nature, (therefore heterozygotes are not identifiable); those markers are usually mutations and they often confer a deleterious phenotype to the organism; they are exhibited epistatic effect or pleiotrophy or their expression may be affected by environmental conditions and also confer a phenotype that is only apparent at one stage of an organism's development.

However application of the isozymes, as biochemical marker, is proved to be limited by the number of enzyme loci, relatively low levels of variability and the fact that they only reveal variation in protein coding genes and that only a minor proportion of modifications of the quaternary structure of the proteins can be detected by electrophoresis on starch gel.

Since the advent of recombinant DNA technology in population genetics in the mid - 1980's, the number of genetic markers available for population genetic studies of forest tree species has increased enormously.

Development of DNA markers has overcome the limitations on the number of variable loci and provided the tools to study variation in coding, non-coding and highly variable regions of both nuclear and organelle (chloroplast and mitochondrial) genomes. Molecular markers gives new dimension to genetic and population studies, as well as to breeding practice, protection of breeder's rights, while the methods of gene manipulation enabled fast introduction of desired genes in interesting genotypes, which is of special importance in breeding of perennial wood species (Kovačević et al., 2002).

In phylogeographic and phylogenetic studies of tree populations as well as gene flow, organelle genomes and highly variable genetic markers proved to be highly informative.

Many modern genetic markers belong to anonymous DNA marker type such as microsatellites or simple sequence repeats (SSRs), restriction fragment length polymorphisms (PFLPs), random amplified polymorphic DNA (RAPDs), and amplified fragment length polymorphisms (AFLPs). These marker types generally measure neutral DNA variation. They proved to be very useful (with different efficiency) in the analyses of phylogenetic relationships, population structure, mating system, gene flow, parental assignment, introgressive hybridization, marker-aided selection and genetic linkage (Vendramin and Hansen, 2005).

But all those are not useful for measuring adaptive genetic diversity (Krutovsky and Neale, 2005). The ideal marker for estimating adaptive variation should meet the following: it has to be directly involved in genetic control of adaptive traits; to identify DNA sequence and its function and could easily identify allelic variation. Such promising new marker that satisfies most or all of these criteria emerged recently as a result of new, modern science – genomics.

The newly developed marker system named expressed sequence tag polymorphisms (ESTPs) mostly reveals genetic variation within genes, although variation can be found in both coding and non-coding regions of genes. Thus ESTPs, at present, stands for the most informative techniques in terms of gene function.

Genomics as a new science is not much discussed in forest genetics. This science studies the whole genome by integrating traditional genetic disciplines such as population, quantitative and molecular genetics with new technologies in molecular biology, DNA analysis, bioinformatics and automated robotic systems. A number of genomics subdisciplines (such as: structural, functional, comparative, statistical and associative genomics) can be combined to provide a powerful approach to broad

studying adaptive genetic diversity. Thus genetic conservation and adaptive genetic diversity can benefit from new achievements in genomics.

This paper has the intention to present the part of the international study results concerning application of the DNA based technologies in forest genetics research concerning the implementation of those techniques in the area of genetic diversity of poplar clones and fingerprinting of poplar hybrids in our research work.

2. OVERVIEW OF DNA BASED STUDIES

Genus *Populus* belongs to the willow, family *Salicaceae* and contains at least 35 species of trees, along with a number of natural hybrids. Black poplar species (*Populus nigra* L.) has a wide geographical distribution ranging from Central and South Europe to Central Asia and North Africa (Zsuffa, 1974). It is a pioneer tree species of riparian ecosystems and there, in softwood floodplain forests, represents a keystone species as it is highly adapted to water dynamics and sediment movement (Storme, submitted for publication).

As the fast growing species, ease for clonal propagation and strong heterosis upon interspecific hybridization, poplars have become a tree species of prime economic importance worldwide. As the outcome, *P. nigra* along with few species native to Europe or North America such as *P. deltoides* and *P. trichocarpa* plays a central role in poplar breeding programs and has contributed to many successful interspecific hybrids (Frison et al., 1995, and Weisgerber and Han, 2001). Thus hybrids *P.x euramericana* have found its utility as a source of timber whereas *P. nigra* 'Italica' is used as a windbreak or for landscaping purposes. Hybrid Pannonia (*P.x euramericana*) was successfully raised for a high growth vigor (Orlović et al., 2006).

However, in the last centuries, large areas of its natural habitat have been lost due to changes in the management of riverbanks involving drainage, more intensive grazing and more frequent felling of trees (Lefevre et al., 1998). Autochthonous species *P. nigra* is additionally endangered by intercrossing events with other species of the section *Aigeiros*.

Over the past 50 years, in order to optimize the genetic diversity and enable them to adapt to changing environmental conditions, gene bank collections for *P. nigra* have been set up in most European countries mainly for breeding purposes (Heinze, 1997; Cottrell et al., 2002).

Because of its small genome size (550 Mb; 19 chromosomes) and its amenability for genetic transformation, poplar has become a model system for fundamental research on trees (Stettler et al., 1996) and in May 2002, the U. S. department of Energy (DOE) initiated an international project to sequence the genome of a Poplar tree within 18 month. A female *Populus trichocarpa*, named Nisqually-1 (after its habitat along Washington state river) was chosen for the sequencing project. The draft sequence is now publicly available (www.genome.jgi-psf.org/poplar0/poplar0.home.html) and the International Populus Genome Consortium

(IPGC) has been founded to help guide post-sequencing activities in poplar (www.oml.gov/ipgc/). Finally in 2004 its entire genome has been sequenced.

Environmental influences on morphology and phenotype differences between juvenile and mature characters make it difficult to discriminate between genetically different individuals on the basis of morphological characters alone.

Biochemical and molecular markers were turn out to be the most suitable markers in order to detect hybrids and duplicated accessions and to establish the extent of genetic variation and the levels of heterozygosity (Karp et al., 1997). Isozymes have been used in several studies of black poplar and they have been successful in distinguishing the different populus species and their hybrids (Guzina, 1980; Legionnet et al., 1997, Janssen, 1997, Heinze, 1998.).

Storme et al. (in press) used 3 AFLP and 5 SSR primer combinations as well as 11 isozyme systems in order to evaluate the existing genetic diversity of *P. nigra* within *ex situ* collections of 675 *P. nigra* accessions from 9 European gene bank collections. In this study those authors found isozyme markers very successful in detection of the hybrid populations. For genetic diversity they used SSR markers (expressed in terms of % polymorphic loci, effective number of alleles and Nei's expected heterozygosity) and AFLP (gene diversity) markers. Implication from processed data was that *P. nigra* shows moderate level of genetic differentiation between the regions. Most unique alleles were present in Danube region in Austria, the Rhone region in France, in Italy, the Rijn region in the Netherlands and in the Ebro region in Spain. The diversity was largest in southern countries and the clustering, PCA analysis, was according to topography.

Cervera et al. (2001) used *Populus* species for interspecific crosses (*P. deltoids* x *P. trichocarpa* and *P. deltoids* x *P. nigra*) and their backcrosses to set a dense genetic linkage maps based on AFLP and SSR markers.

Rahman and Rajora (2000) were developed and characterized new SSR markers for 8 loci in *P. tremuloides* from its partial genomic library. DNA markers were examined by determining polymorphisms in 38 *P. tremuloides* individuals. They proved microsatellite DNA markers to be very useful for assisting various genetic, breeding, biotechnology, genome mapping, conservation and sustainable forest management programs in poplars.

Since accurate identification of *Populus* clones and cultivars is essential for effective selection, breeding, and genetic resource management programs, the same authors (Rahman and Rajora, 2002) but in 2002 used 10 SSR loci for genetic fingerprinting and differentiation of 96 clones/cultivars and varieties belonging to six *Populus* species (*P. deltoides*, *P. nigra*, *P. balsamifera*, *P. trichocarpa*, *P. grandidentata*, and *P. maximowiczii*) from three sections of the genus. The unit of cultivation and breeding in poplars is a clone, and individual cultivars are normally represented by a single clone. The authors stated that all 96 clones/cultivars could be uniquely fingerprinted based on their single- or multilocus microsatellite genotypes. Results showed that *Populus nigra* var. *italica* clones were genetically differentiated from the *P. nigra* var. *nigra* clones. The authors concluded that microsatellite DNA

markers could be useful in genetic fingerprinting, identification, classification, certification, and registration of clones, cultivars, and varieties as well as genetic resource management and protection of plant breeders' rights in *Populus*.

In 2003, the same authors (Rahman and Rajora, 2003) combined three markers, one biochemical (allozyme) and two molecular (10 SSR loci and 248 RAPD loci) for DNA fingerprinting and differentiation of 17 widely grown *Populus x canadensis* syn. *Populus x euramericana* (interspecific *Populus deltoides x Populus nigra* hybrids) cultivars ("Baden 431", "Blanc du Poitou", "Canada Blanc", "Dorskamp 925", "Eugenei", "Gelrica", "Grandis", "Heidemij", "I-55/56", "I-132/56", "I-214", "Jacometti", "Ostia", "Regenerata", "Robusta", "Steckby" and "Zurich 03/3"), and determination of their genetic interrelationships. Informativeness of microsatellite and RAPD markers was also evaluated in comparison with allozyme markers for clone/cultivar identification in *P. x canadensis*. Informativeness of microsatellite and RAPD markers was also evaluated in comparison with allozyme markers for clone/cultivar identification in *P. x canadensis*.

High microsatellite DNA and RAPD genetic diversity was observed in the sampled cultivars. Overall, microsatellite DNA markers were the most informative for DNA fingerprinting of *P. x canadensis* cultivars. On the per locus basis, microsatellites were about six-times more informative than RAPD markers and about nine-times more informative than allozyme markers. However, on the per primer basis, RAPD markers were more informative. Both the microsatellite and RAPD data suggest that the cultivars "Baden 431", "Heidemij", "Robusta" and "Steckby" are genetically closely related. The inter-cultivar genetic relationships from microsatellite DNA and RAPD markers were consistent with those observed from allozyme markers, and were in general agreement with their speculated origin. Microsatellite DNA and RAPD markers could be used for clone and cultivar identification, varietal control and registration, and stock handling in *P. x canadensis*.

Aknowledge all said above, we orientated our research work to one of the wide used molecular systems, AFLPs and SSRs in order to distinguish genetic variability among poplar clones in different locations in Serbia and also to established the fingerprint of newly developed hybrids resulted from breeding activities in the Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad. We are planning to employ AFLP markers including 4 different AFLP primer combinations and 15 SSR markers in order to achieve our goal.

REFERENCES

- Cervera M.T., Storme V., Ivens B., Gusmao J., Liu B. H., Hostyn V., Slycken J. V., Montagu M. V., Boerjan W., 2001: Dense Genetic Linkage Maps of Three *Populus* Species (*Populus deltoides*, *P. nigra* and *P. trichocarpa*) based on AFLP and Microsatellite Markers. *Genetics* 158: 787-809.

- Cottrell, J.E., Tabbener, H.E., G.I. Forrest G.I. (2002): Distribution of variation in British black poplar: the role of human management. IN: (eds BC van Dam, S Bordács) Genetic diversity in river populations of European Black poplar - implications for riparian ecosystem management. Proceedings of an international symposium held in Szekszárd, Hungary, from 16-20 May, 2001.
- Frison, E., Lefèvre F., De Vries S., Turok J., compilers. (1995) *Populus nigra* network. Report of the first meeting, 3-5 October 1994, Izmit, Turkey. IPGRI, Rome, Italy.
- Guzina V. (1980): Procena genetskog varijabiliteta jasike (*Populus tremula* L.) pomoću polimorfizma izoperoksida. Zbornik radova Instituta za topolarstvo Novi Sad, knjiga broj 9.
- Heinze, B. (1997) *Populus nigra* in Austria: rare, endangered, not recognized? IN: (Turok J., Lefèvre F., de Vries S. and Tóth B., compilers) Euforgen *Populus nigra* Network. Report of the third meeting. 5-7 October 1996, Sávár, Hungary. Pp 34-41.
- Heinze, B. (1998) PCR-based chloroplast DNA assays for the identification of native *Populus nigra* and introduced poplar hybrids in Europe. For. Genet. 5, pp 31-38.
- Janssen, A. (1997): Unterscheidung der beiden Schwarzpappelarten *Populus nigra* L und *P. deltoides* March sowie ihrer Arthybride *P. x euramericana* (Dode) Guinier mit Hilfe von Isoenzymmustern. Die Holzzucht 51:pp 17-23.
- Karp, A.K. Edwards J., Bruford M., Funk S., Vosman B. (1997): Molecular technologies for biodiversity evaluation: opportunities and challenges. Nature Biotechnol. 15: pp 625-628
- Kovačević B., Orlović S., Aleksić J., (2002): Mogućnost primene biotehnologije u šumarstvu. Zbornik radova naučnog skupa "Savetovanje o biotehnologiji u Vojvodini", 12-13 septembar, Novi Sad. pp: 127-131.
- Krutovsky K. V. and D. B. Neale, 2005: Conservation and Management of forest genetic Resources in Europe. Chapter 4: Forest genomics and new molecular genetic approaches to measuring and conserving adaptive genetic diversity. Arbora publishers, Zvolen.
- Lefèvre, F., Legionnet A., de Vries, S., and Turok J. (1998) Strategies for the conservation of a pioneer tree species, *Populus nigra* L., in Europe. Genetics Selection Evolution 30 (Suppl. 1): S181-S196.
- Legionnet, A., Faivre-Rampant P., Villar, M., and Lefèvre, F. (1997): Sexual and asexual reproduction in natural stands of *Populus nigra*. Bot Acta 110: pp 257-263.
- Orlovic, S. Pilipovic, A., Galic, Z., Ivanisevic, P., Radosavljevic, N., (2006): Results of poplar clone testing in field experiments. Genetika, 38 (3): 257-264.
- Rahman MH, Rajora OP., 2000: Microsatellite DNA markers in *Populus tremuloides*. Genome, 43: 293-297.
- O.P. Rajora, M.H. Rahman, 2003: Microsatellite DNA and RAPD fingerprinting, identification and genetic relationships of hybrid poplar (*Populus canadensis*) cultivars. Theor. Appl. Genet. 106: 470-477.

- M.H. Rahman, O.P. Rajora, 2002: Microsatellite DNA fingerprinting, differentiation, and genetic relationships of clones, cultivars, and varieties of six poplar species from three sections of the genus *Populus*, *Genome* 45:1083–1094.
- Storme, V., A. Vanden Broeck, B. Ivens, D. Halfmaerten, J. Van Slycken, S. Castiglione, F. Grassi, T. Fossati, J.E. Cottrell, H.E. Tabbener, F. Lefèvre, C. Saintagne, S. Fluch, V. Krystufek, K. Burg, S. Bordács, K. Gebhardt, B. Vornam, A. Poh, N. Alba, D. Agúndez, J. Bovenschen, B.C. van Dam, J. van der Schoot, B. Vosman, W. Boerjan, M.J.M. Smulders, 2007: Ex-situ conservation of Black poplar in Europe: genetic diversity in nine gene bank collection and their value for nature development. Submitted for publication
- Tabor G. M., T. L. Kubisiak, N. B. Klopfenstein, R. B. Hall, and H. S. McNabb Jr., 2000: Bulk Segregant Analysis Identifies Molecular Markers Linked to *Melampsora medusae* Resistance in *Populus deltoids*. *Phytopathology*: 90 (9): 1039-1042.
- Vendramin G. G. and O. K. Hansen, 2005: *In: Conservation and Management of forest genetic Resources in Europe. Chapter 4: genetic techniques and their applications in conservation and management of forest genetic resources. Arbor publishers, Zvolen, 2005.*
- Zsuffa, L. (1974) The genetics of *Populus nigra* L. *Annales Forestales* 6/2 Academia scientiarum et artium slavorum meridionalium Zagreb.
- Weisgerber H. and Y.F. Han, 2001: Diversity and breeding potential of poplar species in China, *Forest Chron.* 77: 227–237.

Rezime

PREGLED DNK BAZIRANIH ISTRAŽIVANJA GENETIČKE VARIJABILNOSTI KOD TOPOLA

Vladislava Galovic¹, Sasa Orlovic¹

U različitim oblastima genetičkih istraživanja veoma često se primenjuju biohemijski i molekularni pristupi. Većina pomenutih istraživanja su usmerena na različite marker sisteme kao što su izozimi, AFLP, SSR i ESTP. Ovi markeri su bili veoma uspešni u određivanju genetičkog diverziteta kod divljih populacija određujući postojanje polimorfizma između pojedinih individua, različitih vrsta i njihovih hibrida. Ovi sistemi takođe omogućuju formiranje genetičke mape kao i potvrđivanje pripadnosti određenom genotipu putem genetičkog fingerprintinga u cilju zaštite oplemenjivačkih prava.

Razvijanje DNK markera omogućilo je prevazilaženje ograničenja kod brojnih varijabilnih lokusa obezbeđujući oruđe za istraživanje u oblasti kodirajućih, nekodirajućih i visoko varijabilnih regiona kako kod nuklearnih tako i kod genoma organela (kloroplastni i mitohondrijalni). DNK markeri su potvrdili visoku informativnost u oblasti filogeografskih i filogenetičkih studija populacije drveća kao i u oblasti istraživanja protoka gena i genoma organela.

U okviru razvijanja nove nauke, genomike, razvijen je i novi marker sistem pod imenom expressed sequence tag polymorphisms (ESTPs) koji se pokazao kao moćno oruđe u istraživanju genetičkih varijabilnosti unutar gena bilo da se on nalazi u kodirajućem ili nekodirajućem regionu. Trenutno se ovaj marker sistem smatra jednim od najinformativnijih od do sada razvijenih u istraživanju funkcije gena. Ovim marker sistemom će biti omogućena istraživanja u okviru adaptivnog genetičkog diveziteta i genetičke konzervacije.

Ovaj rad je napisan u nameri da sumira deo internacionalnih studija koje se odnose na aplikaciju novih tehnologija u genetičkim istraživanjima kod različitih vrsta topola kao i da se ova objavljena iskustva implementiraju u istraživačke programe Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu.



UDK: 630*26(497.113 Ada)

Stručni rad *Professional work*

VETROZAŠTITNI POJASEVI NA PODRUČJU OPŠTINE ADA KAO FAKTOR ZAŠTITE AGROEKOSISTEMA I POVEĆANJA ŠUMOVITOSTI

Saša Pekeč, Saša Orlović, Andrej Pilipović, Marina Katanić, Nenad Radosavljević¹

Izvod: U radu je prikazana mogućnost zaštite agroekosistema i povećanja šumovitosti putem osnivanja vetrozaštitnih pojaseva u opštini Ada. Analizirani su osnovni klimatski faktori i zemljište kao osnova za pravilan izbor vrsta drveća i žbunja. Predstavljeno je 7 modela vetrozaštitnih pojaseva čiji elementi konstrukcije su definisani širinom pojasa, oblikom poprečnog preseka, širinom između redova, rastojanjem stabala u redu i strukturi po vrstama drveća i žbunja. Prikazano je procentualno učešće vrsta, te raspored mreže pojaseva na čitavoj opštini, koji će stvoriti stabiliniji agroekosistem i povećati stepen šumovitosti za 2.95 %.

Ključne reči: vetrozaštitni pojasevi, klimatske osobine, zemljište

WIND SHELTERBELTS ON THE AREA OF ADA MUNICIPALITY AS A PROTECTION FACTOR OF AGROECOSYSTEMS AND INCREMENT OF AFFORESTED AREA

Abstract: *This paper presents the possibility of agroecosystems protection and increment of forest cover through the windbreak shelterbelt network establishment in Ada municipality. Basic climatic factors and the soil characteristics are analyzed as a basis for choice of adequate tree and shrub species. Seven models of windbreak shelterbelts are presented through construction elements such as width of shelterbelt, shape of cross cut, width of inter rows, distance between trees in rows and composition of tree and shrub species. In this paper is presented percentage of tree species and distribution of windbreak shelterbelts network through entire area of municipality which will create more sustainable agroecosystems and increase forest area for 2.95%.*

Key words: *wind shelterbelts, climate characteristics, soil*

¹ Mr Saša Pekeč, istraživač saradnik, dr Saša Orlović, naučni savetnik, mr Andrej Pilipović, istraživač saradnik, dipl. biol. Marina Katanić, istraživač saradnik, dipl. ing. Nenad Radosavljević, stručni saradnik, Istraživačko razvojni institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad

1. UVOD

Celokupna ispitivanja ugroženosti zemljišta različitim degradacionim procesima upućuju na velik uticaj eolske erozije, koja je primetna na sve većim površinama u svetu i Evropi. Sprovedene analize i procene pokazuju da eolska erozija u Evropi ugrožava oko 42 miliona hektara (European Environmental Agency-EEA, 2000, prema Letić i Savić, 2006).

Takođe ni područje Vojvodine, kao jedne od najobešumljenijih regija Evrope nije izuzeto od sličnih eolsko-erozionih delovanja. Vojvodina se nalazi u zoni umerenih do srednjih intenziteta eolske erozije, ali uz činjenicu da je visok rizik od intenziviranja erozionih procesa usled antropogenog delovanja, (United States Department of Agriculture – USDA, 1999, prema Letić i Savić, 2006).

Šumovitost Vojvodine stalno opada, prema (Vlatković, 1981; Orlović et al. 2006) je iznosila 6,37 % od ukupne površine, odnosno u zoni poljoprivrednih reona prosečno 1,5 %, u nekim područjima i ispod 1 %. Ovi podaci jasno ukazuju da je Vojvodina stepa, ili šumo-steпа, odnosno najobešumljenija regija u Evropi.

U okviru agroekosistema zemljište je najvažniji prirodni resurs. U nedostatku šuma uticaj vetra kao klimatskog elementa postaje sve jači na zemljište, kao i na poljoprivredne kulture. Vetar smanjuje vlagu i odnosi plodni površinski sloj zemljišta. U Vojvodini 1.634.000 ha je obradivo zemljište, koje po svojim fizičkim, vodno-vadušnim, hemijskim, biološkim i proizvodnim osobinama najvećim delom spada među najplodnija zemljišta u Evropi (Živković et al., 1972).

Da bi se dobio stabilniji ekosistem u Vojvodini, a prvenstveno sprečilo odnošenje plodnog sloja zemljišta eolskom erozijom postoji velika potreba za podizanjem mreže šumskih vetrozaštitnih pojaseva u Vojvodini, čime bi se povećala i trenutna šumovitost (Pekeč et al., 2007).

Savremeni pristup podizanju šumskih vetrozaštitnih pojaseva podrazumeva determinisanje edafskih i hidroloških uslova na osnovu čega se vrši izbor odgovarajućih vrsta drveća koje mogu zadovoljiti više funkcija a naročito funkciju povećanja i stabilnosti prinosa u poljoprivrednoj proizvodnji (Ivanišević et al., 2004).

Opština Ada je jedno od područja u Vojvodini sa veoma niskim procentom šumovitosti, odnosno 1.80% površine pod šumom prema izveštaju Republičkog Zavoda za statistiku iz 2006., (<http://webwrzs.statserb.sr.gov.yu>), a veoma kvalitetnim zemljištem koje se koristi u poljoprivredne svrhe. Cilj ovog rada je povećanje mogućnosti smanjenja eolske erozije i povećanje šumovitosti na području navedene opštine, koje bi neminovno dovelo do oplemenjivanja životnog prostora, te poboljšanja mikroklimatskih uslova, odnosno stvaranja održivog razvoja poljoprivrede.

2. OPŠTE KARAKTERISTIKE OPŠTINE ADA

Opština Ada je smeštena u severnom Banatu na desnoj obali Tise. Zauzima površinu od 228.6 km², na kojoj živi 18 996 stanovnika, u pet naseljenih mesta: Ada, Mol, Sterijino, Utrine i Obornjača. Na poljoprivredno zemljište otpada 20 000 ha, a ostalo zemljište spada u građevinsko. Poljoprivredno zemljište je po svim elementima izuzetnog kvaliteta i jedno je od najvećih prirodnih bogatstava opštine.

Od ostalih prirodnih bogatstava značajno je pomenuti i veoma povoljnu hidrološku situaciju, jer se opština čitavom dužinom proteže pored reke Tise. Osim reke Tise postoji i rečica Budžak koja se prostire pravcem sever-jug i koja se usekla u lesnu zaravan u dužini od 32 km. Polovina ovog vodotoka je pretvorena u akumulaciono jezero pogodno za zalivanje poljoprivrednog zemljišta. U zapadnom delu opštine kod naselja Obornjača protiče malim delom reka Čik.

Saobraćajna mreža je dobro razvijena. Po osovini sever-jug, a kroz najveća naseljena mesta Ada i Mol prolazi regionalni put R-122 od Novog Sada do Horgoša odnosno do državne granice sa Republikom Mađarskom. Opština Ada se nalazi istočno od autoputa E-5 i lokalnim putem sa asfaltnom podlogom je povezana preko naselja Utrine i dalje prema Bačkoj Topoli sa ovim međunarodnim putem. Mreža lokalnih puteva je izgrađena. Jedini lokalni put pravcem istok – zapad, spaja zapadna naselja u opštini i dužine je 23 km sa čvrstom podlogom.

Stvorene povoljnosti za razvoj poljoprivrede treba da se dalje unapređuju jer bi neracionalnim korišćenjem i nerazumnom primenom drugih mera mogli preovladati destruktivni procesi eolske erozije. Iz navedenog razloga je u procesu intenzivnog korišćenja zemljišta potrebno očuvanje njegove proizvodne vrednosti, s tim da je posebnu pažnju potrebno posvetiti zaštiti zemljišta od erozije, kao i tome da se na najmanji mogući stepen svede njegova kontaminacija.

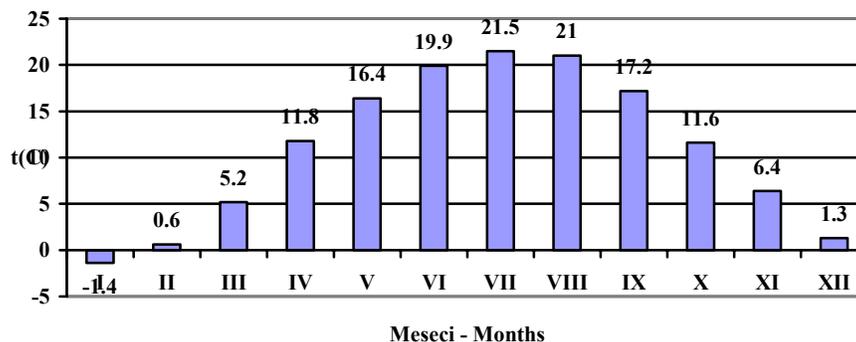
Sagledavajući značaj obešumljenosti, neophodno je povećati šumovitost podizanjem šumskih zaštitnih pojaseva uz saobraćajnice, poljske puteve, vodotoke, kanale, kao i na poljoprivrednim parcelama nepogodnim za mehanizovanu obradu.

3. ANALIZA EKOLOŠKIH PARAMETARA OPŠTINE ADA

3.1. Klimatske osobine područja

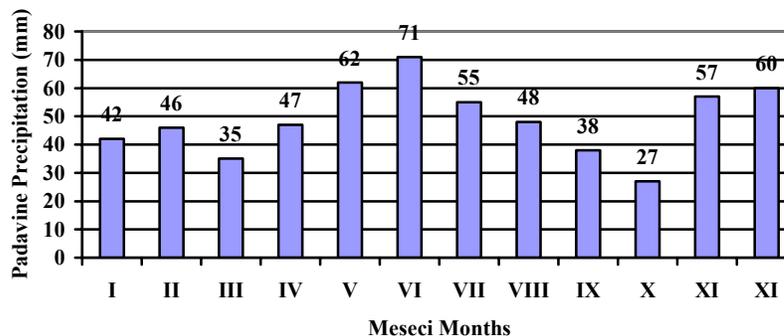
Klimatske karakteristike opštine Ada su u osnovi istog makroklimatskog tipa koji karakteriše čitavu Vojvodinu koja se, kao što je poznato, svrstava u tip umereno kontinentalne klime i panonski podtip, sa izvesnim specifičnostima u pojedinim rejonima (Katić et al., 1979). Za prikazivanje klimatskih osobina opštine Ada korišćeni su podaci sa najbližih meteoroloških stanica, iz Sente i Kikinde

Grafikon 1. Srednje temperature vazduha u opštini Senta ($^{\circ}\text{C}$), (Katić et al., 1979)
 Chart 1. Average air temperature values in Senta municipality ($^{\circ}\text{C}$), (Katić et al., 1979)



Analizirajući temperature vazduha na grafikonu 1 uočava se da je najhladniji mesec januar sa prosečnom temperaturom od $-1,4^{\circ}\text{C}$, dok je najtopliji mesec jul sa prosečnom temperaturom od $21,5^{\circ}\text{C}$. Na dijagramu vidimo da je raspored temperatura vazduha pravilan, pri čemu temperatura raste od januara do jula gde dostiže svoju kulminaciju i nakon toga opada do decembra. U vanvegetacionom periodu srednja vrednost temperature vazduha je iznosila $3,7^{\circ}\text{C}$ dok je u vegetacionom periodu prosečna temperatura bila $18,0^{\circ}\text{C}$.

Grafikon 2. Srednje mesečne visine padavina (mm), (Katić et al., 1979)
 Chart 2. Average precipitation (mm), (Katić et al., 1979)



Režim padavina ili pluviometrijski režim je jedan od najznačajnijih meteoroloških elemenata za biljnu proizvodnju. U Vojvodini vlada podunavski režim

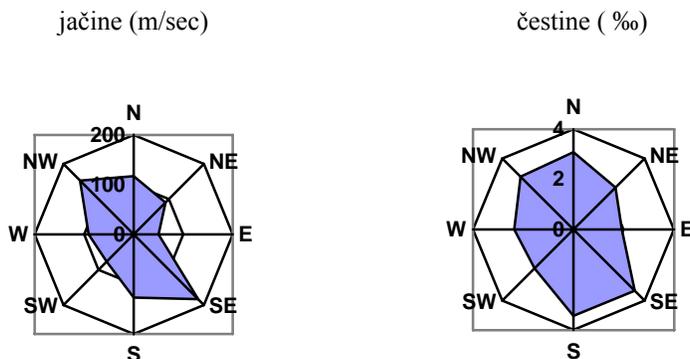
koga karakteriše (Vujeviću, 1924, prema Katić et al., 1979) najveći intenzitet padavina u mesecu junu kad je i glavni maksimum padavina, najmanja vrednost padavina je u mesecu oktobru i martu.

U grafikonu 2 su prikazane srednje mesečne visine padavina na osnovu kojih se mogu odrediti sušni periodi kao i periodi sa obiljem padavina u godini u opštini Senta.

Najviše padavina bilo je u junu, prosečno 71 mm, što je značajna količina za šumske vrste kao i poljoprivredne kulture. Minimum padavina je zabeležen u oktobru 27 mm. Na osnovu rasporeda srednjih godišnjih temperature i padavina može se zaključiti da one odgovaraju većem broju drvenastih i žbunastih vrsta.

Grafikon 3. Ruža vetrova (Katić et al., 1979)

Chart 3. Average wind frequency and wind direction (Katić et al., 1979)



Na osnovu ruže vetrova se može uvideti da su najčešći vetrovi iz smera severo-zapada i jugo-istoka, dok su ostali smerovi zastupljeni u manjem obimu, a takođe je i jačina vetrova izražena u m/sec, najzastupljenija iz pomenutih pravaca, s tim da je udar vetra nešto jači iz pravca jugo-istoka i juga u odnosu na severo-zapad i sever. Intenzitet eolske erozije na ovom području prema Pasaku se svrstava u II kategoriju sa mogućnošću odnošenja 0.9-2.0 t/ha plodnog površinskog sloja zemljišta godišnje.

Navedeni parametri vetra su od presudnog značaja za smer postavljanja vetrozaštitnih pojaseva, koji da bi ublažili udare vetra moraju biti postavljeni upravno na glavne smerove duvanja vetra.

3.2. Zemljište

Na području opštine Ada se nalaze sledeći tipovi zemljišta: černoziem, kao predstavnik automorfnoeg reda zemljišta, dok su iz reda hidromorfnihi zemljišta zastupljeni sledeći tipovi: livadska crnica, ritska crnica i aluvijalna zemljišta. Na osnovu

analize stanišnih resursa Vojvodine mogu se definisati potencijalna staništa za podizanje novih zasada šumskih vrsta drveća i žbunja, a kao primaran za to definisanje se pokazao edafski faktor (Ivanišević et al., 2006).

Na černozeu može da uspeva hrast lužnjak i bela topola prema (Jovanović, 1956). Povoljan teksturni sastav i zrnasta do mrvičasta struktura obezbeđuju kod černozeu dobar vodno-vazdušni režim i povoljno skladištenje fiziološki aktivne vode. Međutim, černozeu na lesu u odnosu na drvenaste vrste ima malu fiziološku dubinu za razvoj korena, a snabdeva se vodom samo putem padavina, te na njemu rastu samo kserotermne vrste, kao bagrem, sofora, cer, kopriović. Od podtipova i varijeteta černozeu na području ove opštine se nalaze: černozeu (karbonatni micelarni) na lesnom platou – šifra zemljišta 15, černozeu karbonatni (micelarni) na lesnoj terasi - 16, černozeu sa znacima oglejavanja na lesu - 20.

Livadske crnice su dobro drenirana zemljišta, sa visokim korisnim vodnim kapacitetom, a time i dobrim vodno-vazdušnim osobinama. Sa aspekta gajenja drvenastih vrsta, livadske crnice se koriste za veći broj lišćarskih vrsta, a Jovanović, (1965) (prema Živanov i Ivanišević, 1986) ukazuje na uspevanje šume tvrdih lišćara iz zajednice *Ulmeto-Fraxinetum*. Na ovom području su zastupljene: livadska crnica karbonatna na lesnom platou - 59, livadska crnica karbonatna na lesnoj terasi - 60, livadska crnica sa znacima oglejavanja u lesu - 20 i livadska crnica solončakasta - 64.

Ritska crnica je obrazovana u depresijama na najnižim delovima lesne terase, sa podzemnom vodom između 1 i 2 m dubine. Ritske crnice se odlikuju vrlo moćnim A horizontom, a po teksturnom sastavu je glinovita ilovača do glina. Humusni horizont, smenjuje uska zona oksido-redukcije, ispod koga je Gr horizont. U sušnom periodu na površini se javljaju duboke pukotine, pri čemu se kida fini korenov sistem. To je razlog lošeg uspevanja brojnih drvenastih vrsta. Iz navedenih razloga, na ritskim crnicama uspevaju, odnosno podnose takve ekološke uslove, vrste sa dubokim korenom u obliku srčanice, kao što je hrast lužnjak i poljski jasen. Na području opštine Ada zastupljena je ritska crnica beskarbonatna - 72.

Aluvijalna zemljišta se javljaju u inundacijama navedenih vodotokova a imaju osnovnu karakteristiku variranja podzemne vode koja se spušta ispod dva metra dubine. Relativno kratko se zadržava u profilu oko 3 meseca. Na aluvijalnim zemljištima se od vegetacije javljaju *Populus alba* i *Populus nigra*, a veoma su povoljna za plantažni uzgoj klonova euroameričkih topola (Živanov i Ivanišević, 1986). Na području opštine Ada su prisutna sledeća aluvijalnih zemljišta: aluvijalno ilovasto zemljište - 47 i aluvijalno zemljište na ritskoj crnici - 53.

S obzirom da su aluvijumi obrasli prirodnim sastojinama i veštački podignutim plantažama topola i vrba, podizanje pojaseva u tom delu nije potrebno, osim na mreži kanala i prirodnim vodotokovima, koji su prostorno odvojeni od aluvijuma uz Tisu.

Na osnovu navedenih ekoloških uslova i pedoloških svojstava područja je izvršen izbor odgovarajućih vrsta drveća i žbunja koja poseduju odgovarajuće osobine neophodne za podizanje vetrozaštitnih pojaseva.

4. RASPORED I STRUKTURA PREDVIĐENIH VETROZAŠTITNIH POJASEVA

Vetrozaštitni pojasevi se dele na: neprodivne, prodivne pri vrhu, prodivne pri zemlji i ažurne tipove vetrozaštitnih pojaseva (Lujić, 1973). Za područje opštine Ada se predlaže podizanje ažurnog vetrozaštitnog pojasa. Ovakvi pojasevi su delomično propusni za vetar i deluju tako da se stvaraju mali smetovi u okolini i ravnomerno raspoređuju sneg, osim toga imaju velik uticaj na brzinu vetra i isparavanje na velikom odstojanju od pojasa. Alternativa ažurnom tipu pojasa može biti neprodivni tip pojasa sa gustom sadnjom jednogodišnjih sadnica.

Slika 1. Mreža šumskih vetrozaštitnih pojaseva u opštini Ada, (P e k e č, 2006)

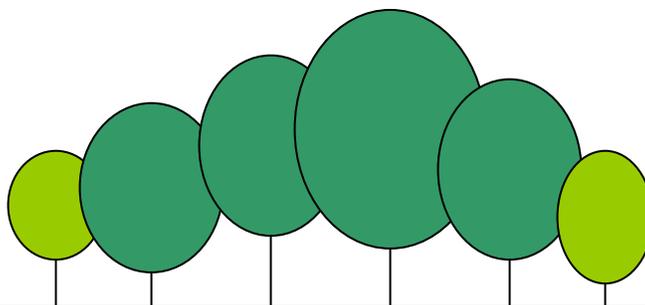
Figure 1. The windbreak shelterbelt network in Ada municipality, (P e k e č, 2006)



Za projekat podizanja šumskih zaštitnih pojaseva u ovoj opštini je predviđeno 7 modela pojaseva. Svaki tip pojasa će se u ravnomernom broju postaviti po celoj opštini u odnosu na ukupan broj pojaseva kako bi se dobio efekat što raznovrsnije vegetacije. Postavljanje pojaseva se predlaže uz postojeću infrastrukturu (magistralne puteve, pruge, poljske puteve, kanale i reke) u ravnomernom odnosu. Modeli pojaseva od A do F se preporučuju pokraj svih navedenih infrastrukturnih objekata, osim vodotokova i kanala, uz intenzivnu primenu agrotehničkih mera i mera nege u prvim godinama posle podizanja pojaseva. Pojas tipa G treba koristiti oko kanala i vodotokova, zbog predloženih vrsta – topola, s obzirom da je i prirodno rasprostranjenje crnih topola vezano s rasprostranjenjem aluvijalnih zemljišta na kojem topole nemaju konkurenciju (Orlović et al., 2005). Posebno za ovaj pojas tipa G se predlažu klonovi eurameričkih topola kao i crne američke topole koje odlikuju visok prirast i bujnost u odnosu na domaću crnu topolu (Orlović et al., 1997).

4.1. Poprečni profili predloženih modela poljozaštitnih pojaseva sa osnovnim karakteristikama

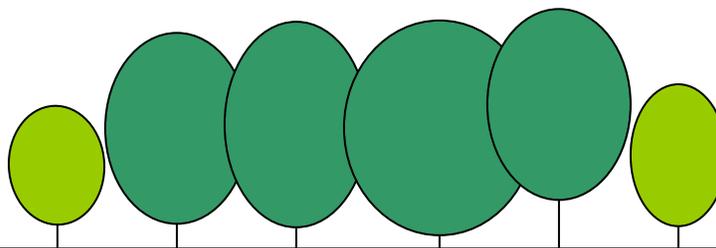
4.1.1. Tip A



Broj reda	I	II	III	IV	V	VI
Rastojanje reda (m)	1	3	3	3	3	1
Rastojanje u redu (m)	2,5	5	5	5	5	2,5
Broj sadnica /km	400	200	200	200	200	400
Vrsta	Dafina	Bagrem	Platan	Javor	Lipa	Dafina

Ovaj tip pojasa se sastoji od 6 redova. Razmak između svakog reda iznosi 3 m, dok je razmak pojasa sa spoljnih strana prema nekom objektu (njiva, put, pruga) 1m. Širina čitavog pojasa je 17 m. Po dužnom kilometru pojas ima 800 sadnica drveća i 800 sadnica žbunastih vrsta. Sistem sadnje je trouglast.

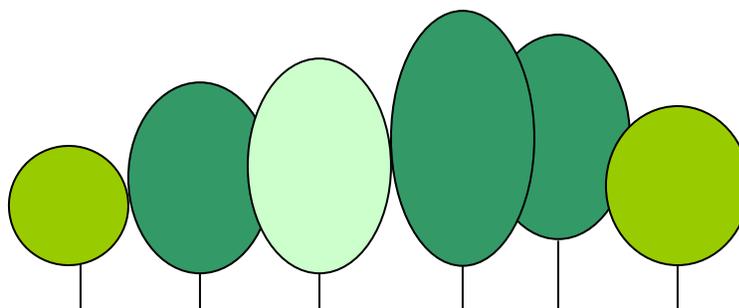
4.1.2. Tip B



Broj reda	I		II		III		IV		V		VI	
Rastojanje reda (m)	1	2	3	3	3	3	3	3	2	2		
Rastojanje u redu (m)	1		3		5		5		3		2	
Broj sadnica /km	1000		333		200		200		333		500	
Vrsta	Divlja ruža		Divlja jabuka		Brest		Dud		Divlja sljiva		Obična leska	

Pojas tipa B se sastoji od 6 redova. Ukupna širina pojasa je 16 m. Razmaci između redova drvenastih vrsta su 3 m, dok između drveća i žbunastih vrsta iznose 2 m. Udaljenost pojasa od nekog objekta je 1m s leve strane i 2m s desne strane. Broj sadnica drvenastih vrsta po dužnom kilometru je 1066, dok žbunaste vrste zauzimaju 1500 sadnica po kilometru dužnom. Sistem sadnje je trouglast.

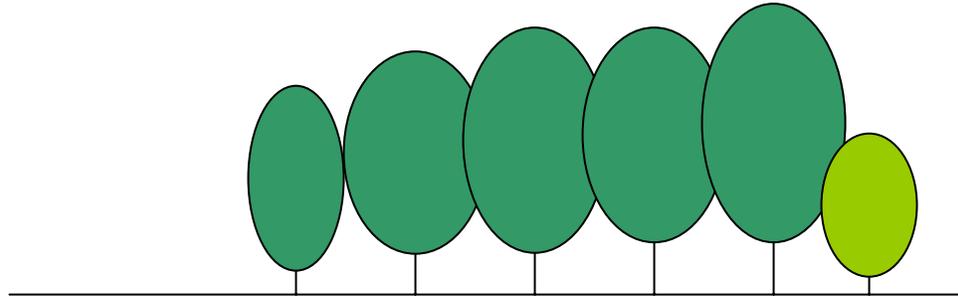
4.1.3. Tip C



Broj reda	I		II		III		IV		V		VI	
Rastojanje reda (m)	1	2	3	3	3	3	2	1				
Rastojanje u redu (m)	1		2		4		4		3		1	
Broj sadnica /km	1000		500		250		250		333		1000	
Vrsta	Glog		Divlja kruška		Bela topola		Gledičija		Divlja trešnja		Maklura	

Pojas tipa C ima 6 redova, od kojih su 4 reda drvenastih vrsta a 2 spoljna reda su žbunaste vrste, Razmak između drvenastih vrsta je 3 m između redova, dok između drvenastih i žbunastih je razmak nešto manji i iznosi 2 m. Širina čitavog pojasa je 15 m. Udaljenost pojasa od objekata (putevi, pruga ili njiva) sa svake strane je 1 m. Sistem sadnje je trouglast. Broj sadnica drvenastih vrsta iznosi 1333 kom. dok je žbunstih vrsta 2000 komada po km dužnom.

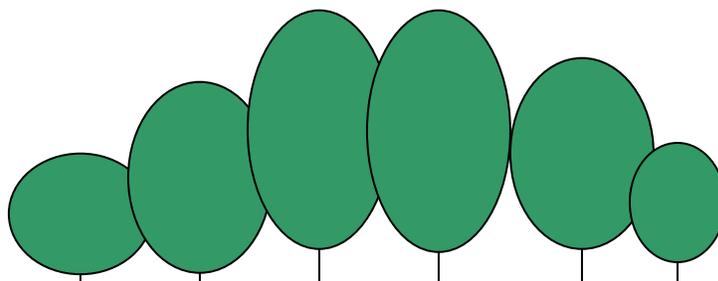
4.1.4. Tip D



Broj reda	I		II		III		IV		V		VI	
Rastojanje reda (m)	2		2		3		4		3		2	1
Rastojanje u redu (m)	3		4		4		4		4		2	
Broj sadnica /km	333		250		250		250		250		500	
Vrsta	Tuja		Grab		Crni orah		Mečija leska		Lužnjak		Tamariks	

Pojas tipa D ima ukupnu širinu od 17 m. Razmak između redova varira u odnosu na izabrane vrste od 2 do 4 m. Pojas je udaljen od objekata sa leve strane 2 m i s desne strane 1 m. Ukupno sadrži 6 redova, a potrebno je primenjivati trouglast odnosno naizmeničan sistem sadnje između redova. Broj sadnica po dužnom kilometru je 1833 kom.

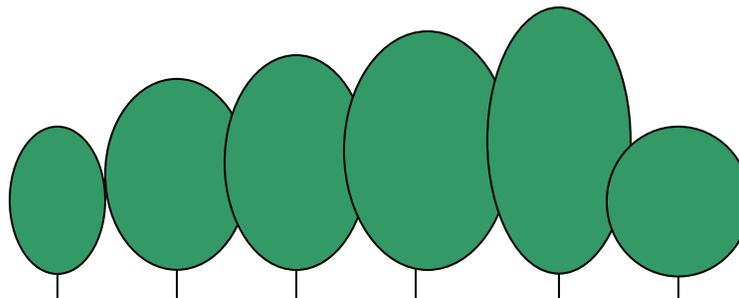
4.1.5. Tip E



Broj reda	I	II	III	IV	V	VI	
Rastojanje reda (m)	1	2	3	3	3	2	1
Rastojanje u redu (m)	2	4	4	4	4	4	2
Broj sadnica /km	500	250	250	250	250	250	500
Vrsta	Jorgovan	Sofora	Koprivić	Breza	Brekinja	Glog	

Pojas tipa E se sastoji od 6 redova od kojih su 4 reda drvenastih vrsta sa razmakom od 3 m, a spoljna dva reda su žbunaste vrste. Udaljenost pojasa od pratećih objekata sa svake strane je po 1 m. Širina čitavog pojasa iznosi 15 m. Potrebno je primenjivati trouglast sistem sadnje. Broj sadnica po dužnom kilometru drvenastih vrsta je 1000, i žbunastih isto 1000 kom

4.1.6. Tip F

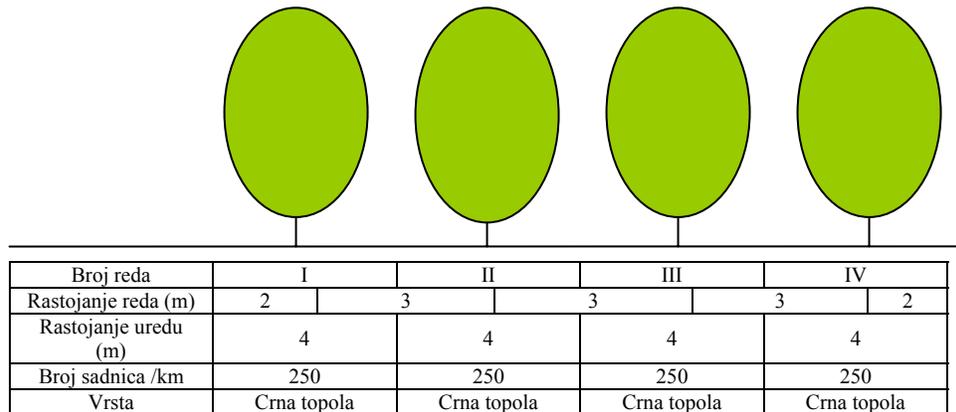


Broj reda	I	II	III	IV	V	VI	
Rastojanje reda (m)	1	2	3	3	3	2	1
Rastojanje u redu (m)	2	4	4	4	4	4	2
Broj sadnica /km	500	250	250	250	250	250	500
Vrsta	Kleka	Tuja	Crni bor	Bagrem	Lužnjak	Žešlja	

Pojas tipa F ima ukupnu širinu od 15 m. Udaljenost od objekata sa strane iznosi po 1 m. Razmak između redova drvenastih vrsta je 3 m. Sistem sadnje je trouglast. Ukupan broj redova je 6. Broj sadnica po dužnom km iznosi 2000 kom.

Pojas tipa G je potrebno podizati pored kanala i prirodnih vodotokova. Sastoji se od 4 reda, a ukupna širina pojasa iznosi 13 m. Razmak između redova je 3 m. Udaljenost pojasa od vodotoka sa jedne strane i nekog objekta sa druge strane je 2 m. Sistem sadnje je trouglast. Broj sadnica po kilometru dužnom iznosi 1000 kom.

4.1.7. Tip G



5. ZASTUPLJENOST VRSTA DRVEĆA

Za projekat mreže šumskih pojaseva u ovoj opštini su predviđene 32 vrste šumskog drveća. Od ukupne površine zaštitnih pojaseva, pod crnom topolom je 10.70 %, zatim pod dafinom 6.47 %, bagremom 6.41 % i tujom 4.32 % te lužnjakom od 3.95%. Vrste kao što su javor, platan, lipa, zauzimaju nešto preko 3.0 % od ukupne površine šumskih pojaseva, a ostale vrste imaju ispod 3.0 %. Najmanje udela u pojasevima imaju jorgovan sa 1.86%, grab sa 1.85%, maklura sa 1.71%, kleka i žešlja sa 1.69% te tamariks sa 1.48 %, od ukupne pošumljene površine. Kako navode Marković i Tatalović (1995) u Vojvodini bi trebalo podizati pojaseve od različitog šumskog drveća, voća i žbunja, jer samo područje je pogodno za širok spektar drvenastih vrsta. Prema navodima Ivanišević et al., (1998) u Vojvodini je 45% područja uz kanale pošumljeno a topola kao vrsta čini 62.8%, a analizirajući navedene podatke u ovoj opštini je takođe topola predložena kao vrsta oko kanala i procentualno je najviše zastupljena u projektovanim pojasevima.

Ukupan broj sadnica drveća i žbunja iznosi 868 976 komada, a površina koju će zauzimati pojasevi je 672.08 ha. Od radova koje će biti neophodno izvesti da bi se pripremila površina za sadnju pojaseva su: čišćenje terena, koje je u poljoprivrednim zonama svedeno na minimum, trasiranje budućeg pojasa, iskop jama i sadnja sadnica.

Tabela 1. Zastupljenost vrsta drveća
 Table 1. Participation of tree species

Vrsta <i>Species</i>	P (ha)	P (%)	Starost ili visina sadnica <i>Age or height planting material</i>	Br. sadnica <i>Number of seedlings</i>
Dafina	43.46	6.47	70-100 cm	69420
Bagrem	43.07	6.41	2+0	31525
Javor	26.02	3.87	150-200 cm	17355
Platan	26.02	3.87	150-200 cm	17355
Lipa	26.02	3.87	2+0	17355
Divlja ruža	13.02	1.94	70-100 cm	64750
Divlja Jabuka	16.21	2.41	70-100 cm	21562
Brest	19.43	2.89	2+0	12950
Dud	19.43	2.89	2+0	12950
Divlja šljiva	16.21	2.41	70-100 cm	21562
Obična leska	19.43	2.89	30-50 cm	32382
Glog	23.99	3.57	30-50 cm	88294
Divlja kruška	14.32	2.13	70-100 cm	28767
Bela topola	17.18	2.56	1/1	14385
Gledičija	17.18	2.56	1+0	14385
Divlja trešnja	14.32	2.13	2+0	19155
Maklura	11.5	1.71	30-40 cm	57525
Tuja	29.04	4.32	50-70 cm	30655
Grab	12.42	1.85	70-100 cm	12384
Crni orah	17.37	2.58	1+1	12384
Mečija leska	17.37	2.58	70-100 cm	12384
Lužnjak	26.58	3.95	2+0	26554
Tamariks	9.96	1.48	70-100	24773
Jorgovan	12.49	1.86	30-50 cm	31069
Sofora	15.53	2.31	100-150 cm	15533
Koprivić	18.66	2.78	2+0	15533
Breza	18.66	2.78	100-150 cm	15533
Brekinja	15.53	2.31	70-100 cm	15533
Kleka	11.37	1.69	70-100 cm	28336
Crni bor	17.03	2.53	70-100 cm	14170
Žešlja	11.37	1.69	2+0	28336
Crne topole	71.89	10.70	1/1	56506
Ukupno <i>Total</i>	672.08	100.00	-	868 976

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize ekoloških uslova područja opštine Ada je utvrđeno da je površina navedenog područja izložena degradacionim procesima, u prvom redu eolskoj eroziji, koji uslovljavaju smanjivanje produkcione sposobnosti zemljišta, što je naročito izraženo za poljoprivredne površine.

S obzirom na ugroženost opštine Ada eolskom erozijom, koja od ukupne površine od 22 860,00 ha ima 20 000,00 ha poljoprivrednog zemljišta, pristupilo se planu izrade mreže vetrozaštitnih pojaseva. Analizirani su klimatski uslovi, prvenstveno vetar, na pomenutom području. Na osnovu ruže vetrova određen je smer postavljanja pojaseva i sama struktura vetrozaštitnih pojaseva kako bi se eolska erozija svela na minimum.

Na području opštine Ada šumski zaštitni pojasevi prema urađenoj projektnoj dokumentaciji će zauzimati površinu od 672,08 ha, odnosno ukupnu dužinu mreže pojaseva od 433,323 kilometara, što je 2.95 % od ukupne površine navedene opštine. Predstavljeno je 7 modela vetrozaštitnih pojaseva čiji elementi konstrukcije su prikazani širinom pojasa, oblikom poprečnog preseka, širinom međuredova, rastojanjem stabala u redu i sastavu po vrstama drveća i žbunja. Pošto je područje Vojvodine pogodno za širok spektar drvenastih i žbunastih vrsta, korišćen je velik broj vrsta upravo radi postizanja raznovrsne vegetacije na terenu.

U mrežu pojaseva je uključeno 32 vrste drveća i žbunja kako bi osim osnovne zaštitne funkcije pojaseva bila ostvarena socio-ekonomska funkcija u manjoj meri, te dekorativno-pejzažna kao i sportsko-rekreativna funkcija.

Uobičajena je praksa da se na ovakvim mestima podižu šumski vetrozaštitni pojasevi koji su zbog navedene karakteristike u najvećoj meri zahvati šumskih melioracija. Kao što je poznato, podizanje šumskih vetrozaštitnih pojaseva u izvesnoj meri utiče na formiranje povoljnijeg mikroklimata svojim dejstvom na smanjivanju brzine vetra, a povezano sa tim i manjom evapotranspiracijom, smanjenjem mogućnosti odnošenja dela humusno-akumulativnog horizonta visoko produktivnih poljoprivrednih površina, kao i poboljšavanje mikroklimatskih uslova na mestima na kojima se podižu pojasevi.

Podignuti vetrozaštitni pojasevi će svojim brojnim funkcijama na ovom području stvoriti stabiliniji agroekosistem a s obzirom da je sadašnja površina pod šumom oko 409,00 ha ili 1.80% opštine, povećati će se stepen šumovitosti za 2.95 % odnosno za još 672.08 ha pod šumskom površinom u odnosu na čitavu teritoriju opštine Ada .

LITERATURA

- Ivanišević, P., Galić, Z., Rončević, S., Orlović, S. (1998): Gajenje crnih topola na nasipima u zoni osnovne kanalske mreže (OKM) u Vojvodini, Topola, br. 161/164, pp. 31-45, Novi Sad.
- Ivanišević, P., Rončević, S., Marković, M., Andrašev, S., Pekeč, S., Galić, Z. (2004): Shelterbelts as the factor of ecosystem stability in South Banat. International Conference on Sustainable Agriculture and European Integration Processes, Savremena poljoprivreda LIV, 3-4: 193-197. Novi Sad,
- Ivanišević, P., Galić, Z., Rončević, S., Pekeč, S. (2006): Stanišni resursi u funkciji povećanja šumovitosti Vojvodine, Topola br. 177/179, pp 107-137, Novi Sad
- Jovanović, S. (1956): Šumski pojasevi, Izdanje Instituta za naučna istraživanja u šumarstvu NR Srbije, Beograd
- Katić, P., Đukanović, D., Đaković, P.(1979): Klima SAP Vojvodine, Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu – OOUR Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- Lujčić, M. (1973): Šumske melioracije, Beograd
- Letić, L.J., Savić, R.(2006): Intenzitet procesa eolske erozije na Subotičko-Horgoškoj peščari, Savetovanje; Pošumljavanje u cilju realizacije prostornog plana i razvoja poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, pp 25-34, Novi Sad.
- Marković, J., Tatalović, I. (1995) Značaj i uloga vanšumskog zelenila na prostorima Vojvodine, , Eko-konferencija '95, » Zaštita životne sredine gradova i prigradskih naselja sa međunarodnim učesćem «, Zbornik radova, pp 305-314, Novi Sad
- Orlović, S., Klašnja, B., Ivanišević, P. (1997): Anatomsko fiziološka istraživanja u programu oplemenjivanja topola. Topola br. 159/160, pp 69-81, Novi Sad.
- 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 br 175/176, pp 5-8, Novi Sad.
- Orlović, S., Tomović, Z., Ivanišević, P., Vlatković, S., Galić, Z., Marković, S., Pejanović, R. (2006): Mogućnosti pošumljavanja u Vojvodini, Savetovanja „ Pošumljavanje u cilju realizacije prostornog plana i razvoja poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije“, Zbornik radova , pp 98-128, Novi Sad.
- Pekeč, S., (2006): Projekat podizanja vetrozaštitnih pojaseva na području opštine Ada, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad
- Pekeč, S., Rončević, S., Ivanišević, P., Katanić, M. (2007): The need of shelterbelts establishment in Vojvodina, 9.th International Symposium Interdisciplinary Regional Research (ISIRR-2007), June 21-23, 2007, Novi Sad
- Vlatković, S. (1981): Funkcije šuma i optimalna šumovitost Vojvodine, Doktorska disertacija, pp 1-321, Šumarski fakultet, Beograd.

Živković, B., Nejgebauer, V., Tanasijević, Đ., Miljković, N., Stojković, L., Drezgić, P.(1972): Zemljišta Vojvodine, Institut za poljoprivredna istraživanja, Novi Sad.

Živanov, N., Ivanišević, P. (1986): Topole i vrbe u Jugoslaviji, monografija, Institut za topolarstvo, poglavlje Zemljišta za uzgoj topola i vrba, pp 103-119, Novi Sad.

Summary

WIND SHELTERBELTS ON THE AREA OF ADA MUNICIPALITY AS A PROTECTION FACTOR OF AGROECOSYSTEMS AND INCREMENT OF AFFORESTED AREA

by

Saša Pekeč, Saša Orlović, Andrej Pilipović, Marina Katanić, Nenad Radosavljević

In agroecosystems of Vojvodina, soil and its characteristics are the most important resource during the 19th century and due to that fact soils were very degraded through the ploughing of meadows, intensive pasture and forests logging and it became drier. In such dry conditions influence of wind, as a climatic element, becomes more intensive and unfavorable for soil and agriculture crops grown on it because of moisture decrease through the transpiration. Lost of fertile soil layer is induced by wind erosion, also. In order to prevent further soil degradation, it was started with planning of windbreak shelterbelts in the most problematic municipalities in Vojvodina, amongst which is also municipality of Ada.

Basic climatic factors and the soil, on the territory of this community, are analyzed as a framework for correct choice of tree and shrub species for establishment of windbreak shelterbelts. Seven models of windbreak shelterbelts are presented which construction elements are presented through width of shelterbelt, shape of cross cut, width of inter rows, distance between trees in rows and structure of tree and shrub species.

In wind shelterbelts net are included 32 tree and shrub species in order to achieve, besides function of protection, also esthetic and sport-recreative purpose.

On the territory of Ada municipality tree protection shelterbelts, according to project documentation, will take place of 672,08 ha. Total length of shelterbelts net will be 433,323 km, which will take place of 2,95 % of total area of this municipality. Established windbreak shelterbelts will increase forest cover level and with its numerous functions will make that agroecosystem become more stable.

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 žbunatih 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 preredom ili u elektronskoj formi na disketi, CD disku ili putem E-mail na adresu: poplar@polj.ns.ac.yu. 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) 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:

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. - Rezimei na
engleskom jeziku.
ISSN 0563-9034

COBISS.SR-ID 4557314