TOPOLA

POPLAR

2008 (MMVIII) **NOVI SAD** **N^{O} 181/182**

YU ISSN 0563-9034

Izdavač

ISTRAŽIVAČKO RAZVOJNI
INSTITUT ZA NIZIJSKO ŠUMARSTVO I ŽIVOTNU SREDINU

Redakcioni odbor

Dr Saša Orlović, Dr Bojana Klašnja, Dr Petar Ivanišević, Dr Savo Rončević,

Dr Zoran Galić, Dr Branislav Kovačević, Dr Vladica Galović, Dr Siniša Andrašev – Istraživačko razvojni 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

Milica Gavrilović

UDK kalsifikacija

Radmila Kevrešan

Štampa

Štamparija "Old commerce" – Novi Sad

Uredništvo i administracija: Novi Sad, Antona Čehova 13d, 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***

NAPOMENE UREDNIŠTVA
EDITORIAL NOTES 3

Galić, Z.
UTICAJ MELIORATIVNIH ZAHVATA NA PROMENE SVOJSTAVA ZEMLJIŠTA U INUNDACIJI REKE TAMIŠ
Galić, Z.
THE INFLUENCE OF MELIORATIVE EVENTS ON THE CHANGES OF SOIL CHARACTERISTICS IN THE BASIN OF TAMIŠ RIVER 5

Galić, Z., Pilipović, A., Orlović, S., Klašnja, B., Ivanišević, P., Kebert, M.
KARATERISTIKE ZEMLJIŠTA PARKOVA U NOVOM SADU I NJIHOVA OPTEREĆENOST TEŠKIM METALIMA
Galić, Z., Pilipović, A., Orlović, S., Klašnja, B., Ivanišević, P., Kebert, M.
CHARACTERISTICS OF SOILS IN NOVI SAD PARKS AND THEIR HEAVY METAL LOAD 11

Šijačić-Nikolić, M., Vilotić, D., Radović, M., Stanković, D.
PRIMENA SUPER APSORPCIONIH POLIMERA PRI POŠUMLjAVANjU DEGRADIRANIH TERENA
Šijačić-Nikolić, M., Vilotić, D., Radović, M., Stanković, D.
APPLICATION OF SUPER-ABSORBANT POLYMERS IN FORESTATION OF DEGRADED TERRAINS 21

Ivanišević, P., Galić, Z., Rončević, S., Kovačević, B., Marković M.
SIGNIFICANCE OF ESTABLISHMENT OF FOREST TREE AND SHRUB PLANTATIONS FOR THE STABILITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ECOSYSTEMS IN VOJVODINA
Ivanišević, P., Galić, Z., Rončević, S., Kovačević, B., Marković, M.
ZNAČAJ PODIZANJA ZASADA ŠUMSKOG DRVEĆA I ŽBUNJA ZA STABILNOST I ODRŽIVI RAZVOJ EKOSISTEMA U VOJVODINI 31

Kovačević B., Kevrešan S., Ćirin-Novta V., Kuhajda K., Kandrač J., Miladinović D.
EFEKAT NAFTENSKIH KISELINA NA OŽILJAVANJE MIKROIZBOJAKA BELE TOPOLE (*Populus alba* L.)
Kovačević B., Kevrešan S., Ćirin-Novta V., Kuhajda K., Kandrač J., Miladinović D.
THE EFFECT OF NAPHTHENIC ACIDS ON WHITE POPLAR (Populus alba L.) MICROCUTTINGS' ROOTING 41

Katanić M., Grebenc T., Hrenko M., Štupar B., Galić Z., Orlović S.,Kraigher H.
PRVA IDENTIFIKACIJA TIPOVA EKTOMIKORIZE U ZASADU BELIH TOPOLA (*Populus alba* L.) KOD NOVOG SADA
Katanić M., Grebenc T., Hrenko M., Štupar B., Galić Z., Orlović S., Kraigher H.
THE FIRST IDENTIFICATION OF ECTOMICORISAL TYPES IN THE WHITE POPLAR (Populus alba L.) STAND NEAR NOVI SAD 49

Pekeč Saša, Ivanišević Petar, Rončević Savo, Kovačević Branislav, Marković Miroslav
PLAN I PROGRAM OSNIVANJA ŠUMSKIH POJASEVA U VOJVODINI
Pekeč Saša, Ivanišević Petar, Rončević Savo, Kovačević Branislav, Marković Miroslav
PLANE AND PROGRAME OF SHELTERBELTS ESTABLISHMENT IN VOJVODINA 61

NAPOMENA UREDNIŠTVA

Godine 2008. Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu Univerziteta u Novom Sadu je proslavio 50 godina rada na unapređenju šumarske nauke i prakse. Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu je osnovala Skupština AP Vojvodine 1958. godine, pod imenom Zavod za topole. Odlukom Skupštine AP Vojvodine Zavod za topole prerasta u naučnu ustanovu pod imenom Naučni Institut za topolarstvo.Od tada pa do danas Institut je više puta menjao svoj status i naziv, pri čemu je najviše vremena postojao kao deo Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu.

Odlukom Izvršnog veća Autonomne Pokrajine Vojvodine od 25.10.2006. godine Institut je osnovan kao samostalno pravno lice, odnosno kao istraživačko razvojni institut, u skladu sa odredbama Zakona o naučno - istraživačkoj delatnosti.Pretežnu delatanost Instituta čine primenjena i razvojna istraživanja usmerena ka zadovoljavanju potreba neposrednih korisnika rezultata istraživanja i osnovna istraživanja kao osnova za primenjena i razvojna istraživanja. Odlukom Saveta Univerziteta 21.12.2007. Institut je primljen u sastav Univerziteta u Novom Sadu.

Povodom obeležavanja 50 godina od osnivanja Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, održana je međunarodna naučna konferencija pod nazivom „Forestry in Achieving Millenium Goals – Šumarstvo u ostvarivanju milenijumskih ciljeva“, pod pokroviteljstvom IUFRO-a. Konferencija je održana od 13-15. novembra 2008 godine i na njoj je učestvovalo oko 40 stranih i 40 domaćih predavača. Strani predavači su bili vrhunski evropski stručnjaci u svojim oblastima iz Austrije, Francuske, Grčke, Bugarske, Italije, Nemačke, Švedske, Češke Republike, Slovačke, Mađarske, Slovenije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Crne Gore i Belorusije. Učesnici iz naše zemlje, su pored istraživača iz Instituta za nizijsko šumarsvo i životnu sredinu, bili predstavnici naučnih i nastavnih institucija kao što su: Šumarski Fakultetet iz Beograda i Institut za šumarstvo iz Beograda, zatim sa Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu. Konferenciji je prisustvovalo preko 120 učesnika, gde su pored naučnika – predavača iz inostranstva i naše zemlje, bili i predstavnici Uprave za šume Ministrastva, i stručnjaci iz šumarske prakse iz JP „Vojvodinašume”, JP „Srbijašume”, Nacionalnog Parka Fruška Gora i JP „Vode Vojvodine”.

Na skupu je prezentovano 40 naučnih radova u vidu usmenih izlaganja, tokom dva dana, u plenumu. Takodje, izloženo je i 40 radova u obliku postera, koji su izloženi u dva dana trajanja skupa. Na konferenciji su prezentovani rezultati iz skoro svih oblasti koja obuhvata šumarstvo. Prikazani su rezultati najsavremenijih istraživanja iz oblasti kao što su gajenje šuma, genetika i očuvanje genetičkih resursa, zaštita šuma, ekologija šuma, zaštita životne sredine i šumarska politika. Prisustvo eminentnih istraživača iz inostranstva, kao i naučnika iz naše zemlje, koji su izneli rezultate najsavremenijih istraživanja iz svih oblasti, omogućilo medjusobnu razmenu mišljenja, kroz zanimljive diskusije, ali i veoma važan lični kontakt sa stručnjacima iz preduzeća kojima je šumarstvo osnovna delatnost.

Naročito treba istaći prisustvo i pokazano interesovanje šumarske prakse, tj stručnjaka iz prakse, koji na ovaj način neposredno obnavaljaju neophodna znanja u planiranju i osnivanju agrošumarskih zasada, održivom gazdovanju, i optimalnom ekonomskom balansu u proizvodnji, zaštiti i primeni biomase u najrazličitijim aspektima prerade.

EDITORIAL NOTES

In 2008 Institute of lowland forestry and environment in Novi Sad celebrated its 50th anniversary of work on improvement in forestry science and praxis. Institute of lowland forestry and environment was established by Parliament of AP Vojvodina 1958 and it was called Poplar institute. By decision of Parliament AP Vojvodina, Poplar institute changed its name in Poplar research institute. Since then, Institute changed its name and status more times, but most of the time it was the part of Faculty of agriculture of University in Novi Sad.

Institute was established by decision of Executive Council of AP Vojvodina on 25th October 2006 as an independent law entity i.e. research and development institute in accordance with definitions of scientific and research activity law. Major Institute's activities are in applicative and developmental research in order to meet requirements of direct users of research results and basic research as a basis for applicative and developmental research. Institute was accepted as a member of University of Novi Sad on 21st December 2007 by decision of University Council.

On the occasion of 50th anniversary of establishment of Institute of lowland forestry and environment, international scientific conference named „Forestry in Achieving Millenium Goals – Šumarstvo u ostvarivanju milenijumskih ciljeva", under IUFRO patronage was held. Conference was held on 13-15 November 2008. About 40 foreign and 40 native participants took place there. Foreign lecturers were top Europian experts in their areas. They came from Austria, France, Greece, Bulgaria, Italy, Germany, Sweden, Check Republic, Slovakia, Hungary, Slovenia, Croatia, Bosnia and Herzegovina, Montenegro and Belarus. Participants from Serbia, besides researches from Institute of lowland forestry and environment, were members of scientific and educational institutions such as Forestry faculty from Belgrade and Forestry institute from Belgrade, Faculty of Sciences from Novi Sad. About 120 participants attended conference. Members of Head office for Forestry of Ministry of agriculture, forestry and water management and experts in forestry praxis from JP „Vojvodinašume", JP „Srbijašume", Nacional Park Fruška Gora and JP „Vode Vojvodine" also took part.

In two days, in plenum, 40 scientific works were presented as oral presentations. Also, 40 papers were presented in the form of poster and they were exposed during two days of conference.

Results from the latest research in almost all forestry areas such as: Forest Management, Genetics, Genetic Resources Conversation, Forest Protection, Forest Ecology, Environment Protection and Forestry Politics were presented. Presence of eminent foreign and native researchers, who presented results from all areas, enabled exchange of thoughts through interesting discussions, and very important personal contact with experts from enterprises whom forestry is the major activity.

Especially presence and shown interest of forestry praxis should be highlighted i.e. experts from praxis, who in this way directly recapitulate necessary knowledge in planning and establishment agroforestry stands, sustainable management and optimal economic balance in production, protection and utilization of biomass in the most different aspects of processing.

Topola N° 181/182 (2008) str. 5-10

UDK: **631.461(497.113 Tamis)**

Originalan naučni rad *Original scientific paper*

UTICAJ MELIORATIVNIH ZAHVATA NA PROMENE SVOJSTAVA ZEMLJIŠTA U INUNDACIJI REKE TAMIŠ

Galić Zoran[1]

Izvod: U Vojvodini je tokom izgradnje nasipa i kanalske mreže došlo do upravljanja pravaca vodotokova, pre svega Tise i Tamiša, tako da nasipi i veštačka korita prolaze i kroz druge genetičke delove poloja, pa čak i izvan poloja (lesne terase). Iz navedenog razloga su u radu analizirane fizičke i hemijske osobine zemljišta obrazovanog na prethodnom zemljištu (lesnoj terasi) pored veštačkog korita u inundaciji reke Tamiš. Utvrđeno je da se sadržaj frakcije praha+gline po dubini profila fluvisola sa fosilnim zemljištem kretao od 38,7 do 54,4%. Veći sadržaj je utvrđen u fosilnom delu profila. Teksturna klasa se kretala od peskovite ilovače u recentnom delu profila do glinovite ilovače u fosilnom delu profila. U odnosu na černozem u poljoprivrednoj zoni sa tog područja je utvrđen „lakši“ teksturni sastav. Reakcija zemljišnog rastvora je u proseku bila 7,50. Sadržaj humusa je u proseku bio nizak, a sadržaj karbonata u proseku 12,96%. U odnosu na černozem u poljoprivrednoj zoni pogrebeni černozem je pretrpeo promene kako u fizičkim tako i u hemijskim osobinama.

Ključne reči: fluvisol, černozem, Tamiš

THE INFLUENCE OF MELIORATIVE EVENTS ON THE CHANGES OF SOIL CHARACTERISTICS IN THE BASIN OF TAMIŠ RIVER

Abstract: *During the building of dike and canal network in Vojvodina, the direction of the Tisa and Tamiš rivers has been changed, so the dikes and canals are going through other generic parts of riparian zone, and even outside of the riparian zone (less terraces). Because of this reason physical and chemical characteristics of the soil formed on previous soil (less terrace) along the new artificial riverbed in the basin of river Tamiš were analyzed. It was found that the content of the silt+clay fraction throughout the profile of fluvisol on fossil soil varied from 38,7 to 54,4%. Higher content was found in the fossil part of the profile. Textural class varied from sandy loam in the recent part of the profile to clay loam in the fossil part of the profile. Relating to chernozem in the nearby zones of agricultural production a "lighter" mechanical composition was found. The pH of the soil solution was around 7,50. The content of the humus was mostly low, while the content of carbonates was 12,96% in average. Relating to chernozem in the zone of agricultural production, soil on the fossil chernozem was changed in physical and chemical characteristics.*

Key words: *fluvisol, chernozem, Tamiš river*

1. UVOD

Strateški interes u Srbiji je poljoprivredna proizvodnja na visokoprouktivnom tipu zemljišta-černozem. Černozem je preovlađujući tip zemljišta u Vojvodini. Iako je došlo do promena u načinu korišćenja ovog zemljišta kao posledica industralizacije, kolektivizacije i

[1] Dr Galić Zoran, viši naučni saradnik, Istraživačko-razvojni institut za nizijsko šumrstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

urbanizacije (Bouma, et al. 1998) osnovni cilj je korišćenje njegove proizvodnosti u poljoprivredne svrhe radi zadovoljenja potreba domaćeg stanovništva.

S obzirom na navedeni značaj u poljoprivredi jedan od strateških ciljeva bio je i očuvanje ovog neobnovljivog resursa. To se odnosi i na deo koji je bio ugrožen poplavnim vodama. Rešenje za deo površina u černozemnoj zoni ugroženog od poplavnih voda je bilo u zaštiti putem izgradnje nasipa i kanalske mreže.

Nasipi su građeni što bliže reci odnosno izgrađeni su duž priobalnog genetičkog dela poloja uz to da su vodotoci nekih reka (Tisa, Tamiš) upravljani tako da nasipi prolaze i kroz druge genetičke delove poloja, pa čak i izvan poloja, kroz lesne terase (Ivanišević, et al. 1999).

U normalnim uslovima u poloju reka se javljaju priobalni, centralni i priterasni deo sa karakterističnom vegetacijom (Viljams, 1950; Šumakov, 1960). Uz odbrambene nasipe nastanjene su zaštitne šume sa različitim biljnim formacijama, pre svih šume mekih lišćara – topola i vrba, nastale pre svega veštačkim putem na visoko antropogenizovanom zemljištu (Ivanišević, et al. 1999). Poseban problem predstavljaju tvorevine u černozemnoj zoni nastale posle upravljanja vodotokova ravničarskih reka. S obzirom na malu verovatnoću mogućnosti determinisanja ovakvih slučajeva u radu se prikazuju osnovne fizičke i hemijske osobine fluvisola nastalog posle upravljanja vodotoka reke Tamiš.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Istraživanja su obavljena na reci Tamiš (N 44˚58´17,8˝; E 20˚31´10,8˝). Poređenje fizičkih i hemijskih osobina zemljišta tipa černozem je izvršeno na osnovu najbližeg profila u černozemnoj zoni.

Fizička svojstva zemljišta određena su po sledećim metodama (Grupa autora, 1997):

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

-za razvrstavanje čestica granulometrijskog sastava korišćena je klasifikacija Atteberga

Hemijska svojstva određena su po sledećim metodama (Grupa autora, 1971):

-humus (%) po Tjurinu u modifikaciji Simakova 1957

-$CaCO_3$ (%) volumetrijski Scheiblerovim kalcimetrom

- pH u H_2O elektrometrijski sa kombinovanom elektrodom na Radiometar pH metru

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

Prema klasifikaciji zemljišta Jugoslavije (Škorić, et al. 1985) na objektu je determinisan fluvisol sa fosilnim zemljištem, otvoren u priobalnom delu reke Tamiš. Preovlađujuća vegetacija u prizemnom spratu prizemne flore je bio *Aster sp.* Morfološka građa profila otvorenog profila je bila **A_a – I G_{so}– A_b – AC – C**, sa morfološkim opisom profila:

A_a (0-10 cm): smeđa glinovita ilovača, sa glavnom masom korenovog sistema jednogodišnjih biljaka na ovoj dubini, postepeni prelaz u

I G_{so} (10-90 cm): smeđa ilovača sa znacima oksidoredukcionih procesa, glavna masa korenovog sistema biljaka na ovoj dubini, postepen prelaz u

A_b (90-160 cm): humusnoakumulativni horizont nakadašnjeg černozema po teksturnom sastavu ilovača, mrvičaste strukture, postepen prelaz u

AC (160-190 cm): svetlosmeđi les

C (190-250 cm): lesoidni materijal žute boje, pod izraženim procesima prevlaživanja

Profil je iskopan u delu reke Tamiš koji je upravljan tako da se kao fosilno zemljište našao černozem na lesnoj terasi. Posle upravljanja toka reke Tamiš deponovan je aluvijalni

nanos debljine 90 cm. S obzirom na proces deponovanja aluvijalnog nanosa izvršena je analiza najvažnijih fizičkih i hemijskih osobina zemljišta.

Granulometrijski sastav i teksturna klasa fluvisola sa fosilnim zemljišta je prikazana u tabeli 1.

Tabela 1. Granulometrijski sastav i teksturna klasa
Table 1. Particle size composition and textural class

Horizont *Horizon*	Dubina *Depth*	Granulometrijski sastav % *Particle size composition %*						Teksturna klasa *Textural class*
		> 0,2	0,2 - 0,02	0,02 - 0,002	< 0,002	Ukupno *Total* > 0,02	Ukupno *Total* < 0,02	
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	
A_a	0-10	0.3	54.1	23.2	22.4	54.4	45.6	Pesk.-glin. ilovača *Sandy-clayish loam*
IG_{so}	10-90	0.5	60.8	19.1	19.6	61.3	38.7	Pesk. ilovača *Sandy loam*
A_b	90-160	0.6	45.4	24.0	30.0	46.0	54.0	Pesk. glin. ilovača *Sandy-clayish loam*
AC	160-190	1.5	44.1	21.7	33.3	45.6	54.4	Glin. ilovača *Clayish loam*
C	> 190	2.1	46.4	25.6	25.9	46.5	51.5	Pesk. glin. ilovača *Sandy-clayish loam*
Prosek *Average*		1.0	50.2	22.7	22.1	51.2	48.8	

Najvažnije fizičko svojstvo zemljišta od značaja je između ostalih frakcije praha+gline u fiziološki aktivnom sloju zemljišta (Živanov, 1977). Isto tako, utvrđeno je da svi indikatori plodnosti zemljišta funkcionalno zavise od ove frakcije (Živanov, 1977; Živanov i Ivanišević, 1986; Ivanišević, 1993; Galić, 2000). Sadržaj frakcije praha+gline je u proseku bila 42,15% u recentnom delu profila, dok je sadržaj ove frakcije u pogrebenom delu profila u proseku bio 53,3%. Svi horizonti pogrebenog dela profila su po sadržaju ove frakcije vrlo ujednačeni, a sadržaj se kretao u granicama od 51,1 do 54,4%. Po teksturnom sastavu je pogrebeni deo profila težeg teksturnog sastava u odnosu na recentni deo profila. Najlakši teksturni sastav je utvrđen u sloju IG_{so} gde je utvrđena peskovita ilovača. Teksturni sastav peskovito glinovita ilovača je utvrđena u najvećem procentu po dubini profila.

Reakcija zemljišnog rastvora je bila slabo alkalna (Tabela 2). Manje pH vrednosti su utvrđene u gornjem delu profila.

Tabela 2. Sadržaj humusa, karbonata i reakcija zemljišnog rastvora
Table 2. Contents of humus, $CaCO_3$ and humus

Horizont *Horizon*	Dubina (cm) *Depth*	pH u H_2O *pH in H_2O*	Humus (%)	$CaCO_3$ (%)
A_a	0-10	7.36	1.41	7.89
IG_{so}	10-90	7.43	1.07	6.26
A	90-160	7.57	1.04	10.40
AC	160-190	7.58	0.90	18.66
C	> 190	7.56	0.84	21.59
Prosek *Average*		7.50	1.05	12.96

Sadržaj humusa po dubini profila profila je mali. Najveći sadržaj je utvrđen u humusno-akumulativnom horizontu fluvisola, a najmanji u AC i C horizontu černozema. Sadržaj karbonata je bio veći u delu profila vezanim za černoze i kretao se u granicama od 10,41 do 21,59%.

Najvažnije fizičke i hemijske osobine tipa černozema u poljoprivrednoj zoni najbližeg profila su prikazane u tabelama 3 i 4.

Tabela 3. Granulometrijski sastav i teksturna klasa (Živković, et al. 1972)
Table 3. Particle size composition and textural class

Horizont *Horizon*	Dubina *Depth*	Granulometrijski sastav % *Particle size composition %*						Teksturna klasa *Textural class*
		> 0,2	0,2 - 0,02	0,02 - 0,002	< 0,002	Ukupno *Total* > 0,02	Ukupno *Total* < 0,02	
		mm	mm	Mm	mm	mm	mm	
A	0-60	1.1	35.9	32.2	30.8	37.0	63.0	Glin. ilovača *Clayish loam*
AC	60-100	0.6	32.3	36.9	30.2	32.9	67.1	Glin. ilovača *Clayish loam*
C	100-170	0.4	34.4	33.9	31.3	34.8	65.2	Glin. ilovača *Clayish loam*
CG	>170	0.9	32.1	35.0	32.0	33.0	67.0	Glin. ilovača *Clayish loam*
Prosek *Average*		0.8	33.7	34.5	31.0	34.5	65.5	

Dominantna frakcija u granulometrijskom sastavu je prah+glina. U proseku ova frakcija je zastupljena sa 65.5%. Po dubini profila u proseku je najzastupljenija frakcija praha. Najveće učešće frakcije praha je utvrđena u AC horizontu. U humusno akumulativnom horizontu je najzastupljenija frakcija sitnog peska. Teksturni sastav po dubini profila je bio glinovita ilovača.

Reakcija zemljišnog rastvora je bila alkalna (tabela 4). Sadržaj karbonata je po dubini profila bila 15,99%.

Tabela 4. Sadržaj humusa. karbonata i reakcija zemljišnog rastvora (Živković, et al. 1972)
Table 4. Contents of humus, $CaCO_3$ and humus

Horizont *Horizon*	Dubina *Depth* (cm)	pH u H_2O *pH in H_2O*	Humus (%)	$CaCO_3$ (%)
A	0-60	7.78	4.00	2.24
AC	60-100	8.07		18.11
C	100-170	8.35		21.81
CG	>170	8.62		21.81
Prosek *Average*		8.20		15.99

Sadržaj frakcije praha+gline je u proseku bio veći u černozemu u poljoprivrednoj zoni u odnosu na fluvisol sa pogrebenim zemljištem. Kao posledica toga se javlja i u proseku nepovoljniji teksturni sastav u černozemu u poljoprivrednoj zoni. Teksturni sastav aluvijalnog nanosa reke Tamiš je mogao uticati na „lakši“ teksturni sastav kod dela profila fluvisola. Osim navedenog razlika u fizičkim osobinama utvrđene su neke razlike i u hemijskim osobinama. Černozem u poljoprivrednoj zoni ima veći sadržaj humusa, karbonata i veću pH vrednost u

odnosu na fluvisol sa černozemom kao fosilnim zemljištem. Navedene konstatacije su verovatno posledica slabe obezbeđenosti aluvijalnog nanosa humusom te promenama černozema usled delovanja podzemnih voda.

4. ZAKLJUČCI

Istraživanja su obavljena na reci Tamiš. Na objektu istraživanja je prema klasifikaciji zemljišta Jugoslavije determinisan fluvisol sa fosilnim zemljištem, morfološke građa profila **A_a – I G_{so}– A_b – AC – C.** Granulometrijski sastav ukazuje na činjenicu da je sadržaj frakcije praha+gline je u proseku bila 42,15% u recentnom delu profila, dok je sadržaj ove frakcije u pogrebenom delu profila u proseku bio 53,3%. Najlakši teksturni sastav je utvrđen u sloju IG_{so} gde je utvrđena peskovita ilovača. Hemijske osobine zemljišta ukazuju da je sadržaj humusa po dubini profila profila fluvisola je mali. Najveći sadržaj je utvrđen u humusno-akumulativnom horizontu fluvisola, a najmanji u AC i C horizontu fosilnog zemljišta.

U odnosu na prethodno zemljište u poljoprivrednoj zoni je utvrđeno da je sadržaj frakcije praha+gline je u proseku bio manji. Zemljište u poljoprivrednoj zoni se odlikuje većim sadržajem humusa, karbonata i većom vrednošću reakcije zemljišnog rastvora u odnosu na fluvisol sa černozemom kao fosilnim zemljištem

Navedene konstatacije su verovatno posledica slabe obezbeđenosti aluvijalnog nanosa humusom te promenama černozema usled delovanja podzemnih voda.

5. LITERATURA

Bouma, J., Varallyay, G., Baties, N.H. (1998): Principal land use changes anticipated in Europe. Agric. Ecosyst. Environ. 67, 103–119.

Galić, Z. (2000): Istraživanje znaćajnijih faktora staništa na gajenje nekih sorti crne topole u Srednjem Podunavlju. Šumarski fakultet.

Grupa autora (1971): Hemijske metode ispitivanja zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta. Knjiga I. JGPZ. Beograd

Grupa autora (1997): Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta. JDPZ, Novi Sad. 278 str.

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

Ivanišević, P., Galić, Z., Rončević, S., Orlović, S., Macanović, M. (1999): Osobine zemljišta u zaštitnim šumama uz odbrambene nasipe u Vojvodini, Topola 163/164: 31-40.

Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. ANUBiH. Posebna izdanja. Knjiga LXXVIII. Odelenje prirodnih nauka. Knjiga 13. Sarajevo. 72 str.

Viljams, V.R. (1950): Počvovedenie, Moskva

Šumakov, S.V. (1960): Zemljišni uslovi u kulturama topola na rečnom poloju (Sava-Sr. Mitrovica i Drava-Varaždin), Jugoslov. savetodavni centar za polj. i šumarstvo, br. 23, Beograd

Živanov. N. (1977): Osobine aluvijalnih zemljišta i njihov značaj za taksacione elemente *Populus x euramericana* (Dode) Guinier. cl. I-214. Doktorska disertacija. Institut za topolarstvo, Novi Sad. 376 str.

Živanov, N., Ivanišević, P. (1986): Zemljišta za uzgoj topola i vrba. In Monograph “Poplars and willows in Yugoslavia". Novi Sad. 103 - 120.

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

Summary

THE INFLUENCE OF MELIORATIVE EVENTS ON THE CHANGES OF SOIL CHARACTERISTICS IN THE BASIN OF TAMIŠ RIVER

by

Galić Zoran

During the building of dike and canal network in Vojvodina, the direction of the Tisa and Tamiš rivers has been changed, so the dikes and canals are going through other generic parts of riparian zone, and even outside of the riparian zone. Because of this reason physical and chemical characteristics of the fluvisol on fossil soil chernozem zone in the basin of river Tamiš were analyzed in this paper. It was found that the content of the silt+clay fraction throughout the profile of fluvisol on fossil soil varied from 38,7 to 54,4%. Lower content was found in the fossil part of the profile. Textural class varied from sandy loam in the recent part of the profile to clay loam in the fossil part of the profile. Relating to chernozem in the nearby zones of agricultural production a "lighter" mechanical composition was found. The pH of the soil solution was around 7,50. The content of the humus was low, while the content of carbonates was 12,96% in average. Relating to chernozem in the zone of agricultural production, soil on the fossil chernozem was changed in physical and chemical characteristics.

UDK: **77.003(497.113 Novi Sad)**

Originalan naučni rad *Original scientific paper*

KARATERISTIKE ZEMLJIŠTA PARKOVA U NOVOM SADU I NJIHOVA OPTEREĆENOST TEŠKIM METALIMA

Galić Zoran, Pilipović Andrej, Orlović Saša, Klašnja Bojana, Ivanišević Petar, Kebert Marko[1]

Izvod: U radu su prikazane osnovne karakteristike zemljišta četiri za parka u Novom Sadu. Obzirom na uticaj antropogenog faktora zemljišta su znatno izmenjena u odnosu na prirodna tako da su determinisana kao deposol. Osnovne fizičke osobine proučavanih zemljišta kao što su teksturni sastav i vodnovazdušne osobine su povoljne. Hemijske osobine ukazuju na neutralnu do slabo alkalnu reakciju zemljišnog rastvora, kao i na slabu obezbeđenost humusom te povećanim sadržajem karbonata u zemljištu. S obzirom na uticaj antropogenog faktora utvrđena je izražena optrećenost teškim metalima u zemljištu (olovo, kadmijum i nikl). Poređenje ze kobalt i mangan je bilo moguće za mali broj gradova. Sadržaj kobalta je bio veći u odnosu na oba ispitivana grada za koji su bili dostupni podaci.

Ključne reči: urbana zemljišta, teški metali, Novi Sad

CHARACTERISTICS OF SOILS IN NOVI SAD PARKS AND THEIR HEAVY METAL LOAD

Galić Zoran, Pilipović Andrej, Orlović Saša, Klašnja Bojana, Ivanišević Petar, Kebert Marko

Abstract: *The main characteristics of soil in four parks in Novi Sad are presented. Due to the high influence of the anthropogenic factor, the soils in Novi Sad parks are considerably changed in comparison to the natural soils, so they are determined as deposol. The main physical characteristics of the determined soils, such as textural class and water and air characteristics are favourable. Chemical characteristics indicate a neutral to weak alkaline reaction of the soil solution, as well as the poor supply with humus, and the elevated content of carbonates in the soil. Because of the high influence of the anthropogenic factor high quantity of heavy metals is determined in the soil (lead, cadmium, nickel). Comparison for cobalt and manganese was possible only for a few cities. The content of cobalt was higher related to both of the examined cities for which the data was available.*

Key words: *urban soils, heavy matals, Novi Sad*

1. UVOD

U gradovima u svetu živi 50% ljudske populacije (Mulligan, et al. 2005; Biasoli, 2006). U Europi u gradovima živi 80% populacije sa tendencijom daljeg porasta (Burghart, 1994; Anthrop, 2004; Biasoli, 2006). U Srbiji prema podacima popisa iz 2002. godine u gradovima živi 56,7% (Djurdjev, 2006). Najveća tendencija povećanja broja stanovnika u gradovima su utvrđena za dva najveća grada u državi, a to su Beograd i Novi Sad.

[1] Dr Galić Zoran, viši naučni saradnik, mr Pilipović Andrej, istraživač sardnik, dr Orlović Saša, naučni savetnik, dr Klašnja Bojana, naučni savetnik, dr Ivanišević Petar, viši naučni saradnik, dipl. inž. Kebert Marko, istraživač saradnik, Istraživačko-razvojni institut za nizijsko šumrstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

Novi Sad je administrativni, trgovački i kulturni centar Autonomne Pokrajine Vojvodine. Prema poslednjim statističkim pokazateljima je drugi po veličini grad u Srbiji. Tendencija povećanja broja stanovnika u gradskim i prigradskim delovima je utvrđena i za Novi Sad, gde je povećanje bilo 28 % u odnosu na 1991. godinu (http://www.nsinfo.co.yu/Statistika/NovaStatistika.htm). Navedeno povećanje broja stanovnika u Novom Sadu je vezano za nemogućnost egzistencije u ruralnim sredinama i raseljavanje na području Zapadnog Balkana. Ovakav trend povećanja broja stanovnika je utvrđen za procese urbanizacije u aglomeratima nerazvijenih zemalja kao što su Mexico City, Buenos Aires i Montevideo (Davydova, 2005).

Povećanje broja stanovnika neminovno dovodi do većeg pritiska na životnu sredinu, a u životnoj sredini zemljište predstavlja važan činilac na koju procesi urbanizacije imaju veliki uticaj. Povećani stepen urbanizacije dovodi do smanjivanja udela prirodnih zemljišta u urbanim sredinama (Effland, et al. 1997) i promenama usled delovanja antropogenog faktora.

Najaktuelnija oblast istraživanja koja se odnose na zemljišta u gradovima je svakako monitoring opterećenosti teškim metalima. Teški metali, kao što je poznato, se u zemljištu javljaju prirodno i kao posledica delovanja čoveka. Povećanje pritiska na životnu sredinu dovodi i do onečišćenje zemljišta teškim metalima. U urbanim sredinama je utvrđeno izraženije nakupljanje teških metala u zemljištu i to zbog povećane aktivnosti čoveka kroz industriju, saobraćaj (Burghart, 1994; Vrbek, et al. 2001; Tuzen, 2003; Hoursthouse, 2004; Khasman, 2006; Galić, 2006; Zhang, 2007) s obzirom na veću naseljenost urbanih sredina (Davydova, 2005; Crnković, 2006). U zemljištu teški metali ostaju u dužem vremenskom periodu, odnosno i posle uklanjanja izvora zagađivanja (Chen, et al. 1997; Pichtel, et al. 1997; Imperato, et al. 2004; Hoursthouse, et al. 2004). Prilikom monitoringa se određuje ukupna količina toksičnih metala u zemljištu (Madrid, et al. 2004). Iz navedenog razloga determinacija teških metala u zemljištu, atmosferi, biljci i sedimentima ima veoma važnu ulogu u monitoringu životne sredine. Osim pokazatelja onečišćenja zemljišta potrebno je obratiti pažnju na funkcije zemljišta kao mediju za rast biljaka, njegovoj ulozi u urbanim ekosistemima i naročito promenama u spoljnoj sredini i načinu upravljanja u cilju održivog razvoja urbanog prostora (Hoursthouse, et al. 2004).

U urbanom prostoru posebno mesto zauzimaju parkovi, s obzirom na sve veće zahteve društva prema zelenim površinama. Povećanje broja stanovnika u poslednjoj deceniji bitno utiče na kvalitet zelenih površina u Novom Sadu. Ukupna površina parkova u je 30,50 ha (Tabela 1). Površina pod vrednim parkovima je 19,52 ha. Prosečna površina parkova po stanovniku je u 2005 bila 1,33 m^2. Navedena prosečna površina po glavi stanovnika je u 1991. godini bila 2,39 m^2. S obzirom na navedenu činjenicu da je Srbija zemlja u tranziciji što posledično dovodi do povećanja broja stanovnika u gradskoj sredini u Novom Sadu se predviđa dalje povećanje broja stanovnika. Posledica toga će verovatno biti još veći pritisak na urbanu sredinu gde zemljište predstavlja činilac i u pogledu ljudskog zdravlja (Abrahams, 2002).

Cilj rada je istraživanje osnovnih karakteristika zemljišta glavnih parkova Novog Sada i stepen njihovog onečišćenja teškim metalima.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Novi Sad je glavni grad Autonomne Pokrajine Vojvodine (Republika Srbija). Prema Republičkim statističkim podacima iz 1991. Godine, ukupan broj stanovnika u gradskim i prigradskim mestima bio je 261000. Broj registrovanih stanovnika u 2005. godini se povećao na 333895 (http://www.nsinfo.co.yu/Statistika/NovaStatistika.htm). Stanovništvo se u gradskim i prigradskim delovima Novog Sada u poslednjih 15 godina povećalo za 73000 odnosno 28% u odnosu na popis iz 1991. godine. Broj stanovnika u samom gradu je prema poslednjem popisu 229000. Ovakav trend se beleži u glavnim gradovima nerazvijenih zemalja kao što su Meksiko,

Argentina, Urugvaj (Davydova, 2005), a obzirom da je Srbija zemlja u tranziciji, ovakvi procesi su očekivanii.

Zemljišta u Novom Sadu se nalaze u branjenom delu aluvijalne ravni reke Dunav. Aluvijalnog su porekla tako da se odlikuju velikom varijabilnošću fizičkih, vodno vazdušnih i hemijskih svojstava na maloj udaljenosti. Prema Klasifikaciji zemljišta Jugoslavije (Škorić, et al. 1985) prirodna zemljišta u Novom Sadu su u većini slučajeva svrstana u tip zemljišta fluvisol. U World Reference Base (2006) fluvisol je izdvojen kao poseban tip. Međutim, s obzirom da se radi o gradskoj sredini, zemljišta su pretrpela određeni stepen antropogenizacije, a prema klasifikaciji zemljišta Jugoslavije (Škorić, et al. 1985) se svrstavaju tehnogena zemljišta – deposol. Ovo su zemljišta koja su nastala pri zemljanim radovima (planiranje, izgradnja infrastrukture i sl.), odnosno deponovanjem ili odlaganjem materijala od rudokopa, radom bagera pri raznim građevinskim radovima. U World Reference Base 2006 bi se ovaj tip mogao svrstati u technosol.

Istraživanja su obavljena na deposolima u četiri parka u užem gradskom jezgru. Morfološka građa i tip zemljišta ukazuju da se radi o deposolima na fluvisol zemljištu (Tabela 2).

Tabela 2. Sistematska pripadnost istraživanih zemljišta
Table 2. Systematic classification of the study soils

		Morfološka građa *Morphology*	Tip zemljišta*) *Soil type*
PARK 1	Limanski park *Liman park*	$P_1 – P_2 - G_r$	DEPOSOL
PARK 2	Železnička stanica *Train station*	$P_1 – P_2 - G_r$	DEPOSOL
PARK 3	Futoški park *Futog park*	$P_1 – A – IG_{so}$	DEPOSOL NA FLUVISOLU *DEPOSOL ON FLUVISOL*
PARK 4	Dunavski park *Danube park*	$P_1 – P_2 - A – IG_{so}$	DEPOSOL NA FLUVISOLU *DEPOSOL ON FLUVISOL*

*) Klasifikacija prema Škorić, et al.. (1985) *Classification according to Škorić et al. (1985)*

Laboratorijskim istraživanjima su hemijska svojstva određena po sledećim metodama: humus (%) po Tjurinu u modifikaciji Simakova (Škorić, et al. 1966). Reakcija zemljišnog rastvora je određena u H_2O i u KCl (ISO 10390, 1995). Sadržaj $CaCO_3$ je određen na Scheiblerovom kalcimetru (Hadžić, 2004). Sadržaj fosfora i kalijuma po Al metodi (Hadžić, 2004). Sadržaj ukupnog sadržaja teških metala u humusnoakumulativnom horizontu je određen prema ISO 11466 (1995).

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

3.1. Osnovne fizičke i hemijske osobine zemljišta

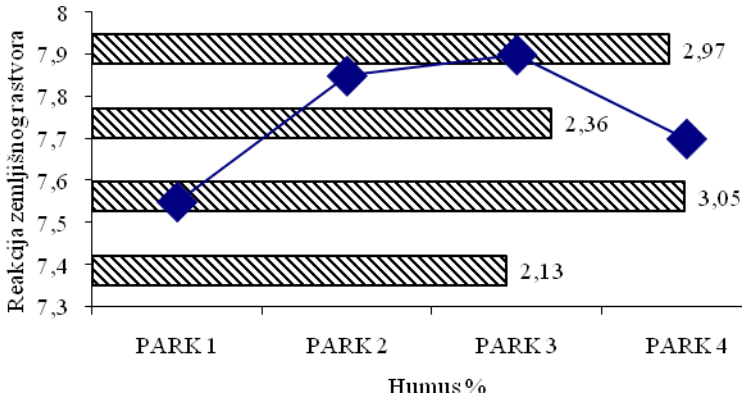
Povećani stepen urbanizacije dovodi do smanjivanja udela prirodnih zemljišta u urbanim sredinama (Effland, et al. 1997), kao i do promene osnovnih karakteristika autohtonih zemljišta. Zemljišta parkova Novog Sada su svrstana u deposol zemljišta (Škorić, et al. 2005) odnosno technosol (FAO, 2006).

Teksturna klasa istraživanih zemljišta u površinskom sloju zemljišta je bila ilovača, osim u parku 4 gde je utvrđena peskovita ilovača (tabela 3). Teksturna klasa po dubini profila se kretala od peska do ilovače, što je karakteristika aluvijalnog nanosa reke Dunav.

Tabela 3. Teksturna klasa zemljišta po dubini profila
Table 3. Textural class of the soils per profile depth

PARK 1	Horizont *Horizons*	P_1	P_2	Gr	
	Dubina *Depth*	0 - 30cm	(30-200 cm)	(>200 cm)	
	Tekst. klasa *Textural class*	Ilovača *Loam*	Pesak *Sand*	Ilovasti pesak *Loamy sand*	
PARK 2	Horizont *Horizons*	P_1	P_2	Gr	
	Dubina *Depth*	0 - 35 cm	(30-200 cm)	(>200 cm)	
	Teks. klasa *Textural class*	Ilovača *Loam*	Ilovača *Loam*	Pesak *Sand*	
PARK 3	Horizont *Horizons*	P_1	A	IG_{so}	G_r
	Dubina *Depth*	0-20 cm	20 – 60 cm	60-180 cm	> 180 cm
	Teks. klasa *Textural class*	Ilovača *Loam*	Ilovasti pesak *Loamy sand*	Ilovasti pesak *Loamy sand*	Ilovasti pesak *Loamy sand*
PARK 4	Horizont *Horizons*	P_1	P_2	A	IG_{so}
	Dubina *Depth*	0-94 cm	94-120 cm	120 – 140 cm	140– 200 cm
	Teks. klasa *Textural class*	Pesk. ilovača *Sandy loam*	Ilov. pesak *Loamy sand*	Ilov. pesak *Loamy sand*	Pesak *Sand*

Grafikon 1. Reakcija zemljišnog rastvora u H_2O i sadržaj humusa u površinskim slojevima
Graph 1. Soil solution reaction in H_2O and humus content in surface layers



Reakcija zemljišnog rastvora u vodi u površinskim horizontima je slabo alkalna 7,7 do alkalna 7,94 (Grafikon 1). Najniža reakcija zemljišnog rastvora (pH) u vodi je utvrđena u parku 1, a najviša u parku 3. Reakcija zemljišnog rastvora u KCl se kretala u granicama od 6,92 do 7,24 odnosno bila je neutralna (Tabela 4). Humusno akumulativni horizonti parkova su slabo obezbeđni humusom. Sadržaj se kretao od 2,13 % u park 1 do 3,05 % u parku kod parku 2. U parku 3 je utvrđen sadržaj humusa od 2,36 %, a u parku 4 od 2,97 % (Grafikon 1).

Sadržaj karbonata se kretao od 4,55 do 14,91 %, fosfora od 19,4 do 67,5 $mgkg^{-1}$, a kalija od 9,5 do 32,0 $mgkg^{-1}$ (tabela 4).

Tabela 4. Sadržaj $CaCO_3$, fosfora i kalijuma
Table 4. The contents of $CaCO_3$, phosphorus and potassium

Park	pH	$CaCO_3$	P	K
	KCl	%	$mgkg^{-1}$	$mgkg^{-1}$
PARK 1	6,92	4,55	19,4	26,5
PARK 2	7,24	14,91	67,5	31,0
PARK 3	7,15	12,43	23,4	9,5
PARK 4	6,97	4,97	81,5	32,0

3.2. Sadržaj teških metala u zemljištu

Najtoksičniji teški metali za biljke i životinje su olovo, kadmijum, nikl i živa (Stefanovits 1999), tako da je i težište na ovim teškim metalima. 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).

Vrbek, et al.. (2004) navode da su granične vrednosti olova u zemljištu koje se mogu tolerisati od 50 do 100 $mgkg^{-1}$, odnosno da se negativni efekti povećanja sadržaja olova u zemljištu uočavaju pri koncentraciji od 50 do 250 $mgkg^{-1}$. Istraživanja većeg broja istraživača u svetu i kod nas su potvrdila da je maksimalna prihvatljiva vrednost olova od 100 $mgkg^{-1}$ (Kadović i Knežević, 2002). Maksimalna dozvoljena koncentracija olova u zemljištu (poljoprivrednom) u Republici Srbiji 100 $mgkg^{-1}$.

Tabela 5. Sadržaj teških metala u zemljištima parkova Novog Sada
Table 5. The content of heavy metals in the soils of Novi Sad parks

Park	Pb	Cd	Ni	Cu	Zn	Cr	Co	Mn
	$mgkg^{-1}$	$mgkg^{-1}$	$mgkg^{-1}$	$mgkg^{-1}$	$mgkg^{-1}$	$mgkg^{-1}$	$mgkg^{-1}$	$mgkg^{-1}$
PARK 1	21.64	0.80	27.68	15.64	60.36	46.88	8.92	347.12
PARK 2	35.28	1.24	31.40	21.68	71.28	49.00	9.84	361.36
PARK 3	71.24	1.04	27.12	15.40	57.76	33.20	8.20	258.28
PARK 4	55.28	1.84	29.52	26.16	82.76	46.40	9.32	329.36
Prosek	45.86	1.23	28.98	19.72	68.04	43.87	9.07	324.03
MDK*)	100	3.0	50	100	300	100	-	-

*) MDK maksimalna dozvoljena količina teških metala prema Pravilniku u poljoprivrednim zemljištima; Pravilnik ne sadrži podatke o MDK za kobalt i mangan *MDK the highest alowed quantity of heavy metals according to the Regulation for agricultural soils; Regulation does not contain data for cobalt and mangan*

U parku 3 utvrđen je najveći sadržaj olova od 71,2 $mgkg^{-1}$ (Tabela 5), a u parku 1 najmanji sadržaj olova u zemljištu od 21,64 $mgkg^{-1}$. Maksimalna dozvoljena vrednost iskazuje najveću dopuštenu koncentraciju iznad kojih je rizik koncentracije teških metala neprihvatljiv zbog depresivnog i toksičnog dejstva na biljke i druge organizme (Vrbek, et al. 2004). Isti autor navodi da su ocenom stepena zagađivanja sredine utvrđene kritična, prirodna i zanemariva koncentracija teških metala u zemljištu, a stepen opterećenosti zemljišta teškim metalima je moguće utvrditi prema Brune-Ellighausu (1981). Prema ovom autoru vrlo nizak stepen

opterećenosti zemljišta teškim metalima je od 1-5%; nizak 5-10%; srednji 10-25%; visok 25-50%, a vrlo visok 50 -100% od maksmalne dozvoljene vrednosti koncentracije teškog metala u zemljištu. Na osnovu ovoga pokazatelja je vrlo visoka opterećenost zemljišta u parku 3 i posebno u parku 4, dok su park 2 i park 1 opterećeni sadržajem olova u zemljištu.

Kadmijum kao i olovo nije esencijalni element tako da i u malim količinama toksično deluje na biljke, čoveka i životinje (Schroeder, 1973). Sadržaj kadmijuma u neopterećenim zemljištima je manji od 1 $mgkg^{-1}$. U gradskim parkovima se kreće od 0,5 do 5 $mgkg^{-1}$, a u blizini autoputeva je 3 $mgkg^{-1}$. Onečišćenje je posledica rudarstva, prerade teških metala, sagorevanje otpada, zamuljivanja kanala, korišćenje fosfornih đubriva i saobračaj. Emisija vezana za saobraćaj je vezana za trošenje guma (20-90 Cd kg^{-1} gume) i emisiju izduvnih gasova kao posledica sagorevanja dizel goriva. Opterećenost na globalnom nivou se procenjuje na 8000 tona godišnje (Stefanovits, 1999), a u srednjoj Europi 1,5 – 35 g ha^{-1} godišnje. Kadmijum je mobilniji kada dospe u zemljište u odnsou na olovo, cink i bakar (Aboulroos, 2006). Biodegradativnost i velika toksičnost su osnovne karakteristike zbog čega treba da se izučava u kvalitetu životne sredine. Sadržaj kadmijuma u humusno akumulativnom horizontu se kretao od 0,80 do 1,84 $mgkg^{-1}$ u proseku 1,23 $mgkg^{-1}$. Prema Brune-Ellinghausu (1981) urbana zemljišta u Novom Sadu su u proseku visoko opterećena kadmijumom. Najmanje opterećeni kadmijumom je humusno akumulativni horizont parka 1, a vrlo visoko je opterećen površinski horizont parka 4. Koncentracija kadmijuma u zemljištima parkova je ispod maksimalno dozvoljenih granica.

Tabela 6. Opterećenost teškim metalima pojedinih svetskih gradova
Table 6. Contents of heavy metals in soils of some world cities

Grad *City*	Pb	Cd	Ni	Cu	Zn	Cr	Co	Mn	Izvor *Source*
Madrid	161	n.a.	14,1	71,7	210	74,7	6,42	437	De Miguel, et al. (1998)
Rostock	83	0,2	30	35	100	48	n.a.	n.a.	Kahle (2000)
Hong Kong	93.4	2.18	n.a.	24.8	168	n.a.	n.a	n.a.	Li, et al. (2001)
London	294	1.0	n.a.	73.0	183	n.a.	n.a.	n.a.	Li, et al. (2001) *)
Palermo	253	0.84	19.1	77	151	39	6.5	566	Manta, et al. (2002)
Napoli	262	n.a.	n.a.	11	251	74	n.a.	n.a.	Imperato, et al. (2003)
Nanjing city	107,3	n.a.	n.a.	66,1	162	84,7	n.a.	n.a.	Lu, et al. (2003)
Sevilla	161	n.a	23.5	64.6	107	42.8	n.a.	480	Madrid, et al. (2004)
Sevilla	150	n.a.	22	73	138	40	n.a.	491	Hursthouse, et al. (2004)
Torino	158	n.a.	193	111	242	229	n.a.	947	Hursthouse, et al. (2004)
Glasgow	971	n.a.	58	140	364	93	n.a.	n.a.	Hursthouse, et al. (2004)
Belgrade	55.5	n.a.	68	28.3	118	32.1	n.a.	n.a.	Crnković, et al. (2006)
Torino	149	n.a.	209	90	183	191	n.a.	n.a.	Biasoli, et al. (2006)

*) Izvor Li (2001), podaci iz Thornthon (1991) za London *Source Li 2001, data from Thornthon 1991 for London*

Urbana zemljišta u Novom Sadu su u proseku vrlo visoko opterećena niklom, što je utvrđeno za sve površinske slojeve istraživanih zemljišta (u proseku 28,98 mgkg^{-1}). Najopterećniji je humusnoakumulativni horizont parka 2 od 31,40 mgkg^{-1} odnosno 63% od maksimalno dozvoljene količine. Opterećenost humusnoakumulativnog horizonta parkova u Novom Sadu u proseku je bio 57% od maksimalno dozvoljne količine.

Koncentracije teških metala su upoređeni sa dostupnim podacima za neke svetske gradove. Sadržaj olova u humusnoakumulativnom horizontu nekih urbanih zemljišta u Novom Sadu je bio manji u odnosu na podatke istraživane gradove (tabela 6).

Veći sadržaj kadmijuma u površinskom sloju je utvrđen u odnosu na Rostock, Palermo i London, a manji u odnosu na Hong Kong. Sadržaj kadmijuma od 1,84 mgkg^{-1} u parku 4 je vrlo blizak za prosek u Hong Kongu, što se može objasniti činjenicom da je park u samom centru grada sa najvećom frekvencijom saobraćaja. Veći sadržaj nikla je utvrđen u urbanim zemljištima Novog Sada u odnosu na Madrid, Palermo i Sevilju, a u proseku je niži u odnosu na Rostock, Torino, Glasgow, Beograd i Torino. Utvrđeno je da su zemljišta Novog Sada manje opterećena elementima kao što su bakar, cink i hrom od većine zemljišta navedenih gradova. Izuzetak čini veći sadržaj bakra u odnosu na Napoli i veći sadržaj hroma u odnosu na Plaermo, Sevilju i Beograd. Poređenje ze kobalt i mangan je bilo moguće za mali broj gradova. Sadržaj kobalta je bio veći u odnosu na oba ispitivana grada (Madrid i Palermo).

Rezultati ukazuju da je humusnoakumulativni horizont nekih urbanih zemljišta u Novom Sadu u proseku znatno manje opterećeno teškim metalima u odnosu na druge svetske gradove. Međutim, u odnosu na kriterijum optrećenosti može se govoriti o izvesnoj opterećenosti niklom, kadmijumom i olovom, što je naročito važno sa aspekta monitoringa životne sredine.

4. ZAKLJUČAK

U radu je izvršena analiza osnovnih fizičkih i hemijskih osobina zemljišta četiri parka u Novom Sadu, kao i njihova opterećenost teškim metalima. Antropogeni faktor je uticao na procese daljeg obrazovanja zemjišta tako da se istraživana zemljišta mogu svrstati u deposol zemljišta. Iako je bitno izmenjen morfološki opis profila u odnosu na prirodna zemljišta, teksturni sastav je varirao od peskovita ilovače do ilovače sa povoljnim vodnovazdušnim osobinama. Reakcija zemljišnog rastvora u KCl je bila od 6,92 do 7,24.

Prosečni sadržaj teških metala u zemljištu je olovo 45,86 mgkg^{-1}, kadmijum 1,23 mgkg^{-1} i nikl 25,59 mgkg^{-1}.

Navedene činjenice ukazuju na potrebu da se nastave istraživanja koja obuhvataju zemljišta, kao deo životne sredine u uslovima enormmnog povećanje ljudske populacije u gradu kao što je Novi Sad. Pogotovo je to važno zbog pogoršavanja kvaliteta zemljišta u parkovima u Novom Sadu, budući da ne postoji mogućnost povećanja površina pod parkovima. Naprotiv, površina od 1,33 m^2 zelenih površina po glavi stanovnika će se u budućnosti verovatno smanjivati, tako da je praćenje kvalieta dela životne sredine (u ovom slučaju kvalitet zemljište) od velikog značaja i ova istraživanja su samo neznatan doprinos, i početak obimnijih istraživanja uticaja antropogenog faktora i urbanizacije na životnu sredinu većih gradova.

5. LITERATURA

Aboulroos, S.A., Helal, M.I.D., Kamel, M.M. (2006): Remediation of Pb and Cd polluted soils using in situ immobilization and phytoextraction techniques. Soil & Sediment Contamination vol 15 p. 199-215

Abrahams, PW. (2002): Soils: their implications to human health. Sci Total Environ., 291 1 – 32.

Antrop, M. (2004): Landscape change and the urbanization process in Europe. Landsc Urban Plan vol 67 p. 9–26.

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

Burghart, W. (1994): Soils in urban and industrial environment. Zeitschrift fur Pflanzenernaehrung und Bodenkunde 157 p. 205-214

Brune, H., Ellinghaus (1981): Schwermettalgehalte in Landwirtschaftlich genutzten Ackerboden Hessens. Landw. Forschung 38: 338-349, Trier.

Chen T.B., Wong J.W.C., Zhou H.Z., Wong H.M. (1997): Assessment of trace metal distibution and contamination in surface soils of Hong Kong. Environmental Pollution vol 96 p. 61-68

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

Davydova S. 2005 Heavy metals as toxicants in big cities. Microchemical Journal vol 79 p. 133-136

De Miguel E., Jimenez de Grado M., Llamas J.F., Martin-Dorado A., Mazadiego L.F. 1998. The overlooked contribution of compost application to the trace elemnt load in the urban soil of Madrid (Spain). Science of Total Environment vol 215 p. 113-122

Djurdjev B. (2006): Gradsko stanovništvo i mreža gradova In: Stanovništvo i domaćistva Srbije prema popisu 2002. godine. Republički zavod za statistiku Srbije, Institut društvenih nauka, Centar za demografska istraživanja p.47-53

Effland W.R., Pouyat R. (1997): The genesis, classification, and mapping of soils in urban areas. Urban Ecosystems vol 1 p. 217-228

FAO (2006): World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication. IUSS Working Group WRB. World Soil Resources Reports 103

Galić Z., Ivanišević P., Vasić V. (2006): Karakteristike zemljišta parkova Novog Sada i stepen opterećenosti olovom. Topola 177/78 p. 52-60

Hadžić V., Belić M., Nešić Lj. (2004): Praktikum iz pedologije. Poljoprivredni fakultet, Departman za ratarstvo i povrtarstvo, str. 80.

Hursthouse A., Tognarelli D., Tucker P., Ajmone-Marsan F., Martini Ch., Madrid L., Madrid F., Diay-Barrientos E. (2004): Metal content of surface soil in parks allotments from three European cities: initial pilot study results. Land Contamination & Reclamation vol 12 p. 189-196

Imperato M., Adamo P., Naimo D., Arienzo M., Stanzione D., Violante P. (2003) Spatial distribution of heavy metals in urban soils of Naples city (Italy). Environmental Pollution vol 124 p. 247–256

Kadović, R., Knežević, M. (2002): Teški metali u šumskim ekosistemima Srbije. Šumarski fakultet Beograd, str. 278

Kahle, P. (2000): Schwermettalstatus Rostocker Gartenboden. Journal Plant Nutrition and Soil Science vol 163 p. 191-196

Khashman, O., Shawabkeh, R. (2006): Metals distribution in soils around the cement factory in southern Jordan. Environmental pollution vol 140, p.387-394

Li, X., Poon, Ch., Liu, P.S. (2001): Heavy metal contamination of urban soil and street dusts in Hong Kong. Applied Geochemistry vol 16 p. 1361-1368

Lu, Y., Gong, Z., Zhang, G., Burghardt, W. (2003): Concentrations and chemical speciations of Cu, Zn, Pb and Cr of urban soils in Nanjing, China. Geoderma 115 p. 101

Madrid, L., Diaz-Barrientos, E., Reinoso, R., Madrid, F. (2004): Metals in urban soils of Sevilla: seasonal changes and relations with other soil components and plant contents. European Journal of Soil ScienceVol. 55, p. 209–217

Manta, D.S., Angelone, M., Bellanca, A., Neri, R., Sproveri, M. (2002): Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Siciily) Italy. Science of Total Environment vol 300 p.229-243

Mulligan, G., Crampton, J. (2005): Population growth in the world′s largest cities. Cities vol 22 p. 365-380

Nriagu, J.O. (1998): Tales told in lead. Science vol 281 issue 5383 p.1622-1625

Pichtel, J., Sawyer, H.T., Czarnowska, K. (1997): Spatial and temporal distribution of metals in soils in Warsaw, Poland. Environmental Pollution vol 98 p. 169–174

Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja. Službeni glasnik Republike Srbije br 23/94

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., Ćirić, M. (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, Akademija nauke i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo. 66 str.

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.

Tuzen, M. (2003): Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry. Microchemical Journal vol 74, p. 289-297

Vrbek, B., Pilaš, I. (2001): Sadržaj teških kovina (Pb, Cu, Zn i Cd) u kalkokambisolu na području pošumljenih površina krša Hrvatske. Radovi Šumarskog Instituta 36 (2): 139-150, Jastrebarsko

Vrbek, B., Pilaš, I. (2004): Teške kovine (Pb, Cu i Zn) u tlu šume hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris*) sjeverozapadne Hrvatske. Radovi Šumarskog Instituta 39 (2): 169-184, Jastrebarsko

Zhang, G.L., Yang, F.G., Zhao, W.J., Zhao, Y.G., Yang, J.L., Gong, Z.T. (2007): Historical change of soil Pb content and Pb isotope signatures of the cultural layers in urban Nanjing. Catena vol 69 p. 51-56

Zhang, Y. (2003): 100 Years of Pb deposition and transport in soils in champaign, Illinois, U.S.A. Water, Air, and Soil Pollution 146**:** 197–210.

Summary

CHARACTERISTICS OF SOILS IN NOVI SAD PARKS AND THEIR HEAVY METAL LOAD

by

Galić Zoran, Pilipović Andrej, Orlović Saša, Klašnja Bojana, Ivanišević Petar, Kebert Marko

The basic characteristics of urban soils in Novi Sad parks are presented. Due to the high effect of the anthropogenic factor, the soils in Novi Sad parks are considerably changed compared to the natural soils. Therefore, they are determined as deposol. The main physical characteristics of the determined soils, such as textural class and water and air characteristics are favourable. Chemical characteristics indicate the neutral to weak alkaline reaction of the soil solution, as well as the poor supply with humus, and the elevated content of carbonates in the soil. The average contents of lead were 45.86 mgkg^{-1}, cadmium 1.23 mgkg^{-1} and nickel 25.59 mgkg^{-1}. Average content of cadmium in the soils of Novi Sad parks was from 0.8 to 1.84 mgkg^{-1}. The above facts point to the need of continuing the research of soils, as part of the environment under the conditions of the enormous increase of human population in the cities such as Novi Sad. This is especially important because of the degradation of the soils in Novi Sad parks and because it is not possible to increase the park area.

Topola N° 181/182 (2008) str. 21-29

UDK: **630*.22:582.475**

Originalan naučni rad *Original scientific paper*

PRIMENA SUPER APSORPCIONIH POLIMERA PRI POŠUMLJAVANJU DEGRADIRANIH TERENA

Mirjana Šijačić-Nikolić[1], Dragica Vilotić[1], Marko Radović[2], Dragica Stanković[1]

Izvod: U radu su prikazani rezultati analize uticaja super apsorpcionih polimera na preživljavanje i razvoj sadnica belog i crnog bora, u prvoj godini nakon pošumljavanja. Na osnovu praćenja serije postavljenih ogleda konstatovan je pozitivan uticaj polimera na preživljavanje i njegovo stimulativno dejstvo na visinski prirast i razvoj korenovog sistema sadnica. Dobijeni rezultati mogu se smatrati dobrom preporukom za masovnu upotrebu polimera pri pošumljavanju degradiranih terena.

Ključne reči: Pošumljavanje, polimeri, beli bor, crni bor, razvoj sadnica.

APPLICATION OF SUPER-ABSORBANT POLYMERS IN FORESTATION OF DEGRADED TERRAINS

Abstract: *This paper presents the results of analysis of the influence of absorbent polymers to survival and growth of seedlings in white pine (Pinus silvestris) and black pine (Pinus nigra) in the first year of forestation. Based on the follow-up of series of experiments which were set up, a positive influence of polymers was established for the survival and stimulating effect to growth in height and development of root system. Results obtained may be considered a good recommendation for massive use of polymers when foresting degraded terrains.*

Key words*: Forestation, polymers, white pine, black pine, seedlings' development*

1. UVOD

Osamdesetih godina dvadesetog veka američki naučnici su za potrebe intenziviranja poljoprivredne proizvodnje, na bazi polimera (akrilamida koji nije toksičan) definisali supstancu nazvanu *Super Absorbent Polymers*, koja je danas poznata pod različitim nazivima (superapsorbent, hidrogel, vodoapsorpcioni kristali) i komercijalnim imenima (Horta-Sorb®, Super-Hidro-Grow…) u zavisnosti od vrste i proizvođača. Prve formulacije polimera bile su na bazi neorganskih materija, da bi se danas, zbog neospornih rezidualnih materija koje ostaju u zemlji nakon njihove razgradnje, sve više koristili organski polimeri. Funkcionalni princip ove supstance je da svaki slobodni monomer koji je prisutan u supeapsorbentu u dodiru sa vodom apsorbuje istu, zadržava je i odaje u momentu kada ona nije dostupna u okolnoj sredini. Na taj način vlaga je dostupna biljci konstantno, bez obzira na periodicitet zalivanja ili atmosferskih

[1] Dr Mirjana Šijačić-Nikolić, vanr. prof., dr Dragica Vilotić, red. prof.,dr Dragica Stanković, naučni saradnik, Šumarski Fakultet Univerziteta u Beogradu,
[2] dipl.inž.,Marko Radović, [2]ŠG «Ušće», JP «Srbijašume», Beograd.

padavina, što se pozitivno odražava na preživljavanje, rast i razvoj biljaka i ima konkretne komercijalne efekte. Efektivno dejstvo polimera zadržava se i posle mnogo ciklusa bubrenja (uvećanja) i smanjivanja njegovih čestica. U prirodnoj sredini biljci ostaju dostupni u periodu od oko 12 meseci do nekoliko godina što prvenstveno zavisi od mikroorganizama u zemljištu koji prouzrokuju biodegradaciju.

Stečena pozitivna iskustva odnose se na primenu polimera kao: dodatka različitim mešavinama supstrata za proizvodnju i gajenje biljaka (Henderson i Hensley, 1986; Kjelgren, et al. 1994; Kahl, et al. 2000; Vilotić, et al. 2006; Kresović, et al. 2008; Dragičević, et al. 2008), stimulatora klijanje semena (Henderson i Hensley, 1987; 1987a), supstance u čiji se rastvor potapa slobodan korenov sistem sadnica pri njihovom dužem transportu, sredstva za stabilizaciju zemljišta (Aly i Letey, 1989, 1990; El-Hady, et al.1981, 1991; Barvenik, 1994; Bouranius, et al. 1995); sredstva čija primena stimulativno deluje na prijem i razvoj biljaka pri osnivanju drvoreda, vetrozaštitnih pojaseva i pošumljavanju teških, degradiranih terena u ekstremnim uslovima sredine (Cook i Nelson, 1986; Callaghan, et al. 1989; Huttermann, et al. 1990; Vilotić i Šijačić-Nikolić, 2008).

2. MATERIJAL I METOD RADA

Povećanje pošumnjenosti Srbije predstavlja jedan od strateških ciljeva koje je neophodno ostvariti u što kraćem vremenskom periodu. Planovi predviđaju da bi Srbija 2050. godine trebalo da ima 41 odsto teritorije pod šumama, umesto sadašnjih 29,1 odsto. Ostvaranje ovako ambicioznog plana još više dobija na težini ako se imaju u vidu klimatske promene koje znatno redukuju sezonu sadnje i negativno utiču na prijem i razvoj biljaka, usled pojave dugih, toplih i sušnih leta. Takođe, preostale površine koje su namenje za pošumljavanje uglavnom su teški, degradirani tereni, tereni zahvaćeni šumskim požarima ili tereni degradirani na neki drugi način. Ovakva zemljišta bez humusnog horizonta, najčešće eksponirana jugu i jugoistoku, ekološki nepovljna zbog jake insolacije i nedostatka vlage, koja su bez šume i u kojima je šumska mikroflora potpuno izčezla zahtevaju primenu savremenu tehnologiju pošumljavanja u kombinaciji sa najnovijim naučnim saznanjima.

1a

1b

Slika 1: Postavljeni ogledi na Deliblatskoj peščari na zemljištu tipa sirozem na pesku: **(1a)** izgled lokaliteta i **(1b)** sadnice belog bora, starosti 2+1, proizvedena u nisula rolnama

Figure 1: Experiments conducted at Deliblatska peščara (Deliblato Sands), soil type siro on sand: ***(1a)*** *locality appearance, and* ***(1b)*** *seedlings of white pine, aged 2+1, grown in nisula rolls.*

U cilju analize uticaja super apsorpcionih polimera na preživljavanje i razvoj sadnica u prvoj godini nakon pošumljavanja, u proleće 2008. godine, postavljena je serija ogleda kojima

su obuhvaćeni degradirani tereni zahvaćeni šumskim požarima ili tereni sa ekstremnim ekološkim uslovima.

2a

2b

Slika 2: Postavnjeni ogledi na lokalitetu Kremin na zemljištu tipa eutrično humusno–silikatno zemljište na serpentinitu: **(2a)** izgled lokaliteta; **(2b)** kontejnerske sadnice crnog bora, starost 2+0

Figure 2: Experiments conducted at Kremin locality, soils typically with eutrophication, humus-silicate on serpentine: ***(2a)*** *locality appearance;* ***(2b)*** *container seedling of black pine, aged 2+0*

Prva serija ogleda postavljena je na požarištima Deliblatske peščare (Reon Sokolica, odeljenje 420) (slika 1a), gde u leto 2007. godine izgorela kultura bora starosti oko 60. godina. Ogledi su postavljeni sa sadnicama belog bora starosti 2+1, proizvedenim u nisula rolnama, slika 1b na zemljištu tipa sirozem na pesku. Sadnice su sađene u rupe formirane u brazdama, sa razmakom između redova 2,5m i razmakom između sadnica 1.6m. Druga serija ogleda postavljena je na lokalitetu Kremin –Ibarska klisura, na zemljištu tipa eutrično humusno–silikatno zemljište na serpentinitu, sa kontejnerskim sadnicama crnog bora, starosti 2+0, u rupe formirane u brazdama, sa razmakom između redova 2,5m (slika 2).

Tablica 1: Prosečne vrednosti maksimalnih temperatura sa brojem kišnih dana na području Bele Crkve za period april-avgust 2008. godine (prema podacima dipl.inž. Sretka Munćana)

Table 1: Average values of maximum temperatures with rainy days number, in the region of Bela Crkva, for period April-August 2008 (according to data supplied by Sretko Munćan, MD in forestry)

Mesec *Month*	Prosečna maksimalna temperatura *Average maximal temperature* ^{0}C	Broj kišnih dana *Number of rainy days*		
		Kiša tokom celog dana *Rain during the whole day*	Slaba kiša u jednom delu dana *Light rain during the part of the day*	Pljuskovi *Showers*
April *April*	16.5	2	7	1
Maj *May*	23.0		1	
Juni *June*	27.0		2	1
Juli *July*	28.5	1	3	1
Avgust *August*	30.0		3	

U ogledima su testirani *Wather Retainer/Polymers - Hydro Absorption Rate between 250 and 350*, u praškastom stanju, označeni i praćenim kao:

Tretman 1 - sadnice sađene u rupe u koje je dodato 2,5 grama praškastih polimera

Tretman 2 - sadnice sađene u rupe u koje je dodato 5 grama praškastih polimera

Tretman 3 – pre sadnje korenov sistem sadnice potapan u gel-rastvor polimera u vodi

Kontrola - sadnice sađene u rupe bez dodatka polimera.

Osnovne karakteristike ispitivanih polimera su organsko poreklo, sposobnost upijanja i zadržavanja oko 300 puta više vode od sopstvene težine, neaktivnost sa hemijskog aspekta, neutralna rH vrednost, mogućnost zadržavanja u zemlji do tri godine i sposobnost razlaganja na organske elemente koji su dostupni biljci.

Tablica 2: Prosečne vrednosti maksimalnih dnevnih temperatura vazduha sa brojem kišnih dana na lokalitetu Kremin, za period april-septembar 2008. godine (prema podacima dipl.inž.Marka Perovića)

Table 2: Average values of maximum daily temperatures with the number of rainy days at Kremin locality, for period April-September 2008 (according to data supplied by Marko Perović, MD in forestry)

Mesec *Month*	Prosečna maksimalna temperatura *Average maximal temperature* ^{0}S	Broj kišnih dana *Number of rainy days*		
		Kiša tokom celog dana *Rain during the whole day*	Slaba kiša u jednom delu dana *Weak rain during the part of the day*	Pljuskovi *Showers*
April *April*	22.0	2	1	
Maj *May*	24.2	1	5	
Juni *June*	27.5		3	
Juli *July*	29.3		2	2
Avgust *August*	34.0		1	
Septembar *September*	23.3	2	3	

U jesen 2008. godine obavljena je analiza prijema i razvoja sadnica u različitim tretmanima i kontroli. Prikupljeni podaci obrađeni su kompjuterskim programom «Statistica». Statistička opravdanost razlika između tretmana i kontrole, utvrđena je Studentovim t -testom. Od momenta postavljanja ogleda praćene su dnevne vremenske prilike na odabranim lokalitetima, koje su sumarno prikazane u tablici 1 i 2.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

Uticaj super apsorpcionih polimera na prijem, rast i razvoj sadnica u seriji postavljenih ogleda obavljen je na osnovu: evidentiranja broja preživelih sadnica nakon prvog vegetacionog perioda, analize visina sadnica i analize visinskog prirasta u prvoj godini nakon pošumljavanja.

3.1. Ogledi na lokalitetu Sokolica (Deliblatska peščara)

Rezultati sprovedenih istraživanja u ogledima postavljenim na lokalitetu Sokolica (Deliblatska peščara), prikazani su u tablici 3 i 4. Izgled sadnica belog bora, u tretmanima (T1,T2 i T3) i kontroli (K), nakon prvog vegetacionog perioda, prikazan je na slici 3.

Dobijeni rezultati, na uzorku od 50 biljaka, pokazuju da je preživljavanje sadnica uz primenu polimera veće nego bez njih. Primera radi, ako poredimo tretman 1 i kontrolu, može se konstatovati da se uz primenu polimera od 50 biljaka primilo 38, dok se u kontroli od 50 biljaka primilo 32. Razlika od 6 biljaka statistički nije značajna na uzorku od 50 biljaka, ali ako se zna da je za pošuljavanje jednog hektara Deliblatke peščare utrošeno 2500 sadnica onda dobijeni rezultati poprimaju drugačije značenje. To konkretno znači da će se uz primenu polimera po jednom hektaru primiti 300 sadnica više nego bez njihove primene, na dva hektara 600 sadnica i

tako dalje. Komercijalne efekte nije teško izračunati ako se uzmu u obzir troškovi pripreme terena, radne snage i nabavke sadnica.

Visina sadnica nakon prvog vegetacionog perioda merena je na uzorku od 35 biljaka. Prikupljene podatke treba prihvatiti sa rezervom imajući u vidu dubinu sadnje koja se ne može smatrati konstatom.

Visinski prirast sadnica nakon prvog vegetacionog perioda evidentiran je na uzorku od 35 biljaka. Na osnovu istih, može se konstatovati da primena polimera različito utiče na visinski prirast biljaka u prvoj godini nakon sadnje. Pozitivan efekat, dolazi do izražaja samo u tretmanu 1, dok u svim ostalim tretmanima polimeri redukuju visinski prirast sadnica u odnosu na kontrolu, što je konstatovano i u ranijim istraživanjima (Šijačić-Nikolić et *al.*, 2006, 2006a, 2006b). Ovo je naročito izraženo kod primene polimera potapanjem korenovog sistema u gel pre sadnje (tretman 3), o čemu svedoče i vrednosti Studentovog t-testa.

Tablica 3: Rezultati analize preživljavanja i razvoja sadnica belog bora nakon prvog vegetacionog perioda

Table 3: Results of survival and development analysis of white pine seedlings, after first vegetation period

	Srednja vrednost *Average value*	Standardna devijacija *Standard deviation*	t - vrednost *t-value*			
			K	**T1**	**T2**	**T3**
Preživljavanje sadnica (%) *Seedling survival (%)*						
K$^{*)}$	64.0	0.48	-			
T1	76.0	0.43	-1.63	-		
T2	70.0	0.46	-0.62	0.72	-	
T3	66.0	0.47	-0.20	1.09	0.50	-
Prosečna visina sadnica (cm) *Average seedling height (cm)*						
K	20.06	6.69	-			
T1	18.34	6.15	1.05	-		
T2	19.83	7.50	0.13	-0.87	-	
T3	20.14	5.90	-0.06	-1.34	-0.21	-
Visinski prirast sadnica (cm) *Height increament of seedlings (cm)*						
K	12.26	4.15	-			
T1	12.89	3.87	-0.64	-		
T2	11.74	3.65	0.59	1.12	-	
T3	9.05	3.27	4.83*	4.32*	3.34*	-

$^{*)}$ K – kontrola, T1 – tretman 1, T2 – tretman 2, T3 – tretman 3 *K – control, T1 – treatment1, T2 – treatment 2, T3 – treatment3*

Tablica 4: Varijabilnost korenovog sistema sadnica belog bora u kontroli (K) i tretmanima (T1,T2 i T3)

Table 4: Root system variability of white pine seedlings in follow-up (K) and treatments (T1,T2 and T3)

	K	**T1**	**T2**	**T3**
Prečnik u korenovom vratu (mm) *Radius of root neck (mm)*	3.6	6.3	10.0	4.9
Masa nadzemnog dela (g) *Aboveground part mass (g)*	6.02	21.02	40.81	10.81
Masa podzemnog dela (g) *Underground part mass (g)*	0.72	3.71	6.39	2.28

Analiza korenovog sistema sadnica nakon prvog vegetacionog perioda obavljena je na uzorku od deset izvađenih sadnica, pri čemu se evidentirani sledeći morfometrijski parametri:

prečnik u korenovom vratu (mm) i masa nadzemnog/podzemnog dela sadnice u vazdušno suvom stanju (g).

Slika 3: Izgled sadnica belog bora u tretmanima (T1, T2 i T3) i kontroli (K), nakon prvog vegetacionog perioda

Figure 3: Appearance of white pine seedlings in treatments (T1, T2 and T3), and follow-up (K), after first period of vegetation

Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati da primena polimera pozitivno utiče na razvoj korenovog sistema sadnica belog bora, u prvom vegetacionom periodu nakon presadnje, slika 2, naročito u tretmanu 2, pri dodavanju većih količina polimera u praškastom stanju direktno u jame za sadnju.

3.2. Ogledi na lokalitetu Kremin (Ibarska klisura)

Rezultati sprovedenih istraživanja u ogledima postavljenim na lokalitetu Kremin, prikazani su u tablici 5.

Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati da polimeri pozitivno utiču na prijem sadnica crnog bora u prvoj godini nakon presadnje, što se odnosi i na ukupnu visinu sadnica. Pozitivan uticaj polimera ogleda se na visinskom prirastu biljaka u prvoj godini, naročito u T2, o čemu svedoče i vrednost t-testa.

Na osnovu iznetog može se konstatovati da primena praškastih organskih polimera, dodavanjem direktno u jame prilikom sadnje, u koncentracijama od 2,5 grama i više, pozitivno utiče na preživljavanje i rast sadnica belog i crnog bora, u prvoj godini nakon pošumljavanja. U narednim godinama treba očekivati intenziviranje visinskog rasta i sadnica belog bora, na bazi dobro razvijenog korenovog sistema, što treba da doprinese uspehu pošumljavanja. Dobijeni rezultati, imajući u vidu ekstremne klimatske uslove, teške terene i očekivanu ekonomsku dobit, govore u prilog opravdanosti masovne primene organskih praškastih polimera prilikom pošumljavanja degradiranih terena.

Tablica 5: Rezultati analize preživljavanja i razvoja sadnica crnog bora nakon prvog vegetacionog perioda

Table 5: Results of survival and development analysis of black pine seedlings, after first vegetation period

	Srednja vrednost	Standardna devijacija	t-vrednost		
			K*)	**T1**	**T2**
Preživljavanje sadnica (%) *Seedling survival (%)*					
K*)	92.5	0.27	-		
T1	97.5	0.16	-1.00	-	
T2	95.0	0.22	-0.44	0.57	-
Prosečna visina sadnica (cm) *Average seedling height (cm)*					
K	16,14	4,74	-		
T1	16,68	4,02	-0.55	-	
T2	17,80	4,41	-1.66	-1.13	-
Visinski prirast sadnica (cm) *Height increament of seedlings (cm)*					
K	9,08	4,00	-		
T1	9,57	2,93	-0.56	-	
T2	11,58	4,18	-2.32*	-2.45*	-

*) K – kontrola, T1 – tretman 1, T2 – tretman 2 *K – control, T1 – treatment1, T2 – treatment 2*

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata obavljenih istraživanja uticaja super apsorpcionih polimera na uspeh pošumljavanja teških terena u uslovima sredine koji se odlikuju visokim prosečnim vrednostima maksimalnih dnevnih temperatura i veoma malim brojem kišnih dana, može se konstatovati da upotreba polimera:

- pozitivno utiče na preživljavanje sadnica, nakon prvog vegetacionog perioda, naročito pri pošumljavanju sa kontejnerskim sadnicama crnog bora;
- pozitivno utiču na visinski prirast kontejnerskih sadnica crnog bora, nakon prvog vegetacionog perioda, dok je visinski prirast sadnica belog bora iz nisula rolni usporen, na račun razvoja korenovog sistema;
- pozitivno utiče na razvoj korenovog sistema sadnica belog bora koje su proizvedene u nisula rolnama.

5. LITERATURA

Aly, S.M., Letey, J. (1989): The effects of two polymers and water qualities on dry cohesive strength of three soils. Soil Science Society of America Journal **53**: 255-259.

Aly, S.M., Letey, J. (1990): Physical properties of sodium-treated soil as affected by two polymers. Soil Science Society of America Journal **54**: 501-504.

Barvenik, F.W. (1994): Polyacrylamide characteristics related to soil applications. Soil Science **158(4)**: 235-243.

Bouranis, D.L., Theodoropoulos, A.G., Drossopoulos, J.B. (1995): Designing synthetic polymers as soil conditioners. Communications in Soil Science and Plant Analysis **26(9&10)**: 1455-1480.

Callaghan, T.V., Lindley, D.K., Ali, O.M., Abd El Nour, H., Bacon, P.J. (1989): The effect of water-absorbing synthetic polymers on the stomatal conductance, growth and survival of transplanted *Eucalyptus microtheca* seedlings in the Sudan. Journal of Applied Ecology **26**: 663-672.

Cook, D.F., Nelson, S.D. (1986): Effect of polyacrylamide on seedling emergence in crust forming soils. Soil Science **141(5)**: 328-333.

Dragičević, V., Sredojević, S., Kresović, B., Lazić-Jančić, V. (2008): The applications of Super-Hydro-Grow polymer instead of irrigation. 43rd Croatioa and 3rd International Symposium on Agriculture, 18-21 February, Opatija, Croatia, Book of Abstracts: 3.

El Sayed, H., Kirkwood, R.C., Graham, N.B. (1991): The Effects of a hydrogel polymer on the growth of Certain Horticultural Crops under Saline Conditions, Journal Experimental Botany., **42(240):** 891-899.

El-Hady, O.A., Tayel, M.Y., Lofty, A.A. (1981): Super gel as a soil conditioner II – Its effect on plant growth, enzymes activity, water use efficiency and nutrient uptake. Acta Horticulture **119**: 257-265.

Henderson, J.C., Hensley, D.L. (1986): Efficacy of a hydrophilic gel as a transplant aid. Hort Science 21(4): 991-992.

Henderson, J.C., Hensley, D.L. (1987): Effect of a hydrophilic gel on seed germination of three tree species. Hort Science 22(3): 450-452.

Henderson, J.C., Hensley, D.L. (1987a): Do hydrophilic gels improved germination and survival? American Nurseryman 166(4): 189-190.

Huttermann, A., Zommorodi, M., Reise, K. (1990): Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. Soil and Tillage Research 50: 295-304.

Kahl, L., Kluge, R., Thomas, S. (2000): Evaluation of an attempt to cultivate shrubs and trees on a heap of a potash mine. Landscape and Urban Planning **51**: 109-112.

Kjelgren, R., Cleveland, B., Foutch, M. (1994): Establishment of white oak seedlings with three post-plant handling methods on deep-tilled minesoil during reclamation. Journal of Environmental Horticulture **12(2)**: 100-103.

Kresović, B., Sredojević,S., Dragičević,V. (2008): Upotreba Super-Hydro-Grow polimera pri proizvodnji kukuruza. Peti naučno-stručni simpozijum selekcionara i semenara Republike Srbije, Vrnjačka Banja, 25-28 maj, Zbornik abstrakata: 131.

Šijačić-Nikolić, M., Milovanović, J., Ivetić, V., Knežević, R. (2006): Komparativna analiza razvoja različitih provenijencija bukve u juvenilnoj etapi razvića, III Simpozijum Sekcije za oplemenjivanje organizama Društva genetičara Srbije i IV Naučno-stručni simpozijum iz selekcije i semenarstva Društva selekcionara i semenara Srbije, Zlatibor, 16-20. maj, Knjiga abstrakta: 110.

Šijačić-Nikolić, M., Milovanović, J., Knežević, R. (2006a): Utvrđivanje fenotipske stabilnosti jednogodišnjih sadnica različitih provenijencija bukve. Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, **6**: 61-71.

Šijačić-Nikolić, M., Vilotić, D., Radošević, G. (2006b): Uticaj kontrolisano razlagajućeg djubriva na morfo-anatomske karakteristike jednogodišnjih sadnica bukve, Šumarstvo, Beograd, br. **1-2**: 149-155.

Vilotić, D., Vukovojac, S., Šijačić-Nikolić, M. (2006): Effect of the super absorbent on development of *Paulownia elongata* seedlings. *In:* Proceedings of the IUFRO Division 2 Join Conference: Low input breeding and genetic conservation of forest tree species, (Ed. Fikret Isak), Antalya, Turkey, 9-13. Octobar.

Vilotić, D., Šijačić-Nikolić, M. (2008): Modern technologies in fire area afforestation. International Scientific Conference „ Forestry in Achieving Millenium Goals held of the 50th Anniversary of Foundation of Institute of Lowland Forestry and Enviroment“, November 13-15, Novi Sad, Serbia, Book of abstaracts: 106.

Summary

APPLICATION OF SUPER-ABSORBANT POLYMERS IN FORESTATION OF DEGRADED TERRAINS

by

Mirjana Šijačić-Nikolić, Dragica Vilotić, Marko Radović, Dragica Stanković

Functional principle of super absorbent polymers is bases on the fact that each free monomer there present, absorbs water when in contact with it, keeps and exerts it at the moment of its not being available to the surrounding environment. Thus, a plant is constantly provided with moisture, regardless the precipitation and periodicity of watering, which favorably reflects to survival, growth, and development of plants besides having concrete commercial effects. In order to analyze their impact on the survival and development of white and black pine seedlings, a series of experiments was established in the first year after forestation in the spring of 2008, encompassing degraded terrains which have suffered forest fires, and/or been exposed to changed (extreme) climate conditions.

Based on the results obtained, it can be established that application of powdery organic polymers, directly added into holes during planting in concentrations of 2.5 g or more, has beneficial effect on survival and growth of white and black pine seedlings, in the first year after forestation. In the years to follow, an intensifying growth in height should be expected for white pine seedlings also, based on the well-developed root system, which should contribute to success of forestation. Results obtained, taking into account extreme climate conditions, hard terrains, and prospective commercial profit, vouch for mass application of organic powdery polymers in forestation of degraded terrains.

Topola N° 181/182 (2008) str. 31-40

UDK: **630*:504.06:574(497.113)**

Originalan naučni rad *Original scientific paper*

SIGNIFICANCE OF ESTABLISHMENT OF FOREST TREE AND SHRUB PLANTATIONS FOR THE STABILITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ECOSYSTEMS IN VOJVODINA

Petar Ivanišević, Zoran Galić, Savo Rončević, Branislav Kovačević, Miroslav Marković[1]

Abstract: This paper analyses the state of forest cover percentage in Vojvodina and the potentials of establishment of forest tree and shrub plantations on the new areas, aiming at the dynamic balance and sustainable development of its ecosystems. Forests occupy about 137000 ha, or 6.37% of the total area in Vojvodina, i.e. on the average 1.5% in the zone of agricultural region, and even below 1% in some regions. Consequently, this area belongs to the category of agricultural-steppe-forest regions, as the example of extremely endangered ecosystems. The estimated ideal forest cover percentage in Vojvodina accounts for 14.3% of the total area.

Key words: ecosystem, site resource, the percentage of forest cover, forest communities.

ZNAČAJ PODIZANJA ZASADA ŠUMSKOG DRVEĆA I ŽBUNJA ZA STABILNOST I ODRŽIVI RAZVOJ EKOSISTEMA U VOJVODINI

Izvod: *U radu se analizira stanje šumovitosti Vojvodine i mogućnost podizanja zasada šumskog drveća i žbunja na novim površinama, radi dinamičke ravnoteže i održivog razvoja njenih ekosistema. Šume zauzimaju oko 137000 ha, ili 6,37% od ukupne površine Vojvodine, odnosno u zoni poljoprivrednih regiona prosečno 1,5%, u nekim područjima i ispod 1%. Zbog toga, ovaj prostor pripada kategoriji poljoprivredno-stepsko-šumskih oblasti, kao primer izraženo ugroženih ekosistema. Procenjena idealna šumovitost Vojvodine iznosi 14,3% od ukupne površine.*

Ključne reči*: Ekosistem, stanišni resursi, šumovitost, šumske zajedice.*

1. INTRODUCTION

Vojvodina, situated in Panonian plain, is classified as agricultural-steppe-forest region, in the category of endangered ecosystems. It is said that it is the least afforested region in Europe.

Forests covers approximately 137000 ha, which is 6,37% of total area of Vojvodina (Vlatković, 1986). Agricultural parts are only 1,5% afforested, while some parts of Vojvodina are less then 1% afforested (Rončević, et al. 2005). Even more, the distribution of forests and non-forest greenery is not uniform throughout the territory (Orlović, et al. 2006). The major forest stands are situated on Fruška gora and Vršačke Mountains, on Deliblato and Subotičko-horgoška Sands and along the river inundations. Outside these areas, there is almost no forest stands, or there are in small, less then hectare, fragments. The least afforested

[1] Dr Petar ivanišević, viši naučni saradnik, Dr Zoran Galić, viši naučni saradnik, Dr Savo Rončević, viši naučni saradnik, Dr Branislav Kovačević, naučni saradnik i Mr Miroslav Marković, istraživač-saradnik, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Univerzitet u Novom Sadu, 21000 Novi Sad, Antona Čehova 13, E-mail: perai@uns.ns.ac.yu

areas are areas of intensive agricultural production. These areas have all characteristics of steppe regions: poor precipitation, hot summers and cold winters, negative wind influence (wind erosion) (Ivanišević, et al. 2005). The process of evaporation is considerable because of absence of forests, causing significant losses of water in soil that is need by agricultural crops and forest stands. In these conditions ecological balance is endangered by degradation processes (salinization and alkalization) linked with spreading and accumulation of salts in soil (Salt-Affected soils) (Miljković, 1963). Within zones with Salt-affected soils, the process of desalinization and dealkalization (Acid degradation) is present in small patches, usually supported by forest vegetation – common oak and ash dominated forest stands. These facts show that soils of Vojvodina are endangered by many different degradation processes.

Low percentage of forest cover supports numerous negative consequences that will be difficult to repair in the future. The protection and preservation of ecosystems of Vojvodina are directly dependent on the establishment of different forms of forest and non-forest greenery stands, like: forests for protection, windshalter-stands, hunting resorts and different forms of horticultural orchards. (Ivanišević, et al. 2005). Thus, as a method of biological melioration versus mentioned degradation processes is increase of percentage of forest cover and the establishment of ecosystem stability, especially for agroecosystems.

These facts show the need for increment of percentage of forest covered areas in Vojvodina on optimal 14.3% (Vlatković, 1986), by establishment of forest stands on new areas, shelterbelts beside motorways and railways, rivers and canals etc., hunting resorts and other forms of protection stands, especially on the soils endangered by certain degradation processes.

The establishment of new trees and shrubs stands would increase the production and economic potential of Vojvodina, decrease negative effect of wind erosion, achieve biological melioration of salt-affected soils, improve microclimatic conditions, protect resources for food production, improve environment, increase the stability of ecosystems and insecure their sustainable development.

2. MATERIALS AND METHODS

For the analysis of condition and distribution of forests, distribution of soil systematic units and potential vegetation, we used the maps of Vojvodina, of different size and specialization. Beside, for this work the Directions of The plan of space utilization in Vojvodina from 2002 was used too. The criterion for selection of new areas for the establishment of new tree and shrub plantations was the degree of endangerment of particular eco-area by some degradation process. In that way selected areas are classified as potential areas for afforestation in the zone of forest production, areas endangered by salt accumulation in agricultural production and areas under dealkalization process in halomorphic zone, formally inhabited by common oak-ash forests.

The election of tree and shrub species for afforestation is performed according to their natural occurrence, depending on dominant pedological processes.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Vojvodina is characterized by different ecological conditions. Among them it is possible to define potential habitats for the establishment of new stands of forest tree and shrub species. The soil characteristics appeared to be dominant criterion for the definition of these areas. Soil, as a result of climate, relief, geological basis, hidrological regime, natural vegetation and its utilization, represents a reliable criterion for the defining of the utilization of certain eco-areas.

According to the way of soil moisturing and dominant pedological processes, as well as the degree of performed technical works on the soil several ecological zones could be defined: automorphic, hydromorphic, halomorphic and antropogenic.

Table 1. Afforested and not afforested area structure in Vojvodina (Data from Ivanišević, et al. 2006)

Tabela 1. Struktura pošumljenih i nepošumljenih površina u Vojvodini (Podaci iz Ivanišević, et al. 2006)

Organization *Organizacija*	Afforested *Pošumljeno*		Not afforested *Nepošumljeno*				Rest *Ostalo*		Total *Ukupno*	
			Fertile soil *Plodno zemljište*		Unfertile soil *Neplodno zemljište*					
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
PE"Vojvodinašume" *JP"Vojvodinašume"*	96212	4.47	17528	0.82	12407	0.58	4443	0.21	130590	6.07
PE"Vode Vojvodine" *JP"Vode Vojvodine"*	6642	0.31	2887	0.13	1821	0.08	1697	0.08	13047	0.61
NP "Fruška gora"	21307	0.99	1143	0.05	-	-	-	-	22450	1.04
Agricultural org. *Poljoprivredne org.*	12933	0.60	-	-	-	-	-	-	12933	0.60
Total *Ukupno*	137094	6.37	21558	1.00	14228	0.66	6140	0.29	179020	8.32

The soils effected by some of degradation processes, like: salinization, alkalization, desalinization and dealkalization, could be meliorated by the establishment of new forest stands. It is well known that forest stands moderate or stops the action of those degradation processes, protecting this hard-to-reestablish natural resource. Also, negative effects of degradation processes (wind erosion, flooding etc.) could be considerably decreased by the establishment of shelterbelts (Ivanišević, et al. 2005). It is of particularly important for preservation of sustainable development in areas of field-crops production i.e. agroecosystems for growing of agricultural crops. The soils of poor production characteristics could be meliorated by the establishment of new forest stands. These areas are usually not suitable, or less suitable for agricultural production. Ameliorative measures are needed in order to enable their utilization.

Thus, potential habitats for the establishment of new plantations of forest tree and shrub species could be defined according to soil conditions and degree and intensity of the endangerment of the area. Before all, there are habitats in the zone of forest production. These habitats, except those on Fruška gora and Deliblato Sands, are on hydromorphic soils, defined as alluvial-hygrophilic forests.

The potential areas for the establishment of new forest plantations in the forest production zone are presented in Tab. 1, Fig 1.

As it is presented in table 1, afforested area covers 137094 ha, or 6.37% of the total area of Vojvodina (Vlatković, 1986, Orlović, et al. 2006). The areas planed for afforestation (fertile soil) covers 21558 ha, or 1.00%. Thus, by afforestation of this area the degree of forest cover would be increased by 1% (Ivanišević, et al. 1998, 1999). For successful establishment of new forest plantations on this area the soil examinations are needed as well as the election of tree species and technology of the establishment, cultivation and protection of plantations.

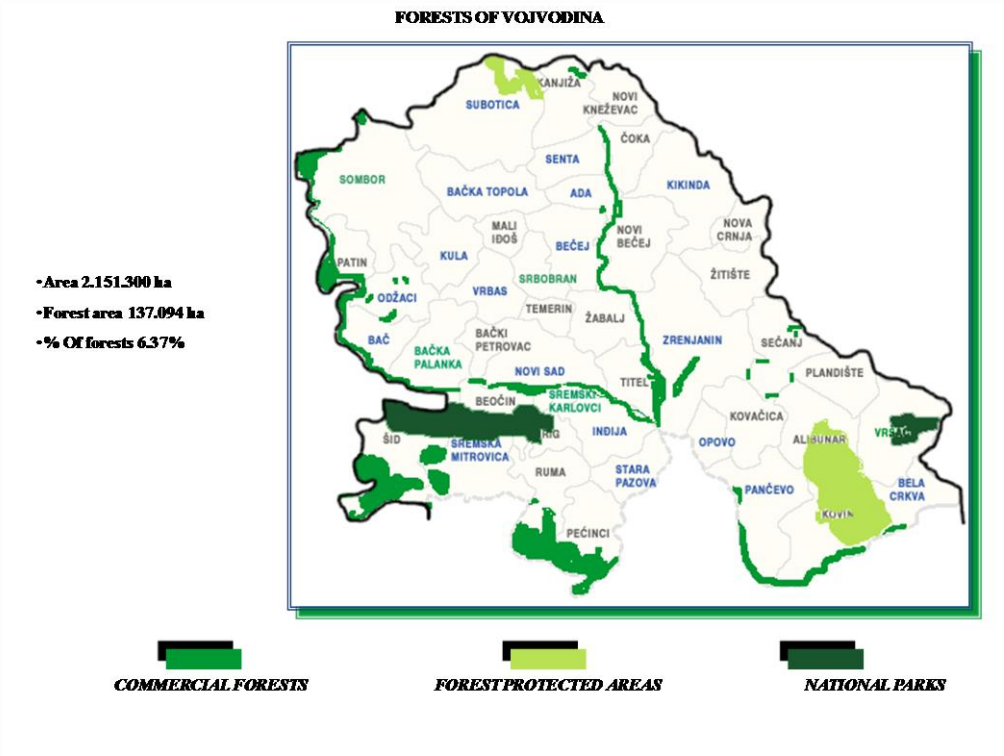


Fig.1. Forests of Vojvodina
Slika 1. Šume Vojvodine

Beside these areas, there are habitats endangered by degradation processes in soil (salt-affected soils). These areas are not suitable for agricultural production. Potential areas of salt-affected soils for the establishment of new forest trees and shrubs stands in Vojvodina are presented in table 2, Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4 and Fig 5.

The data in table 2 suggest that it is possible to establish new plantations of forest tree and shrub species on 119413 ha, which would increase the percentage of forest cover in Vojvodina by 12.92%. Areas in hydromorph ecological zone dominate in the structure of potential areas (3.62%), and then areas in automorphic zone (1.32%). In these two zones 74145 ha are endangered by salinization (3.46% of the total area)), and 21728 ha by alkalization (1.00% of the total area). Areas in halomorphic ecological zone under the processes of desalinization and dealkalization are 10459 ha large, (0.49% of the total area). These areas were dominantly covered by common oak-ash and common oak-horn-beam forests.

The total area in Vojvodina under the processes of desalinization and dealkalization is 20827 ha large (0.97%). In antropogenic ecological zone are deposol soils on bents along the chanals, on the area of 2713 ha (0.13% of the total area). The data on the areas with solonchak and solonetz area missed in this study for poor data about survival of tree and shrub species on them (Miljković, 1963, 2005).

Table 2. Potential areas of salt-affected soils for the establishment of new forest trees and shrubs stands in Vojvodina (Data from Ivanišević, et al. 2006)

Tabela 2. Potencijalne površine solima ugroženih zemljišta za osnivanje novih zasada drveća i žbunja u Vojvodini (Podaci iz Ivanišević, et al. 2006)

Eco-zone *Ekološka zona*	Soil type *Tip zemljišta*	Degradation process *Degradacioni proces*	Area (ha) *Površina (ha)*	Index (%)
Automorphic *Automorfna*	Chernozem *Černozem*	Salinization *Salinizacija*	3712	0.17
		Alkalization *Alkalizacija*	17474	0.81
	Eutric cambisol *Eutrični kambisol*	Acid degradation *Kisela degradacija*	7268	0.34
	Total *Ukupno*		**28454**	**1.32**
Hydromorphic *Hidromorfna*	Fluvisol	Salinization *Salinizacija*	8261	0.38
		Alkalization *Alkalizacija*	3297	0.15
	Semigley	Salinization *Salinizacija*	21409	1.00
		Alkalization *Alkalizacija*	957	0.04
	Humogley	Salinization *Salinizacija*	37160	1.74
		Acid degradation *Kisela degradacija*	3100	0.14
	Eugley	Salinization *Salinizacija*	3603	0.17
	Total *Ukupno*		**77787**	**3.62**
Halomorphic *Halomorfna*	Solonetz-solod *Solonjec-solođ*	Acid degradation *Kisela degradacija*	4035	0.19
	Solod *Solođ*	Acid degradation *Kisela degradacija*	6424	0.30
	Total *Ukupno*		**10459**	**0.49**
Antropogenic *Anropogena*	Deposol	Mechanical (banks) *Mehanička (obale)*	2713	0.13
Total *Sve ukupno*			**119413**	**5.55**

Mentioned ecological zones defers by soil, relief and hydrological characteristics, by the degree and intensity of degradation processes, and by the degree and intensity of the soil utilization. In that sense, the natural biodiversity should be respected, the principal functions defined and tree and shrub species selected. Basically, these plantations have dominantly protective function, but until the complete reestablishment they have many other sociocultural functions.

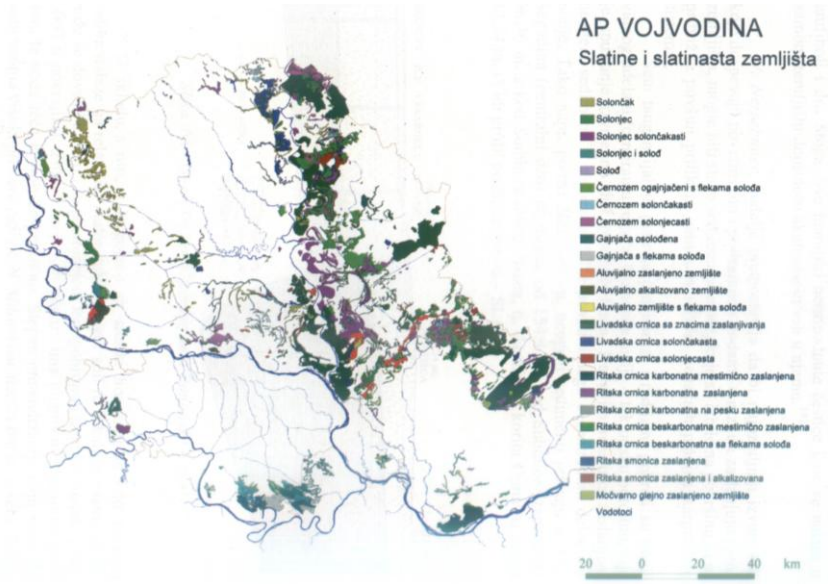


Fig. 2.Salt-Affected Soils of Vojvodina (Data from Miljković, 2005)
Slika 2. Zemljišta ugrožena solima u Vojvodini (Podaci iz Miljković, 2005)

(A)-C

Arenosol

Asa-C

Salinized chernozem

Zaslanjeni černozem

A-Eg-Btg-C

Acid degradated eutric cambisol

Kiseli degradirani eutrični kambisol

Fig. 3. Soils of automorphic zone
Slika 3. Zemljišta u automorfnoj zoni

Thus, potential areas for the establishment of new forest plantations in Vojvodina cover 140971 ha (6.55% of the total area). By the afforestation of these areas, the percentage of forest cover would be increased on 12.92%. With shelterbelts beside traffic lines, the percentage of forest cover in Vojvodina would approach optimal 14.3% (Vlatković, 1986).

Asa-IGso-IIGso-IIIGso-Gr	Asa-C-Gso-Gr	Asa-Gso-Gr	Asa-Gr
Salinized fluvisol	Salinized semigley	Salinized humogley	Salinized eugley
Zaslanjeni fluvisol	*Zaslanjeni semiglej*	*Zaslanjeni humoglej*	*Zaslanjeni humoglej*

Fig. 4. Soils of hydromorphic zone
Slika 4. Zemljišta u hidromorfnoj zoni

A-E-Bt,na-CG	AEg-Bt,g-CG	Ag-Bt,g-CG
Solonetz	Solonetz-solod	Solod
Solonjec	*Solonjec-solođ*	*Solođ*

Fig. 5. Soils of halomorphic zone
Slika 5. Zemljišta u halomorfnoj zoni

The selection of appropriable forest species is of considerable importance, regarding soil and hydrological characteristics, and natural biodiversity as well (Tomić, 1992; Galić, 2003; Jović et al., 1991).

Plant communities and the selection of appropriable forest species are presented in table 3.

The selection of tree species is performed according to natural biodiversity of forest tree species, adopted to particular ecological conditions.

Table 3. Selection of forest tree species for afforestation of eco-zones in Vojvodina (Data from Ivanišević et al., 2006)

Tabela 3. Izbor vrsta drveća za pošumljavanje eko-zona u Vojvodini (Podaci iz Ivanišević i sar., 2006)

Eco-zone *Ekološka zona*	Soil type *Tip zemljišta*	Plant community *Biljne zajednice*	Tree species *Vrste drveća*
Automorphic *Automorfna*	Chernozem *Černozem*	*Quercion pubescentis-petraeae, Aceri tatarico-Quercion*	*Quercus robur, Quercus cerris, Quercus patraeae, Quercus pubescens, Quercus virgilianae, Quercus deleschampi, Quercus polycarpa, Robinia pseudoacacia, Fraxinus ornus, Tilia argentae, Acer tataricum, Acer campestre, Sorbus domestica, Sorbus torminalis, Pyrus piraster, Cornus mas, Cornus sanguinea, Crataegus monogyina, Rhamnus cathartica,*
	Eutric cambisol *Eutrični kambisol*	*Carpino-Fraxino-Quercetum roboris, Carpino-Quercetum roboris*	*Quercus robur, Carpinus betulus, Fraxinus angustifolia,*
Hydromorphic *Hidromorfna*	Fluvisol	*Salici-Populetum nigrae, Populetum nigrae, Populetum nigro-albaePopuletum nigrae-Quercetum roboris*	*Salix alba, Populus nigra, Populus alba, Quercus robur, Fraxinus angustifolia*
	Semigley *Semiglej*	*Querceto-Fraxinetum angustifaoliae, Populetum nigrae*	*Populus nigra, Populus alba, Quercus robur, Fraxinus sp, Carpinus betulus, Ulmus sp. Acer sp. Tilia sp.Aesculus hippocastanum,Juglans nigra, Juglans regia*
	Humogley *Humoglej*	*Querceto-Fraxinetum angustifoliae,*	*Quercus robur, Fraxinus angustifolia, Ulmus sp, Populus nigra, Populus alba, Celtis sp.*
	Eugley *Euglej*	*Salicetum albae, Fraxinetum angustifoliae*	*Salix alba, Fraxinus angustifolia, Acer negundo*
Halomorphic *Halomorfna*	Solonetz-solod *Solonjec-solođ*	*Querceto-Fraxinetum angustifoliae,Querceto-Carpinetum*	*Quercus robur, Fraxinus sp. Carpinus betulus, Morus sp, Pirus piraster, Prunus sp, Malus sp, Elaeagnus angustifolia, Tamarix sp,*
	Solod *Solođ*	*Querceto-Fraxinetum angustifoliae,*	*Quercus robur, Fraxinus angustifolia*
Antopogenic *Antropogena*	Deposol	*Robinietum pseudoacaciae, Populetum albae, Quercetum cerris*	*Robinia pseudoacacia, Populus alba, Quercus cerris*

4. CONCLUSIONS

Vojvodina is situated in Panonian plain, mainly utilized for the production of agricultural crops. However, the stability of its ecosystems mainly depends on the percentage of forest cover. The actual afforestation degree (6,37%) is considerably lower than planed optimal degree (14.3%). It is not sufficient for sustainable development, dynamic balance and biodiversity of the ecosystem of Voivodina.

Treeless areas cover 21558 ha of the zone of forest production. The afforestation of this area would increase the afforestation degree of Vojvodina by 1.00%.

In the zone of agricultural production there are several ecological zones according to the degree of endangerment by degradation processes and intensity of the soil exploitation: automorphic, hydromorphic, halomorphic and antropogenic

The habitats of steppe and forest-steppe type dominate in automorphic ecological zone. The dominating soil type in that zone, chernozem, is in some areas endangered by alkalization and less by salinization (mainly at the contact with halomorphic soils. Significant area (7268 ha) is with eutric cambisol, with process of acid degradation, mainly in Donji Srem. The establishment of new stands of trees and shrubs in the automorphic ecological zone, on the area of 28454 ha, would increase the degree of afforestration in Vojvodina by 1.32%.

The analysis of the habitat potentials in hydromorpic ecological zone shows the considerable participation of hydromorphic soils under the process of salinization, partially alkalization, whose utilization is limited by its physical and hydrological characteristics. The establishment of forest stands in hydromorphic zone, on the area of 77747 ha, would increase the afforestation degree of Vojvodina by 3.62%. The biological method of melioration of the salt-affected soils would be performed, as the most suitable system of sustainable development of these ecosystems.

The establishment of new stands of trees and shrubs in the zone under the degradation processes of salinization, alkalization and particularly acid degradation, on the area of 10459 ha, would increase the afforestation degree in Vojvodina by 0.49 %. These soils were covered by common oak-ash and common oak-horn-beam forests in the past. The ecological potential in halomorphic zone could be considerable area for increment of afforestation degree in Vojvodina, after detailed research of degradation process intensity and testing of adequate tree species in such ecological conditions.

By afforestation of treeless forest lands under the forest production and mentioned ecological zones in agricultural production, the afforestation degree in Vojvodina would be increased from present 6.37% to 12.92%. Beside, establishment of shelterbelts, green corridors, hunting resorts and non-forest greenery the afforestation of Vojvodina would support the sustainable development of its ecosystems. Along that, some tree and shrub species could be utilized in regulation of degradation soil processes in order to preserve this difficult-to-restore resource.

5. REFERENCES

Galić, Z. (2003): "Izbor vrsta drveća za pošumljavanje različitih staništa Vojvodine", Doktorska disertacija, p.120, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2003. (in Serbian with English Summary).

Ivanišević, P., Galić, Z., Rončević, S., Orlović, S. (1998): "Gajenje crnih topola na nasipima u zoni osnovne kanalske mreže (OKM) u Vojvodini", Topola No. 161/162: p.p.31-44, Beograd, (in Serbian with English Summary).

Ivanišević, P., Galić, Z., Rončević, S., Orlović, S., Macanović, M. (1999): "Osobine zemljišta u zaštitnim šumama uz odbrambene nasipe u Vojvodini", Topola No. 163/164: 31-40, Beograd, (in Serbian with English Summary).

Ivanišević, P., Galić, Z., Rončević, S., Pekeč, S. (2006): "Stanišni resursi u funkciji povećanja šumovitosti Vojvodine, Topola No. 177/178: p.p.106-137, Beograd, (in Serbian with English Summary).

Ivanišević, P., Rončević, S., Galić, Z., Marković, M., Andrašev, S., Pekeč, S. (2005): "Shelterbelts as the factor of Ecosystem Stability in South Banat", Contemporary Agriculture, No. 3-4, p.p. 193-197, Novi Sad.

Jović, N., Zagorka Tomić, Jović, D. (1991): "Tipologija šuma", Šumarski fakultet, Beograd, (in Serbian).

Miljković, N. (1963): "Karakteristike vojvođanskih slatina", Savez vodnih zajednica NR Srbije, Novi Sad, (in Serbian with English Summary)

Miljković, N. (2005): "Meliorativna pedologija", Univerzitet u Novom Sadu, Poloprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad, (in Serbian).

Orlović, S., Tomović, Z., Ivanišević, P., Vlatković, S., Galić, Z., Marković, S., Pejanović, R. (2006): "Mogućnost pošumljavanja u Vojvodini", Savetovanje "Pošumljavanje u cilju realizacije prostornog plana i razvoja poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije", Zbornik radova, p.p. 98-128, Novi Sad, (in Serbian).

Rončević, S., Ivanišević, P., Andrašev, S. (2005): "Forest and Nonforest Greenery in the Function of Enviromental Protection and Sustainable Development of Agriculture", Contemporary Agriculture, No. 3-4, p.p. 508-514.

Tomić, Z. (1992): "Šumske fitocenoze Srbije" Šumarski fakultet, Beograd, (in Serbian).

Vlatković, S. (1986): "Funkcije šuma i optimalna šumovitost Vojvodine", Doktorska disertacija, p. 321, Institut za topolarstvo, Novi Sad, (in Serbian).

Rezime

ZNAČAJ PODIZANJA ZASADA ŠUMSKOG DRVEĆA I ŽBUNJA ZA STABILNOST I ODRŽIVI RAZVOJ EKOSISTEMA U VOJVODINI

Ivanišević Petar, Galić Zoran, Rončević Savo, Kovačević Branislav, Marković Miroslav

U radu se analizira stanje šumovitosti Vojvodine i mogućnost podizanja zasada šumskog drveća i žbunja na novim površinama, radi dinamičke ravnoteže i održivog razvoja njenih ekosistema.

Šume zauzimaju oko 137000 ha, ili 6,37% od ukupne površine Vojvodine, odnosno u zoni poljoprivrednih regiona prosečno 1,5%, u nekim područjima i ispod 1%, čime ovaj prostor pripada kategoriji poljoprivredno-stepsko-šumskih oblasti, kao primer izraženo ugroženih ekosistema. Procenjena idealna šumovitost Vojvodine iznosi 14,3% od ukupne površine.

U zoni poljoprivredne proizvodnje neobradive površine zauzimaju oko 150600 ha, ili 7%, odnosno u zoni šumske proizvodnje neobrasle, plodne površine oko 21500 ha, ili 1% od ukupne površine, što predstavlja deo potencijalnih površina, staništa za podizanje novih zasada šumskog drveća i žbunja.

Posebnu problematiku predstavljaju halomorfna zemljišta na površini od 106000 ha, odnosno zemljišta koja se naslanjaju na njih, a koja su zahvaćena istim degradacionim procesima (salinizacija, alkalizacija) na površini oko 127000 ha, koja se ekstenzivno koriste.

Podizanje određenih oblika šumskih zasada na ovakvim staništima predstavlja prirodan način njihovog korišćenja (u prošlosti postojale lužnjakovo-jasenove šume), pri čemu se istovremeno vrši biološka melioracija ovih zemljišta.

Ugroženosti ekosisterma značajno doprinosi eolska erozija u jugoistočnim delovima Vojvodine, kao i izloženost nepogodama u plavnim područjima, što podizanje šumskih zasada može znatno ublažiti.

UDK: **582.623:547.657**

Originalan naučni rad *Original scientific paper*

EFEKAT NAFTENSKIH KISELINA NA OŽILJAVANJE MIKROIZBOJAKA BELE TOPOLE (*Populus alba* L.)*

Kovačević Branislav[1], Kevrešan Slavko[2], Ćirin-Novta Vera[3], Kuhajda Ksenija[3], Kandrač Julijan[2], Miladinović Dragana[4]

Izvod: Naftenske kiseline, nusproizvodi u procesu rafinacije nafte, su poznati zagađivači zemljišta i aktivna materija sredstava za zaštitu biljka i drveta. Rezultati višegodišnjih istraživanja ukazuju i na mogućnost njihove upotrebe kao sredstava za stimulaciju ožiljavanja reznica. Dva do tri cm visoki mikroizbojci genotipa *Populus alba cl.* LBM su jedan čas bili postavljeni na ACM podlozi sa 4, 16 ili 48 µM koncentracijom indolbuterne kiseline, naftilsirćetne kiseline ili Na-soli naftenskih kiselina (kod kojih je ispitan i uticaj 10-to i 30-to minutnog tretmana pri koncentraciji 48 µM). Zatim su mikroizbojci postavljeni na ACM podlogu bez hormona. Razlike među tretmanima su se najviše ispoljile u procentu ožiljavanja nakon dve nedelje kultivacije. Jednočasovni tretmani na podlozi sa 16 µM i polučasovni na podlozi sa 48 µM Na-naftenata su dali najbolje rezultate.

Ključne reči: Mikropropagacija, stimulatori ožiljavanja, naftenati

THE EFFECT OF NAPHTHENIC ACIDS ON WHITE POPLAR (Populus alba L.) MICROCUTTINGS' ROOTING

Abstract: *Naphtenic acids, by-product in oil refinement, are well known soil pollutants and active substances in preparations for plant and wood protection. The results of multiannual research indicated the possibility of their utilization for stimulation of cutting rooting. Two to three cm high shoots of Populus alba cl. LBM genotype were set for one hour on ACM medium with 4, 16 or 48 µM concentration of indol-3-butyric acid, 1-naphthalene acetic acid or Na-salts of naphthenic acids (for which the effect of 10 and 30 minutes treatment on medium with 48 µM was also examined). Then, treated microshoots were transferred on ACM medium without hormones. The differences among treatments were the most distinguishable for rooting percentage after two weeks of cultivation. One-hour treatment on the medium with 16 µM and 30 minutes treatment on medium with 48 µM of Na-naphthenates gave the best results.*

Key words*: Micropropagation, rooting stimulators, naphthenats*

1. UVOD

Naftenske kiseline čine kompleksnu mešavinu organskih kiselina koje se javljaju kao nusproizvod u procesu rafinacije nafte. Značajani su zagađivači jer se rastvaraju u vodi, te se lako prenose po zemljišnom profilu, podzemnim vodama i vodenim basenima. Široku upotrebu imaju u hemijskoj industriji za solubilizaciju metalnih jona, proizvodnju deterdženata i

---

* Deo rezultata iz ovog rada je prezentovan na XVI Simpozijumu Društva za fiziologiju biljaka SCG, Bajina Bašta, 13.-17. juni 2005.

[1] Dr Branislav Kovačević, naučni saradnik – Istraživačko razvojni institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Univerzitet u Novom Sadu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

[2] Dr Slavko Kevrešan, redovan profesor, dr Julijan Kandrač, vanredan profesor - Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad

[3] Dr Vera Ćirin-Novta, vanredan profesor, dr Ksenija Kuhajda, redovan profesor - Departman za hemiju, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Trg D. Obradovića 3, 21000 Novi Sad

[4] Dr Dragana Miladinović, naučni savetnik - Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad

proizvodnju preparata za zaštitu biljaka i drveta. Poznato je da naftenske kiseline pokazuju i biološku aktivnost (Clemente i Fedorak, 2005), posebno kao regulatori rasta i razvića biljaka (Wort, 1976). Severson (1972) je utvrdio da K-naftenati stimulišu usvajanje glukoze od strane vrhova korena biljaka pasulja, dok su Loh i Severson (1974) našli da jednodnevni tretman sa K-naftenatima stimulišu aktivnost IAA oksidaze, enzima koji je ključan u inicijaciji i aktivaciji korenskih primordija. Naši prethodni radovi su potvrdili njihov uticaj na ožiljavanje reznica, usvajanje jona metala i aktivnost enzima koji su od značaja za aktivaciju korenskih primordija (Kevrešan, et al. 2003a; Kevrešan, et al. 2003b; Kevresan, et al. 2005, Kevrešan, et al. 2006, Kevrešan, et al. 2007, Halmagyi, et al. 2008).

Bela topola se koristi u oplemenjivanju prostora i uređenju gradskih sredina. Uglavnom se favorizuju genotipovi piramidalne ili fastigiata tipa krošnje, muškog pola, tolerantni prema biotičkim i abiotičkim agensima (Eggens, et al. 1972). Ovakve genotipove je neophodno vegetativno umnožiti kako bi se željena svojstva očuvala i u potomstvu. Međutim, sekciju belih topola (*Leuce*) karakteriše otežano ožiljavanje odrvenjenih reznica tokom redovne rasadničke proizvodnje. Zato se vegetativno umnožavaju samo genotipovi kod kojih je zapažen zadovoljavajući uspeh preživljavanja reznica (Žufa, 1965). U tom smislu, mikropropagacija predstavlja efikasan metod koji omogućava relativno brzo i efikasano umnožavanje interesantnih genotipova bele topole (Ahuja, 1983). Ožiljavanje mikroizbojaka je važna faza umnožavanja u kulturi tkiva. Uobičajeni stimulatori ožiljavanja koji se koriste su indol-buterna i naftil-sirćetna kiselina.

Cilj našeg istraživanja je da se ispita dejstvo Na-naftenata na ožiljavanje izdanaka bele topole u kulturi tkiva.

2. MATERIJAL I METODE

Istraživanja su rađena na genotipu bele topole *Populus alba* L. cl. LBM, koji je selekcionisan u Istraživačko razvojnom institutu za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu Univerziteta u Novom Sadu. Ovaj genotip karakteriše "fastigiata" oblik krošnje, muški pol, snažan vigor i tolerantnost prema prevalentnim patogenima i štetočinama (Slika 1.). Ovaj genotip karakteriše i tolerantnost prema teškim metalima kao što su nikl, olovo i kadmijum, što ga čini interesantnim i za primenu u projektima fitoremedijacije (Katanić, et al. 2008). Slabo ožiljavanje reznica, koje inače karakteriše sekciju belih topola, kod ispitivanog genotipa je jasno izraženo, te se mikropropagacija u kulturi tkiva nameće kao jedno efikasno rešenje.

Mikroizbojci su gajeni na ACM podlozi (Aspen Culture Medium - Ahuja, 1983) sa 20 mg l^{-1} adenin sulfata, 100 mg l^{-1} lizina i 20 gr l^{-1} saharoze i 0.02 mg l^{-1} naftilsirćetne kiseline (NAA) i 0.5 mg l^{-1} benzilaminopurina (BAP). Izbojci visine 2 – 3 cm su postavljeni u ACM podlogu sa ispitivanom aktivnom materijom uglavnom jedan čas, da bi zatim bili prebačeni na ACM podlogu bez hormona kako bi se tokom narednih 28 dana pratilo ožiljavanje tretiranih izbojaka. Ispitan je efekat naftilsirćetne kiseline (NAA), indolbuterne kiseline (IBA) i natrijumovih soli naftenskih kiselina (NK). Korišćena je frakcija nafte tipa "Velebit", dobijena atmosferskom destilacijom u rasponu temperatura 168 do 290°C. Ova frakcija je u ranijim istraživanjima pokazala biološku aktivnost analognu aktivnosti auksina (Ćirin-Novta, et al. 2002).

Ispitan je efekat sledećih tretmana: IBA4 - 4 μM IBA, IBA16 - 16 μM IBA, IBA48 - 48 μM IBA, NAA4 - 4 μM NAA, NAA16 - 16 μM NAA, NAA48 - 48 μM NAA, NK4 - 4 μM Na-naftenati, NK16 - 16 μM Na-naftenati, NK48 - 48 μM Na-naftenati. Svi do sada navedeni tretmani su trajali 1 čas, dok je NK48m10 - bio 10-to minutni tretman 48 μM Na-naftenata, a NK48m30 - 30-to minutni tretman 48 μM Na-naftenata. Kontrolu je predstavljao jednočasovni tretman na podlozi bez ispitivanih aktivnih materija. Nakon tretmana mikroizbojci su uzgajani u teglicama zapremine 190 ml, sa 25 ml ACM podloge bez hormona (Slika 2).

Slika 1. Habitus genotipa *Populus alba* L. cl. LBM
Figure 1. Tree shape of the genotype Populus alba cl. LBM

Broj teglica po tretmanu je varirao od 3 do 5, dok je broj postavljenih izbojaka po teglici varirao od 3 do 6. Zbog nejednake veličine uzoraka rezultati su obrađeni analizom kovarijanse sa nejednakim ponavljanjima, gde je kovarijabla bio broj postavljenih izbojaka u posudi, a zavisne promenljive srednji broj korenčića kod ožiljenih izbojaka (K) i udeo ožiljenih u ukupnom broju postavljenih izbojaka (O). Ponavljanje je predstavljala srednja vrednost broja korenčića, odnosno procenat ožiljavanja na nivou teglice. Svojstva procenta ožiljavanja su transformisana arcsin-transformacijom ($\arcsin\sqrt{X}$, gde je X vrednost u procentima), dok su svojstva koja opisuju broj korenčića bili transformisani transformacijom $\sqrt{X+1}$, kako bi se postigla normalna distribucija frekvencija ispitivanih svojstava.

Slika 2. Ožiljeni izbojci *Populus alba cl.* LBM
Figure 2. Rooted microshoots of Populus alba cl. LBM

U statističkoj obradi podataka korišćen je programski paket STATISTICA 7.1 (StatSoft Inc., 2006).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Na osnovu rezultata analize kovarijanse utvrdjeno je da broja izbojaka u teglici nije bio značajan za variranje ni jednog ispitivanog svojstva. I analiza varijanse i analiza kovarijanse su pokazale da je uticaj ispitivanih tretmana bio značajan samo za variranje udela ožiljenih izbojaka nakon dve nedelje nakon inicijalnog tretmana.

Rezultati dobijeni u radu ukazuju na visok potencijal za ožiljavanje genotipa LBM u kulturi tkiva. Visok procenat ožiljavanja je ostvaren i u kontrolnoj grupi. Ipak, evidentirani su efekti ispitivanih aktivnih materija. Naime tretmani NK16, a posebno NK48m30, su se isticali visokim procentom ožiljvanja već nakon prve dve nedelje. Nakon 30-to minutnog tretmana mikroizbojaka na podlozi sa Na-naftenatima procenat ožiljavanja je bio 100%. Najbolji tretmani sa IBA i NAA postigli su procenat ožiljavanja od preko 90% tek u četvrtoj nedelji. Brzina formiranja korenovog sistema je od značaja za uspeh preživljavanja prilikom vegetativne propagacije. Naime, ranijim formiranjem korenovog sistema smanjuje se period stresa uzrokovan vodnim i debalansom u rastu i razvoju između izbojka i korena (Tschaplinski i Blake, 1989; Rhodenbaugh, et al. 1993; Kovacevic, et al. 2008). Ova činjenica bi mogla da bude interesantna u slučaju kada bi se mikroizbojci ožiljvali u substratu u kontrolisanim uslovima, kao i za ožiljavanje zelenih reznica belih topola. Na primer, Kevrešan, et al. (2003b) su ostvarili veoma dobre rezultate ožiljavanja bočnih izbojaka suncokreta u supstratu nakon tretiranja naftenskim kiselinama.

Tabela 1. Analiza kovarijanse i varijanse za ispitivana svojstva i tretmane kod genotipa *Populus alba cl.* LBM

Table 1. Covariance and variance analysis for examined caracteristics and treatments in Populus alba cl LBM genotype

Svojstva *Characteristics*	Analiza kovarijanse *Analysis of covariance*			Analiza varijanse *Analysis of variance*
	F-test za tretman *F-test for treatments*	*F-test za kovarijablu* *F-test for covariable*	b	*F-test*
Broj korenčića *Number of roots*				
14. dan (K2) *14th day (K2)*	0,70	1,19	-0,54	0,66
21. dan (K3) *21st day (K3)*	1,50	0,03	-0,07	1,58
28. dan (K4) *28th day (K4)*	1,13	0,07	0,14	1,20
Procenat ožiljavanja *Percentage of rooting*				
14. dan (K2) *14th day (K2)*	3,31 **	2,89	48,64	2,90**
21. dan (K3) *21st day (K3)*	0,66	0,11	9,75	0,66
28. dan (K4) *28th day (K4)*	1,12	0,37	-16,80	1,13

Najmanji procenat ožiljavanja nakon prve dve nedelje je dobijen za tretmane IBA16 i NK48. Jasna razlika između polučasovnog i jednočasovnog tretmana 48 μM Na-naftenatima, ukazuje da je predugo izlaganje mikroizbojaka Na-naftenatima poništilo njihov pozitivan efekat u prvih

trideset minuta. Ova pojava je u skladu sa negativnim efektom na aktivnost ključnih enzima za aktivaciju korenskih primordija nakon dugog izlaganja bazalnog dela zelene reznice bagrema 10^{-7} M rastvoru naftenskih kiselina do kojih su došli Kevrešan, et al. (2007). Poznato je i da visoke koncentracije auksina stimulišu sintezu i nakupljanje etilena. Prisustvo etilena u niskim koncentracijama je poželjno prilikom aktivacije korenskih primordija, ali u visokim koncentracijama etilen otežava njihovo formiranje i aktivaciju (Mudge, 1989). Ovi rezultati takođe ukazuju na visoku auksinsku aktivnost Na-naftenata. To je od značaja za njihovu dalju primenu kao sredstava za stimulaciju ožiljavanja, s obzirom da je proizvodnja naftenskih kiselina daleko jeftinija i tehnološki manje zahtevna od proizvodnje široko korišćenih aksinski preparata. Svoju visoku aktivnost Na-naftenati duguju velikom broju aktivnih materija. Na to ukazuju rezultati Halmagy, et al. (2008) gde su sve četiri frakcije Na-naftenata izdvojene na osnovu razlike u ekstrakciji pri različitim pH, u određenim koncentracijama mogu da ostvarile stimulativni efekat na ožiljavanje mikroizbojaka hrizanteme u kulturi tkiva.

Tabela 2. NZR-test za svojstva procenat ožiljavanja mikroizbojaka i tretmane kod genotipa *Populus alba cl.* LBM

Table 2. LSD-test for characterisitcs of rooting percentage of microshoots and treatments of Populus alba cl. LBM

Tretman[1)] *Treatment*	Transformisane srednje vrednosti *Transformed average values*			Retransformisane srednje vrednosti (%) *Retransformed average values (%)*		
	14. dan *14th day*	21. dan *21st day*	28. dan *28th day*	14. dan *14th day*	21. dan *21st day*	28. dan *28th day*
IBA4	38,25	61,97	81,97	38,32	77,91	98,05
IBA16	35,00	70,00	90,00	32,90	88,30	100,00
IBA48	57,57	73,68	90,00	71,24	92,11	100,00
NAA4	45,00	70,00	70,00	50,00	88,30	88,30
NAA16	46,32	65,07	61,32	52,30	82,23	76,96
NAA48	63,00	78,00	84,00	79,39	95,68	98,91
NK4	57,00	78,00	72,00	70,34	95,68	90,45
NK16	80,00	80,00	80,00	96,98	96,98	96,98
NK48	37,53	72,29	81,14	37,11	90,75	97,63
NK48m10	52,50	82,50	82,50	62,94	98,30	98,30
NK48m30	90,00	90,00	90,00	100,00	100,00	100,00
Kontrola *Control*	41,92	71,14	71,14	44,64	89,56	89,56
$NZR_{0,05}$ $LSD_{0,05}$	27,01	26,42	25,10			

[1)] Tretmani prema aktivnim materijama, njihovoj koncentraciji i dužini trajanja tretmana: IBA4 - 4 µM IBA, IBA16 - 16 µM IBA, IBA48 - 48 µM IBA, NAA4 - 4 µM NAA, NAA16 - 16 µM NAA, NAA48 - 48 µM NAA, NK4 - 4 µM Na-naftenati, NK16 - 16 µM Na-naftenati, NK48 - 48 µM Na-naftenati, Kontrola – podloga bez ispitivanih aktivnih materija. Svi do sada navedeni tretmani su trajali 1 čas, dok je NK48m10 - bio 10-to minutni tretman 48 µM Na-naftenata, a NK48m30 - 30-to minutni tretman 48 µM Na-naftenata

[1)] Treatments according to active substances, their concentration and treatment duration: IBA4 - 4 µM IBA, IBA16 - 16 µM IBA, IBA48 - 48 µM IBA, NAA4 - 4 µM NAA, NAA16 - 16 µM NAA, NAA48 - 48 µM NAA, NK4 - 4 µM Na-naphthenats, NK16 - 16 µM Na-naphthenats, NK48 - 48 µM Na-naphthenats, Control – medium without examined active substances. All menshened treatments lasted for one hour, while NK48m10 - was 10 minute treatment 48 µM Na-naphthenats, and NK48m30 - 30 minute treatment 48 µM Na-naphthenats

Za broj korenčića ožiljenih izbojaka nije utvrđena značajna razlika među primenjenim tretmanima kao ni između njih i kontrole. Tome je doprineo snažan uticaj variranja unutar tretmana tj. pogreške, što ukazuje na potrebu postavke ogleda sa većim brojem ponavljanja u narednim istraživanjima. Iako razlike u odnosu na ostale tretmane i kontrolu nije bila statistički

značajna tretmani NAA16, NK16 i NAA4 su ostvarili primetan pozitivan uticaj. Visok procenat ožiljavanja i broj formiranih korenčića na ožiljenim izbojcima ukazuju na prednost NK16 tretmana u odnosu na ostale.
U našem ogledu Na-naftenati ostvarili stimulativni efekat na nivou široko korišćenih NAA i IBA, što zajedno sa ranijim rezultatima (Kevrešan, et al. 2003a) ukazuje da bi soli naftenskih kiselina mogle da nađu svoju primenu u stimulaciji ožiljavanja izbojaka belih topola. U tom smislu istraživanja bi trebalo proširiti i na mogućnosti tretiranja u okviru direktne sadnje mikroizbojaka u supstrat, kao i tretiranja zelenih reznica belih topola.

Tabela 3. NZR-test za svojstva broja korenćića kod ožiljenih mikroizbojaka i tretmane kod genotipa *Populus alba cl.* LBM
Table 3. LSD-test for characteristics of number of roots for rooted microshoots and treatments in Populus alba cl. LBM

Tretman[1)] *Treatment*	Transformisane srednje vrednosti *Transformed average values*			Retransformisane srednje vrednosti (%) *Retransformed average values (%)*		
	14. dan *14th day*	21. dan *21st day*	28. dan *28th day*	14. dan *14th day*	21. dan *21st day*	28. dan *28th day*
IBA4	2,06	2,26	2,27	3,25	4,09	4,17
IBA16	1,92	2,12	2,21	2,69	3,50	3,88
IBA48	2,01	2,13	2,43	3,03	3,52	4,89
NAA4	2,24	2,33	2,45	4,03	4,44	4,98
NAA16	1,93	2,23	2,56	2,73	3,99	5,53
NAA48	1,87	2,19	2,36	2,50	3,78	4,56
NK4	1,97	2,12	2,20	2,88	3,50	3,83
NK16	2,00	2,43	2,47	3,01	4,91	5,08
NK48	1,75	1,78	1,91	2,07	2,16	2,63
NK48m10	1,74	2,09	2,10	2,04	3,37	3,40
NK48m30	1,91	2,11	2,25	2,65	3,47	4,04
Kontrola *Control*	1,97	2,04	2,21	2,89	3,15	3,89
$NZR_{0,05}$ $LSD_{0,05}$	1,29	1,82	1,77			

[1)] Tretmani prema aktivnim materijama, njihovoj koncentraciji i dužini trajanja tretmana: IBA4 - 4 µM IBA, IBA16 - 16 µM IBA, IBA48 - 48 µM IBA, NAA4 - 4 µM NAA, NAA16 - 16 µM NAA, NAA48 - 48 µM NAA, NK4 - 4 µM Na-naftenati, NK16 - 16 µM Na-naftenati, NK48 - 48 µM Na-naftenati, Kontrola – podloga bez ispitivanih aktivnih materija. Svi do sada navedeni tretmani su trajali 1 čas, dok je NK48m10 - bio 10-to minutni tretman 48 µM Na-naftenata, a NK48m30 - 30-to minutni tretman 48 µM Na-naftenata
[1)] Treatments according to active substances, their concentration and treatment duration: IBA4 - 4 µM IBA, IBA16 - 16 µM IBA, IBA48 - 48 µM IBA, NAA4 - 4 µM NAA, NAA16 - 16 µM NAA, NAA48 - 48 µM NAA, NK4 - 4 µM Na-naphthenats, NK16 - 16 µM Na-naphthenats, NK48 - 48 µM Na-naphthenats, Control – medium without examined active substances. All menshened treatments lasted for one hour, while NK48m10 - was 10 minute treatment 48 µM Na-naphthenats, and NK48m30 - 30 minute treatment 48 µM Na-naphthenats

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata može se reći da mikroizbojke genotipa *Populus alba cl.* LBM i kulturi tkiva karakteriše visok potencijal za ožiljavanje. Nakon optimalnih tretmana za sve tri ispitivane aktivne materije ostvareno je ožiljavanje od blizu ili tačno 100%. Jednočasovni tretman medijumom sa 16 µM Na-naftenata je ostvario veoma dobre rezultate kako po procentu ožiljavanja tako i po broju formiranih korenčića. Zajedno sa polučasovnim tretmanom medijumom sa 48 µM Na-naftenata jasno je povećao brzinu formiranja korenčića. Ovaj rad

predstavlja potvrdu ranijih istraživanja na više drvenastih vrsta koji su utvrdili stimulativan efekat naftenskih kiselina na ožiljavanje.

5. LITERATURA

Ahuja, M.R. (1983): Somatic cell differentiation and rapid clonal propagation of aspen. Silvae Genet. 32: 131-135

Cirin-Novta V., Kuhajda K.N., Kevresan S.E., Kandrac J.E., Radic Lj.M. (2002): Biological activity and structure of natural petroleum acids from lower oil fractions of "Velebit"oil. Acta Periodica Technologica, 33: 134-137

Clemente J. S., Fedorak P. M. (2005): A review of the occurrence, analyses, toxicity and biodegradation of naphthenic acids, Review article. Chemosphere, 60: 585-600

Eggens, J.L., Lougheed, E.C., Hilton, R.J. (1972): Rooting of hardwood cuttings of boleana poplar. Can. J: Plant. Sci. 52: 599-604

Halmagyi, A., Kevrešan, S., Kovačević, B., Ćirin-Novta, V., Pavlović, K., Grbović, Lj., Kuhajda, K. (2008): Effects of naphthenic acids on rooting of *in vitro* grown Chrysanthemum shoots. Propagation of Ornamental Plants 8(3): 148-150

Katanić M., Pilipović A., Orlović S., Krstić B., Kovačević B., Pekeč S. (2008): The influence of nickel, cadmium and lead on the growth of the white poplar clones' shoots in vitro. Proceedings of International Scientific Conference „Forestry in Achieving Millennium Goals", 13-15 November 2008, Novi Sad: 68

Kevrešan S., Ćirin-Novta N., Kovačević B., Kuhajda K., Kandrač J., Petrović N., Radić Lj (2003a): Efekat naftenskih kiselina na formiranje korenčića odrvenjenih reznica klonova sekcija *Leuce* i *Aigeiros*. Topola 171/172: 63-72

Kevresan S., Cirin-Novta V., Vasic D., Kuhajda K., Kandrac J., Petrovic N., Radic Lj. (2003b). Effect of naphthenic acids on formation of adventitious roots in sunflower cuttings. Helia, 26: 18-22

Kevresan S., Cirin-Novta V., Kuhajda K., Kandrac J., Petrovic N., Grbovic Lj., Kevresan Z. (2005). Effect of low concentration of sodium naphthenate on uptake of some metal ions by soybean plants. Belgian journal of Botany, 138: 11-13

Kevrešan S., Kovačević B., Ćirin-Novta V., Kuhajda K., Katanić M. and Vasić V. 2006. The effect of naphthenic acids on rooting of softwood cuttings in *Thuja occidentalis* L. PROCEEDINGS, XXXVI ESNA Annual Meeting, Iasi, Romania. p. 527-532

Kevrešan S., Kovačević B., Ćirin-Novta V., Kuhajda K., Kandrač J., Pavlović K. and Grbović Lj. 2007. Biochemical changes in cuttings of *Robinia pseudoacacia* after treatment with naphthenate. Journal of the Serbian chemical society, 72: 953-959

Kovacevic B, Orlovic S, Galovic V, Pilipovic A, Katanic M (2008) Utilization of early shoot and root growth in black poplar rooted cuttings for selection test improvement. Proceedings of 23rd Session of International Poplar Commision, 27-30 October 2008 Bejing. 97

Mudge, K. W. (1989): Effect of ethylene on rooting. In: Adventitious root formation in cuttings. Ed. Davis, T.D., Haissig, B.E., Sankhla, N.: 150-161

Loh, J.W.C.; Severson, J. G. (1975): Stimulation of indoleacetic acid oxidase of bean plants by naphthenates. Phytochem. 14, 1265-1267

Rhodenbaugh EJ, Pallardy SG (1993): Water stress, photosynthesis and early growth patterns of cuttings of three *Populus* clones. Tree physiology 13:213-226

Severson, J. G. (1972): Stimulation of ^{14}C- glucose uptake and metabolism in bean root tips by naphthenates. Phytochem. 11: 71-76

StatSoft Inc. (2006): STATISTICA (data analysis software system), version 7.1

Tschaplinski TJ, Blake TJ (1989): Correlation between early root production, carbohydrate metabolism and subsequent biomass production in hybrid poplar. Canadian Journal of Botany 67:2168-2174

Wort J. D. (1976): Mechanism of Plant Growth Stimulation by Naphthenic Acid. Plant Physiol., 58: 82-86

Žufa, L. (1965): Vegetativno razmnožavanje hibrida *Leuce* topola. Jugoslovenski poljoprivredno-šumarski centar. Beograd: 76 str.

Summary

THE EFFECT OF NAPHTHENIC ACIDS ON WHITE POPLAR (Populus alba L.) MICROCUTTINGS' ROOTING

by

Kovačević Branislav, Kevrešan Slavko, Ćirin-Novta Vera, Kuhajda Ksenija, Kandrač Julijan, Miladinović Dragana

Naphthenic acids, by-product in oil refinement, are well known soil pollutants and active substances in preparations for plant protection. The results of multiannual research indicated the possibility of their utilization for stimulation of cutting rooting. In order to examine their effect on white poplar genotype Populus alba cl. LBM, selected in Institute for lowland forestry and environment, Novi Sad, experiments in vitro were established. Two to three cm high microshoots were set for one hour on ACM medium with 4, 16 or 48 µM concentration of indol-3-butyric acid, 1-naphthalene acetic acid or Na-salts of naphtenic acids (for which the effect of 10 and 30 minutes treatment on medium with 48 µM was also examined), and then transferred on ACM medium without hormones. Analysis of covariance showed lack of the influence of number of microshoots in the jar. In spite poor rooting capacity of its hardwood cuttings, microshoots of genotype LMB showed high rooting potential in vitro. The differences among treatments were the most distinguishable for rooting percentage after two weeks of cultivation. One-hour treatment on the medium with 16 µM and 30 minutes treatment on medium with 48 µM of Na-naphthenates gave the best results. These results indicate the dynamics of root formation, suggesting faster root formation after treatments with Na-naphthenates, which could be interesting in rooting of green cuttings in nursery production. This work confirms earlier results on simulative effect of Na-naphthenates on rooting of cuttings of different tree species.

UDK; 582.623:632.7(497.113 Novi Sad)
Originalan naučni rad *(Original scientific paper)*

PRVA IDENTIFIKACIJA TIPOVA EKTOMIKORIZE U ZASADU BELIH TOPOLA (*Populus alba* L.) KOD NOVOG SADA

Katanić Marina[1], Grebenc Tine[2], Hrenko Melita [2], Štupar Barbara [2], Galić Zoran [1], Orlović Saša [1], Kraigher Hojka [2]

Izvod: U radu su opisani i identifikovani tipovi ektomikorize u zasadu bele topole (*Populus alba* L.) kod Novog Sada. Identifikacija je izvršena kombinovanjem morfoloških i anatomskih opisa sa molekularnim metodama (RFLP i sekvencioniranje ITS regiona u ribozomalnoj DNK). Konstatovano je šest tipova ektomikorize koji su fotografisani i kratko opisani prema morfološkim, anatomskim i molekularnim karakteristikama. Dva tipa ektomikorize su identifikovana do nivoa vrste (*Tuber rufum* i *Inocybe squamata*), za sledeća dva tipa je određena pripadnost rodu (*Tomentella* sp. i *Inocybe* sp.), dok je za poslednja dva ektomikorizna tipa utvrđena pripadnost familiji (Cortinariaceae i Thelephoraceae).

Ključne reči: morfološka-anatomska karakterizacija, RFLP, sekvencioniranje, ribozomalni DNK ITS region

FIRST IDENTIFICATION OF TYPES OF ECTOMYCORRHIZA IN WHITE POPLAR (Populus alba L.) STAND IN VICINITY OF NOVI SAD

***Abstract**: The objective of this work was to describe and identify types of ectomycorrhiza in a white poplar (Populus alba L.) stand in the vicinity of Novi Sad, Vojvodina. Identification was achieved by combining morphological and anatomical descriptions with molecular methods (RFLP and sequencing of ITS region in ribosomal DNK). Six distinct types of ectomycorrhiza were observed. They were photographed and briefly described according to morphological, anatomical and molecular characteristics. Two types of ectomycorrhiza were identified to the species level (Tuber rufum and Inocybe squamata), two were determined to the genus level (Tomentella sp. and Inocybe sp.) and additional two types of ectomycorrhiza were determined to the family level of the fungal partner in ectomycorrhiza (Cortinariaceae and Thelephoraceae).*

***Key words**: morphological-anatomical characterization, RFLP, sequencing, ribosomal DNK ITS region*

1. UVOD

Pojam mikoriza je prvi put upotrebio Frank 1885. god. (Frank, 2005) da bi označio organ - mikorizni koren tj. simbiozu između gljiva i viših biljaka. Gljive i biljke se u ovom slučaju smatraju partnerima u simbiozi, zajednici koja je od koristi za oba organizma. Međutim, mikoriza nije obavezno ni isključivo korisna za sve partnere. Efikasnost zajednice se može menjati u odnosu na vreme posmatranja i uslove sredine i opaža se kao promena u funkciji, a zatim u anatomskim strukturama (Smith i Read, 2008).

[1] Dipl. biolog Marina Katanić istraživač saradnik, dr Zoran Galić viši naučni saradnik, Saša Orlović naučni savetnik, Istraživačko razvojni institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad
[2] Dr Tine Grebenc naučni saradnik, dipl. biolog Melita Hrenko istraživač saradnik, dipl. ing. Barbara Štupar vođa laboratorije, prof. dr Hojka Kraigher naučni savetnik, Šumarski institut Slovenije, Ljubljana, Slovenija

Poznato je više oblika mikorize koji se prema načinu kontakta između gljive i biljke i taksonomskih grupa gljivnih i biljnih partnera dele na: arbuskularnu mikorizu, ektomikorizu, ektendomikorizu, arbutoidnu mikorizu, monotropoidnu mikorizu, erikoidnu mikorizu i orhidejsku mikorizu (Smith i Read, 2008).

U umerenom pojasu su najčešći oblici mikorize arbuskularna mikoriza i ektomikoriza. Za ektomikorizu je značajno da gljivni partner obrazuje tri strukturne komponente: plašt koji obavija koren, lavirint hifa koji se prostire između ćelija primarne kore korena i sistem vankorenskih elemenata (hife, rizomorfi, cistidije) koji povezuju organ - ektomikorizni koren sa ostatkom micelija, delovima supstrata i plodonosnim telima gljive (Smith i Read, 2008).

Zasnivanje, rast i preživljavanje drveća u većini umerenih i borealnih šuma, zavisi od naseljavanja ektomikoriznih gljiva. Ove gljive uspešno usvajaju vodu, organske i neorganske nutrijente iz supstrata, a zatim ih translociraju do sitnih korena biljke od koje preuzimaju ugljene hidrate (Smith i Read, 2008). Velika brojnost vrsta mikoriznih gljiva, specifičnost prema domaćinu kao i metabolička aktivnost omogućavaju efikasno iskorišćavanje raspoloživih nutrijenata (Read, 1991).

Micelijum ektomikoriznih gljiva predstavlja glavnu komponentu šumskih ekosistema koja povezuje drveće, prizemnu vegetaciju i dekompozitore u šumskom zemljištu. Diverzitet vrsta i javljanje mikoriznih gljiva mogu da se menjaju sa različitim sukcesivnim etapama šume i pod uticajem su različitih stresogenih faktora (Kraigher, 1996). Funkcionalna kompatibilnost gljive i biljke zavisi od vrste gljive
(Gianinazzi-Pearson, 1984), pa je zbog toga njihova identifikacija esencijalna za izučavanje fiziologije šumskog drveća i funkcionisanje šumskih ekosistema (Kraigher, 1999).

Ektomikorizne gljive pripadaju razdelima Basidiomycota, Ascomycota i Glomeromycota i njihov diverzitet je procenjen na preko 5000 vrsta (Molina, et al. 1992). Ektomikorizna zajednica pod zemljom je veoma bogata vrstama, sa oko 20 do preko 50 vrsta ektomikoriznih gljiva koje naseljavaju pojedinačne drvenaste vrste na datom zasadu (Horton i Bruns, 2001).

Identifikacija ektomikoriznih gljiva do nivoa vrste se može postići kombinovanjem morfotajpinga-detaljnih morfoloških i anatomskih opisa baziranih na svetlosnoj mikroskopiji (Agerer, 1991) sa molekularnim metodama. Identifikacija molekularnim metodama je bazirana na PCR umnožavanju ITS (Internal Transcribed Spacer) regiona unutar jedarne ribozomalne DNK, molekularnim markerom koji najbolje razdvaja uzorke gljiva na nivou vrste. Ovaj metod se koristi u mnogim istraživanjima strukture ektomikorizne zajednice (Gardes i Bruns, 1993).

Iako se pretpostavlja, da u ektomikorizi može učestvovati više od 5.000 vrsta gljiva, u *Colour Atlas of Ectomycorrhizae* (Agerer, 1987-2002), najvećoj sistematizovanoj kolekciji opisa morfotipova ektomikorize, ključevi za rod *Populus* sadrže svega sedam morfotipova, dok je u dopunskim opisima *Descriptions of ectomycorrhizae* (Agerer, et al. 2001-2006) dodatno opisano još tri morfotipa. Sa druge strane topole su komplikovane u pogledu mikorize, jer pored ektomikorize poseduju i arbuskularnu mikorizu.

U vreme energetske krize, poslednje decenije, topole su postale interesantni objekti istraživanja za biotehnologiju. Pored toga što su od komercijalnog značaja, na pr. za papirnu industriju, topole poseduju i niz biotehnoloških prednosti kao što su brz rast, jednostavna propagacija *in vitro* i postojanje sistema genetske transformacije (Fladung i Ahuja, 1996). Kombinacija dva oblika mikorize, ektomikorize i arbuskularne mikorize, rodu *Populus* omogućava opstanak u veoma različitim, kao i u stresnim uslovima životne sredine, a takođe i upotrebu u svrhe fitoremediacije.

S obzirom na veliki značaj koji ektomikorizne gljive imaju za svog domaćina, kao i na činjenicu da kod nas nema podataka o diverzitetu ovih gljiva na topolama i na šumskom drveću uopšte, cilj ovog rada je da se u zasadu bele topole preliminarno opišu i identifikuju tipovi ektomikorize.

2. MATERIJAL I METOD RADA

2.1. Uzimanje uzoraka

Ektomikorize su izolovane iz zemljišta uzetog na oglednom dobru Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu (N 45º 17' 25,5 " E 19º 53' 38") koje se nalazi pored sela Kać i udaljeno je oko 20 km od Novog Sada. Nadmorska visina lokaliteta je 73 m, dok je klima umereno kontinentalna. Prosečna godišnja količina padavina je 597 mm, prosečna temperatura vazduha je u januaru -1,3 ºC, u julu iznosi 21,5 ºC, dok je prosečna godišnja temperatura vazduha 11 ºC (Katić et al., 1979). Tip zemljišta je fluvisol - ilovasta forma. Ispitivanja su vršena u zasadu bele topole (*Populus alba* L.) starom oko dvadeset godina, u kome su u manjem procentu zastupljeni vinova loza (*Vitis vinifera* L.), bagrem (*Robinia pseudoacacia* L.), pajasen (*Acer negundo* L.), zova (*Sambucus nigra* L.), kupina (*Rubus idaeus* L.) i svib (*Cornus sanguinea* L.).

Uzorci zemljišta za analizu tipova ektomikorize su uzeti avgusta 2007. godine, na udaljenosti od oko 1m od debla. Ogledom je obuhvaćeno pet stabala bele topole. Korišćena je sonda zapremine 274 ml, pri čemu se išlo do 18 cm u dubinu zemljišta (standardizovani uzorci) (Kraigher, 1999). Do analize su uzorci čuvani na temperaturi 4 ºC do jednog meseca (pojedini uzorci i do tri meseca), pri čemu je procenjeno da nije došlo do narušavanja integriteta uzoraka. Uzorci zemljišta su pre analize bili oko 24 h potopljeni u vodi kako bi se lakše odstranili preostali delovi supstrata.

2.2. Identifikacija tipova ektomikorize morfološko-anatomskim metodama

Razlikovanje morfoloških tipova je vršeno na osnovu makroskopskih i mikroskopskih karakteristika. U radu su korišćeni stereo lupa (Olympus SZX 12, izvor svetlosti Olympus Highlight 3100, filter za dnevno svetlo) i mikroskop (Olympus BX51, uvećanje 100-2000x).

Identifikacija tipova ektomikorize je izvršena po morfološkim i anatomskim karakteristikama prema objavljenim opisima (Agerer, 1987-2002 i Agerer, et al. 2001-2006) po metodologiji opisanoj kod Kraigher (1996).

2.3. Identifikacija tipova ektomikorize molekularnim metodama

2.3.1. Ekstrakcija DNK

Ekstrakcija totalne DNK iz ektomikoriznog korena je izvršena po metodi opisanoj u Martín (2000) i po komercijalnom protokolu Plant DNeazi mini kit (QIAGEN Inc.). Krajem ekstrakcije DNK je rastopljena u sterilnoj destilovanoj vodi. Količina resuspendirane DNK u ekstraktu nije merena.

2.3.2. Umnožavanje DNK

Amplifikacija ITS regiona je izvršena sa prajmerskim parom ITS1F i ITS4 (Gardes i Bruns, 1993) koji osigurava karakterističko umnožavanje odabranog regiona u ribozomalnoj DNK gljiva. Polimerazna lančana reakcija je urađena na Applied Biosystems GeneAmp® PCR System-u 9700 po protokolu opisanom u Kraigher, et al. (1995) i modifikovanom po Grebenc i Kraigher (2007). Uz svaku lančanu reakciju vođena je i negativna kontrola. Provera uspeha amplifikacije i odabiranje uzorka za daljnje analize izvršena je gelskom elektroforezom (Grebenc, et al. 2000).

2.3.3. Restrikcija produkata polimerazne lančane reakcije

Za restrikciju je korišćeno 6 µl PCR produkta kome je dodata jednaka količina ostalih komponenata restrikcione smeše po uputstvima proizvođača enzima. Korišćene su tri restrikcione endonukleaze: *Hinf*I, *Mbo*I i *Taq*I (Kårén, et al. 1997). Restrikcija je tekla u vodenom kupatilu pri optimalnoj temperaturi 90 min. (za *Hinf*I 37 ºC, *Mbo*I 37 ºC, za *Taq*I 65 ºC). Reakcija restrikcije je zaustavljena sa 2 µl pufera za nanošenje na gel za elektroforezu. Uzorci su do nanošenja na gel čuvani na temperaturi od 4 ºC. Dužina pomnoženih produkata i restrikcionih fragmenata je utvrđena na 2 % agaroznom gelu uz upotrebu 100bp DNA Ladder (Fermentas) skale. Analiza RFLP uzoraka je urađena uz pomoć programskog paketa Taxotron (Grimond, 1998) i upoređena sa PCR-RFLP bazom podataka na Šumarskom institutu Slovenije (http://www.gozdis.si/departments/fisiologygenetics/forfisiology_genetics_dept.htm; Grebenc et al., 2000)

2.3.4. Sekvencioniranje

Amplificirani fragmenti su prečišćeni korišćenjem QIAquick Gel-a (QIAGEN Inc.) ili su direktno poslati u odabrani sekvencioni servis na sekvencioniranje (Macrogen). Sequencher 4.8 (GeneCodes) je korišćenjen da bi se identifikovale konsenzus sekvence na oba lanca svakog izolata. Sekvence su prosleđene u EMBL bazu sa naznačenim pristupnim brojevima. Pripadnost vrsti, rodu ili familiji ektomikoriznih gljiva utvrđena je kad je poređenje sekvenci pokazalo 99% srodnost sa prethodno publikovanom sekvencom.

3. REZULTATI

U zasadu bele topole identifikovano je sledećih šest tipova ektomikorize koji su opisani prema morfo-anatomskim karakteristikama i molekularnom identifikacijom.

1a

1b

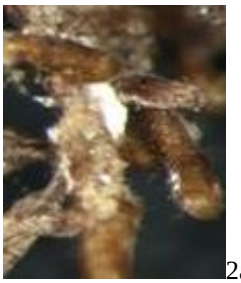
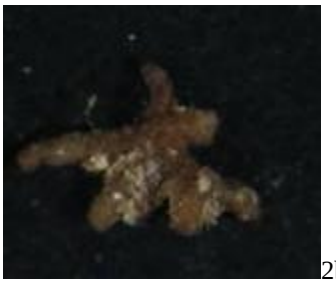
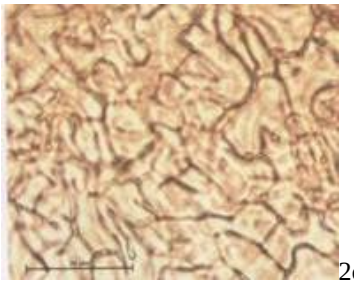
Slika 1a – Mikorizni sistem tipa ektomikorize MK001-Srb001 na beloj topoli, uvećano 15x; 1b – sloj plašta tipa ektomikorize MK001-Srb001 sa puzzle -like ćelijama, uvećano 2000x

Figure 1a –Mycorrhizal system of ectomycorrhizal type MK001-Srb001 on white poplar,enlarged ca 15x; 1b – mantle layer of ectomycorrhizal type MK001-Srb001 with puzzle - likecells, enlarged 2000x

Tip MK001-Srb001-SLO10001
Opis: Agerer (1987-2002) (*Inocybe* sp.)
Morfologija mikoriznog sistema
Grananje: iregularno pinatno ili monopodialno-pinatno

Oblik: ravna do malo iskrivljena
Površina: glatka
Boja: smeđa
Boja vrhova: zlatna
Vankorenski elementi: nisu opaženi
Anatomija
Plašt: pseudoparenhimski, M tip plašta po Agereru (1987-2002)
Izlazeće hife: nisu opažene
Anastomoze: nisu opažene
Rizomorfi: nisu opaženi
Cistidije: nisu opažene
Molekularna identifikacija
Rezultat upoređivanja dobijene sekvence potvrđuje slaganje sa vrstom ***Inocybe squamata*** J.E. Lange (AM882780, 99%**)**

Tip MK002-Srb002-SLO10002
Opis: Agerer (1987-2002) (*Tuber* sp.)
Morfologija mikoriznog sistema
Grananje: jednostavna, monopodijalno pinatna
Oblik: malo iskrivljena
Površina: glatka
Boja: tamnije smeđa, smeđa, zlatno-smeđa
Boja vrhova: svetlije smeđa
Vankorenski elementi: hife
Anatomija
Plašt: pseudoparenhimatski do plektenhimatski, Q tip po Agereru (1987-2002)
Izlazeće hife: talasaste
Anastomoze: nisu opažene
Rizomorfi: nisu opaženi
Cistidije: nisu opažene
Napomene: prisustvo intrahifalnih hifa
Molekularna identifikacija
Rezultat upoređivanja dobijene sekvence potvrđuje slaganje sa vrstom ***Tuber rufum*** Pico (EF362475, 99%).


2a

2b

2c

Slika 2a, b – Mikorizni sistem tipa ektomikorize MK002-Srb002, uvećano 45x; 2c – sloj plašta tipa ektomikorize MK002-Srb002, skala predstavlja 20 µm

Figure 2a, b – Mycorrhizal system of ectomycorrhizal type MK002-Srb002, enlarged 45x; 2c – mantle layer of ectomycorrhizal type MK002-Srb002, bar represents 20 µm

Tip MK003-Srb003-SLO10003
Opis: Agerer (1987-2002) (*Inocybe* sp.)

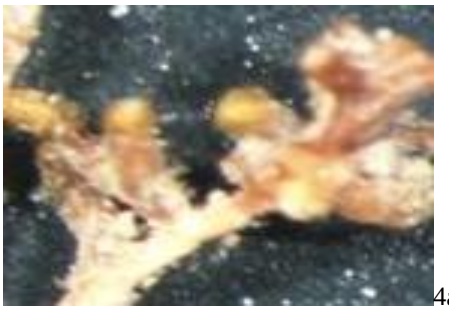
Morfologija mikoriznog sistema
Grananje: jednostavna, negranata
Oblik: prava
Površina: glatka, sjajna sa peskom
Boja: krem
Boja vrhova: krem
Vankorenski elementi: nisu opaženi
Anatomija
Plašt: plektenhim i pseudoparenhim, H tip po Agereru (1987-2002)
Izlazeće hife: nisu opažene
Anastomoze: nisu opažene
Rizomorfi: nisu opažene
Cistidije: nisu opažene
Molekularna identifikacija
Rezultat upoređivanja dobijene sekvence potvrđuje slaganje sa vrstom iz roda ***Inocybe*** sp. (DQ974780 100%).

3a

3b

Slika 3a – Mikorizni sistem tipa ektomikorize MK003-Srb003, uvećano ca 25x; 3b – sloj plašta tipa ektomikorize MK003-Srb003, uvećano 2000x
Figure 3a – Mycorrhizal system of ectomycorrhizal type MK003-Srb003, enlarged ca 25x; 3b – mantle layer of ectomycorrhizal type MK003-Srb003, enlarged 2000x

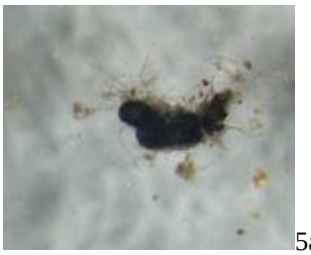
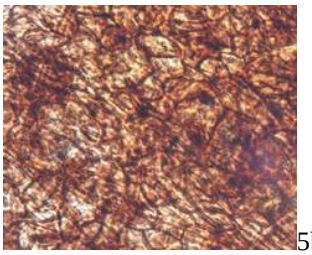
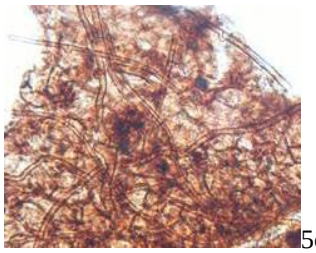
Tip MK004-Srb004-SLO10004
Opis: Agerer (1987-2002) (*Tomentella* sp.)
Morfologija mikoriznog sistema
Grananje: jednostavna, monopodijalno pinatna, monopodijalno piramidalna
Oblik: prava, malo iskrivljena
Površina: zrnasta, glatka
Boja: zlatna
Boja vrhova: zlatna
Vankorenski elementi: hife, cistidije
Anatomija
Plašt: pseudoparenhim M tip po Agereru (1987-2002), plektenhim
Izlazeće hife: sa sponama
Anastomoze: nisu opažene
Rizomorfi: nisu opaženi
Cistidije: N tip po Agereru (1987-2002)
Molekularna identifikacija
Rezultat upoređivanja dobijene sekvence potvrđuje slaganje sa vrstom iz roda ***Tomentella*** sp. (DQ974780, 96%).


4a

4b

Slika 4a – Mikorizni sistem tipa ektomikorize MK004-Srb004, uvećano ca 25x; 4b – cistidije tipa ektomikorize MK004-Srb004, uvećano 2000x

Figure 4a – Mycorrhizal system of ectomycorrhizal type MK004-Srb004, enlarged ca 25x; 4b – cystidia of ectomycorrhizal type MK004-Srb004, enlarged 2000x


5a

5b

5c

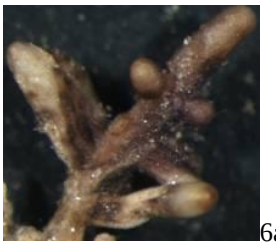
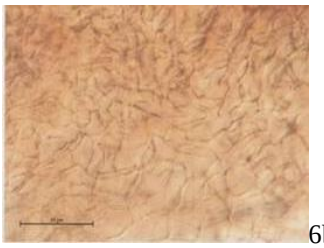
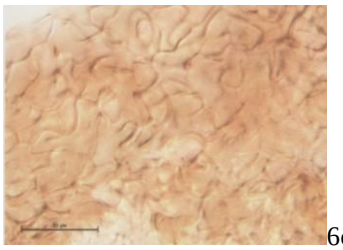
Slika 5a – Mikorizni sistem tipa ektomikorize MK005-Srb005, uvećano ca 15x; 5b – plašt tipa ektomikorize MK005-Srb005 sa angularnim ćelijama, uvećano 2000x; 5c – hife sa sponama tipa ektomikorize MK005-Srb005,uvećano 2000x

Figure 5a – Mycorrhizal system of ectomycorrhizal type MK005-Srb005, enlarged ca 15x; 5b – mantle of ectomycorrhizal type MK005-Srb005 with angular cells, enlarged 2000x; 5c –hyphae of ectomycorrhizal type MK005-Srb005 with clamps, enlarged 2000x

Tip MK005-Srb005-SLO10005
Opis: Agerer (1987-2002) (*Thelephoraceae*)
Morfologija mikoriznog sistema
Grananje: jednostavna ili monopodijalno pinatna
Oblik: prava ili malo iskrivljena
Površina: pamučasta ili sa dužim bodljama, sa česticama tla
Boja: tamno smeđa, mat
Boja vrhova: ista
Vankorenski elementi: hife
Anatomija
Plašt: pseudoparenhim, angularne ćelije, tamno smeđe, debelih zidova, zvezdasto raspoređene, L tip po Agereru (1987-2002)
Izlazeće hife: sa sponama, debelih zidova, tamno smeđe
Anastomoze: nisu opažene
Rizomorfi: nisu opaženi
Cistidije: nisu opažene
Molekularna identifikacija

Rezultat upoređivanja dobijene sekvence potvrđuje slaganje sa vrstom iz familije ***Thelephoraceae*** (EU403099.1 98%).

Tip MK006-Srb006-SLO10006
Opis: Agerer (1987-2002) (*Cortinariaceae*)
Morfologija mikoriznog sistema
Grananje: monopodijalno pinatna, monopodijalno piramidalna
Oblik: prava, malo iskrivljena
Površina: glatka, zrnasta sa peskom
Boja: krem sa smeđim pegama, ili smeđa sa krem pegama
Boja vrhova: ista
Vankorenski elementi: rizomorfi, hife
Anatomija
Plašt: pseudoparenhim L i M tip po Agereru (1987-2002) i plektenhim
Izlazeće hife: debelih zidova, sa sponama
Anastomoze: nisu opažene
Rizomorfi: tip A po Agereru (1987-2002)
Cistidije: nisu opažene
Molekularna identifikacija
Rezultat upoređivanja dobijene sekvence potvrđuje slaganje sa vrstom iz familije ***Cortinariaceae*** (AJ879668, 97%).


6a

6b

6c

Slika 6a – Mikorizni sistem tipa ektomikorize MK006-Srb006, uvećano ca 25x; 6b – plektenhimski plašt tipa ektomikorize MK006-Srb006, skala predstavlja 20µm; 6c – pseudoparenhimski plašt tipa ektomikorize MK006-Srb006 skala predstavlja 20µm

Figure 6a – Mycorrhizal system of ectomycorrhizal type MK006-Srb006, enlarged ca 25x; 6b – plectenchymatous mantle of ectomycorrhizal type MK006-Srb006, bar represents 20 µm; 6c – pseudoparenchymatous mantle of ectomycorrhizal type MK006-Srb006, bar represents 20 µm

4. DISKUSIJA

U zasadu bele topole je konstatovano šest tipova ektomikorize. Dva fungalna partnera su molekularnim metodama identifikovana do vrste: *Tuber rufum* i *Inocybe squamata*, dva do roda *Tomentella* sp. i *Inocybe* sp., dok je za poslednje dve gljive molekularnim metodama utvrđena pripadnost familijama Cortinariaceae i Thelephoraceae.

Utvrđeno prisustvo gljive iz roda *Tomentella* je u skladu sa rezultatima Jakucs, et al. (2005) po kojima su tomenteloidne ektomikorizne gljive stalni, raznoliki i vrstama bogati članovi ektomikorizne zajednice u umereno kontinentalnim lišćarskim šumama.

Kaldorf, et al. (2003) su zabeležili prisustvo dva pripadnika familije Thelephoraceae vršeći karakterizaciju i proučavajući prostornu distribuciju ektomikoriza na klonovima jasike u eksperimentalnom polju. Utvrdili su da 90% od svih ektomikoriza, pored

pomenutih članova porodice Thelephoraceae, formira *Cenococcum geophilum* Fr., *Laccaria* sp., *Phialocephala fortinii* Wang&Wilcox i jedan pripadnik reda Pezizales.

U mešovitoj šumi u kojoj dominira američka jasika (*Populus tremuloides* Michx) Visser, et al. (1998) su utvrdili bogatu zastupljenost gljiva *Piloderma byssinum* (P. Karst.) Jülich, *Cenoccocum geophilum*, *Cortinarius* spp., *Russula* spp. i *Tomentella* spp.

Pripadnici familije Thelephoraceae, posebno rod *Tomentella* su poznati kao članovi ektomikorizne zajednice na topolama. Vrste *T. pilosa* i *T. subtestacea* su detaljno opisane u *Colour Atlas of Ectomycorrhizae* (Agerer, 1987-2002) kao simbionti koji se isključivo javljaju na topolama. S obzirom da su dva morfotipa, od šest konstatovanih, iz familije Thelephoraceae, rezultati ovog istraživanja potvrđuju relativno veliku zastupljenost ove familije i u našem oglednom dobru.

Vrsta *Tuber rufum* je u *Colour Atlas of Ectomycorrhizae* (Agerer 1987-2002) opisana kao simbiont lešnika i ovo je prvi put prema poređenoj literaturi da je nađen na topolama.

Iako je gljiva *Cenococcum geophilum* generalist koji se često javlja na šumskom drveću (Visser, et al. 1998; Kaldorf, et al. 2003; Pučko, et al. 2004; Grebenc, 2005), prilikom istraživanja nije nađena, što bi se moglo objasniti nedovoljnim brojem uzoraka ili razlikama u uslovima staništa.

Velike razlike u kompoziciji ektomikoriznih gljiva koje se javljaju na nekom lokalitetu potiču od različitih vrsta domaćina kao i od razlika u uslovima staništa. Mikorizne gljive su neravnomerno raspoređene u zemljištu usled nejednakog rasporeda zemljišnih nutrijenata. Potencijal (spore, micelijum, mikoriza) pojedinačne vrste kao i grupe mikoriznih gljiva može da se kreće od nule do velikog broja na lokalitetima koji su jedni od drugih udaljeni samo nekoliko centimetara. Poznato je takođe da diverzitet i brojnost mikoriznih gljiva varira sa promenama staništa, i da se ektomikorizne gljive mogu koristiti kao indikator stepena zagađenosti životne sredine (Kraigher, 1996). Da bi se utvrdilo stanje životne sredine i pratile njene promene, diverzitet ektomikorize treba pratiti sezonski.

Radi potpunijeg uvida u diverzitet ektomikoriznih gljiva i njihovog korišćenja u svrhu mikobioindikacije neophodna su dalja istraživanja na većem broju uzoraka kao i praćenje brojnosti i sezonske dinamike tipova ektomikorize.

5. ZAKLJUČCI

U zasadu bele topole je konstatovano šest tipova ektomikorize. Dve gljive su identifikovane do vrste (*Tuber rufum* i *Inocybe squamata*); za dve gljive je utvrđena pripadnost rodu (*Tomentella* sp. i *Inocybe* sp.) dok su poslednja dva fungalna partnera iz ektomikorize identifikovana samo do familije (Cortinariaceae i Thelephoraceae). Neophodna su dalja istraživanja na većem broju uzoraka i staništa bele topole, kako bi se dobio potpuniji uvid u diverzitet i brojnost ektomikoriznih gljiva koje se javljaju na belim topolama.

6. LITERATURA

Agerer R. (1991): Characterisation of ectomycorrhiza.Tecniques for the study of mycorrhiza. Norris J. R., Read D. J., Varma A. K.(Eds): Methods in Microbiology 23: 25-72

Agerer R. (Ur., 1987-2002): Colour Atlas of Ectomycorrhizae 1st-12th Edition. Einhorn-Verlag, Schwäbisch Gmünd, Germany

Agerer R., Danielson R.M., Egli S., Ingleby K., Luoma D., Treu R. (Ur., 2001-2006): Descriptions of ectomycorrhizae 1st – 10th Vol. Einhorn-Verlag, Schwäbisch Gmünd, Germany.

Fladung M., Ahuja M. R. (1996): Gene transfer in aspen. Schmidt E. R. Hankeln T. (eds)Transgenic organisms and biosafety. Springer, Berlin Heidelberg New York

Frank B. (2005): On the nutritional dependence of certain trees on root symbiosis with belowground fungi (an English translation of A.B. Frank's classic paper of 1885). Mycorrhiza 15(4): 267-275

Gardes M., Bruns T. D. (1993): ITS primers with enchanced specificity for basidiomycetes-application to the identification of ectomycorrhizae and rusts. Molecular ecology 2: 113-118

Gianinazzi-Pearson V. (1984): Host-fungus specificity in mycorrhizae. U: Genes involved in plant-microbe interactions. Verma D.P.S., Hohn T.H. (Ur.). Springer, Vienna: 225-253

Grebenc T. (2005): Tipi ektomikorize na bukvi (*Fagus sylvatica* L.) v naravnem in gospodarskom gozdu. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana

Grebenc T., Piltaver A., Kraigher H. (2000): Estabilshment of a PCR-RFLP library for Basidiomycetes, Ascomycetes and their ectomycorrhizae in *Picea abies* (L.) Karst. *Phyton* 40(4): 79-82

Grebenc T., Kraigher H. (2007): Changes in the community of ectomycorrhizal fungi and increased fine root number under adult beech trees chronically fumigated with double ambient ozone concentration. Plant Biology 9(2): 279-287

Grimond P. A. D. 1998. Taxotron user's manual. Institute Pasteur, Paris.

Horton T. R., Bruns T. D. (2001): The molecular revolution in ectomycorrhizal ecology: peeking into the black-box. Mol Ecol 10:1855-1871

Jakucs E., Kovacs G. M., Szedlay G., Eros-Honti Z. (2005): Morphological and molecular diversity and abundance of tomentelloid ectomycorrhizae in broad-leaved forests of the Hungarian Plain. Mycorrhiza 15: 459-470

Kaldorf M., Renker C., Fladung M., Buscot F. (2004): Characterization and spatial distribution of ectomycorrhizas colonizing aspen clones released in an experimental field. Mycorrhiza 14: 295-306

Kårén O., Hogberg N., Dahlberg A., Jonsson L., Nylund J. E. (1997): Inter- and intraspecific variation in the ITS region of rDNA of ectomycorrhizal fungi in Fennoscandia as detected by endonuclease analysis. New Phytologist 136: 313-325

Katić P., Đukanović D., Đaković P. (1979): Klima Vojvodine Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu-OOUR Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Kraigher H., Agerer R., Javornik B. (1995): Ectomycorrhiza of *Lactarius lignyotus* on Norway spruce, characterised by anatomical and molecular tools. Mycorrhiza 5: 175-180

Kraigher H. (1996): Tipi mikorize: taksonomija, pomen, aplikacija. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 49: 33-66

Kraigher H. (1999): Diversity of types of ectomycorrhizae on Norway spruce in Slovenia. Phyton 39(3): 199-202

Martín M.P. (2000): Protocols: DNA isolation, PCR and RFLP analyses. In: Martín M.P. (Ur.) Methods in root-soil interactions research. Protocols. Slovenian Forestry Institute, Ljubljana, pp 35-41

Molina R., Massicotte H., Trappe J. M. (1992): Specificity phenomena in mycorrhizal symbiosys:community-ecological consequences and practical implications. In: Allen M.F. (ed) Mycorrhizal functioning: an integrative plant-fungal process. Chapman & Hall, New York, pp 357-423

Pučko M., Grebenc T., Božič G., Brus R., Kraigher H. (2004): Identification of types of ectomycorrhizae on seedlings in a beech provenance trial. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 75: 87-104

Read D. J. (1991): Mycorrhizas in ecosystem. Experentia 47: 376-391

Rogers, S. O., Bendlich, A. J. (1985): Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tisue. Plant Molecular Biology 5: 69-76

Smith S. E., Read D. J. (2008): Mycorrhizal symbiosis. Cambridge, Academic Press. 815p

Visser S., Maynard D., Danieson R. M. (1998): Response of ecto- and arbuscular fungi to clear-cutting and the application of chipped aspen wood in a mixedwood site in Alberta, Canada. Applied Soil Ecology 7: 257-269

Summary

FIRST IDENTIFICATION OF TYPES OF ECTOMYCORRHIZAE IN WHITE POPLAR (Populus alba L.) STAND IN VICINITY OF NOVI SAD

by

Katanić Marina, Grebenc Tine, Hrenko Melita, Štupar Barbara, Galić Zoran, Orlović Saša, Kraigher Hojka

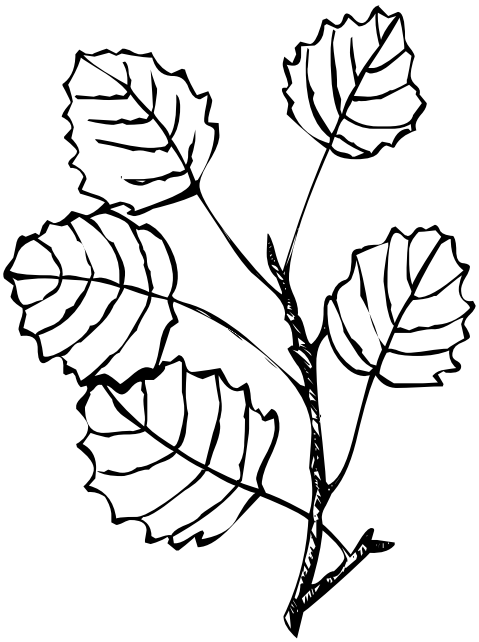
Ectomycorrhizal fungi are of main significance for establishment, growth and survival of most trees in temperate and boreal forests. Mycelium of ectomycorrhizal fungi presents the main component of forestry ecosystems which links biotic with abiotic factors.

Since ectomyocrrhizae are significant and beneficial for their host, the aim of this work was to describe and identify types of ectomycorrhizae in selected white poplar (Populus alba L.) stand in vicinity of Novi Sad, Vojvodina.

Identification of fungal partner in ectomycorrhiza was done by combining morphological and anatomical characters with molecular methods (RFLP and sequencing of ITS regions in ribosomal DNK). Six types of ectomycorrhizae were observed. They were photographed and described according to morphological, anatomical and molecular characteristics.

Two fungal partners were identified to the species level: Tuber rufum and Inocybe squamata, two to the genus level: Tomentella sp. and Inocybe sp., the last two fungi were determinated as members of families Cortinariaceae and Thelephoraceae.

Further research is needed in order to achieve better insight into diversity and richness of ectomycorrhizal fungi that leave on white poplars.



Topola N° 181/182 (2008) str.61-70

UDK: **630*9(497.113)**

Stručni rad *Proffesional work*

PLAN I PROGRAM OSNIVANJA ŠUMSKIH POJASEVA U VOJVODINI

Pekeč Saša, Ivanišević Petar, Rončević Savo, Kovačević Branislav, Marković Miroslav, [1]

Izvod: Vojvodina je jedna od regija u Evropi sa najmanjim procentom šumovitosti. Trenutna pošumljenost iznosi 6.80 %. Osim malog procenta šumovitosti veoma je nepravilan raspored šuma po površini Vojvodine. Najmanja šumovitost je u zoni intenzivne poljoprivredne proizvodnje, na kojoj se nalaze i najplodnija zemljišta.

Na osnovu urađenih projekata podizanja šumskih pojaseva po opštinama u Vojvodini od strane Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, u ovom radu su prikazane: površine opština, obrasle šumske površine po opštinama, površine projektovanih pojaseva, ukupna površina pod šumom, te dužine pojaseva. Podaci su zbirno predstavljeni po opštinama za Srem, Banat i Bačku, te ukupno za Vojvodinu.

Površina koju će zauzeti novi šumski pojasevi u Sremu iznosi 259.44 ha, u Banatu 8096.27 ha, a u Bačkoj 5276.33 ha, što će povećati pošumljenost u Sremu za 0.67%, Banatu za 2.04 %, i Bačkoj za 2.20 %. Sagledavajući ukupnu površinu za Srem, Banat i Bačku, gde su projektovani poljezaštitni pojasevi na površini od 13632.54 ha, šumovitost će se podići za 2.02 %, a ukupna dužina svih podignutih pojaseva će iznositi 14467.8 km.

S obzirom na površinu od 13632.54 ha na kojoj se projektima predviđa podizanje šumskih pojaseva, pošumljenost Vojvodine će se povećati za 0.63%. Rezultat toga je povećanje procenta šumovitosti Vojvodine na 7.43%, a u odnosu na trenutnu površinu pod šumom, pošumljene površine će se povećati za 9.32%. Ovo povećanje šumovitosti će uticati na smanjenje negativnog delovanja eolske erozije na najplodnija zemljišta i njihovu zaštitu u područjima intenzivne poljoprivredne proizvodnje.

Ključne reči: šumski pojasevi, šumovitost, Vojvodina

PLAN AND PROGRAME OF SHELTERBELTS ESTABLISHMENT IN VOJVODINA

Abstract: *Vojvodina is one of the least afforested regions in Europe. Present afforested area is less then 6.80 % of its total area. Beside small afforested area, the distribution of afforested area in Vojvodina is not regular. The least afforested zone is the zone of agricultural production, where the soil is the most fertile.*

At the base of accomplished projects on the establishment of shelterbelts in municipalities in Vojvodina that were designed by Institute for lowland forestry and environment, following data has been presented in this paper: area of the municipality, afforested area by municipalities, the area of the shelterbelts planed by the projects, their total length and total afforested area. The data has been presented by municipalities of Srem, Banat and Bačka, and in total for Vojvodina.

The area that would be occupied by new shelterbelts in Srem would be 259.44 ha, in Banat 8096.27 ha, and in Bačka 5276.33 ha. That would increase afforested area in Srem by 0.67%, Banat by 2.04 %, and in Bačka by 2.20 %. Considering the total area for Srem, Banat and Bačka, the plants area

[1] Mr Saša Pekeč, istraživač saradnik, Dr Petar Ivanišević, viši naučni saradnik, Dr Savo Rončević, viši naučni saradnik, Dr Branislav Kovačević, naučni saradnik, Mr Miroslav Marković, istraživač saradnik, , Istraživačko razvojni institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Antona Čehova 13, 21000 Novi Sad

for shelterbelts would be 13632.54 ha, the afforested area would be increased by 2.02 %, and the total length of all planed shelterbelts would be 14467.8 km.

Considering the area of 13632.54 ha that is planed for new shelterbelts, the afforested area in Vojvodina would be increased by 0.63%. The result is the increment of the percentage of the afforested area by 7.43%, and comparing to present afforested area, these areas would be increased by 9.32%. This increment of afforested area would influence the negative impact of wind erosion on the most fertile soils and their protection in the areas of intensive agricultural production.

Key words: *shelterbelts, afforested area, Vojvodina*

1. UVOD

AP Vojvodina je regija u Evropi koji ima najmanju površinu pod šumom i zaštitnim zelenilom. Podaci ukazuju da je trenutno stanje pošumljenosti pokrajine 6.80% (Medarević, 2006). Osim veoma malog procenta površina pod šumama, primetno je da su šumske površine nepravilno raspoređene, odnosno skocentrisane u pojedinim oblastima (zapadni deo Posavine, slivovi reka, područje Fruške gore i Vršačkog brega, Deliblatska i Subotička peščara) dok ih u zoni poljoprivredne proizvodnje (u ataru), uopšte nema ili su zanemarive. Prema navodima Dožića (2006), u Vojvodini ima delova na kojima u krugu od 10 do 25 kilometara nema ni jednog stabla. Navedene činjenice ukazuju da je potrebno u budućem vremenu povećati šumovitost. Da bi se postigla optimalna pošumljenost regije od 14.32%, (Vlatković, 1981) ili 10.80% područja do 2010. godine, potrebno je uključiti u nove planove i projektovanje podizanja šumskih pojaseva. Prema Prostornom planu Republike Srbije (1996), pošumljavanje se planira do 2015. godine na površini od 100000 ha, odnosno 4000 ha šumskih pojaseva. Kako navodi Dožić (2006), poljezaštitni pojasevi su zasadi šumskog drveća i žbunja, postavljeni planski u vidu mreže koja pokriva deo teritorije sa opštim ciljem da deluju na vetar toliko da modifikuju njegovo dejstvo.

Podizanjem šumskih pojaseva će se postići dve osnovne funkcije: povećanje stepena šumovitosti i umanjenje šteta od eolske erozije. Prema Pasak (1967) područje Vojvodine se prema intenzitetu eolske erozije svrstava u uznemirena zemljišta sa količinom od 0.9-2.0 t/ha odnešenog zemljišta godišnje. Prema Velašević (1970), deo Banata je jako ugrožen sušom i vetrom dok su ostali delovi srednje ugroženi. Kako bi stvorili stabilniji ekosistem u Vojvodini, a prvenstveno umanjili ili potpuno sprečili 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. 2007a).

Podizanjem šumskih pojaseva osim zaštite od eolske erozije i štetnog dejstva vetra postižu se i ostali pozitivni efekti (Marković i Tatalović, 1995; Pekeč, 1999; Letić i Savić, 2006; Dožić, 2006;). Navedeni autori ukazuju na niz pozitivnih efakata pojaseva, prvenstveno na poljoprivredne površine u njihovom okruženju, čineći jedan stabilan agrošumski sistem, što rezultira povećanjem poljoprivrednih prinosa. Od ostalih pozitivnih uticaja na mikroklimu područja, najznačajnije je njihovo dejstvo na smanjenje brzine vetra, uspostavljanje boljeg toplotnog režima vazduha, povećanje relativne i apsolutne vlažnosti vazduha, smanjenje evaporacije (Marković i Tatalović, 1995). Mnoge njihove pozitivne osobine, kao što su dekorativan izgled i raznovrsne boje drveća koje ulepšavaju pejzaž, po pomenutim autorima, ne mogu se izmeriti jedinicama mere .

Cilj ovoga rada je da ukaže na neophodno povećanje šumovitosti u Vojvodini podizanjem šumskih pojaseva na osnovu urađenih projekata, kako bi se postigao stabilniji ekosistem.

2. OBJEKAT ISTRAŽIVANJA I METOD RADA

U radu su prikazani podaci iz projekata podizanja šumskih pojaseva za mnoge opštine u Vojvodini, koje je uradio Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu.

Za svaku opštinu koja ima urađenu projektnu dokumentaciju podizanja šumskih pojaseva prikazani su podaci o: površini opštine, obrasloj šumskoj površini (ha), površini projektovanih šumskih pojaseva (ha), ukupnoj površini pod šumom (obrasla šumska površina + površina projektovanih pojaseva) (ha), a navedene površine su takođe iskazane i u procentima od površine opštine. Navedeni podaci su prikazani zbirno za Srem, Banat i Bačku.

Da bi se uvideo pozitivan efekat na povećanje šumovitosti u Vojvodini, prikazana je suma površina projektovanih šumskih pojaseva u Vojvodini, ukupno obrasla šumska površina u Vojvodini, te ukupna površina pod šumom, dobijena zbirom površina projektovanih šumskih pojaseva i obrasle šumske površine u Vojvodini. Sve tri navedene površine izražene su i procentualno u odnosu na površinu Vojvodine.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1. Podizanje šumskih poljezaštitnih pojaseva

Na osnovu projektne dokumentacije podizanja poljozaštinih pojaseva koju je u prethodnom periodu (2002.-2008. g.) uradio Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, prikazani su podaci povećanja područja pod vanšumskim zelenilom u vidu šumskih pojaseva kada se obavi sadnja svih projektima predviđenih pojaseva (tabela 1).

Tabela 1 Površine opština, obrasla šumska površina i površine projektovanih pojaseva
Table 1 Areas of communities, covered forestry area and areas of projected shelterbelts

Opština *Community*	Površina opštine *Area of community* (ha)	Obrasla šumska površina *Covered forestry area*		Površina projektovanih pojaseva *Areas of projected shelterbelts*		Ukupna površina pod šumom *Total forestry area*	
		(ha) *	(%)	(ha) * *	(%)	(ha)	(%)
INĐIJA	38600	1414	3.66	259.44	0.67	1673.4	4.3
S r e m	38600	1414	3.66	259.44	0.67	1673.4	4.3
KIKINDA	78200	214	0.27	1831.4	2.34	2045.4	2.6
ADA	22860	409	1.79	672.08	2.94	1081.1	4.7
KANJIŽA	39907	919	2.30	655.25	1.64	1574.3	3.9
ZRENJANIN	132600	7	0.01	2748.91	2.07	2755.9	2.1
OPOVO	20300	1175	5.79	511.48	2.52	1686.5	8.3
KOVAČICA	41900	8	0.02	568.75	1.36	576.8	1.4
ALIBUNAR	60200	2	0.00	1108.4	1.84	1110.4	1.8
B a n a t	395967	2734	0.69	8096.27	2.04	10830.3	2.7
SUBOTICA	100800	1206	1.20	2062.15	2.05	3268.2	3.2
VRBAS	37600	15	0.04	592.93	1.58	607.9	1.6
MALI IDJOŠ	18100	44	0.24	382.03	2.11	426.0	2.4
TITEL	26200	1655	6.32	800.19	3.05	2455.2	9.4
TEMERIN	17000	1	0.01	437.37	2.57	438.4	2.6
ŽABALJ	40000	86	0.22	1002.16	2.51	1088.2	2.7
B a č k a	239700	3007	1.25	5276.83	2.2	8283.8	3.5
UKUPNO	674267	7155	1.06	13632.54	2.02	20787.5	3.1

* podaci preuzeti iz Republičkog zavoda za statistiku Republike Srbije *Data from Republic institute for statistics of Republic of Serbia*

** podaci preuzeti iz projekata podizanja šumskih pojaseva – Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu – Novi Sad *Data from the shalterbelts establishment projects of Institute of lowland forestry and environment*

Iz tabele 1 se može konstatovati da se površine pod šumom u navedenim opštinama za koje su urađeni projekti podizanja poljezaštitnih pojaseva kretale od 1.00 ha u opštini Temerin pa do 1655.00 ha u opštini Titel. Ukupna obrasla površina postojećom šumom za obrađene opštine je iznosila 1414.00 ha u Sremu, 2734.00 ha u Banatu i 3007.00 ha u Bačkoj. Površine koje bi trebalo pošumiti po projektima se kreću u zavisnosti od veličina opština od 259.44 ha za Inđiju do 2748.91 ha za Zrenjanin.

Površina koju će zauzeti novi pojasevi u Sremu iznosi 259.44 ha, Banatu 8096.27 ha, a u Bačkoj 5276.33 ha, te bi se povećala pošumljenost u Sremu za 0.67%, u Banatu za 2.04 %, a u Bačkoj za 2.20 %. Sagledavajući ukupnu površinu za Srem, Banat i Bačku, gde su projektovani poljezaštitni pojasevi na površini od 13632.54 ha, šumovitost će se podići za 2.02 %. Ukupna dužina svih posađenih pojaseva će iznositi 14467.8 km. S obzirom na površinu AP Vojvodine od 2150600.00 ha, i površinu svih projektima predviđenih poljezaštitnih pojaseva od 13632.54 ha, pošumljenost bi se povećala za 0.63 % (tabela 2).

Tabela 2 Površine pod šumom i projektovanim šumskim pojasevima za Vojvodinu
Table 2 Forestry areas and projected shelterbelts in Vojvodina

Površina Vojvodine (ha) *Area of Vojvodina (ha)*	Površina projektovanih pojaseva (ha) *Areas of projected shelterbelts (ha)*	Površina projektovanih pojaseva u odnosu na površinu Vojvodine (%) *Areas of projected shelterbelts in relation to area of Vojvodina (%)a*	Obrasla šumska površina u Vojvodini (ha) *Cover area in Vojvodina (ha)*	Trenutna pošumljenost Vojvodine (%) *Present aforestation status in Vojvodina (%)*	Ukupna površina pod šumom (ha) *Total forestry area (ha)*	Ukupna površina pod šumom (%) *Total forestry area (%)*
2150600	13632.54	0.63	146240.8	6.80	159873. 34	7.43

Dakle u narednom višegodišnjem periodu kada se posade svi predviđeni pojasevi, trenutna šumovitost Vojvodine koja iznosi 6.8% će se povećati na 7.43%. S obzirom da su u tabeli 1 predstavljeni podaci samo za one opštine koje imaju urađen projekat podizanja pojaseva od strane Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, realno je očekivati i veće povećanje šumovitosti od pomenutih 0.63%, jer ima još opština u Vojvodini za koje nisu urađeni projekti podizanja poljezaštitnih pojaseva ili su projekti urađeni od strane drugih institucija te ti podaci nisu bili dostupni i nisu predstavljeni u ovom radu. Ako uzmemo srednju vrednost od 2.00 % koju bi mogli zauzeti poljezaštitni pojasevi na teritoriji čitave Vojvodine, onda bi površina pod pojasevima bila 43012.00 ha. Dakle na trenutnu vrednost od 13632.54 ha, (ukupna površina projektovanih pojaseva) koja je dobijena na osnovu predočenih projekata, potrebno je još oko 29379.46 ha novopodignutih pojaseva kako bi se dobila celokupna mreža pokrivenosti poljozaštitnim pojasevima u Vojvodini (uz uslov da se pojasevi ravnomerno postave po površini) i kvalitetna zaštita od vetra i eolske erozije.

3.2. Povećanje šumovitosti u Vojvodini podizanjem poljezaštitnih pojaseva

Prilikom izrade projekne dokumentacije za poljezaštitne pojaseve, neophodno je sakupiti podatke i analizirati već postojeću vegetaciju na području Vojvodine po opštinama. Važno je odrediti funkciju same vegetacije, a tokom samog rada je neophodno uklopiti već postojeće vanšumsko zelenilo, prvenstveno zaštitne pojaseve u novi projekat.

Posebno treba voditi računa prilikom postavljanja pojaseva da razmak između pojaseva bude optimalan, odnosno za naše uslove on iznosi od 400 do 750 metara Dolijanović i Oljača (2006).

Tabela 3 Učešće pojedinih vrsta drveća i žbunja korišćenih u projektima podizanja šumskih pojaseva po opštinama (%)

Table 3 Percentage of trees and shrubs species used in project of sheltrerbelts establishment in communities (%)

Vrsta drveta *Tree species* *	Inđija	Subotica	Vrbas	Mali iđoš	Titel	Temerin	Žabalj	Kikinda	Ada	Kanjiža	Zrenjanin	Opovo	Kovačica	Alibunar	Prosek *Average*
R. pseudoacacia	22.65	16.15	38.25	34.83	43.19	47.65	47.65	6.90	3.63	5.81	12.89	33.33	35.87	36.56	26.56
C. occidentlis	9.94	7.10	15.55	17.80	1.26		1.26	17.11	1.79	2.96	4.42	5.89	2.71	5.85	4.66
M. alba		7.93	6.86	5.50	6.57	6.58	6.58		1.49	4.31	4.00	1.92	5.09	7.96	5.55
G. triacanthos	7.51		0.43	4.13	1.26		1.26		1.66	3.03	2.35	9.49	7.00	12.61	3.46
A. pseudplatan	12.20	8.43	2.96		2.34	1.86	1.86		2.0	0.47	7.11	6.55	5.78	4.54	4.90
A. dasycarpum	1.24		7.66							2.50	0.04	6.95	6.27	3.84	1.36
Populus nigra		4.92	6.03	6.05	18.70		6.77	21.96	6.50	6.36	14.32	8.35	5.69	3.23	9.34
P. acerifolia			7.39						2.00	7.71	5.54	0.63	9.37	3.78	3.27
P. laurocerasus			2.79									1.14	3.46	1.51	0.44
Sorbus sp.		6.68	10.26	0.80	5.25	18.33	18.33	7.87	10.48	2.33	4.13	3.12	1.38	4.82	6.95
U. effusa	9.80	12.72		7.97	1.78	1.66	1.66	10.63	1.49	4.81	0.19	2.91	8.55	4.97	3.99
S. japonica	0.75		2.23	5.06	1.94	1.66	1.66		1.79	1.80	6.35	9.02	8.05	10.31	4.50
F. angustifolia			1.15	1.04	7.70			3.83				3.39	0.77		1.07
Q. robur			15.47	3.33	18.13	2.32	2.32	12.70	3.06	4.73	8.72	7.32			5.96
A. platanoides			5.81	1.20						2.32	2.37				0.96
C avellana									3.73	4.20	2.25				1.17
C. colurna									1.43	3.28	3.39				1.26
J. regia	8.97		0.53	1.48	7.04		7.04			3.16	2.56				2.31
J. nigra	9.07									3.65	8.09				2.58
Q. cerris		7.95		3.65				1.14		5.59	1.97				2.02
Tillia sp.	5.01	1.01		3.02				1.01	2.00	3.96					0.68
Euodia sp.										0.68					0.05
A. glandulosa										4.25					0.30
B. pendula	5.67								1.79	1.77					0.30
C. bignoides										1.80					0.13
E. angustifolia					0.21	3.62	3.62		7.99	1.55					1.19
Pinus nigra		3.11							1.63	1.70					0.61
Thamarix sp.										0.92					0.06
Crategus sp.								14.36	10.46	5.08					1.18
M. aurantiaca									6.62	4.06					0.73
Prunus sp.								1.68	7.45	2.15					0.67
R. canina		0.61								3.05					0.29
Populus alba									1.66						0.11
Thuja sp.									3.53						0.24
C. betulus									1.43						0.10
S. vulgaris									2.85						0.19
Juniperus sp.									3.58						0.24
A. hypocastan				4.12					3.26						0.34
A. tataricum									3.26						0.22
Salix sp.					0.30			0.86							0.04

* podaci preuzeti iz projekata podizanja šumskih pojaseva – Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu – Novi Sad *Data from the shalterbelts establishment projects of Institute of lowland forestry and environment*

Površina koja se štiti od vetra direktno zavisi od širine pojasa, razmaka pojasa i samog tipa poljezaštitnog pojasa, odnosno konstrukcija pojaseva (Lujić, 1973) je veoma značajna za propusnost vetra i efektivu zaštićenu površinu.

Elementi konstrukcije pojaseva su predstavljeni širinom pojasa, oblikom poprečnog preseka, širinom redova, rastojanjem stabala u redu i sastavu po vrstama drveća i žbunja. Uobičajena širina pojasa treba je od 5 do 30 metara (Dolijanović i Oljača, 2006).

3.3. Izbor vrsta drveća i žbunja za osnivanje poljezaštitnih pojaseva

Prilikom izbora vrsta za osnivanje poljezaštitnih pojaseva neophodno je uzeti u obzir klimatske, hidrološke i zemljišne uslove kao i potencijalnu prirodnu vegetaciju u pokrajini koji uglavnom i uslovljavaju vrste drveća koje se mogu koristiti za podizanje pojaseva. Prema navodima Ivanišević, et al. (2007) za povećanje šumovitosti Vojvodine neophodno je analizirati stanišne resurse kao osnovni potencijal.

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).

Za podizanje drvoreda pored puteva u Vojvodini potrebno je koristiti vrste otporne na povećanju zaslanjenost i aerozagađenja koja su uobičajena pojava kraj saobraćajnica (Živanov i Ivanišević, 1989).

Osnovni princip pri izboru vrsta drveća i žbunja je u tome da je u poljozaštitne pojaseve potrebno saditi one vrste koji za relativno kratko vreme obećavaju optimalan rast i koje nisu štetne za susedne poljoprivredne kulture. Od vrsta u poljozaštitnim pojasevima traži se da ispunjavaju određene uslove, odnosno da prilikom podizanja šumskih pojaseva treba izabrati vrste drveća i žbunja koje bi osim osnovne zaštitne funkcije pojaseva ostvarile i socio-ekonomsku funkciju, te dekorativno-pejzažnu, kao i sportsko-rekreativnu (Lujić, 1973; Pekeč, et al. 2007b).

Prema podacima Jovanović (1965); Živanov i Ivanišević (1986) na černozemu i livadskoj crnici kao najzastupljenijim tipovima zemljišta u Vojvodini optimalna vrsta je *Q. robur*, dok se preporučuju klonovi *P. albae*, kao i kserotermne voćne vrste. Na livadskoj crnici preporučuje se širi spektar vrsta usled vlažnijeg zemljišta iz rodova *Populus, Acer, Morus, Tilia, Coryllus, Betula, Aesculus, Fraxinus i Juglans.* Kod ritskih crnica navedeni autori preporučuju higrofilne vrste, uglavnom iz roda *Populus i Salix,* dok na gajnjačama prednost daju vrstama *Quercus petrea, Quercus cerris i Tilia argentea* kao glavnom spratu drveća, dok za podstojni sprat se preporučuju: *Acer campestre, Carpinus betulus, Corylus Avellana, Sambucus nigra, i Cornus sanquinea.*

Na ostalim zemljištima kao što je arenosol, veoma rasprostranjen u Deliblatskoj i Subotičkoj peščari uglavnom bi zaštitne i ekonomske šumske zasade trebalo podizati sa ksreotermnim vrstama drveća, gde su se i pokazali najbolje *Robinia pseudoacacia, Pinus nigra i Pinus sylvestris,* kao i vrste kserotermnog grmlja.

Kod zaslanjenih zemljišta za podizanje šumske vegetacije preporučuju se vrste drveća i žbunja koje veoma dobro podnose visoku koncentraciju soli u zemljištu, od kojih su značajne: *Quercus pedunculata, Ulmus scabra, Pirus pyraster, Fraxinus angustifolia, Ailantus glandulosa, Eleagnus angustifolia, Amorfa fructicosa, Tamarix sp. Gleditschia triacanthos, Acer tataricum i Ligustrum vulgare.* Kako navodi Ivanišević, et al. (1995), prema brzini rasta i dekorativnosti na solonjecu kao tipu zaslanjenih zemljišta posebno su pogodne vrste: *Platanus acerifolia, Juniperus communis, Thuja orientalis,* a od žbunja: *Eleagnus angustifolia, Crategus monogyna, Rosa canina i Maclura aurantiaca.*

Za urađene projekte šumskih pojaseva na području Vojvodine korišćeno je 40 vrsta drveća i žbunja čije je učešće u procentima prikazano u tabeli 3 za svaku opštinu. Analizirajući

prosečno učešće vrsta u pojasevima primetno je da je bagrem najviše zastupljen u projektovanim šumskim pojasevima sa 26.56%. Sledeća vrsta po zastupljnosti je crna topola (9.34%), šumske voćkarice sa (6.95%), hrast lužnjak (5.94%) i dud (5.55%). Iznad 3.0% učešća su imale vrste: javor (4.90%), sofora (4.50%), sibirski brest (3.99%), gledičija (3.44%) i platan (3.27%). Ostale vrste su bile zastupljene ispod 3.0%.

Visok procenat učešća navedenih vrsta drveća za podizanje pojaseva se može obrazložiti zahtevima nabrojanih vrsta po pitanju zemljišta i klimatskih uslova. Bagrem kao vrsta je najviše preporučen za podizanje pojaseva jer je poznat kao vrsta koja dobro podnosi sušne uslove i ima male zahteve po pitanju staništa. Šumske voćkarice, dud, javor i platan se pojavljuju takođe u većem procentu kao vrste koje relativno dobro podnose ekstremne klimatske uslove, dok crne topole kao higrofilne vrste su uglavnom preporučene na vlažnijim zemljištima oko kanalske mreže i vodotoka, što je u skladu sa preporukama vrsta koje navode Jovanović (1965), Živanov i Ivanišević (1986). Vrste kao što su: hrast lužnjak, sibirski brest, gledičija i sofora su preporučene za podizanje pojaseva na zaslanjenim zemljištima, zbog tolerancije na visok procenat soli u zemljištu (Ivanišević, et al. 1995).

4. ZAKLJUČAK

Stanje šuma i vanšumskog zelenila u Vojvodini je procentualno veoma malo zastupljeno. Uzimajući u obzir da su postojeće površine pod šumom veoma nepravilno raspoređene, postoji potreba za podizanjem zasada u zoni atara. Sagledavajući čitavu teritoriju kao jedan velik i značajan poljoprivredni region, veoma je važno da se zaštite poljoprivredne površine, pre svega najplodnije zemljište od degradacije eolskom erozijom. Podizanjem mreže šumskih pojaseva za kojima iz navedenih razloga postoji opravdana potreba ostvarila bi se veća šumovitost i ujedno postigla odgovarajuća zaštita čitavog agroekosistema.

Analizom pošumljenosti Vojvodine, utvrđeno je da postoji realna mogućnost za povećanje površina pod šumskom vegetacijom. Posebnu pažnju treba posvetiti samom konceptu podizanja šumskih pojaseva na čitavom području sa težištem na izboru vrsta drveća i grmlja koje odgovaraju datom staništu. U pojedinim opštinama prema urađenim projektima podizanja pojaseva šumovitost bi se povećala od 0.67 do 4.0 %. Na osnovu urađenih projekata za predstavljene opštine šumovitost u Sremu bila bi povećana za 0.67% ili 259.44 ha, Banatu za 2.04% ili 8096.27 ha, a u Bačkoj za 2.20% ili 5276.83 ha. Podizanjem šumskih pojaseva projektovanih u Institutu za nizijsko šumarstvo i živonu sredinu, a s obzirom na površinu AP Vojvodine od 2150600.00 ha, i površinu svih projektima predviđenih poljezaštitnih pojaseva od 13632.54 ha, pošumljenost bi se povećala za 0.63 %. U odnosu na postojeću površinu obraslu šumom koja iznosi 146240.80 ha pošumljenost bi se povećala za 9.32 %. U narednom višegodišnjem periodu kada se posade svi predviđeni pojasevi, trenutna šumovitost Vojvodine koja iznosi 6.80% će se povećati na 7.43%. Kada se uradi projektna dokumentacija za sve opštine u Vojvodini, realno je očekivati da će procenat pošumljenosti poljezaštitnim pojasevima biti veći. Uzimajući u obzir prosečnu površinu za poljezaštitne pojaseve od 2.0%, ukupna mreža pojaseva bi trebala zauzeti površinu od oko 43012.00 ha. Uspostavljanjem potpune mreže šumskih vetrozaštitnih pojaseva doći će do izražaja njihovo pozitivno dejstvo na mikroklimatske i stanišne uslove, odnosno povećanje stabilnosti ekosistema u Vojvodini. Samim tim postoji velika potreba za izradom projektne dokumentacije za podizanje šumskih poljezaštitnih pojaseva, kao i njene realizacije na području Vojvodine.

5. LITERATURA

Dolijanović, Ž., Oljača, S.(2006): Vetrozaštitni šumski pojasevi u funkciji zaštite intenzivne ratarske proizvodnje, Savetovanje; Pošumljavanje u cilju realizacije prostornog plana i razvoja poljoprivrede, šumarstva I vodoprivrede Republike Srbije, p 45-57, Novi Sad.

Dožić, S.(2006): Poljozaštitni šumski pojasevi-vanšumsko zelenilo, Savetovanje; Pošumljavanje u cilju realizacije prostornog plana I razvoja poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, p 34-45, Novi Sad.

Ivanišević, P., Ninić-Todorović, J.,Sapundžić, M., Vlatković, S.(1995): Mogućnost podizanja zelenila na zemljištu tipa solonjec u funkciji zaštite životne sredine doma za decu i omladinu u Veterniku, Zbornik radova, Eko-konferencija '95, Zaštita šivotne sredine gradova i prigradskih naselja, p 211-221, Novi Sad.

Ivanišević, P., Galić, Z., Rončević, S., Pekeč, S.(2006): Stanišni resursi u funkciji povećanja šumovitosti Vojodine, Topola 177/178, str. 106-137, Novi Sad.

Ivanišević, P., Rončević, S., Marković, M., Andrašev, S., Pekeč, S., Galić, Z. (2004): Shelterbelts as the factor of ecosystem stabilty in South Banat. International Conference on Sustainable Agriculture and European Integration Processes, Savremena poljoprivreda LIV, 3-4: 193-197. Novi Sad,

Jovanović, S.(1965): Šumski pojasevi, Beograd

Letić, LJ.,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, p 25-34, Novi Sad.

Lujić, (1973): Šumske melioracije, Beograd

Marković, J., Tatalović, I.(1995): Značak i uloga vanšumskog zelenila na prostorima Vojvodine, Zbornik radova, Eko-konferencija '95, Zaštita šivotne sredine gradova i prigradskih naselja, p 305-315, Novi Sad.

Medarević, M.(2006): Plan uvećanja šumovitosti Srbije-Osnovni uslovi za realizaciju, Pošumljavanje u cilju realizacije prostornog plana I razvoja poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, p 7-17, Novi Sad.

Pasak V.(1967): Faktory ovlivnujici vetrnou erozi pudy, Vedecke prace, VUM, Praha

Pekeč, S. (1999):Podizanje vetrozaštitnih pojaseva na području Kljajićeva, Diplomski rad, p 1-88, Šumarski fakultet, Beograd.

Pekeč, S., Rončević, S., Ivanišević, P., Katanić, M. (2007a): The need of shelterbelts establishment in Vojvodina, 9.th International Symposium Interdisciplinary Regional Research (ISIRR-2007), June 21-23, 2007, Novi Sad

Pekeč, S., Orlović, S., Pilipović, A., Katanić, M., Radosavljević, N.(2007b): Vetrozaštitni pojasevi na području opštine Ada kao faktor zaštite agroekosistema i povećanja šumovitosti, Topola, 179/180, p 81-96, Novi Sad.

Projekti šumskih poljezaštitnih pojaseva za područje opština: Subotica, Vrbas, Mali iđoš, Titel, Temerin, Žabalj, Kikinda, Ada, Kanjiža, Zrenjanin, Opovo, Kovačica, Alibunar. Institut za nizijsko šumrstvo i životnu sredinu, Novi Sad, u periodu od 2002-2008 godine.

Prostorni plan Republike Srbije (1996), Službeni glasnik RS, Posebno izdanje, knjiga 1, Beograd

Republički zavod za statistiku Republike Srbije – www.statserb.sr.gov.yu

Velašević, V.(1970): Rejoniranje terena SR Srbije u cilju podizanja šumskih poljozaštitnih pojaseva, doktorska disertacija, pp. 169, Šumarski fakultet, Beograd

Vlatković, S. (1981): Funkcije šuma i optimalna šumovitost Vojvodine, Doktorska disertacija, pp 1-321, Šumarski fakultet, Beograd

Živanov, N., Ivanišević, P. (1986): Topole i vrbe u Jugoslaviji, monografija, , pp 103-121, Institut za topolarstvo Novi Sad.

Živanov, N., Ivanišević, P.(1989): Izbor vrsta drveća za pošumljavanje pored puteva u Vojvodini, Savetovanje Pokreta gorana Srbije, Podizanje zaštitnog zelenila uz saobraćajnice u funkciji zaštite životne sredine i razvoja SAP Vojvodine, p 39-50, Zrenjanin

Summary

PLAN AND PROGRAME OF SHELTERBELTS ESTABLISHMENT IN VOJVODINA

by

Saša Pekeč, Petar Ivanišević, Savo Rončević, Branislav Kovačević, Miroslav Marković

The paper emphasizes small percent of afforestation in Vojvodina, revealing new possibilities of increment of afforested area. For the increment of afforestation shalterbelts are proposed. They would protect agricultural soil from wind erosion. According to the projects of shelterbelt establishment, the afforested area would be increased 0.67 - 4.00 % in the examined municipalities. According to the projects the afforested area in the examined municipalities in Srem would be increased by 0.67% or 259.44 ha, in Banat by 2.04% or 8096.27 ha, and in Bačka by 2.20% or 5276.83 ha. According to the projects of Institute for lowland forestry and environment, the afforested area in Vojvodina would be increased by 0,63% by the establishment of shlaterbelts (13632.54 ha related to the total for Vojvodina 2150600.00 ha). In relation to the present afforested area it would be increased by 9.32 %. In coming multiannual period, when all planed shelterbelts would be established, the present percentage of afforested area in Vojvodina (6.80%) would be raised up to 7.43%. By the establishment of shelterbelts, for that there is considerable necessity, the protection of whole agroecosystem would be achieved.

UPUTSTVO AUTORIMA

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

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

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

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

Priprema rukopisa

Prethodno lektorisan tekst rukopisa na srpskom ili engleskom jeziku, do 10 strana, dostavlja se redakciji na formatu A-4 otkucan mašinom sa duplim proredom ili u elektronskoj formi na disketi, CD disku ili putem E-mail na adresu: branek@uns.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 prilozima ne treba da bude veći od 10 stranica. Latinske nazive treba pisati podvučeno ili Italic slovima.

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

Na primer: O r l o v i ć, (1997) odnosno O r l o v i ć i I v a n i š e v i ć, (1997) odnosno O r l o v i ć, 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 - Каталогизација 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