

UDK: 631.416.8: 582.681.81: 581.144

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

**PROMENE SADRŽAJA RAZLIČITIH FRAKCIJA Pb, Cd, Zn I Ni U
ZEMLJIŠTU I NJIHOV UTICAJ NA DIMENZIJE OŽILJENICA
TOPOLA**

Galić Zoran¹, Pilipović Andrej¹, Klašnja Bojana¹, Orlović Saša¹, Vasić Verica¹

Izvod: U radu su prikazani rezultati istraživanja sadržaja izmenljive, redukujuće i oksidirajuće frakcije olova, kadmijuma, cinka i nikla u zemljištu u delimično kontrolisanim uslovima. U zemljištu približno homogenih fizičkih i hemijskih osobina koje se nalazilo u sudovima unet je rastvor od 100 ppm Cd, te po 1000 ppm Zn i Ni. U poređenju sa kontrolom najveće razlike u izmenljivoj i redukujućoj frakciji su konstatovane za kadmijum. Kod cinka je utvrđeno povećanje izmenljive frakcije, dok je za redukujuću i oksidujuću frakciju utvrđeno smanjenje. Kod nikla je utvrđena najmanja promena sadržaja izmenljive, redukujuće i oksidujuće frakcije. U odnosu na kontrolu veće visine biljaka u tretiranom uzorku zemljišta je imao klon *Populus x euramericana* EA8 i klon *Populus deltoides* PD5.

Ključne reči: *teški metali, zemljište, kontrolisani uslovi*

**THE CHANGES OF THE CONTENTS OF DIFFERENT Pb, Cd, Zn AND Ni
FRACTIONS IN THE SOIL AND THEIR EFFECT ON THE SIZES OF POPLAR
ROOTED CUTTINGS**

Abstract: *The contents of the exchangeable, reducing and oxydising fractions of lead, cadmium, zinc and nickel were researched in the soil in partly controlled conditions. The solutions of 100 ppm of Cd, and 1000 ppm of each Zn and Ni were introduced to the soil of approximately homogeneous physical and chemical characteristics, which was held in the containers. Compared to the control, the greatest differences in the exchangeable and reducing fractions were measured for cadmium. Zinc had an increase of the exchangeable fraction, and the decrease of the reducing and oxydising fractions. Nickel had the lowest changes of the contents of exchangeable, reducing and oxydising fractions. Compared to the control, the heights of the clone *Populus x euramericana* EA8 and the clone *Populus deltoides* PD5 were greater in the tested soil samples.*

Key words: *heavy metals, soil, controlled conditions*

¹ Dr Zoran Galić, Mr Andrej Pilipović, Dr Bojana Klašnja, Dr Saša Orlović, Mr Verica Vasić Istraživačko razvojni Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu Antona Čehova 13, E-mail: galicz@uns.ns.ac.yu
Rad je finansiran sredstvima Ministarstva nauke i životne sredine Republike Srbije u okviru projekta Tehnološkog razvoja broj 6864 za period 2005-2007 godina

1. UVOD

U monitoringu životne sredine važnu ulogu ima determinacija teških metala, posebno ukoliko se zna da ljudi svojim aktivnostima dovode do povećanja nivoa teških metala u vazduhu i zemljištu (K h a s m a n e t a l l. 2006). Dosadašnja istraživanja su pokazala da ukupna količina teških metala u zemljištu nije dovoljan pokazatelj za utvrđivanja stepena opterećenosti zemljišta teškim metalima (C h e n e t a l l. 1996). Iz tog razloga se poslednjih godina proučavaju metodi determinacije raznih frakcija teških metala u zemljištu (W a n g e t a l l. 2003). Najčešći teški metali koji se javljaju kao zagađivači su olovo, kadmijum i nikal (P i l i p o v i ć e t a l l. 2006). Prema istom autoru olovo deluje kao sistematičan otrov, kadmijum predstavlja toksičan element i za biljke i za životinje, dok je nikl esencijalni mikroelement, ali prilikom povećane akumulacije deluje toksično na biljke.

Sadržaj izmenljive, redukujuće i oksidirajuće frakcije je deo teških metala pristupačan biljkama. U radu su iz tih razloga prikazani rezultati istraživanja sadržaja izmenljive, oksidujuće i redukujuće frakcije teških metala u zemljištu u delimično kontrolisanim uslovima, kao i njihov uticaj na visine biljaka četiri klona američke crne topole (*Populus deltoides* PD4, *Populus deltoides* PD5, *Populus deltoides* PD1, *Populus deltoides* PD2) i jednog klona eurameričke crne topole (*Populus x euramericana* EA8).

2. MATERIJAL I METOD RADA

Istraživanja su obavljena na uzorcima zemljišta iz sudova u kojima su u proleće 2006.g. zasađene reznice četiri klona američke crne topole (*Populus deltoides* PD4, *Populus deltoides* PD5, *Populus deltoides* PD1, *Populus deltoides* PD2) i jednog klona eurameričke crne topole (*Populus x euramericana* EA8).

U svaki sud je pobodeno po četiri reznice topola. Tokom vegetacionog perioda u dva navrata je izvršeno dodavanje rastvora koji je sadržavao 100 ppm Cd i po 1000 ppm Zn i Ni. Sadržaj izmenljive, redukujuće i oksidirajuće frakcije olova, kadmijuma, cinka i nikla je analiziran na uzorcima zemljišta koji su uzeti na kraju vegetacionog perioda. U zemljište u sudovima za kontrolu nije izvršeno dodavanje rastvora teških metala.

Visina biljaka je izmerena na kraju vegetacionog perioda sa tačnošću na mm.

Fizičke i hemijske osobine zemljišta su analizirane standardnim metodama: granulometrijski sastav zemljišta je određen po međunarodnoj B pipet metodi, a teksturni sastav je određen po klasifikaciji Atteberga (B o š n j a k e t a l l. 1997). Hemijska svojstva određena po sledećim metodama: humus (%) po Tjurinu u modifikaciji Simakova (Š k o r i ć e t a l l. 1966) i CaCO₃ (%) volumetrijski Scheiblerovim kalcimetrom (H a d ž i ć e t a l l. 2004). Reakcija zemljišnog rastvora je određena u H₂O kombinovanom elektrodom. Frakcije teških metala su urađene po modifikovanoj BCR metodi (R a u r e t e t a l l. 2000).

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

Granulometrijski sastav i teksturna klasa uzorka sa dodatno unesenim rastvorom teških metala i kontrole je prikazan u tabeli 1.

Tabela 1: Granulometrijski sastav

Table 1: Granulometric composition

Tretmani <i>Treatments</i>	Granulometrijski sastav (%) <i>Granulometric content (%)</i>						Teksturna klasa <i>Texture class</i>
	Krupan pesak <i>Coarse sand</i>	Sitan pesak <i>Fine sand</i>	Prah <i>Silt</i>	Glina <i>Clay</i>	Ukupan pesak <i>Total sand</i>	Ukupna glina <i>Total clay</i>	
Kontrola <i>Control</i>	0,7	51,1	34,8	13,4	51,8	48,7	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>
Uzorak sa dodatno unetim rastvorom teških metala <i>Sample treated with havey metal solution</i>	1,1	52,7	31,6	14,6	53,8	46,2	Peskovita ilovača <i>Sandy loam</i>

Razlika u sadržaju ukupne gline između tretmana je neznatna i iznosi 3,5%, zbog čega pripadaju istoj teksturnoj klasi (pekovita ilovača). Reakcija zemljišnog rastvora, sadržaj humusa i karbonata u kontroli i u uzorku zemljišta sa dodatno unetim rastvorom se nije značajno razlikovao (tabela 2).

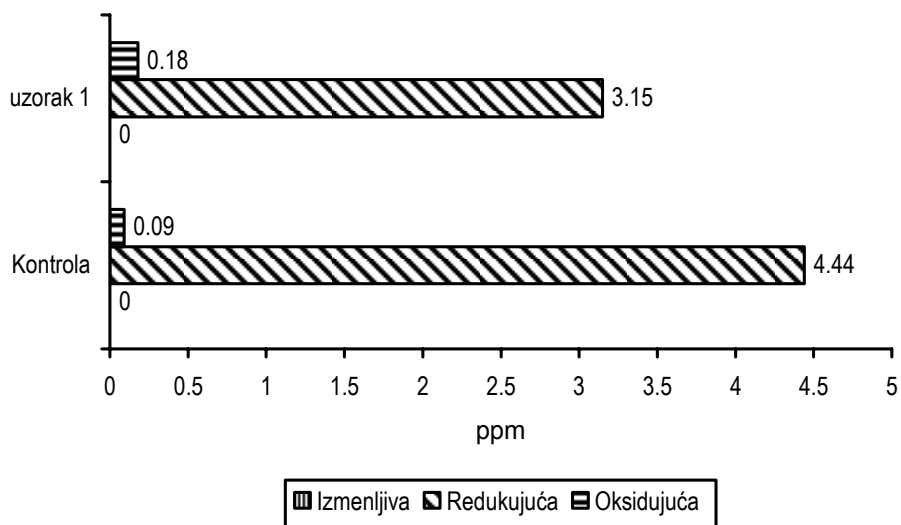
Tabela 2. Sadržaj humusa i karbonata

Table 2. Content of humus and carbonates

Tretmani <i>Treatments</i>	Humus	CaCO ₃	pH
Kontrola <i>Controle</i>	0.37	11.99	7.27
Uzorak sa dodatno unetim rastvorom teških metala <i>Sample treated with havey metal solution</i>	0.51	12.07	7.29

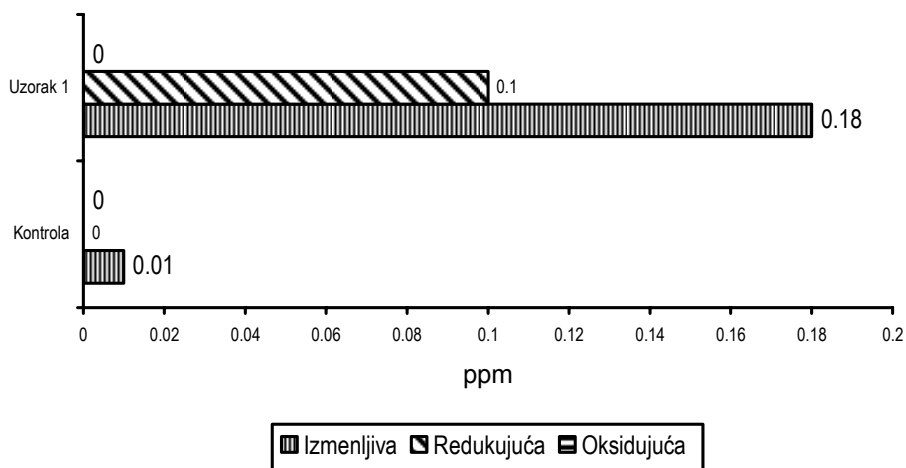
Ukupan sadržaj biljkama pristupačnih frakcija olova u uzorku 1 je bio 4,53 ppm, a u kontroli 3,33 ppm (Rastvor kojim se tretiralo zemljište nije sadržavao olovo). Sadržaj svih frakcija olova (izmenljiva, redukujuća i oksidujuća) je bila manja u odnosu na kontrolu (grafikon 1), odnosno verovatno se nakupljao u biljnim delovima. Najveća razlika je utvrđena za redukujuću frakciju olova.

Grafikon 1. Sadržaj izmenljive, redukujuće i oksidujuće frakcije olova (ppm)
 Graph 1. Content of convertable, reducing and oxidising fraction of lead (ppm)



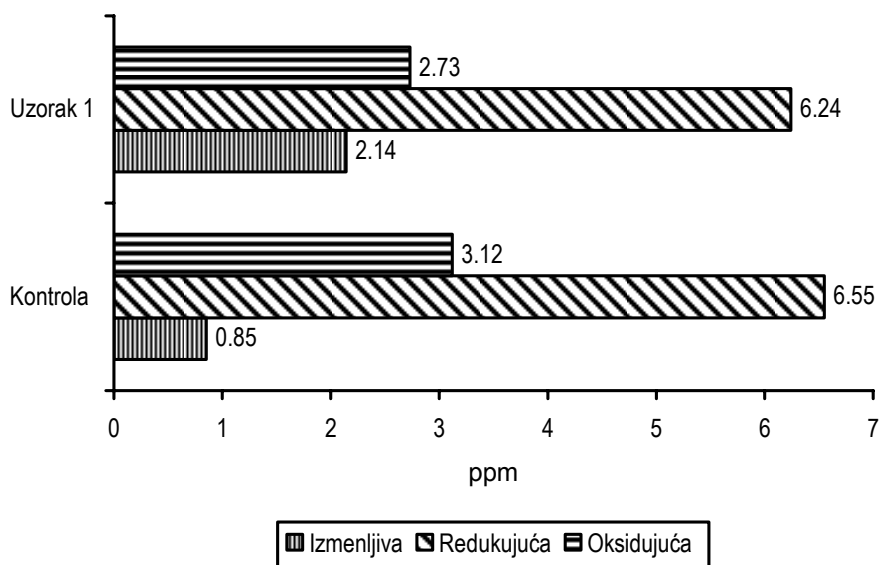
Najveće razlike u sadržaju frakcija teških metala pristupačnih biljkama između tretmana su konstatovane za kadmijum (grafikon 2.). Ukupan sadržaj pristupačnih frakcija kadmijuma u biljkama je u kontroli bila 0,01 ppm, a u tretiranom zemljištu 0,19 ppm. U odnosu na kontrolu sadržaj izmenljivog kadmijuma se povećao za 0,17 ppm, a sadržaj redukujuće frakcije za 0,10 ppm.

Grafikon 2. Sadržaj izmenljive, redukujuće i oksidujuće frakcije kadmijuma ppm
 Graph 2. Content of convertable, reducing and oxidising fraction of cadmuim (ppm)



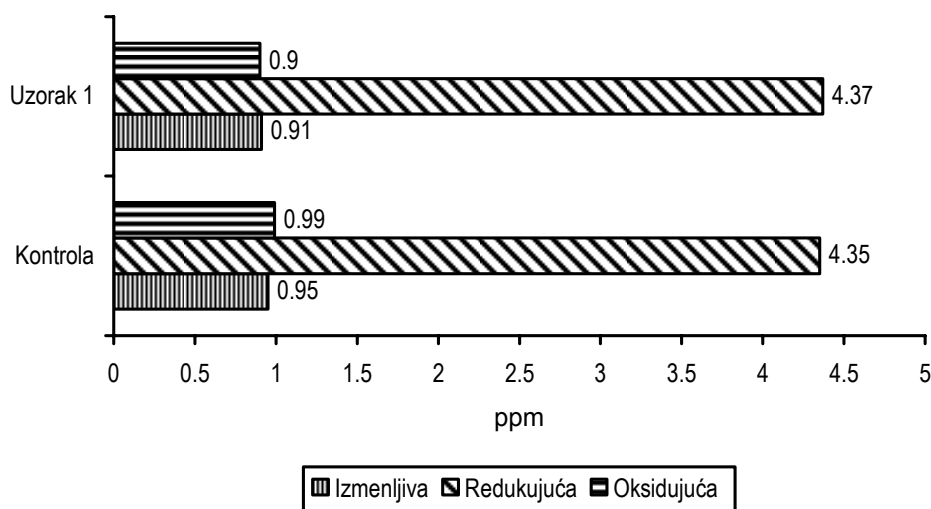
Ukupan sadržaj frakcija cinka pristupačnih biljkama je bio veći u tretiranom zemljištu (11,11 ppm) u odnosu na kontrolu (10,52 ppm). Sadržaj izmenljive frakcije u uzorku 1 kod ovog elementa se povećao za 1,29 ppm dok je za redukujuću i oksidujuću frakciju cinka utvrđeno smanjenje od 0,31 odnosno 0,39 ppm (grafikon 3).

Grafikon 3. Sadržaj izmenljive, redukujuće i oksidujuće frakcije cinka ppm
 Graph 3. Content of convertable, reducing and oxidising fraction of zink (ppm)



Najmanje variranje između tretmana u ukupnom sadržaju biljkama pristupačnih frakcija je utvrđena za nikel. U kontroli je utvrđen sadržaj od 6,29 ppm, a u tretiranom zemljištu od 6,18 ppm. Sadržaj izmenjive, redukujuće i oksidirajuće frakcije nikla je prikazana na grafikonu 4.

Grafikon 4. Sadržaj izmenljive, redukujuće i oksidujuće frakcije nikla ppm
 Graph 4. Content of convertable, reducing and oxidising fraction of nickle (ppm)



Promena sadržaja izmenjive, redukujuće i oksidujuće frakcije u kontroli i zemljištu sa dodatim rastvorom je bila u granici od 0,02 do 0,09 ppm.

Ukupno veći sadržaj biljkama pristupačnih frakcija teških metala biljkama je utvrđeno za kadmijum i cink, dok je za ukupni sadržaj nikla utvrđeno najmanje variranje. Pri ovakvom opterećenju pristupačnih frakcija teških metala

biljkama najveća prosečna visina sadnica u kontroli je konstatovana za klon *Populus deltoides* PD4, dok je u tretiranom zemljištu najveća visina utvrđena za klon *Populus x euramericana* EA8 (tabela 3).

Tabela 3. Srednje visine (cm), analiza varijanse i LSD test
Table 3. Average heights (cm), ANOVA and LSD test

Kontrola <i>Controle</i>			Tretirano <i>Treated</i>		
<i>Populus deltoides</i> PD4	61.0	a	<i>Populus x euramericana</i> EA8	56.77	a
<i>Populus x euramericana</i> EA8	55.0	a	<i>Populus deltoides</i> PD4	55.0	a
<i>Populus deltoides</i> PD5	48.88	a	<i>Populus deltoides</i> PD5	54.33	a
<i>Populus deltoides</i> PD1	47.77	ab	<i>Populus deltoides</i> PD1	47.33	a
<i>Populus deltoides</i> PD2	39.75	b	<i>Populus deltoides</i> PD2	37.11	b
LSD _{0,05} =10.301238268	**		LSD _{0,05} =12.179358968	**	

U odnosu na kontrolu veća visina u tretiranom uzorku zemljišta je utvrđena samo za klon *Populus x euramericana* EA8 i *Populus deltoides* PD5. Statistički značajne razlike su konstatovane između proučavanih klonova i u kontroli i u zemljištu tretiranom teškim metalima.

4. ZAKLJUČAK

Zemljište u delimično kontrolisanim uslovima je sličnog granulometrijskog sastava i iste teksturne klase.

Rezultati istraživanja reakcije zemljišnog rastvora, sadržaja humusa i karbonata u kontroli i u uzorku zemljišta sa dodatno unetim rastvorom se nije razlikovao.

Sadržaj izmenljive, redukujuće i oksidujuće frakcije olova je bio manji u tretiranom uzorku u odnosu na kontrolu. Najveća razlike u sadržaju izmenjive i redukujuće frakcije teških metala je utvrđena za kadmijum. U odnosu na kontrolu sadržaj izmenjivog kadmijuma u tretiranom uzorku se povećao za 0,17 ppm, a sadržaj redukujuće frakcije za 0,10 ppm. Kod nikla je utvrđena najmanja promena sadržaja izmenljive, redukujuće i oksidujuće frakcije.

U odnosu na kontrolu veća visina u tretiranom uzorku zemljišta je utvrđena samo za klon *Populus x euramericana* EA8 i *Populus deltoides* PD5. Statistički značajne razlike su utvrđene između proučavanih klonova i u kontroli i u zemljištu tretiranom teškim metalima.

U daljim istraživanjima je potrebno izvršiti analizu odnosa biljkama pristupačnih i nepristupačnih frakcija teških metala u zemljištu, kao i nakupljanja teških metala u biljkama.

LITERATURA

Bošnjak Đ., Dragović S., Hadžić V., Babović D., Kostić N., Burlica Č., Đorović M., Pejković M., Mihajlović T.D., Stojanović S., Vasić G., Stričević Ružica, Gajić B., Popović V., Šekularac Gordana, Nešić Ljiljana, Belić M., Đorđević A., Pejić B., Maksimović Livija, Karagić Đ., Lalić Branislava, Arsenić I. 1997. Metode istraživanja i određivanja svojstava

- zemljišta. Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta Komisija za fiziku zemljišta, str. 278, Novi Sad.
- Chen B., Shan X.Q., Qian J., 1996. Bioavailability index for quantitative evaluation of plant availability of extractable soil trace elements. *Plant Soil* 186, 275-283.
- Hadžić V., Belić M., Nešić Lj. 2004. Praktikum iz pedologije. Poljoprivredni fakultet, Departman za ratarstvo i povrtarstvo, str. 80.
- Khashman, O., Shawabkeh, R. (2006): Metals distribution in soils around the cement factory in southern Jordan, *Environmental Pollution Vol 140*, p.387-394, ELSEVIER
- Pilipović A., Nikolić N., Orlović S., Krstić B. 2006. Review of researchers conducted on heavy metal and nitrate phytoremediation with use of poplars. *Scientific Gathering Implementation of Remediation in Environmental Quality Improvement* 55-63. Serbian Chamber of Commerce Board of Environmental Protection and Sustainable Development. Belgrade. Serbia
- Rauret G., Lopez-Sanche J.F., Sahaquillo A., Barahona E., Lachica M., Ure A.M., Davidson C.M., Gomez A., Luck D., Bacon J., Yli-Halla M., Muntau H., Quevauviller Ph. 2000. Application of a modified BCR sequential extraction (three-step) procedure for the determination of extractable trace metal contents in sewage sludge amended soil reference material (CRM 483), complemented by a three-year stability study of acid and EDTA extractable metal content. *Journal of Environmental Monitoring*, 2, 228-233.
- 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.
- Wang S.W., Shan X.Q., Wen B., Yhang S.Z. 2003. Relationship between the extractable metals from soils and metals taken up by maize roots and shoots. *Chemosphere* 53, 523-530.

Summary

THE CHANGES OF THE CONTENTS OF DIFFERENT Pb, Cd, Zn AND Ni FRACTIONS IN THE SOIL AND THEIR EFFECT ON THE SIZES OF POPLAR ROOTED CUTTINGS

by

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

The contents of the exchangeable, reducing and oxydising fractions of lead, cadmium, zinc and nickel were researched in the soil in partly controlled conditions. The solutions of 100 ppm of Cd, and 1000 ppm of each Zn and Ni were intorduced to the soil of approximately homogeneous physical and chemical characteristics, which was held in the containers. Compared to the control, the greatest differences in the exchangeable and reducing fractions were measured for cadmium. Zinc had an increase of the exchangeable fraction, and the decrease of the reducing and oxydising fractions. Nickel had the lowest changes of the contents of exchangeable, reducing and oxydising fractions. Compared to the control, the heights of the clone Populus x euramericana EA8 and the clone Populus deltoides PD5 were greater in the tested soil samples.