

Drvenasta biljka Vrba u funkciji zaštite rečnih voda

Ljiljana M. Babincev¹, Ljubinka V. Rajaković², Milana V. Budimir³, Aleksandra A. Perić-Grujić², Dragana M. Sejmanović³

¹Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Prištini, Kosovska Mitrovica, Srbija

²Tehnološko–metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

³Prirodno–matematički fakultet, Univerzitet u Prištini, Kosovska Mitrovica, Srbija

Izvod

Ovaj rad je fokusiran na uklanjanju teških metala (Pb, Cd i Zn) iz vode reka gajenjem drvenaste biljke vrbe. Biljke su gajene metodom vodenih kultura u rastvorima teških metala i uzorku rečne vode. Sadržaji metala u suvoj masi biljaka određivani su striping analizom. Sposobnost ove biljke da nakuplja metale, izražena kao koeficijent bioakumulacije (odnos koncentracije zagađujućih materija u biljci i početne koncentracije tih istih materija u hranljivoj sredini) iz rastvora olova je 1,6%, iz rastvora kadmijuma 1,9% i iz rastvora cinka 2,2%. U uzorku vode reke Ibar, sadržaja 44,83 µg/dm³ olova, 29,21 µg/dm³ kadmijuma i 434,00 µg/dm³ cinka, za period izloženosti od 45 dana, biljka je nakupila 30,3% olova, 53,4% kadmijuma i 3,9% cinka. Dobijeni rezultati ukazuju da bi ispitivana biljna vrsta vrba, mogla da doprinese čišćenju umereno zagađenih voda reka od olova, kadmijuma i cinka.

Ključne reči: teški metali; drvenasta biljka vrba; bioakumulacija; striping analiza.

Dostupno na Internetu sa adrese časopisa: <http://www.ache.org.rs/HI/>

U današnje vreme poseban značaj se daje zagađenju rečnih ekosistema teškim metalima [1,2]. Za uklanjanje teških metala i njihovo prevođenje u neškodljive oblike sve češće se koriste dugogodišnje drvenaste biljke. Poznato je da biljke imaju sposobnost da usvajaju različite mineralne materije, pored onih koje su potrebne za njihovo nesmetano odvijanje životnih procesa (Zn, Mn, Co, Ni, Cu i Fe) i one koje ispoljavaju štetno dejstvo (Cd, Pb i Cr). Usvajanje se u najvećoj meri odvija preko korena, a postoje podaci i o folijarnom usvajanju [2]. Zahvaljujući sposobnostima usvajanja, neke biljke mogu da smanje, a dužom upotrebom i potpuno uklone, metabolišu ili imobilizuju širok spektar kontaminata. Brojni su primeri korišćenja ovih biljaka za dekontaminaciju zagađenih voda, zemljišta, jalovina i vazduha [3–5].

Analizirajući stanje vode reke Ibar i njen položaj na severnom delu Kosova i Metohije nametnula se potreba za nalaženje načina čišćenja ovog vodenog sliva posebno od teških metala. U novije vreme se čine napore za stvaranjem genotipova topola podesnih za fitoremedijaciju rečnih ekosistema od teških metala [6]. Ovim radom akcenat je dat na upotrebu drvenaste biljne vrste vrbe. Ova biljna vrsta je iz roda *Salix*. Postoje oko 350 različitih životnih formi, najčešće je u pitanju drvo. Kora stabla je siva i ispucala. Grane su tanke i dosta savitljive. List je uglavnom uzak i zašiljen na vrhu, tamno zelene boje na licu i nešto svetlije na naličju. Ra-

Preписка: Lj. Babincev, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Prištini, Kneza Miloša 7, 38 220 Kosovska Mitrovica.

E-pošta: babincev@ptt.rs

Rad primljen: 22. februar, 2011

Rad prihvaćen: 7. april, 2011

NAUČNI RAD

UDK 582.681.81:502/504(282)

Hem. Ind. 65 (4) 397–401 (2011)

doi: 10.2298/HEMIND110222025B

ste obično na vlažnoj podlozi (reke i močvare). Odlikuje se velikim potencijalom u pogledu brzine rasta i produkcije biomase.

Cilj ovog rada je ispitivanje sposobnosti drvenaste biljke vrbe da akumulira teške metale tokom perioda rasta i primena iste u smanjenju zagađenja rečnih voda čime bi se dao doprinos održavanju rečnih ekosistema.

EXPERIMENTALNI DEO

Uzorkovanje

Reznice samonikle Bele Vrbe su uzete u selu Planinici, Opština Leposavić, južna ekspozicija Kopaonika na početku vegetacije (proleće 2010.). Reznice su bile duge oko 20 cm, sa najmanje tri zdrava pupoljka. Zbog pojave topofizisa (opadanja sposobnosti oživljavanja reznica sa visinom dela izbojka sa koga su uzete) sečene su 3–4 reznice iz donjeg dela izbojka. Prilikom pravljenja reznica vodilo se računa da sve budu približno iste debljine i dužine, imajući u vidu značaj njihovih dimenzija na rastenje biljaka [6]. Neposredno pre upotrebe, reznice su dezinfikovane potapanjem u 2% rastvor bakarsulfata u trajanju od 24 h. Biljke su gajene metodom vodenih kultura, postavljanjem u posude sa vodom (zapremine 5 dm³, 10 reznica). Napravljena je serija od pet proba. U četiri posude je bio hranljivi rastvor za cveće pripremljen sa dejonizovanom vodom. U prvoj posudi nisu dodavani metali. U sledeće tri, posle prve nedelje, dodavani su u porcijama po 5 mg svake nedelje, u jednu olovo, u drugu kadmijum i u treću cink (ukupno po 20 mg). U poselednjoj posudi, hranljivi rastvor je bio pripremljen sa prosečnim uzorkom vode reke Ibar. Pojedinačni uzorci vode su uzimani iz rečnog toka na delu

od Kosovske Mitrovice do Leposavića. Sadržaj metala u prosečnom uzorku vode, predhodno određen metodom striping analize je bio: 44,83 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ olova, 29,21 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ kadmijuma i 434,00 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ cinka. Reznice su zasađene u svim posudama istovremeno. Navedene zasađe su izložene istim životnim uslovima. Razvoj biljaka je praćen od početka maja pa do polovine juna 2010. god. Nakon toga su biljke uzorkovane i izvršena je priprema biljnog materijala za analizu [7].

Priprema uzoraka

Nakon pranja i prosušivanja na promajnom mestu uzorci vrbe (reznica sa izbojcima), dobro su usitnjeni i sušeni na 105 °C do konstantne mase. Tako pripremljeni uzorci vrbe su spaljivani na 500 °C. Dobijeni pepeo (1 g) rastvaran je sa mineralnim kiselinama. Rastvor dobijen rastvaranjem sa 5 cm^3 konc. HNO_3 je uparavan skoro do suva. Proces je ponavljan nakon dodavanja konc. HCl . Zaostala bela masa je rastvarana sa 5 cm^3 2% HCl . Rastvori za analizu su pripremani razblaživanjem dobijenih rastvora u odmernim sudovima od 100 cm^3 [5,8,9]. Iz tako pripremljenih rastvora su određivani sadržaji olova, kadmijuma i cinka. Slepa proba nije rađena jer je procenjeno da eventualno prisustvo teških metala u korišćenim hemikalijama nebi moglo bitno da utiče na rezultate određivanja.

Metode analize

Sadržaj metala je određivan sistemom za striping analizu, Striping analizator M1 (Tehnološki fakultet, Novi Sad i Elektrouniverzal, Leskovac, Srbija). Ovaj sistem se sastoji iz posude za analizu, teflonske mešalice i tri elektrode: elektrode od staklastog ugljenika ($d = 3$ mm u telu od teflona, $d = 8$ mm), referentne elektrode ($\text{Ag}/\text{AgCl}/\text{KCl}$, 3,5 mol dm^{-3}) i platinske žice kao pomoćne elektrode [10–12]. Upotrebljavani su rastvori HCl (Suprapur), dimetilketona (p.a.), HNO_3 (p.a.), CuSO_4 (p.a.), KCl (Suprapur), standardni rastvori Pb , Cd , Zn i Hg

(1,000 g dm^{-3} , Suprapur), proizvođača Merck (Darmstadt, Germany).

PRIKAZ REZULTATA

Određivanju metala u realnim uzorcima prethodila su preliminarna ispitivanja i utvrđivanje uslova određivanja. Za sva određivanja radna elektroda je formirana izdvajanjem žive na površini od staklastog ugljenika, iz kiselog rastvora žive(II) jona sadržaja 10 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ i struji od $-48,90 \mu\text{A}$ za vreme od 240 s. Za preliminarna određivanja pripremane su serije rastvora od 20 cm^3 dejonizovane vode i od $0,5 \times 10^{-6}$ – $200 \times 10^{-6} \text{ dm}^3$ radnih standarda (90000 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ za olovo, 65000 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ za kadmijum i 75000 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ za cink). Izdvajanje olova, kadmijuma i cinka na radnoj elektrodi izvršeno je pri potencijalima od: $-0,999 \text{ V}$ za olovo, $-1,106 \text{ V}$ za kadmijum i $-1,350 \text{ V}$ za cink. Za definisanje uslova određivanja posebno su ispitani uticaji: pH rastvora, mešanje rastvora različitim brzinama, vreme izdvajanja metala, kao i vreme formiranja radne elektrode. Najtačnije vrednosti se dobijaju: za olovo i kadmijum kada se određivanja vrše iz rastvora pH 1,6, a za cink iz rastvora pH 2,1 za vreme izdvajanja od 300 s pri brzini mešanja rastvora od 4000 o/min. Sadržaj metala je određivan metodom standardnog dodatka, a ispitivanja su vršena u opsegu od 2–900 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ za olovo, 2–100 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ za kadmijum i 2–200 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ za cink. Za sva određivanja je računata srednja vrednost, X , ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$), vrednost standardnog odstupanja, S (μg), koeficijent varijacije, K_v (%), i procentna greška, Er (%). Sadržaji određivani u granicama tačnosti od $\pm 2\%$ su uzimani kao optimalni. Rezultati određivanja olova, kadmijuma i cinka u standardnim rastvorima prikazani su u tabeli 1.

Rezultati određivanja sadržaja metala nakupljenih od strane gajenih biljaka vrbe u pojedinačnim rastvorima olova, kadmijuma i cinka prikazani su u tabeli 2.

Tabela 1. Rezultati određivanja olova, kadmijuma i cinka u standardnim rastvorima, striping analizom
Table 1. Stripping analysis sensitivity for lead, cadmium and zinc determination in the solutions of different concentrations

Elementi	$X_c^a / \mu\text{g dm}^{-3}$	$X^b / \mu\text{g dm}^{-3}$	$S^c / \mu\text{g}$	$K_v^d / \%$	$Er^e / \%$
Pb	2,25	2,38	0,30	12,60	5,78
	8,95	9,35	1,15	12,30	4,47
	22,48	24,98	2,52	11,34	1,12
	890,76	880,58	99,15	11,26	-1,14
Cd	3,25	3,45	0,75	21,74	6,15
	12,99	13,25	2,18	16,45	2,00
	32,47	33,09	4,15	12,54	1,90
	97,30	99,11	12,46	15,57	1,86
Zn	3,75	3,97	0,46	11,59	5,86
	18,75	19,09	1,99	10,42	1,81
	37,50	38,21	3,96	10,36	1,89
	187,50	191,15	19,78	10,35	1,95

^aSadržaj elemenata u standardnim rastvorima; ^bsrednja vrednost određivanja; ^cstandardno odstupanje; ^dkoeficijent varijacije; ^egreška određivanja

Tabela 2. Sadržaj olova, kadmijuma i cinka u uzorcima vrbe gajenih u rastvorima
Table 2. Lead, cadmium and zinc content in willow samples grown in solutions

Broj probe	Masa biljaka pre tretiranja, g	Masa biljaka posle tretiranja, g	Masa suvog uzorka, g	Sadržaj metala u suvoj masi uzorka, µg/g	Koeficijent bioakumulacije, %	Produkcija biomase, %
I (bez dodavanja teških metala)	4,13	5,47	4,21	<1	<1	32,4
II (sa Pb)	4,46	5,60	3,43	18,74	1,6	25,6
III (sa Cd)	4,98	6,34	3,83	20,09	1,9	27,3
IV (sa Zn)	5,10	6,67	3,92	22,89	2,2	30,7

U posebnoj probi posmatran je razvoj biljaka, nakon zasadi, u prosečnom uzorku vode reke Ibar. Rezultati određivanja nakupljenih olova, kadmijuma i cinka u gajenim biljkama vrbe u uslovima rečne vode prikazani su u tabeli 3.

DISKUSIJA

Na rast biljaka najvećim delom utiču elementi koje biljke usvajaju iz zemljišta [13]. Kako biljke nemaju razvijen mehanizam prepoznavanja one pored usvajanja neophodnih elemenata značajno nakupljaju i one čiji metabolički efekat u biljkama nije utvrđen. Intenzitet nakupljanja u najvećoj meri zavisi od vrste elementa, njegovog učestća u biohemijskim reakcijama, sadržaja u spoljašnjoj sredini i dr. Nakupljanje teških metala uglavnom se vrši korenom. Ustanovljeno je da epidermis korena predstavlja barijeru za usvajanje olova, dok cink i kadmijum karakteriše velika mobilnost kroz biljku i slabo zadržavanje u korenu [2,14].

Veći broj biljaka se odlikuju sposobnošću za nakupljanjem jednog ili više teških metala. *Armeria maritima* može da nakuplja više od 1% olova [5]. Biljke iz vrste *Thalpesi* nakupljaju više od 1% olova i 3% cinka u suvoj materiji. Trave aktivnog rasta mogu da apsorbuju 0,3–15 µg/g suve materije olova [1]. U novije vreme stvoreni su genotipovi gajenih biljaka podesnih za uklanjanje teških metala iz zagađenih staništa [15]. Stvaranjem hibrida topola stvoreni su hiperakumulatori za teške metale. Klon topole M-1 najveću količinu kadmijuma može da akumulira u korenu 36–93%, u stablu 2–39%, u mladim listovima 2–21%, a u starim listovima 1,5–23%. Klon topole B-81 se karakteriše dobrom produkcijom biomase i onda kada akumulacija kadmijuma u stablu prelazi 100 µg/g suve materije [6]. Ispitivanjem većeg broja vrsta vrba iz roda *Salix*, utvrđeno je da je

koncentrovanje metala najveće u ranoj vegetativnoj fazi rasta, dok je u listovima najveće na kraju vegetativne sezone. Sadržaj kadmijuma u vrbi (*Salix alba*) može da se kreće u rasponu 2–62 µg/g suve materije stabla i 3,0–160 µg/g suve materije listova i izbojaka. Utvrđeno je da klonovi ovih vrba imaju sposobnost akumulacije kadmijuma i do 651 µg/g suve materije [16].

U okviru ispitivanja prikazanih u ovom radu uzorci vrbe gajeni vodenim kulturama, u rastvorima teških metala, za period od 45 dana, nakupili su 18,74 µg/g suve materije olova, 20,09 µg/g suve materije kadmijuma i 22,89 µg/g suve materije cinka. Uzorci vrba iz rečne vode nakupili su 19,01 µg/g suve materije olova, 21,85 µg/g suve materije kadmijuma i 23,96 µg/g suve materije cinka. Na osnovu prikazanih rezultata nakupljanja teških metala iz ispitivanih rastvora i vode reke Ibra vidimo da su vrednosti za olovo, kadmijum i cink približno iste. To ukazuje na činjenicu da je biljka drvena vrba pogodna za uklanjanje teških metala iz umejeno zagađenih rečnih voda.

Uticao teških metala na uzorke vrbe ogledao se u smanjenom organskom porastu. Porast biomase u hranljivom rastvoru bez sadržaja metala je bio 32,4%, a u rastvorima olova 25,6%, kadmijuma 27,3% i cinka 30,7%.

U uslovima povećane koncentracije olova u rastvoru smanjuje se asimilacija neophodnih elemenata a posledica toga je manji porast biomase. Olovo veoma slabo reaguje sa prenosivocima esencijalnih jona u biljkama i zadržava se u najvećoj meri u korenu. Posledica njegovog većeg prisustva u korenu je otežano dalje usvajanje esencijalnih elemenata potrebnih za rast biljke. Naši rezultati potvrđuju da je najmanji porast biomase bio u uzorcima vrbe koji su bili izloženi u rastvoru olova i vodi reke Ibar. U uzoraku vode Ibra koji sadrži 44,83 µg/dm³ olova porast biomase je bio 27,5%.

Kada je u pitanju cink, treba reći da on spada u

Tabela 3. Sadržaj metala u vrbi akumuliranih iz rečne vode
Table 3. Metal content in willow accumulated from river waters

Metal	$\bar{X}^a / \mu\text{g dm}^{-3}$	Masa biljaka pre tretiranja, g	Masa biljaka posle tretiranja, g	Masa suvog uzorka, g	Sadržaj metala u suvoj masi uzorka, µg/g	Koeficijent bioakumulacije, %	Produkcija biomase, %
Pb	44,83	4,64	5,92	3,57	19,01	30,3	27,5
Cd	29,21				21,85	53,4	
Zn	434,00				23,96	3,9	

^aSrednja vrednost sadržaja metala u rečnoj vodi, broj merenja: 3

grupu elemenata neophodnih za razvoj biljaka, lako prolazi kroz koren i ima veliki afinitet prema prenosio-cima. To potvrđuje i činjenica da je porast biomase uzoraka vrbe bio najveći u rastvoru koji je sadržavao samo cink (30,7%). Slično se pokazao i kadmijum, koji lako dospeva u biljke bez obzira što njegovi metabolički efekti nisu sasvim poznati. Na kraju možemo reći da na smanjenje biomase uzorka vrbe u ispitivanim rastvorima značajnu ulogu ima prisustvo olova.

Koeficijent bioakumulacije (odnos koncentracije za-gađujućih materija u biljci i početne koncentracije tih istih materija u hranljivoj sredini), kao izraz sposobnosti nakupljanja metala, u rastvorima teških metala iznosio je: 1,6% u rastvoru olova, 1,9% u rastvoru kadmijuma i 2,2% u rastvoru cinka. Biljke su bile izložene visokim koncentracijama teških metala u ispitivanom periodu. Bez obzira što su te koncentracije dodavane u porci-jama, zbog smanjenja efekta „stresa“ dobijeni rezultati pokazuju niske vrednosti koeficijenata akumulacije. Po-red toga treba naglasiti da i pri tako visokim concen-tracijama teških metala biljke vrbe ih ipak nakupljaju.

ZAKLJUČAK

Gajenje drvenaste biljke vrbe u rastvorima teških metala (Pb, Cd i Zn) i u vodi reke Ibar je pokazalo da su se teški metali akumulirali u ispitivanim uzorcima vrbe. Sadržaj metala u uzorcima vrbe zavisio je od koncen-tracije metala u rastvorima.

Dejstvo ispitivanih teških metala na smanjenje bio-mase je vidljivo u svim uzorcima vrbe gajenim u rastvo-rima teških metala kao i u uzorku gajenom u vodi reke Ibar. Najveći uticaj na smanjenje biomase je imalo olovo, pa zatim kadmijum, dok su biljke bile znatno tole-rantnije na prisustvo cinka.

Sposobnost vrbe da nakuplja metale iz vode reke Ibar, izražena preko koeficijenta bioakumulacije je: 30,3% olova, 53,4% kadmijuma i 3,9% cinka. Koeficijent bio-akumulacije za cink ukazuje na utrošak cinka u metabo-ličkim procesima i na činjenicu da on samo u visokim koncentracijama može da bude toksičan za biljke.

Ako uporedimo rezultate nakupljanja teških metala u biljkama dobijene u ovom radu sa rezultatima prika-zanim u literaturi vidimo dobro slaganje kada je u pi-tanju kadmijum, dok za nakupljanje olova i cinka nije nađeno mnogo podataka.

Što se tiče izbora biljne vrste smatramo da bi drve-nasta biljka vrba mogla da zadovolji potrebe fitoeks-trakcije olova, kadmijuma i cinka iz rečnih voda. Pred-nosti ovog načina dekontaminacije su pre svega eko-nomska isplativost i zaustavljanje dalje degradacije re-čnih ekosistema.

Zahvalnost

Ovaj rad je finansijski podržan od strane Minis-tarstva prosvete i nauke Republike Srbije, 37016 TR.

LITERATURA

- [1] R. Kadović, M. Knežević, Teški metali u šumskim ekosis-temima, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2002, str. 278.
- [2] R. Kastori, N. Petrović, I. Arsenijević-Maksimović, Teški metali i biljke. U: Teški metali u životnoj sredini, R. Kastori, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 1997, str. 195–247.
- [3] J. Đorđević-Miloradović, M. Miloradović, M. Vljaković, Photoremediation – New Technology for Cleaning up the Rare Elements and Metals from the Ash, ELEKTRA II-ISO 14000, Zbornik radova, Tara, 2002, pp. 197–201.
- [4] R. Chaney, M. Malik, Y.M. Li, S.L. Brown, S.A. Brewer, J.S. Angle, A.J.M. Baker, Phytoremediation of soil metals, *Curr. Opin. Biotechnol.* **8** (1997) 279–284.
- [5] Lj. Babincev, Lj. Rajaković, M. Barać, N. Vitas, Biljke akumulatori u sistemu rešavanja globalnih ekoprob-leva, *Ecologica* **16** (2009) 379–383.
- [6] N. Nikolić, Uticaj teških metala na morfo-anatomske i fiziološke karakteristike klonova topola, Doktorska diser-tacija, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, 2009.
- [7] R. Kastori, D. Bogdanović, I. Kadar, N. Milošević, P. Sekulić, M. Pucarević, Uzorkovanje zemljišta i biljaka nezagađenih i zagađenih staništa, Naučni institute za ra-tarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 2006.
- [8] Lj. Babincev, Lj. Rajaković, Determination of the lead con-tent in spinach by utilization of the potentiometric strip-ping analysis, *J. Eng. Process. Manage.* **2** (2010) 35–44.
- [9] Lj. Babincev, Lj. Rajaković, M. Budimir, S. Anđelković, Content of heavy metals in biomass of natural grass-lands, *Biotechnol. Animal Husbandry* **26** (2010) 435–441.
- [10] Z.J. Suturović, Elektrohemijska striping analiza, Tehno-loški fakultet, Novi Sad, 2003.
- [11] Z. Suturović, Ispitivanje uslova predelektrolize kao prve faze elektrohemijske striping analize, Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1985.
- [12] Z. Suturović, Povećanje osetljivosti potenciometrijske striping analize, Doktorska disertacija, Tehnološki fakul-tet, Novi Sad, 1992.
- [13] M. Jakovljević, S. Antić-Mladenović, Visoki sadržaj teških metala u zemljištima i njihova koncentracija u biljkama, EKO-konferencija 2000 Zdravstveno bezbedna hrana, Tematski zbornik, Ekološki pokret grada Novog Sada, Novi Sad, 2000, str. 71–76.
- [14] R. Kastori, N. Petrović, I. Arsenijević-Maksimović, Nakup-ljanje teških metala u biljkama EKO-konferencija 2000 Zdravstveno bezbedna hrana, Tematski zbornik, Ekološki pokret grada Novog Sada, Novi Sad, 2000, str. 77–81.
- [15] I. Raskin, Plant genetic engineering may help with envi-ronmental cleanup, *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **93** (1996) 3164–3166.
- [16] M. Zacchini, F. Pietrini, G.S. Mugnozza, V. Iori, L. Pietro-santi, A. Massacci, Metal tolerance, accumulation and translocation in poplar and willow clones treated with cadmium in hydroponics, *Water Air Soil Poll.* **197** (2009) 23–34.

SUMMARY**WOODY PLANT WILLOW FUNCTION IN RIVER WATER PROTECTION**Ljiljana M. Babincev¹, Ljubinka V. Rajaković², Milana V. Budimir³, Aleksandra A. Perić-Grujić², Dragana Sejmanović³¹*Faculty of Technical Sciences, University of Priština, Kosovska Mitrovica, Serbia*²*Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, Belgrade, Serbia*³*Faculty of natural and mathematical sciences, University of Priština, Kosovska Mitrovica, Serbia*

(Scientific paper)

The coastal area surrounding the Ibar river in the North of Kosovo and Metohija, in the region from Kosovska Mitrovica to Leposavić alone, is occupied with seven industrial waste dumps originated from the exploitation and flotation refinement of mineral raw materials, metallurgic refinement of concentrates, chemical industry, industrial refinement and energetic facilities of Trepča. The existing waste dumps, active and passive, are of heterogenic chemical composition. They show its impact onto the river water by the content of heavy metals found in it. Removal of lead, cadmium and zinc, regardless to the any known technology, would be economically unrewarding. The prevailing wooden plant in this area is the white willow. This work is focused on removal of heavy metals (Pb, Cd and Zn) from the water of river Ibar using the white willow. Roots of the willow are cultivated using the method of water cultures in individual solution of heavy metals and sample of the river water. The preparation of the samples for analysis was performed by burning the herbal material and dissolving the ash in the appropriate acids. The concentrations of metals were being determined by stripping analysis. In the investigated solutions of heavy metals, the increase of biomass was 25.6% in the lead solution, 27.3% in cadmium and 30.7% in the zinc solution. The increase of biomass in the nutritional solution, without heavy metals, was 32.4% and in sample river water 27.5%. Coefficient of bioaccumulation in solutions with heavy metals was: 1.6% in lead solution, 1.9% in cadmium and 2.2% in zinc solution. Accumulated amounts of the metals from the tested samples were: 18.74 µg of lead, 20.09 µg of cadmium and 22.89 µg of zinc. The coefficient of bioaccumulation of the water samples which contained 44.83 µg/dm³ of lead, 29.21 µg/dm³ of cadmium and 434.00 µg/dm³ of zinc, during 45 days period, was 30.3% for lead, 53.4% for cadmium and 3.9% for zinc. The concentrations of accumulated metals from the river water were 19.01 µg of lead, 21.85 µg of cadmium and 23.96 µg of zinc in grams dry matter. The obtained results indicate that the willow might contribute to the decontamination of moderately contaminated river water from Pb, Cd and Zn.

Keywords: Heavy metals • Woody plant Willow • Bioaccumulation • Stripping analysis