

UDK: 630*232:582.681.81:546.175

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

HEMIJSKI SASTAV DRVETA NEKIH KLONOVA TOPOLA KORIŠĆENIH ZA FITOREMEDIJACIJU NITRATA

Bojana Klašnja¹, Andrej Pilipović, Zoran Galić, Marina Katanić

Izvod: U radu su izvršena ispitivanja hemijskog sastava ožiljenica (korena i stabla) tri klona topola: *P.x euramericana* cl. Pannonia, *P. deltoides* cl. B-81, (*P. nigra* x *P. maximowitzii*) x *P. nigra* var. »Italica« cl. 9111/93, nakon gajenja u vodenoj kulturi sa rastvorima nitrata različite koncentracije, u cilju odabiranja superiornih klonova za fitoremedijaciju. Konstatovano je da se najveći deo nitrata akumulira u korenu biljaka, što ima za posledicu značajno povećan sadržaj pepela i u korenu i u stablu. Pošto je hemijska analiza urađena na veoma mladim biljkama, sadržaj celuloze je nizak, a lignina visok, u poredjenju sa prosečnim vrednostima za drvo topola.

Ključne reči: fitoremedijacija, topola, hemijski sastav

CHEMICAL COMPOSITION OF WOOD OF SOME POPLAR CLONES USED FOR NITRATE PHYTOREMEDIATION

Abstract: The objective of this work was the examination of chemical composition of rooted cuttings (root and stem) of three poplar clones *P.x euramericana* cl. Pannonia, *P. deltoides* cl. B-81, (*P. nigra* x *P. maximowitzii*) x *P. nigra* var. »Italica« cl. 9111/93, grown under different nitrate concentration in nutrient solution during investigation of their phytoremediation potential. It was found that the most amount of nitrate was accumulated in the plant's roots, and that is reason of significant increasing of ash content in root and stem. Because the analysis of chemical composition is carried out with very young plants, cellulose contents is very low, and lignine content is very high, compared to common values for poplar wood.

Key words: phytoremediation, poplar, chemical composition

1. UVOD

Topole su najčešće korišćena drvenasta vrsta koja se koristi u fitoremedijaciji, zahvaljujući svojim specifičnostima: velika lisna površina, provodljivost vode i mineralnih materija kroz ceo presek stabla (difuzno porozna vrsta) i lako vegetativno razmnožavanje putem reznica. U normalnim uslovima, topole su plitkog korena, ali primenom duboke sadnje postiže se efekat dubokog

¹ Dr Bojana Klašnja naučni savetnik, mr Andrej Pilipović istraživač saradnik, dr Zoran Galić naučni saradnik, Marina Katanić dipl.biolog istraživač pripravnik, Istraživačko razvojni institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad

korenovog sistema koji je u stanju da koristi vodu iz vodom zasićene i nezasićene zone. Takva stabla mogu stvoriti zonu zadržavanja u kojoj se sva voda iz jednog dela zasićene zone, koristi za transpiraciju. Stvaranjem te zone, dolazi do velikog protoka vode iz zasićene u nezasićenu zonu, gde se mogu odvijati aerobni procesi degradacije. Pored toga uzlazni tok vode smanjuje ocedivanje i taloženje polutanata u nižim slojevima (F e r r o i s a r., 2001). Značaj ovoga svojstva je u velikim količinama transpiracije koja kod petogodišnjih topola može biti između 100 i 200 litara po stablu u toku jednog dana (N e w m a n i s a r., 1997).

Topole su u stanju da posredno i neposredno vrše fitoremedijaciju više vrsta polutanata, i to procesima kao što su fitoekstrakcija, fitodegradacija, fitovolatilizacija i rizodegradacija. Na staništima sa kontaminiranim podzemnim vodama, topole se mogu koristiti za regulaciju nivoa podzemnih voda, pravca toka podzemnih voda, dotoka vode i polutanata na lokacije koje se nalaze iza postavljenog fitoremedijacionog pojasa.

Nitratna jedinjenja su najčešći polutanati koji se nalaze u pijaćoj vodi i imaju štetno dejstvo na ljudsko zdravlje. Intenzivna poljoprivreda je jedan od najvećih izvora nitrata u podzemnoj vodi, zbog sve veće primene đubriva, čime je povećan sadržaj nitrata ne samo u biljnim proizvodima, već i u zemljištu, površinskim i podzemnim vodama (K a s t o r i i P e t r o v i ć, 2003). Pored opasnosti od kontaminacije voda migracijom nitrata, značajan uticaj na efekat staklene bašte ima i emisija N_2O u atmosferu, koji je 300 puta štetniji od CO_2 (S c h e p e r s i s a r., 2005).

Većina istraživanja fitoremedijacije su vezana za poljske uslove, u kojima se ispituje smanjenje koncentracije polutanata u supstratu i podzemnim vodama, smanjenju protoka i nivoa podzemnih voda, kao i uticaj kontaminanata na rastenje i razvoj biljaka (L i c h t i S c h n o o r, 1993; F e r o e t a l., 2001). Prema istraživanjima Lichta i Schnoora (1993) koncentracija nitrata u podzemnim vodama zemljišta, između kukuruznog polja i reke koje razdvaja pojas topola smanjena je sa 150 na 3 mg NO_3/l H_2O .

U Institutu su obavljena istraživanja niza fizioloških procesa vezanih za metabolizam nitrata, kao i parametara rasteња ožiljenica više klonova topola koje su rasle u polukontrolisanim uslovima u vodenoj kulturi, u cilju odabiranja superiornih klonova za fitoremedijaciju (P i l i p o v i ć, 2005). Uticaj sadržaja nitrata na porast i biomasu se ogleda u povećanju dimenzija biljaka. Pošto se najveći deo nitrata akumulira u korenu drvenastih biljaka, to su razlozi koji su uputili na to da se nakon istraživanja mogućnosti korišćenja odabranih klonova topola u fitoremedijaciji zemljišta i podzemnih voda kontaminiranih nitratima, obave ispitivanja hemijskog sastava korena i stabla tretiranih biljaka, sa ciljem da se ustanove promene u sadržaju osnovnih jedinjenja drvnog tkiva: celuloze, lignina, ekstraktiva i pepela

2. METOD RADA

Istraživanja su obavljena na uzorcima stabala i korena biljaka izraslih u vodenoj kulturi topola gajenih u staklari sa polukontrolisanom uslovima od reznica gajenih u kontejnerima. Prvih 45 dana biljke su gajene na destilovanoj vodi, do

početka razvoja korena. Nakon 45 dana biljke su stavljene na 3 različita tretmana, zavisno od sadržaja nitrata jona u hranljivom rastvoru.

1. Standardni Hoaglandov hranljivi rastvor sa 10 mM NO₃⁻ kao kontrolni tretman
2. Modifikovani Hoaglandov hranljivi rastvor sa 2 mM NO₃⁻, kao tretman sa smanjenim sadržajem nitrata
3. Modifikovani Hoaglandov hranljivi rastvor sa 30 mM NO₃⁻, kao tretman sa povišenim sadržajem nitrata

U cilju ujednačenja sadržaja ostalih makroelemenata (P i K), u rastvore 2 mM NO₃⁻ i 10 mM NO₃⁻ su dodati KCl i CaCl₂. Hranljivi rastvori su aerisani vazduhom, a zamena svežim rastvorima je obavljena svakih 14 dana. Ogljed je koncipiran po blok dizajnu, koji se sastojao od 6 ponavljanja (blokova), u kojima su se nalazili svi klonovi u sva tri tretmana. Ukupno trajanje dejstva tretmana je iznosilo 90 dana (P i l i p o v i ć, 2005).

Izbor klonova je izvršen po principu taksonomske i genetičke divergentnosti, stoga je izbor sveden na sledeća tri klona:

- *Populus x euramericana* cl. Pannonia (klon poreklom iz Mađarske, nastao ukrštanjem *P. deltoides* i *P. nigra*)
- *Populus deltoides* cl. B-81, klon nastao selekcijom u Institutu za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, u fazi ispitivanja u cilju priznavanja kao nove sorte.
- (*Populus nigra* x *P. maximowitzii*) x *P. nigra* var. »Italica« cl. 9111/93, klon nastao ukrštanjem hibrida crne i balzamaste topole *P. nigra* x *P. maximowitzii* cl. 102/81 i jablana (*Populus nigra* var. "Italica"), u fazi ispitivanja.

Nakon završetka tretmana od stabala i korena tretiranih biljaka su mlevenjem i mešanjem u određenim proporcijama pripremljeni uzorci za određivanje hemijskog sastava, posebno za delove stabala, a posebno od korena odgovarajućih reznica. Hemijski sastav je određen prema standardnoj metodologiji: pepeo TAPPI standards T 211 m-58; sadržaj ekstraktivnih materija TAPPI standards T 204 os-76; sadržaj Klason lignina TAPPI standards T 13 m-54; sadržaj celuloze po metodi Kurschner-Hoffer (P r a v i l o v a, 1984). Sadržaj ukupnog azota u korenu je određen metodom Kjeldahla (S a r i ć i sar., 1990). Količina azota u biljkama je izražena u % suve materije.

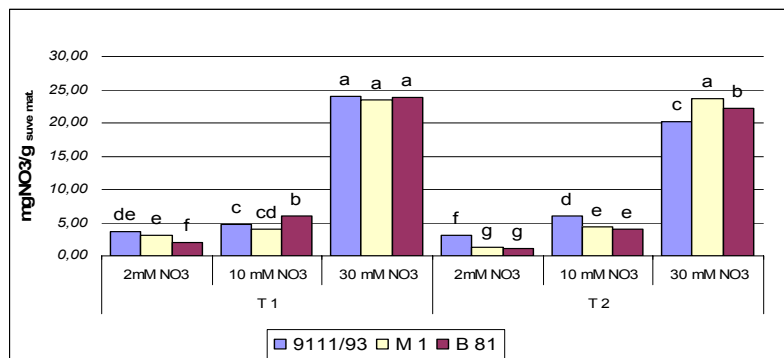
3. REZULTATI ISPITIVANJA I ANALIZA

3.1 Sadržaj nitrata u biljkama

Sadržaj nitrata u korenu biljaka je određen na sredini (T₁) i na kraju trajanja tretmana (T₂). Vrednosti sadržaja nitrata u korenu, za svaki period, dat je u grafikonu 1.

Graf. 1. Uticaj koncentracije nitrata u hranljivom rastvoru na sadržaj nitrata u korenu biljaka ispitivanih klonova u zavisnosti od dužine trajanja tretmana (mg/g_{suve materije})

Graph 1. Influence of nitrates in nutrient solution on nitrate content in roots of examined clones plants depending on treatment duration (mg/g_{dry mass})



Sadržaj nitrata u korenu biljaka na polovini tretmana (T₁) se značajno razlikovao između pojedinačnih tretmana, kako u prosečnim vrednostima, tako i u pogledu interakcije klon x tretman. Biljke gajene u rastvoru sa 30 mM NO₃⁻ su imale mnogostruko veću akumulaciju nitrata, u poređenju sa biljkama gajenim na 2 mM NO₃⁻ i 10 mM NO₃⁻. Najveća akumulacija nitrata je zabeležena kod klona 9111/93 pri tretmanu 30 mM NO₃⁻. Razlike između prosečnih vrednosti klonova u akumulaciji nitrata nisu zabeležene.

Na kraju perioda gajenja (T₂), razlike u akumulaciji nitrata su ostale približno jednake, u poređenju sa periodom T₁. Najveća diferencijacija između klonova je ispoljena pri tretmanu 30 mM NO₃⁻, gde su razlike u akumulaciji nitrata između sva tri klona bile signifikantne. Najveća akumulacija je zabeležena kod klona Pannonia.

3.2. Sadržaj ukupnog azota u biljkama

Sadržaj ukupnog azota u korenu biljaka uzorkovanih u istom periodu je pokazao značajne razlike između tretmana 2mM i 30mM NO₃⁻ kod klonova B-81 i 9111/93, dok su kod klona Pannonia razlike bile izražene samo pri tretmanu 30 mM NO₃⁻. Razlike između prosečnih vrednosti klonova nisu bile signifikantne, dok su razlike između prosečnih vrednosti tretmana bile značajne pri tretmanu 2 mM NO₃⁻ (tabela 1).

Sadržaj ukupnog azota u korenu na kraju tretmana (T₂), je pokazao da ne postoje značajne razlike između prosečnih vrednosti klonova, kao ni između prosečnih vrednosti tretmana. U pogledu interakcije klon x tretman, signifikantne razlike između tretmana su uočene kod klonova B-81 i 9111/93, dok kod klona Pannonia nisu bile zabeležene značajne razlike.

Tabela 1. Uticaj koncentracije nitrata (mMNO_3^-) u hranljivom rastvoru na sadržaj ukupnog azota (%) u korenu biljaka ispitivanih klonova u zavisnosti od dužine trajanja tretmanaTable 1. The influence of concentration of nitrate in nutrient solution (mMNO_3^-) on total nitrogen content (%) in roots of examined clones' plants depending on treatment duration

| Klon <i>Clone</i> | Sadržaj ukupnog azota (%) <i>Total nitrogen content (%)</i> | | | Prosek <i>Average</i> |
|---|--|----------|---------|--------------------------|
| | (NO_3^-) ₂ | 10 | 30 | |
| T 1 | | | | |
| 9111/93 | 2,317cd | 3,357a | 3,449a | 3,041a |
| Pannonia | 2,803b | 2,847b | 3,424a | 3,025a |
| B 81 | 2,264d | 2,565bcd | 2,652bc | 2,493a |
| Prosek <i>Average</i> | 2,461b | 2,923a | 3,175a | |
| Klon <i>Clone</i> Tretman <i>Treatment</i> Interakcija <i>Interaction</i> | | | | |
| LSD (0.05) | 0,307 | 0,307 | 0,344 | |
| T 2 | | | | |
| 9111/93 | 2,409c | 2,818b | 1,943d | 2,521a |
| Pannonia | 2,468c | 2,478c | 2,298c | 2,414a |
| B 81 | 2,050d | 2,478c | 3,036a | 2,390a |
| Prosek <i>Average</i> | 2,309b | 2,591a | 2,425ab | |
| Klon <i>Clone</i> Tretman <i>Treatment</i> Interakcija <i>Interaction</i> | | | | |
| LSD (0.05) | 0,192 | 0,192 | 0,215 | |

(T₁) Sadržaj azota u korenu biljaka na polovini tretmana*Nitrogen content in plants' roots at the middle of treatment*(T₂) Sadržaj azota u korenu biljaka na kraju tretmana*Nitrogen content in plants' roots at the end of treatment*

3.3. Hemijski sastav korena i stabla ispitanih klonova

Rezultati analize hemijskog sastava po grupama jedinjenja uzoraka korena i stabla ispitanih klonova prikazani su tabelama 2 i 3. Prikazani su samo rezultati analize biljaka nakon završenog tretmana sa rastvorom koji sadrži najviše nitrata (modifikovani Hoaglandov hranljivi rastvor sa 30 mM NO_3^- , kao tretman sa povišenim sadržajem nitrata), pošto su u njima konstatovane signifikantne razlike.

Konstatovane su visoke vrednosti sadržaja pepela (tabele 2 i 3), pogotovo za uzorke korena ispitivanih klonova, koje se kreću u granicama od 13,99% do 19,71% za koren, i od 4,72% do 7,09% za stabla. To je sigurno posledica povećanog sadržaja nitrata u biljkama, koji je konstatovan nakon tretmana biljaka, odnosno nakon remedijacije. Nakupljanje nitrata, koje je naročito izraženo u korenu biljaka ispitanih klonova, se javlja kao značajno povećani sadržaj pepela, odnosno neorganskih materija u biljci. Sadržaj nitrata u supstratu je pokazao povezanost sa sadržajem nitrata akumuliranih u biljkama. Analiza rezultata o sadržaju pepela u biljkama dokazuje tvrdnju i drugih autora da se najveća količina nitrata akumulira u

korenu biljaka (V o u i l l o t i s a r . , 1996; G e b a u e r i S c h u l z e , 1997; M i n i s a r . , 1998; B l a c k i s a r . , 2002).

Tabela 2: Hemijski sastav korena ispitivanih klonova topole (%) nakon završenog tretmana rastvorom nitrata (koncentracija 30 mM NO₃⁻)

Table 2: Chemical composition of roots in examined poplar clones (%) after the treatment with nitrate solution (concentration 30 mM NO₃⁻)

| Klon Clone | Ekstraktivi Extractives | Celuloza Celulose | Lignin Lignin | Pepeo Ash |
|----------------|-------------------------|-------------------|---------------|-----------|
| 9111/93 | 2,68 | 22,08 | 25,29 | 13,99 |
| Pannonia | 3,95 | 24,13 | 27,64 | 17,33 |
| B 81 | 2,71 | 19,27 | 31,91 | 19,71 |
| Prosek Average | 3,11 | 21,83 | 28,28 | 17,01 |

Tabela 3: Hemijski sastav stabla ispitivanih klonova topole (%) nakon završenog tretmana rastvorom nitrata (koncentracija 30 mM NO₃⁻)

Table 3: Chemical composition of shoots of examined poplar clones (%) after the treatment with nitrate solution (concentration 30 mM NO₃⁻)

| Klon Clone | Ekstraktivi Extractives | Celuloza Celulose | Lignin Lignin | Pepeo Ash |
|------------|-------------------------|-------------------|---------------|-----------|
| 9111/93 | 1,49 | 37,28 | 19,25 | 6,13 |
| Pannonia | 0,86 | 38,39 | 27,71 | 4,72 |
| B 81 | 1,70 | 34,40 | 19,66 | 7,09 |
| Prosek | 1,35 | 36,68 | 22,21 | 6,54 |

Sadržaj ekstraktivnih materija je nešto povišen u uzorcima korena, ali se može smatrati da je u granicama uobičajenih vrednosti za drvo topole. Sadržaj ovih nestrukturiranih materija u drvetu je veoma sličan u poređenju sa podacima koje daju G o y a l e t a l . , (1999) za pet klonova starosti 8 godina, za sadržaj ekstraktiva u granicama 1.7% do 3.1%. U našim ranijim istraživanjima hemijskog sastava drveta klonova *P. deltoides* Bartr. (starosti 7 godina) srednja vrednost sadržaja ekstraktiva je iznosila oko 1,5% (K o p i t o v i ć i s a r . , 1996), dok je srednja vrednost klona 725 (starost 9 godina) bila 3.2% (K l a š n j a i s a r . , 1998). Smatra se da su niže vrednosti sadržaja ekstraktivnih materija u drvetu karakteristične za stabla sa izraženim debljinskim prirastom /Y a n c h u k i s a r . , 1988/.

Sadržaj celuloze je primetno nizak, kako u korenu, a naročito u stablima ispitivanih reznica, što se pre svega može tumačiti time što su biljke u veoma mladom uzrastu. Naime, prosečni sadržaj od 36,68% u stablima, odnosno od samo 21,83% u korenu, se veoma teško može porediti sa podacima o sadržaju celuloze u odraslim stablima, gde na primer, postoji visok raspon minimalne i maksimalne vrednosti: od 45,82% (klon 457) do 56,84% (klon S6-360) (K l a š n j a , 1991).

Ako se posmatraju vrednosti sadržaja lignina, odmah je uočljiv izrazito visok sadržaj u uzorcima korena, pošto je sadržaj celuloze veoma nizak, a radi se o

veoma mladim biljkama. Srednja vrednost sadržaja lignina u korenu je 28,28%, a u stablima 22,21%, i nema velikih razlika među ispitanim klonovima. Naša ranija istraživanja su za klon 457 (starost 7 godina) dala podatak od 28,13%, što je za Klasonov lignin liščarskog drveta neobičajeno visoko. Srednja vrednost za liščarske vrste se, uglavnom, kreće oko 22% (u pitanju je drvo relativno mladih biljaka). Srednja vrednost za nekoliko klonova *P. deltoides* starosti 9 godina je 22,7% (K o p i t o v i ć i sar., 1996). A l v a r e z i T j e e r d s m a (1995) daju podatke od 18,6% za drvo starosti 9 godina, a G o y a l i sar., (1999) od 16,6% do 26,4% za nekoliko klonova starosti 8 godina.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu je izvršena hemijska analiza korena i stabala ožiljenica više klonova topola koje su rasle u polukontrolisanim uslovima u vodenoj kulturi sa definisanim sadržajem nitrata, sa ciljem da se prati sposobnost fitoremedijacije, i da se na osnovu različitih parametara odaberu superiorni klonovi za fitoremedijaciju, uz mogućnost korišćenja nekog od parametara u ranoj selekciji. Ono što se generalno može reći o hemijskom sastavu drveta, odnosno korena i stabla ovih ožiljenica je to da je najveći uticaj povećanja koncentracije nitrata u hranljivom rastvoru zabeležen u slučaju sadržaja pepela i celuloze. Naime, značajno povećan sadržaj pepela, naročito u korenu ispitanih klonova, je svakako posledica nakupljanja nitrata tokom procesa fitoremedijacije, najvećim delom baš u korenu. Nizak sadržaj celuloze u drvetu biljaka korišćenih za remedijaciju je, uglavnom, posledica uzrasta biljaka. Naime u ogledu su korišćene ožiljenice ispitivanih klonova, koje su starosti ispod jedne godine, bez formiranog korena i krošnje, tako da je o pravom, klasičnom procesu formiranja stabla i ostalih delova biljke u ovako ranoj fazi rasta veoma teško i govoriti. S obzirom da je sadržaj neorganskih i organskih ekstraktivnih materija značajno povećan, a sadržaj gradivnih komponenta ćelijskog zida – celuloze i lignina, znatno ispod prosečnih vrednosti, čak i za juvenilno drvo topola, teško je doneti prave zaključke o promenama hemijskog sastava ovako tretiranog drveta. Smatramo da je neophodno prikupiti rezultate dobijene analizom starijih biljaka, koje će se koristiti u realnim uslovima za fitoremedijaciju nitrata, što će dati mogućnost sagledavanja uticaja procesa remedijacije na karakteristike drveta topola, kao i na mogućnost njihove kasnije primene.

LITERATURA

- Alvarez, R.S., Tjeerdsma, B.F. (1995): Organosolv pulping of poplar wood from short rotation intensive culture plantations. *Wood Fiber Sci.* 27(4): 395-401.
- Black, B.L.; Fuchigami, L.H.; Coleman, G.D. (2002) Partitioning of nitrate assimilation among leaves, stems and roots of poplar. *Tree Physiology*, 22 (10), 717-724
- Ferro, A.; Chard, J.; Kjellgren, R.; Chard, B.; Turner, D.; Montague, T. (2001) Groundwater capture using hybrid poplar trees : Evaluation of a system in Ogdah, Utah. *International Journal of Phytoremediation*, 3(1), 87-104.

- Gebauer, G.; Schulze, E.-D. (1997) Nitrate Nutrition of Central European Forest Trees, In: *Trees-Contributions to Modern Tree Physiology* (eds. Rennenberg, H.; Eschrich, W.; Ziegler, H.), Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 273-291.
- Goyal, G.C., Fisher, J.J., Krohn, M.J., Packood, R.E., Olson, J.R. (1999): Variability in pulping and fiber characteristics of hybrid poplar trees due to their genetic makeup, environmental factors, and tree age. *TAPPI* 82(5): 141-147.
- Kastori, R.; Petrović, M. (1972) Uticaj nekih biogenih elemenata na stomin aparat biljaka kukuruza, *Zbornik Matice Srpske za prirodne nauke* 42, 124-135.
- Kastori R.; Petrović, N. (2003) Nitrati u povrću: fiziološki, ekološki i agrotehnički aspekti; Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo - Novi Sad; Verzal, Novi Sad, Jugoslavija
- Klašnja, B. (1991): Ispitivanje uticaja strukturnih, fizičkih i hemijskih svojstava drveta pojedinih klonova topola na proces dobijanja i osobine sulfatne celuloze. *Radovi instituta za topolrastsvo*, Knjiga 25. 173.
- Klašnja, B., Kopitović, Š., Poljaković Pajnik, L. (1998): Yield and properties of NSSC semichemical pulp obtained from microbiologically degraded poplar and willow wood. *Topola* (161/162): 17-30
- Kopitović, Š., Klašnja, B., Guzina, V., Orlović, S. (1996): Structural physical characteristics and chemical composition of wood of some hybrid progenies of Eastern cottonwood (*P. deltoides* Bartr.). *Drevarsky Vyskum* 41(4):23-14.
- Licht, L. A.; Schnoor, J. L. (1993) Tree buffers protect shallow ground water at contaminated sites. EPA Ground Water Currents, Office of Solid Waste and Emergency Response. EPA/542/N-93/011.
- Min, X.M.; Siddiqi, Y.; Guy, R.D.; Glass, A.D.M.; Kronzucker, H.J. (1998) Induction of nitrate uptake and nitrate reductase activity in trembling aspen and lodgepole pine. *Plant, Cell and Environment* 21, 1039-1046
- Newman, L.A.; Strand, S. E.; Domroes, D.; Duffy, J.; Ekuan, G.; Karscig, G.; Muiznieks, I. A.; Ruszaj, M.; Heilman, P.; Gordon, M.P. (1997) Abstract: Removal of trichlorethylene from a simulated aquifer using poplar. Fourth International In Situ and On-Site Bioremediation Symposium, April 28 - May 1, 1997, New Orleans, LA. 3: 321.
- Pilipović, A. (2005): Uloga topola (*Populus spp.*) u fitoremedijaciji voda zagadjenih nitratima. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, 2005.
- Pravilova, T.A. (1984): Himičeskij kontrolj proizvodstva sulfatnoj celljulozi. *Lesnaja promišljennost*, Moskva
- Sarić, M.; Kastori, R.; Petrović, M.; Stanković, Ž.; Krstić, B.; Petrović, N. (1990) Praktikum iz fiziologije biljaka, Naučna knjiga, Beograd
- Schepers, J.S.; Francis, D.D.; Shanahan, J.F. (2005) Relay Cropping for Improved Air and Water Quality. *A journal of Biosciences, Zeitschrift fur Naturforschung C*, 60 (3/4), 186-190.
- Vouillot, M.O.; Machet, J.M.; Meynard, J.M. (1996) Relationship between the amount of reduced nitrogen accumulated in winter wheat shoots and the activity of nitrate reductase measured in situ, *European Journal of Agronomy* 5, 227-236.

Yanchuk, A.D., Spilola I., Micko, M.M.(1988): Genetic variation of extractives in the wood of trembling aspen. Wood Science and Technology 22, 67-71.

Summary

CHEMICAL COMPOSITION OF WOOD OF SOME POPLAR CLONES USED FOR NITRATE PHYTOREMEDIATION

by

Bojana Klačnja, Andrej Pilipović, Zoran Galić, Marina Katanić

Greenhouse experiments at the Institute of Lowland Forestry and Environment were conducted with aim to investigate effect of nitrate concentration on growth and physiological parameters of hydroponically grown poplar cuttings. Investigation of physiological parameters associated with nitrogen metabolism in plants and effect of increased nitrogen concentrations on chemical composition of poplar wood was assessed with aim to obtain additional information in selection of poplars for phytoremediation.

*The objective of this work was the examination of chemical composition of rooted cuttings (root and stem) of three poplar clones *P.x euramericana* cl. Pannonia, *P. deltoides* cl. B-81, (*P. nigra* x *P. maximowiczii*) x *P. nigra* var. »Italica« cl. 9111/93, grown under different nitrate concentration in nutrient solution during investigation of their phytoremediation potential. Strongest correlation with nitrate concentration was recorded for ash and cellulose contents. It was found that the most amount of nitrate was accumulated in the plant's roots, and that is reason of significant increasing of ash content in root and stem. Because the analysis of chemical composition is carried out with very young plants, cellulose contents is very low (21.83% - roots, and 36.68% - stem), and lignine content is very high (28.28% - roots, and 22.21% - stem), compared to common values for poplar wood.*

Considering the fact that amount of inorganic extractive substances was increased significantly (17.01% - roots, and 6.54% - stem), while constructive compounds like lignine and cellulose was way beyond average values even for juvenile wood, it is very hard to give appropriate conclusions about changes in chemical composition of treated wood. Necessity of further researches on adult plants in true phytoremediation conditions is required.