

UDK: 582.623.2:581.19

Izvorni naučni rad *Original scientific paper*

HEMIJSKI SASTAV DRVETA ODABRANIH KLONOVA TOPOLA

Klašnja Bojana, Orlović Saša, Galić Zoran, Kebert Marko¹, Stevanov Mirjana²

Izvod: U radu se daje prikaz zapreminske mase i dužine vlakana, kao i hemijskog sastava drveta različitih klonova topola, starosti 10 godina, koja su obavljena u Institutu za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu u Novom Sadu. Ispitivanja hemijskog sastava su obuhvatila uzorke drveta stabala sa različitih visina debla, a odnose se na standardne analize sadržaja osnovnih hemijskih konstituenata drvnog tkiva ćelijskog zida: celuloze, lignina i hemiceluloza, kao i na određivanje sadržaja ekstraktivnih materija i neorganskih materija – pepela u drvetu. Metodama statističke analize su konstatovane značajne – signifikantne razlike svih analiziranih konstituenata drvene supstance kao posledica različitog hemijskog sastava drveta ispitanih klonova.

Ključne reči: crne topole, euramerička topola, hemijski sastav

CHEMICAL COMPOSITION OF WOOD OF SOME POPLAR CLONES

Abstract: *The objective of this work was to investigate the wood volume density and fiber length of wood of some poplar clones aged 10 years, obtained at Institute of Lowland Forestry and Environment in Novi Sad. For chemical composition of wood samples were taken from different height of stem and regarding to standard analyses of main chemical constituent of cell wall wood tissue: cellulose, lignin, and pentosanes, as well as extractives and ash content. Variability of chemical composition was determined by statistical methods. There are significant differences between the contents of all individual components of wood chemical composition.*

Key words: *black poplar, euramerican poplar, chemical composition*

1. UVOD

U radu je prikazan deo rezultata ispitivanja koja su obavljena u laboratorijama Instituta sa ciljem da se odrede osnovne karakteristike kvaliteta drveta raznih klonova topola. S obzirom da se drvo topola uglavnom koristi kao sirovina za proizvodnju vlakana i mehaničku preradu, prilagodjen je pristup istraživanja u tom smislu da se za potrebe mehaničke prerade koristi drvo iz klasičnih zasada sa dužom ophodnjom (preko 20 godina). U slučaju prerade drveta u

¹ Dr Bojana Klašnja, naučni savetnik, dr Saša Orlović, naučni savetnik, dr Zoran Galić, viši naučni saradnik, Marko Kebert, dipl. biohemičar, istraživač pripravnik, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad

² Dr Mirjana Stevanov, naučni saradnik, Fakultet za šumarstvo i ekologiju šuma, Getingen, Nemačka

industriji vlakana, primenjuju se kraći ciklusi ophodnje, uz mogućnost usmerene selekcije u ranoj fazi, sa ciljem da se kvalitet drvne sirovine prilagodi nameni.

Proizvodnja drveta brzorastućih vrsta, u koje spada i topola, u ciklusima kratke ophodnje predstavlja mogućnost za dobijanje kvalitetne sirovine za mehaničku preradu i naročito, hemijsku preradu, u uslovima sve većeg nedostataka industrijskog četinarskog drveta. Mnogobrojna ispitivanja su pokazala da postoje značajne razlike u sastavu drvne supstance sa aspekta hemijskog sastava po grupama jedinjenja između različitih klonova topola. Nekoliko autora je pokazalo da se selekcijom i oplemenjivanjem može u ranoj fazi uticati na karakteristike drvnih vlakana i specifičnu težinu drveta (De Bell et al., 1998; Ivkovich, 1996; Peszlen, 1998; Matyas i Peszlen, 1997). Takođe, Goyal, et al. (1999) su objavili da se može uticati i na hemijski sastav drveta i njegove fizičke osobine tokom oplemenjivanja izabranih klonova topola. Statistički značajne razlike, na klonskom nivou, hemijskog sastava i tehnoloških karakteristika su pokazane analiziranjem rezultata ispitivanja 20 klonova topola starosti 7 godina (Chantre, 1995). Važno je napomenuti da uslovi staništa, tehnika gajenja, uslovi okoline, kao i starost drveta mogu u značajnoj meri da utiču na rezultate ispitivanja hemijskog sastava drveta.

Cilj ovog rada je da se ustanove razlike u pogledu zapreminske mase, dužine vlakana i hemijskog sastava drveta različitih klonova topola, američke crne topole, i da se analizira odnos prema najčešćem klonu u našoj topolarskoj praksi, klonu I-214. koji je u grupi eurameričkih topola (*P.x euramericana*).

2. METOD RADA

U okviru ovih ispitivanja je prikazan deo istraživanja svojstava drveta četiri klona američke crne topole (*P.deltoides* Bartr.), u poredjenju sa osobinama klona I-214 (*P. x euramericana* Dode), kao najzastupljenijim klonom u proizvodnoj praksi, koji je uzet kao referentni nivo. Starost odabranih klonova je 10 godina a gustina sadne je 3 x 3m.

Na osnovu fenotipske procene nekoliko značajnih svojstava: prečnik i visina stabla, oblik debla i krošnje, pravnost, granatost, osetljivost na oboljenja i oštećenja, i sl., obavljena su dendrometrijska merenja i odabrana su po tri modelna stabla svakog klona. Od svakog klona su uzeta po tri srednja stabla, a od svakog debla su sa tri visine uzeti uzorci za ispitivanje osnovnih karakteristika drveta. Nakon izbora i obaranja modelnih stabala, izvršena je zapreminska analiza i uzeti su kolotovi debljine oko 3 cm sa prsne visine, i sa visine koja odgovara polovini i tri četvrtine visine debla

Tako dobijeni uzorci su poslužili za određivanje dužine vlakana i zapreminske mase drveta, kao najvažnijih strukturnih i fizičkih osobina drveta. Za određivanje dužine vlakana je prethodno izvršena maceracija vlakana po modifikovanom metodu Franklina (Franklin, 1945), a prosečna brojna i masena dužina vlakana je izračunata za svaki klon na osnovu metode koju je predložio Clark, (1983).

Odredjivanje nominalne zapreminske mase drveta (apsolutno suva masa po jedinici zapremine drveta sa maksimalnim sadržajem vlage) je izvršeno prema JUS standardu D.A1.044.

Od uzoraka drveta koji su uzeti prema napred pomenutoj metodologiji, su mlevenjem i mešanjem u određenim proporcijama pripremljeni uzorci za odredjivanje hemijskog sastava. Odredjen je hemijski sastav po glavnim komponentama – grupama jedinjenja, 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 pentozana bromid bromatna metoda (Pravilova, 1984); sadržaj celuloze po metodi Kurschner-Hoffer (Pravilova, 1984). Za analizu rezultata je korišćena statistička analiza koja je obuhvatila izračunavanje srednjih vrednosti, koeficijenta varijacije i analizu varijanse (ANOVA).

3. REZULTATI ISPITIVANJA I ANALIZA

3.1. Zapreminska masa drveta

Vrednosti apsolutno suve i nominalne zapreminske mase ispitanih klonova su prikazane u tabeli 1. Primetno je variranje vrednosti u zavisnosti od klona, uz napomenu da je najniža vrednost i apsolutno suve (310 kgm^{-3}), i nominalne zapreminske mase (285 kgm^{-3}), zabeležena za klon I-214.

Tabela 1: Zapreminska masa drveta

Table 1: Wood density

Klon <i>Clone</i>	Poroznost <i>Porosity</i> %	Aps. suva <i>Oven dry</i> kgm^{-3}	Nominalna <i>Basic</i> kgm^{-3}	U odnosu na <i>Regarding to</i> I-214
S1-8	73.65	395	351	125
S6-36	70.65	440	393	140
S6-20	73.52	397	357	126
S1-3	74.72	379	350	122
I-214	79.32	310	285	100

Najviše vrednosti su odredjene za klon S6-36 i to za apsolutno suhu zapreminsku masu koja iznosi 440 kgm^{-3} . Analiza varijanse pokazuje da postoje značajne razlike između klonova ($P=0.001$), kako za vrednosti nominalne, tako i za vrednosti apsolutno suve zapreminske mase. Relativni odnos prema klonu I-214 pokazuje da su vrednosti zapreminske mase klonova crnih topola značajno veće, za klon S6-36 čak za 40%.

Za drvo topole kao difuzno-poroznu vrstu sa niskom gustinom drveta, može se konstatovati da je gustina nešto veća u delovima preseka bliže srži, tj u ranoj fazi rasta biljke. Značajno povećanje zapreminske mase se zapaža tek posle petnaeste godine rasta (Chantre, 1995), dok je Blankehorn, (1988) saopštio da se specifična težina drveta povećava sa starošću. Slično, Bendtsen i Senft, (1986) su ustanovili da nema velikih promena specifične težine sa starošću i da je porast

svoga 10% u odraslom drvetu u poredjenju sa juvenilnim drvetom kod klonova *P.deltoides*.

3.2 Dužina drvnih vlakana

Dužina drvnih vlakana drveta topola opada sa visinom stabla. Analizom varijanse dobijenih vrednosti su ustanovljene signifikantne razlike ne samo po visini stabla, nego i izmedju ispitanih klonova (tabela 2).

Tabela 2: Dužina drvnih vlakana, mm

Table 2: Fiber length, mm

Klon Clone	Uzorak Sample 1.3 m	Uzorak Sample ½ H	Uzorak Sample ¾ H	Prosek Average	U odnosu na Regarding to I-214
S1-8	1.050	1.109	0.919	1.026	104
S6-36	1.053	1.100	0.960	1.038	105
S6-20	1.067	1.088	1.029	1.061	107
S1-3	1.001	1.046	0.941	0.996	101
I-214	0.996	1.029	0.949	0.991	100

Dužina drvnih vlakana varira od 0,991 mm do 1.026 mm u proseku, i u granicama je vrednosti koje se sreću za drvo topole

3.3 Hemijski sastav drveta

Pregled rezultata analiza hemijskog sastava po grupama jedinjenja, po visinama stabala ispitivanih klonova je dat u narednim tabelama.

Prosečan sadržaj celuloze se kreće u intervalu od 50,79% za klon I-214, do 56,21% za klon S6-36 (Tabela 3). Analiza varijansi pokazuje značajne razlike unutar pojedinih klonova, po visini stabla, ali i interklonalne razlike. Koeficijent varijacije je 3,59%.

Tabela 3: Sadržaj celuloze, %

Table 3: Cellulose content, %

Klon Clone	Uzorak Sample 1.3 m	Uzorak Sample ½ H	Uzorak Sample ¾ H	Prosek Average	U odnosu na Regarding to I-214
S1-8	52.89	52.67	50.08	52.21	103
S6-36	56.75	56.14	55.75	56.21	111
S6-20	56.81	55.92	53.95	55.56	109
S1-3	52.15	51.35	50.3	51.27	101
I-214	51.79	51.04	49.55	50.79	100

Sadržaj celuloze uglavnom opada po visini stabla, vrednosti su u granicama koje su konstatovane u našim ranijim ispitivanjima (Klašnja, 2006, Klašnja et al.

2007), i koje se mogu naći u literaturi, a nešto povećan sadržaj (preko 50%) može biti posledica pojave tenzionog drveta, koje je karakteristično za ovu drvenu vrstu.

Varijacije sadržaja pentozana (tabela 4), su izrazitije nego za sadržaj celuloze. Najniži prosečni sadržaj je ustanovljen za klon S6-36 u iznosu 16,96%, a najviši za klon S1-3 od 19,29 %. Koficijent varijacije je 6.13 %, a razlike su signifikantne, kako unutar klonova, odnosno po visinama uzimanja uzoraka, tako i između ispitanih klonova.

Tabela 4: Sadržaj pentozana, %

Table 4: Pentozanes content, %

Klon Clone	Uzorak Sample 1.3 m	Uzorak Sample ½ H	Uzorak Sample ¾ H	Prosek Average	U odnosu na Regarding to I-214
S1-8	18.31	18.38	19.29	18.66	100
S6-36	16.64	17.01	17.23	16.96	90
S6-20	16.59	17.10	17.36	17.02	90
S1-3	19.02	19.30	19.55	19.29	102
I-214	18.60	18.78	19.26	18.88	100

Posmatrano kao ukupni sadržaj ugljenohidratne komponente (celuloza + pentozani), uočava se uzak interval od 71,07% za klon S1-8 do 72,58% za klon S6-20, dok vrednost za klon I 214 iznosi 69,67%

Ukupan sadržaj polisaharida (srednja vrednost 71,48%) je vrlo povoljan u slučaju korišćenja drveta ovih klonova kao sirovine za proizvodnju vlakana, i u skladu je sa rezultatima naših prethodnih istraživanja. Podaci koje daju Goyal, et al. (1999) su nešto viši (73,8 do 85,7%) za pet klonova starosti 8 godina, s tim što je sadržaj ekstraktivnih materija u granicama 1.7% do 3.1%. Alvarez i Tjeerdsma, (1995) daju vrednosti za sadržaj ugljenih hidrata od 71.5%, i ekstraktivnih materija od 1.3% za *P.deltoides x trichocarpa* "Donk" starosti 9 godina.

Tabela 5: Sadržaj lignina, %

Table 5: Lignin content, %

Klon Clone	Uzorak Sample 1.3 m	Uzorak Sample ½ H	Uzorak Sample ¾ H	Prosek Average	U odnosu na Regarding to I-214
S1-8	22.03	22.09	26.35	23.49	97
S6-36	19.98	22.02	26.2	22.73	94
S6-20	22.48	23.88	26.11	24.16	100
S1-3	24.51	20.25	26.63	23.80	98
I-214	22.64	24.44	25.48	24.19	100

Statistička analiza sadržaja lignina (tabela 5) nije ukazala na signifikantne razlike među klonovima, jer su vrednosti u relativno uskom intervalu od 23,49% do 24.19%, ali su zato konstatovane značajne razlike između vrednosti na različitim visinama stabla. Najviše vrednosti su određene za referentni klon I 214, a najniže za klon S6-36, i one su u granicama vrednosti za lišćarske vrste. Ove vrednosti se slažu

sa vrednostima dobijenim u ranijim ispitivanjima drveta slične starosti: srednja vrednost za nekoliko klonova *P. deltoides* starosti 9 godina je 22,7% (Kopitović et al., 1996, Klačnja i Kopitović, 1997, 2006). Alvarez i Tjeerdsma, (1995) daju podatke o srednjoj vrednosti od 18.6% za drvo starosti 9 godina, a Goyal, et al. (1999) od 16.6% to 26.4% za nekoliko klonova starosti 8 godina.

Vrednosti sadržaja ekstraktivnih materija su prikazane u tabeli 6. Ako se posmatraju srednje vrednosti za svaki klon, može se videti da se kreću u relativno širokom opsegu od 2,32 % za klon S6-20 pa do 3,27 % za klon S6-36.

Tabela 6: Sadržaj ekstraktivnih materija, %

Table 6: Extractives content, %

Klon Clone	Uzorak Sample 1.3 m	Uzorak Sample ½ H	Uzorak Sample ¾ H	Prosek Average	U odnosu na Regarding to I-214
S1-8	2.37	2.63	2.64	2.55	79
S6-36	2.83	3.30	3.68	3.27	101
S6-20	1.98	2.30	2.67	2.32	72
S1-3	1.87	2.45	2.74	2.35	73
I-214	2.67	3.44	3.57	3.23	100

Medjutim, ako se uporede vrednosti koje se dobiju analizom drveta uzoraka sa različitim visina stabla, razlike su još značajnije. Statističkom analizom je potvrđena značajnost razlika, kako između klonova, tako i po visini stabla za svaki pojedinačni klon. Takođe, potvrđuje se pravilo da sadržaj lignina i ekstraktivnih materija raste sa porastom visine stabala.

U našim ranijim istraživanjima hemijskog sastava drveta klonova *P.deltoides* Bartr. (starosti 7 godina) srednja vrednost sadržaja ekstraktivnih materija je iznosila oko 1,5% (Kopitović, et al. 1996), dok je srednja vrednost klona 725 (starost 9 godina) bila 3.2% (Klačnja i Kopitović, 1997). Prema tvrdnjama Yanchuk, et al. (1988), niže vrednosti sadržaja ekstraktivnih materija u drvetu su karakteristične za stabla sa izraženim debljinskim prirastom.

Tabela 7: Sadržaj pepela, %

Table 7: Ash content, %

Klon Clone	Uzorak Sample 1.3 m	Uzorak Sample ½ H	Uzorak Sample ¾ H	Prosek Average	U odnosu na Regarding to I-214
S1-8	0.95	0.58	0.47	0.67	85
S6-36	0.8	0.7	0.52	0.67	85
S6-20	0.9	0.64	0.46	0.67	85
S1-3	0.81	0.55	0.4	0.59	75
I-214	0.9	0.85	0.62	0.79	100

U tabeli 7 je dat pregled rezultata sadržaja neorganskih ekstraktivnih materija – pepela u drvetu ispitanih klonova.

Dobijene vrednosti, kao i naknadna statistička obrada, pokazuju da ne postoje signifikantne razlike između srednjih vrednosti za pojedine klonove, ali da se vrednosti sadržaja pepela značajno razlikuju po visini stabla, unutar svakog klona.

Ono što je važno istaći u okviru hemijskog sastava drveta različitih klonova topola je to da se u procesu izbora – selekcije klonova može uticati na hemijski sastav već u ranoj fazi. Naime, našim ranijim istraživanjima hemijskog sastava drveta 40 klonova (*P. deltoides* Bartr., sekcija *Aigeiros*), starosti 4 godine, je potvrđeno da su faktori naslednosti u širem smislu za sadržaj lignina, ukupnih polisaharida i ekstraktiva vrlo visoki i slični: za lignin 0.936, za polisaharide 0.937 i za ekstraktive 0.999, (Klašnja et al., 2003, 2005)

4. ZAKLJUČAK

Ispitivanja koja se odnose na definisanje fizičkih osobina i hemijskog sastava drveta različitih klonova topola, ukazuju na to da je uticaj selekcije u ranoj fazi razvoja biljke veoma značajan. Rezultati analize varijanse hemijskog sastava drveta nekoliko klonova topola, starosti 10 godina, su pokazali da postoji značajna interklonalna varijabilnost u pogledu skoro svih komponenata hemijskog sastava drveta. Konstatovane su naročito značajne razlike u sadržaju ugljenohidratne komponente, kao i velik interval ukupnog sadržaja celuloze i pentozana, glavnih komponenata važnih za hemijsku preradu. Za opredeljivanje pogodnosti klonova za određenu namenu mora se naravno, pored fizičkih, strukturnih, hemijskih i nekih tehnoloških parametara drveta, uzeti u obzir i biološke mogućnosti klonova, uslovi i način gajenja, kao i niz drugih činilaca značajnih u procesu selekcije topola.

5. 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.
- Bendtsen, B.A., Senft, J. (1986): Mechanical and anatomical properties in individual growth rings of plantation grown eastern cottonwood and loblolly pine. *Wood Fiber Sci.* 17(1): 23-38.
- Blankehorn, P.R., Bowersox, W., Straus, C.H., Stimely, G.L., Stover, L.R., Di Cola, M.L. (1988): Effects of management strategy and site on selected properties of first rotation *Populus* hybrid NE-388. *Wood Fiber Sci.* 20(1): 74-81
- Chantre, G. (1995): Variabilite clonale des caracteristiques technologiques chez le peuplier. *Comptes-Rendus Academie Agricult. France* 81(3): 207-224.
- Clark, J.A. (1983): Pulp technology and treatment (translation from Russian). *Lesnaja promislennost, Moskva*: 62.
- DeBell, J.D., Gartner, B.L., DeBell, D.S. (1998): Fiber length in young hybrid *Populus* stems grown at extremely different rates. *Can. J. Forest Res.* 28(4): 603-608.

- Franklin, G.L., (1945): Preparation of thin sections of synthetic resins, and woodresin composites, and a new macerating method for wood. *Nature* 51: 145.
- 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.
- Ivkovich, M. (1996): Genetic variation of wood properties in Balsam Poplar (*Populus balsamifera* L.). *Silvae Genetica* 45 (2-3): 119-124.
- Klašnja, B., Kopitović, Š. (1997): Some properties of wood of poplar and willow genotypes and clones. 3rd International Conference on the Development of Forestry and Wood Science and Technology. Proceedings of the Conference, Volume II: 419-424.
- Klašnja, B., Kopitović, Š., Orlović, S. (2003): Variability of some wood properties of Eastern Cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.) clones. *Wood Science and Technology*, vol 37, No.3-4: 331-337.
- Klašnja, B., Orlović, S., Galić, Z. (2005): Chemical composition variability of juvenile wood of selected poplar clones. *Drevarsky Vyskum* 50(1): 19-26.
- Klašnja, B., Kopitović, Š. (2006): Drvo topola kao sirovina za proizvodnju vlakana, Poljoprivredni fakultet IRC Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu Novi Sad, s. 168.
- Klašnja, B., Orlović, S., Drekić, M., Radosavljević, N., Marković, M. (2007): Mogućnosti korišćenja drveta topola u hemijskoj i mehaničkoj preradi drveta. *Topola* 179/180: 3-14.
- 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):23-34.
- Matyas, C., Peszlen, I. (1997): Effect of age on selected wood quality traits on poplar clones. *Silvae Genetica* 46(2-3): 64-72.
- Peszlen, I. (1998): Variation in specific gravity and mechanical properties of poplar clones. *Drevarsky Vyskum* 43(2): 1-17.
- Pravilova, T.A. (1984): Himičeskij kontrolj proizvodstva suljfatnoj celljulozi. Lesnaja promišljennost, Moskva.
- 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

by

Klašnja Bojana, Orlović Saša, Galić Zoran, Kebert Marko, Stevanov Mirjana

The objective of this work was to investigate the wood volume density and fiber length of wood of some poplar clones aged 10 years, obtained at Institute of Lowland Forestry and Environment in Novi Sad. For chemical composition of wood samples were taken from different height of stem and regarding to standard analyses of main chemical constituent of cell wall wood tissue: cellulose, lignin, and pentozanes, as well as extractives and ash content. Variability of chemical composition was determined by statistical methods. There were significant differences between the contents of all individual components of wood chemical composition. The results suggest that the influence of selection in the early phase was considerable. Significant interclonal variability among examined clones in ten-year old plantation was found for chemical wood properties. The differences were particularly important for the content of carbohydrate components, while the total cellulose and pentozanes content, the most important components for chemical processing. These results have to be related to other biological traits, cultivation conditions and technology and other important factors in final phases of selection of poplar clones.