

NEKA FIZIOLOŠKA SVOJSTVA POJEDINIH KLONOVA TOPOLA IZ SEKCIJA *AIGEIROS* and *TACAMAHACA**

SOME PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTIC OF CERTAIN POPLAR CLONS OF SECTIONS *AIGEIROS* AND *TACAMAHACA*

Nikola KOMLENOVIĆ** & Ante KRSTINIĆ***

SAŽETAK: Kod nekih klonova topola iz sekcija *Aigeiros* i *Tacamahaca* (*Populus nigra*, *P. x euroamericana* I-214, *P. deltoides* 618, *P. deltoides* 457, *P. balsamifera* i *P. deltoides* ssp. *angulata*) istraživane su genotipske razlike glede broja i veličine puči lista, te koncentracije i akumulacije hraniva u lišću. Analize su napravljene za ukupno 9 elemenata ishrane.

Među spomenutim klonovima, u uvjetima rasadnika, utvrđene su genotipske razlike u broju i veličini puči te razlike u koncentracijama i akumulaciji hraniva u lišću.

Dobiveni rezultati istraživanja ukazuju na vrlo izražene razlike u fiziološkim svojstvima klonova, koji se kod nas reproduciraju u rasadnicima i uzgajaju u kulturama. Pravi izbor klonova u odnosu na dano stanište, respektirajući njihov fiziološki status, od posebne je važnosti za rasadničarsku proizvodnju te uspješnost osnivanja šumskih kultura i plantaža.

Ključne riječi: *Populus*, sekcije *Aigeiros* i *Tacamahaca*, koncentracija i sadržaj hraniva, broj i veličina puči.

UVOD – INTRODUCTION

Jedan od najvažnijih ciljeva selekcije mekih listača je pronalaženje takvih genotipova, koji mogu uz što manju potrošnju hraniva, proizvesti što veću količinu drvne tvari. (Komlenović i Krstinić 1969, 1982, 1987; Hansen i Baher 1979; Krstinić i Komlenović 1986; Krstinić et al. 1989; Simon et al. 1990 i dr.). Prvenstveno se misli na suhu tvar deblovine. Uzgojem takvih selekcija postižu se zadovoljavajući rezultati i na tlima s niskim sadržajem hraniva.

Za uzgoj na najproduktivnijim staništima interesantni su nam oni genotipovi, koji imaju visoke zahtjeve za hranivima i vodom, a koji samo u takvim uvjetima postižu maksimalnu produkciju biomase.

Posebno velike količine hraniva nakupljaju se u lišću. Preko lišća drveće otpušta kroz puči i najveće količine usvojene vode. Akumulirana hraniva u lišću te količina iztranspirirane vode, bitni su pokazatelji fiziološkog statusa biljke.

Iz tog smo razloga i pristupili istraživanju sadržaja elemenata prehrane u lišću, te analizi broja i veličine puči kod nekih klonova topola iz sekcije *Aigeiros* i *Tacamahaca*, koji se kod nas reproduciraju u rasadnicima i uzgajaju u kulturama. Izborom genotipova malih zahtjeva za hranivima, koji nisu podložni velikom gubitku vode, povećat će se učinkovitost osnivanja topolovih kultura, posebno onih na manje povoljnim staništima.

* Istraživanja su financirana od JP »Hrvatske šume«

** Dr. Nikola Komlenović, Šumarski institut, Jastrebarsko

*** Prof. dr. Ante Krstinić, Šumarski fakultet, Zagreb

MATERIJAL I METODE RADA – Material and work methods

Naša smo istraživanja proveli u rasadniku Podturen na području Šumarije Čakovec. Rasadnik se nalazi uz rijeku Muru, na udaljenosti od oko 12 kilometara sjeveroistočno od Čakovca.

U rasadniku je zastupljeno aluvijalno tlo (fluvisol). Podaci o kemijskim svojstvima i mehaničkom sustavu tla prikazani su u tablici 1.

Našim istraživanjima obuhvaćene su 1/1 godinu stare biljke slijedećih klonova: *Populus nigra*, *Populus x euroamericana* I-214, *Populus deltoides*-618, *Populus*

deltoides-457, *Populus deltoides* ssp. *angulata* i *Populus balsamifera*.

Za provođenje kemijskih analiza uzeta su po tri prosječna uzorka lišća s drugih sterilnih izbojaka od po 30 biljaka. Zbog malog broja biljaka klon *Populus deltoides* ssp. *angulata*, uzet je samo jedan takav uzorak. Kemijske analize biljnog materijala obavljene su prema metodama opisanim u našim ranijim radovima (Komlenović i Krstinić 1969, 1982, 1987 i dr.).

Broj puči je određivan u vidnom polju mikroskopa uz povećanje od 400x, i to na licu i naličju lista. Mjerena je također dužina i širina puči.

Kemijska svojstva i mehanički sastav tla

Chemical properties and mechanical composition of the soil

Tablica 1

Dubina cm Depth	pH		Al P ₂ O ₅ mg/100g	Humus %		Mehanički sastav % čestica Mechanical composition				
	H ₂ O N-KCl			0,2	0,2–0,02	0,02–0,02	0,002 mm			
0– 45	6.6	6.2	4.6	12.4	3.19	1.13	18.2	61.4	16.0	20.4
46– 60	6.9	6.4	6.8	3.2	0.33	0.01	77.4	20.0	1.0	1.6
60– 69	7.1	6.3	9.6	7.6	0.92	0.03	8.5	50.3	18.8	22.4
69– 74	7.8	6.2	8.8	2.4	0.27	0.01	41.0	54.1	2.4	2.6
74– 80	7.6	6.6	4.4	8.0	1.35	0.04	7.0	61.0	26.0	6.0
80–110	7.8	6.6	6.0	2.2	0.31	0.02	77.2	21.6	0.4	0.8

REZULTATI ISTRAŽIVANJA S DISKUSIJOM –

Research results with discussion

Koncentracije 9 elemenata prehrane prikazani su u tablici 2, a težine lišća i sadržaj hraniva u 100 listova u tablici 3. U tablici 4 daju se podaci o broju i veličini puči.

Analizama je utvrđeno da klon *P. deltoides*-618 ima najviše koncentracije dušika, fosfora, kalija, kalcija i mangana u lišću. Kako ovaj klon ima i najkrupnije listove, to njegovih 100 listova sadrži i najveće količine

Koncentracije hraniva u lišću

Nutrient concentrations in the leaves

Tablica 2

		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn
		%						ppm		
1. <i>Populus nigra</i> (klon)		2.61	0.212	0.91	1,19	0.420	0.203	116	44	84
		3.06	0.239	0.94	1,16	0.440	0.240	100	40	80
		2.97	0.248	0.96	1,13	0.435	0.232	140	44	91
	Prosijek (\bar{X})	2.88	0.233	0.94	1,16	0.432	0.225	119	43	85
2. <i>Populus x euroamericana</i> I-214		2.68	0.203	0.91	1,07	0.420	0.285	295	30	38
		2.74	0.180	0.90	1,03	0.358	0.258	264	38	29
		2.44	0.204	0.90	1,13	0.400	0.282	200	30	28
	Prosijek (\bar{X})	2.62	0.196	0.90	1,08	0.393	0.275	253	33	32
3. <i>Populus deltoides</i> 618		3.03	0.284	1.49	1,80	0.478	0.105	80	48	46
		3.02	0.303	1.53	2,17	0.538	0.112	76	54	44
		3.05	0.288	1.46	1,83	0.493	0.105	80	46	54
	Prosijek (\bar{X})	3.03	0.292	1.49	1,93	0.503	0.107	79	49	49
4. <i>Populus deltoides</i> 457		2.53	0.279	1.33	1,86	0.575	0.891	60	40	66
		2.27	0.262	1.56	1,52	0.445	0.767	68	36	88
		2.30	0.281	1.44	1,49	0.493	0.654	56	36	87
	Prosijek (\bar{X})	2.37	0.274	1.44	1,62	0.504	0.771	61	37	80
5. <i>Populus balsamifera</i>		2.79	0.224	0.91	1,10	0.520	0.267	98	34	56
		2.72	0.219	0.71	1,24	0.568	0.271	108	38	65
		2.69	0.213	0.78	1,23	0.560	0.253	104	38	67
	Prosijek (\bar{X})	2.73	0.219	0.80	1,19	0.549	0.264	103	37	63
6. <i>Populus deltoides</i> ssp. <i>angulata</i> klon)		2.39	0.216	0.90	1,32	0.495	0.271	52	42	34

Prosječni sadržaj hraniva u lišću (g/100 listova)

Average nutrient content in the leaves

Tablica 3

Vrsta-Hibrid-Klon	Težina 100 listova	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn
	g	g/100 listova								
1. <i>Populus nigra</i> (klon)	82.9	2.16	0.176	0.75	0.99	0.348	0.168	0.096	0.036	0.070
	66.2	2.03	0.158	0.62	0.77	0.291	0.158	0.066	0.026	0.053
	68.2	2.03	0.169	0.65	0.77	0.297	0.158	0.095	0.030	0.062
Prosjeck (\bar{X})	72.4	2.07	0.168	0.67	0.84	0.312	0.161	0.086	0.031	0.062
2. <i>Populus x euroamericana</i> I-214	96.1	2.58	0.195	0.87	1.03	0.404	0.274	0.283	0.029	0.037
	108.1	2.96	0.195	0.97	1.11	0.397	0.279	0.285	0.041	0.031
	88.7	2.16	0.181	0.80	1.00	0.355	0.250	0.177	0.026	0.025
Prosjeck (\bar{X})	97.6	2.57	0.190	0.88	1.05	0.382	0.268	0.248	0.032	0.031
3. <i>Populus deltoides</i> 618 »Lux«	255.1	7.73	0.724	3.80	4.59	1.219	0.268	0.204	0.122	0.117
	229.1	6.92	0.692	3.51	4.97	1.232	0.257	0.174	0.124	0.101
	269.3	8.21	0.821	3.93	4.93	1.328	0.283	0.215	0.124	0.145
Prosjeck (\bar{X})	251.2	7.62	0.746	3.75	4.83	1.260	0.269	0.198	0.123	0.121
4. <i>Populus deltoides</i> 457	186.2	4.71	0.519	2.48	3.46	2.796	4.332	0.292	0.194	0.321
	171.9	3.90	0.450	2.68	2.61	0.765	1.318	0.117	0.062	0.151
	174.0	4.01	0.489	2.51	2.59	0.858	1.138	0.097	0.063	0.151
Prosjeck (\bar{X})	177.4	4.21	0.486	2.56	2.95	1.473	2.263	0.169	0.106	0.208
5. <i>Populus balamifera</i> (klon)	107.2	2.99	0.240	0.98	1.18	0.557	0.286	0.105	0.036	0.060
	118.1	3.21	0.259	0.84	1.46	0.671	0.320	0.128	0.045	0.077
	119.1	3.20	0.254	0.93	1.46	0.667	0.301	0.124	0.045	0.080
Prosjeck (\bar{X})	114.8	3.13	0.251	0.92	1.37	0.632	0.302	0.119	0.042	0.072
Varijabilitet F-vrijednosti	97.9**	80.33**	156**	306**	105**	3.049	3.782	4.055*	4.880*	6.818*
6. <i>Populus deltoides</i> ssp. <i>angulata</i> (klon)	89.2	2.13	0.193	0.80	1.18	0.442	0.242	0.046	0.037	0.033

* Ftab. 5% = 3,84

** Ftab. 1% = 7.01

Varijabilnost broja i veličine puči kod nekih vrsta topola (klonova)

Number and size variability of the stomata

Tablica 4

Lice lista – Leaf face		Naličje lista – Leaf bach											
Red. br.	Vrsta Hibrid	Broj puči		Dužina puči		Širina puči		Broj puči		Dužina puči		Širina puči	
		(kom.)	Širina	\bar{X}	Širina	\bar{X}	Širina	(kom.)	Širina	\bar{X}	Širina	\bar{X}	Širina
1.	<i>P. nigra</i> (klon)	175,50	117–234	23,62	21,0–24,5	16,62	14,0–17,5	253,50	234–273	26,25	24,5–28,0	17,50	17,5
2.	<i>P. x euramericana</i> I-214	117,00	104–130	27,12	24,5–31,5	17,50	17,5	208,00	169–247	28,00	24,5–31,5	15,75	14,0–17,5
3.	<i>P. deltoides</i> 618	178,75	143–247	24,50	21,0–28,0	14,87	14,0–17,5	250,25	182–286	25,37	24,5–28,0	14,00	14,0
4.	<i>P. deltoides</i> 457	185,25	169–221	23,62	21,0–28,0	14,87	14,0–17,5	237,25	195–286	23,62	17,5–28,0	17,50	14,0–21,0
5.	<i>P. balamifera</i>	146,25	91–169	28,00	24,5–31,5	15,75	10,5–17,5	282,75	221–325	28,87	28,0–31,0	19,25	17,5–21,0
6.	<i>P. deltoides</i> ssp. <i>angulata</i> klon	227,50	156–299	20,12	17,5–21,0	14,00	14,0	308,75	286–325	21,00	17,5–24,5	15,75	14,0–17,5
F-vrijednosti													
Varijabilnost između vrsta i hibrida		3,119*		4,179*		2,349*		3,805*		4,200*		3,960*	

gotovo svih analiziranih hraniva. Visoke koncentracije fosfora, kalija, kalcija, magnezija i cinka utvrđene su i u lišću klona *P. deltoides*-457. Ovaj klon, međutim, karakteriziraju ekstremno visoke koncentracije sumpora.

Sposobnost nakupljanja velikih količina hraniva u biomasi jedno je od osnovnih fizioloških svojstava ovih klonova. Ono je uvjetovano njihovom genetskom osnovom. Zbog tog svog svojstva, ti bi klonovi trebali imati i sposobnost visoke produkcije biomase, ali samo na

tlima koja su dobro opskrbljena pristupačnim hranivima. Kako ovi klonovi imaju i krupno lišće s dosta puči, za pretpostaviti je da su i njihovi zahtjevi za vodom visoki.

Nakon ovih klonova najviše koncentracije dušika, fosfora i kalija u lišću ima klon *Populus nigra*. Lišće ovog klona spomenute vrste ima najviše koncentracije cinka. Kako istraživani klon crne topole ima najsitnije lišće, on u 100 listova sadrži najmanje količine, većine analiziranih hraniva, pa prema tome ima i male za-

htjeve za kvalitetom staništa. Lišće ovog klona sadrži dosta puči, ali glede veličine lista, može se pretpostaviti, da u odnosu na klonove američke crne topole, dobro ekonomizira i s vodom. Međutim, od svih istraživanih klonova topola, lišće *Populus deltoides* var. *angulata*, kako na licu lišća tako i na njegovom naličju, ima daleko najveći broj puči. S biljnohраниdbenog gledišta posebno nam je zanimljiv klon *Populus x euroamericana* I-214. On nema visoku koncentraciju dušika u lišću, a izrazito su mu niske koncentracije fosfora, kalija, kalcija, magnezija, mangana i cinka (Frison, 1979).

Kako ovaj klon nema veliko lišće, to u određenom broju listova ima umjeren sadržaj analiziranih hraniva. Druga posebnost ovog klona je mali broj puči, kako na licu, tako i na naličju listova. To pokazuje da ovaj klon ima umjerene zahtjeve za hranivima i vodom. Možda je to svojstvo jedan od čimbenika što se ovaj klon već dugi niz godina uspješno uzgaja, u sjevernoj Italiji i u mnogim drugim zemljama Europe i Svijeta. Pretpostavljamo, da će i ostali hibridi-klonovi *P. x euroamericana* (zapravo povratni hibridi sa *P. nigra*) imati također manje zahtjeve na hranivima i vodi u odnosu na *P. deltoides*, jer su po svojoj genetskoj konstituciji najbliži europskoj crnoj topoli. Limitirajući



Slika 3

Test klonova američke crne topole (*P. deltoides*), U. Š. Koprivnica, lokalitet »Preložnički berek«, plantažna starost 1 + 14 godina.
(Foto: mr. sc. D. Kajba).

faktor uzgoja klona I-214 je jedino njegova nešto veća osjetljivost na bolesti lišća i kore u odnosu na klonove američke crne topole.

Rezultati naših istraživanja pokazuju da se istraživani klonovi u uvjetima rasadničarske proizvodnje razlikuju u statusu ishrane te intenzitetu nakupljanja hraniva u lišću. To ukazuje da njihovi zahtjevi za hranivima mogu biti vrlo različiti. Varijabilnost broja i veličine puči s druge strane, ukazuje na njihove razlike u potrebi za vodom.

Sve dosad navedeno ukazuje da istraživanje fizioloških svojstava klonova topola, posebno iz sekcije *Aigeiros*, ima svoje opravdanje. Potrebe za hranivima i vodom različitih genotipova mogu nam poslužiti kao važni parametri kod selekcije topola. Buduća istraživanja treba proširiti na akumulaciju hraniva u cjelokupnoj biomasi i to ne samo u uvjetima rasadničarske proizvodnje nego i na terenu.

Već smo u našim prvim istraživanjima (Komlenović i Krstinić 1969, 1982) utvrdili da klonovi stablastih vrba različito distribuiraju usvojena hraniva. Klonovi bijele vrbe više su hraniva nakupljali u deblu, dok su hibridi bijele i krhke vrbe pretežno trošili hraniva za produkciju lišća i grana.

Hansen i Baker (1979) smatraju, da djelotvornost nakupljanja hraniva treba biti jedan od temeljnih kriterija za selekciju i oplemenjivanje vrsta s kojima se osnivaju intenzivne kulture za proizvodnju biomase u kratkim ophodnjama. Osnovni cilj tih istraživanja je pronaći takve genotipove, koji mogu proizvoditi što veću količinu suhe drvene tvari po jedinici usvojenih hraniva.

U sadašnjim istraživanjima posebna pozornost poklanja se djelotvornosti dušika s obzirom na produkciju suhe tvari deblovine (SNEFF).

U skladu s iznesenim, ova istraživanja treba proširiti na utvrđivanje ukupne biomase i sadržaja u njoj akumuliranih hraniva na karakterističnim staništima, na kojima se najviše uzgajaju topole (Frison 1987). Jasno je, da se analize ne smiju ograničiti samo na rasadnike i mlade kulture, već i na one kulture koje se nalaze na kraju ophodnje. Pozornost zaslužuje i korovna vegetacija koja predstavlja značajnu konkurenciju topolama za hranivima i vodom (Trinajstić et al. 1992).

ZAKLJUČCI – Conclusion

Jednogodišnje biljke istraživanih klonova iz sekcija *Aigeiros* i *Tacamahaca* razlikuju se u koncentracijama hraniva u lišću te količini hraniva akumuliranih u određenom broju listova.

Među istraživanim klonovima utvrđene su i razlike u broju i veličini puči na licu i naličju listova, što ukazuje na genetsku izdiferenciranost i u zahtjevima na vodi, kod različitih genotipova istraživanih topola.

Klonovi *Populus deltoides* 618 i *Populus deltoides* 457 imaju općenito vrlo visoke koncentracije hraniva lišća.

Zbog izrazito velikih listova klon *Populus deltoides* 618 nakuplja i najveće količine većine analiziranih hraniva u određenom broju listova. Klon *Populus deltoides* 457 karakteriziraju izuzetno visoke koncentracije sumpora u lišću. Najveći broj puči, kako na licu tako

i naličju lista, ima klon *Populus deltoides* ssp. *angulata*.

Imajući u vidu vrlo izražene genotipske razlike među istraživanim klonovima topola u uvjetima rasadnika, u njihovim zahtjevima za hranivima i vodom, smatramo, da će odabir povoljne smjese klonova u odnosu na dano stanište, imati velik utjecaj na uspijevanje topolovih kultura.

Ova istraživanja treba proširiti na utvrđivanje akumuliranih hraniva, u ukupnoj biomasi kod različitih

klonova topola u uvjetima rasadnika. Isto tako trebalo bi utvrditi akumulaciju hraniva u lišću kod najinteresantnijih klonova topola adultnog stadija, koji se uzgajaju na različitim tipovima tala na području Republike Hrvatske.

Pozornost zaslužuje i istraživanje koncentracija i sadržaj hraniva u korovnoj vegetaciji, budući je ona konkurent topolama ne samo za vodom već i hranivima.

LITERATURA

- Frison, G., 1979.: Ricerche sulla nutrizione minerale del pioppo per mezzo della diagnostica foliare. Cellulosa e Carta, 12: 5–32, Roma.
- Frison, G., 1987: Recenti orientamenti sulla conzimazione del pioppo nella Valle Padana. Mantova, 148: 41–58, Mantova.
- Hansen, E. A. & J. B. Baker, 1979: Biomass and nutrient removal in short rotation intensively cultured plantations. In Proceedings of the Symposium on Impact of Intensive Harvesting on Forest Nutrient Cycling. 13–16 August 1979, State University of New York, College of Environment Science and Forestry, Syracuse: 130–151.
- Komlenović, N. & A. Krstinić, 1969: Visinski rast i sadržaj mineralnih hraniva u lišću unutarvrstnih i međuvrstnih hibrida bijele i khrke vrbe. Šumarski list, 7–8: 229–241.
- Komlenović, N. & A. Krstinić, 1982: Genotipske razlike između nekih klonova stablastih vrba s obzirom na stanje ishrane. Topola XXVI, 133–134: 29–40.
- Komlenović, N. & A. Krstinić, 1987: Međupopulacijska i unutarpopulacijska varijabilnost crne joha (*Alnus glutinosa* Gaertn.) s obzirom na stanje ishrane. Šumarski list, 10–12: 577–587.
- Krstinić, A. & N. Komlenović, 1986: The influence of Black Alder (*Alnus glutinosa* Gaertn.) on the growth of some White Willow (*Salix alba* L.) clones. 18 IUFRO Congress, Ljubljana. Divisoin 2, Vol. II: 435–444.
- Krstinić, A., N. Komlenović & M. Vidaković 1989: Selection of White Willow Clones (*Salix alba* L.) suitable for growing in mixed plantations with Black Alder (*Alnus glutinosa* Gaertn.). Anali za šumarstvo 15/2: 17–36.
- Krstinić, A. & D. Kajba, 1994: Kolekcija klonova čistih vrsta i hibrida topola iz Sekcije Aigeiros u Republici Hrvatskoj – značaj za oplemenjivanje i uzgoj. Šumarski list 1–2: 33–37.
- Simon, M., L. Zsuffa & D. Burgess, 1990: Variation in N, P, and K status and N efficiency in some North America willows. Can. J. For. Res. 20: 1888–1893.
- Trinajstić, I., N. Komlenović, A. Krstinić & D. Kajba, 1991: Dinamika i značaj korovne vegetacije u kulturama bijele vrbe (*Salix alba* L.) i crne joha (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) na tresetno-glejnim tlima Posavine. Fragmenta herbologica, Vol. 20, Br. 1–2: 35–43.

SUMMARY: Genotype differences have been investigated in six poplar clones (*Populus nigra*, *Populus x euroamericana* I-214, *Populus deltoides* 618, *Populus deltoides* 457, *Populus balsamifera*, and *Populus deltoides* ssp. *angulata*) in nursery conditions, as to the number and size of the stomata, and the concentration and accumulation of nutrients in the leaves. Analyses have been made for the following nutritious elements: N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, and Zn.

Among the mentioned clones, genotype differences have been established as to the number and size of the stomata, and the concentrations and accumulation of nutrients in the leaves.

The clones of the *Populus deltoides* 618 and *Populus deltoides* 457 generally have very high concentrations of nutrients in their leaves, while, owing to particularly large leaves, *Populus deltoides* 618 gathers the greatest amounts of the already analyzed nutrients in a certain number of leaves. *Populus deltoides* 456 is characterized by particularly high concentrations of sulphur in its leaves. The greatest number of the stomata, both on the face and back of the leaf, is found in the clone *Populus deltoides* ssp. *angulata*. We found also statistical differences in respect to size of the stomata on the face and leaf back. The greatest length of the stomata have I-214 and *P. balsamifera* clones.

The obtained results show that there are remarkable differences as to the physiological features among the clones which have been reproduced in Croatian nurseries and grown in forest cultures. It is of great importance for successful vegetative progeny production and raising of poplar cultures and plantations, that the poplar clones are chosen in accordance to the given habitat, respecting their physiological status. In the future it is necessary to investigate also the nutrient content of total biomass in nursery condition. Nutrient accumulation in weed vegetation is also important because weed vegetation is in competition to poplars in nurseries and plantations.

Key words: Populus, sections Aigeiros and Tacamahaca, concentrations and contents of nutrients, number and size of stomata