

## PROIZVODNJA BIOMASE STABLASTIH VRBA U KRATKIM OPHODNJAMA

ARBORESCENT WILLOW BIOMASS PRODUCTION IN SHORT ROTATIONS

Davorin KAJBA\*, † Ante KRSTINIĆ, † Nikola KOMLENOVIĆ

*Posvećeno mome učitelju Prof. dr. Anti Krstiniću i tragično preminulim kolegama  
Šumarskog instituta Jastrebarsko*

*Dedicated to my teacher Prof dr. Ante Krstinić and to my tragically deceased colleagues  
from the Forestry Institute of Jastrebarsko*

**SAŽETAK:** U klonskom testu proizvodnje biomase stablastih vrba u kratkim ophodnjama utvrđena je genotipska izdiferenciranost klonova glede proizvodnje suhe tvari po hektaru. Pri starosti od 4/5 godina trispecies hibrid vrba (S. alba x S. fragilis x S. caprea), imao je znatno veću proizvodnju u odnosu na testirane klonove bijele vrbe (Salix alba). Učešće nadzemnog dijela biomase povećavao se sa starosti, a najproduktivniji trispecies hibrid imao je najpunjniji odnos podzemnog i nadzemnog dijela biljke. Utjecaj klonova i sklopa imao dominantno djelovanje na proizvodnju, a utvrđeno je i postojanje interakcije klon x razmak sadnje.

*Ključne riječi:* klonovi stablastih vrba, biomasa, kratke ophodnje.

### UVOD – Introduction

Nasadi mekih listača osnivaju se danas kao predkulturne, mješovite kulture i kao namjenski nasadi proizvodnje biomase u kratkim ophodnjama, a služe za zadovoljenje potreba proizvodnje trupaca u mehaničkoj preradi drva, proizvodnji celuloze, te kao energetske plantaže. Porast potrošnje drveta povećava pritisak na prirodne sastojine, a osnivanjem intenzivnih nasada brzorastućih listača na marginalnim šumskim i poljoprivrednim zemljištima, moguće je znatno ublažiti globalni problem nedostatka drvne mase uz očuvanje prirodnih ekosustava.

Osnivanje bioenergetskih plantaža i proizvodnja biomase sukladne su sa svjetskim trendovima, a u cilju su boljeg iskorišćenja obnovljivih izvora energije bez stvaranja dodatnih količina CO<sub>2</sub>, kojima su opterećena fosilna goriva. Biomasa kao nefosilizirani materijal biljnog porijekla, nastao je fotosintezom uz stvaranje kisika i korišćenje atmosferskog CO<sub>2</sub>, što joj daje znatne prednosti u odnosu na druge energente.

Stablaste vrbe su u odnosu na druge vrste listača i četinjača najpodesnije za proizvodnju biomase u kratkim ophodnjama, budući se odlikuju vrlo bujnim rastom u najranijoj mladosti. U vrlo kratkim ophodnjama one mogu proizvesti količinu suhe tvari za koju je drugim vrstama potreban znatno duže razdoblje. Njihova sposobnost autovegetativnog razmnožavanja reznicama omogućuje ostvarenje maksimalne genetske dobiti, a jaka izdanačka snaga omogućuje niz vegetativnih generacija uz minimalne troškove proizvodnje. Stablaste vrbe znatno su tolerantnije na gustinu sklopa u odnosu na druge vrste šumskog drveća, što omogućuje uzgoj i velikog broja biljaka po jedinici površine. Danas Hrvatska raspolaže znatnim brojem selekcioniranih i priznatih klonova vrba, a njihov uzgoj moguć je i na zemljistima nepovoljnim za druge vrste šumskog drveća.

U radu je obuhvaćena proizvodnja suhe tvari u energetskom nasadu selekcioniranih klonova stablastih vrba, odnosno biomase, zavisno od staništa, klena i razmaka sadnje.

\* Dr. sci. Davorin Kajba, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

## MATERIJAL I METODE RADA – Materials and methods

Na području Šumarije Čakovec, lokalitet Podturen, u proljeće 1993. godine osnovan je klonski test stablastih vrba s mogućnosti proizvodnje biomase u kratkim ophodnjama. Površina eksperimenta iznosila je 0,3 ha, a osnovan je na aluvijalnom tipu tla, fluvisol (Komlenović & Krstinić 1994). Klonski test postavljen je kao faktorijelni pokus u četiri ponavljanja, a podtretiranja su predstavljala tri različita razmaka sadnje (1,2 x 1,2 m, 1,2 x 0,8 m, 1,2 x 0,4 m). U pokus je uključeno ukupno sedam klonova, od kojih šest pripadaju vrsti *Salix alba*, a jedan klon predstavlja trispecies hibrid bijele vrbe, krhke vrbe iive (*Salix x savensis* Trinajstić et Krstinić hybr. nov.). Pred početak druge vegetacije izvršeno je čepovanje sadnica, a kasnije je izvršeno odstranjivanje suvišnih izbojaka, tako da je kod svakog klonova i razmaka sadnje, u svim repeticijama ostavljeno po jedan ili tri izbojka iz panja. Kod starosti 1/2 godine utvrđene su težine sadnica u svježem i su-

hom stanju, a utvrđene su i koncentracije elemenata prehrane po komponentima biomase (Komlenović et al. 1996). Također je kod starosti sadnog materijala 1/2, 2/3 i 4/5 godina, izvršena izmjera totalnih visina i promjera iznad vrata korijena.

U jesen 1997. godine, kod starosti 4/5 godina, izvršeno je uzimanje uzoraka od prosječne sadnice po klonu u svježem stanju, kod razmaka sadnje 1,2 x 1,2 m. Težina sadnica za ostale razmake sadnje procijenjena je iz regresijskih odnosa visina, promjera i težina analiziranih sadnica. Procjena količine suhe tvari po hektaru (kg/ha), utvrđena je na osnovi stvarnog broja izbojaka (šiba), za određene razmake sadnje.

Statistički odnosi podtretiranja u faktorijelnom pokusu, a koji se odnose na utjecaj klonova, razmaka sadnje, te jednog ili tri izboja po panju, kao i njihova interakcija, izračunati su pomoću analize varijanci (program Statistica 4.5).

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA – Results and discussion

Podaci o sadržaju svježe biljne tvari testiranih klonova za prosječna stabala u podtretiranju s jednim

izbojkom kod starosti 1/2, 2/3 i 4/5 godina prikazano je u tablici 1.

Tab. 1 Sadržaj svježe tvari kod različite starosti biljaka (g· biljka<sup>-1</sup>), razmak sadnje 1,2 x 1,2 m, jedan izbojak  
Tab. 1 Fresh matter contents of plant at different ages (g· plant<sup>-1</sup>), spacing 1,2 x 1,2 m, one sprout

Klon Clone	Podzemni dio Under- ground part	Nadzemni dio Above the ground part	Ukupno Total	Podzemni dio Under- ground part	Nadzemni dio Above the ground part	Ukupno Total	Podzemni dio Under- ground part	Nadzemni dio Above the ground part	Ukupno Total
	g (%)	g (%)	g (%)	g (%)	g (%)	g (%)	g (%)	g (%)	g (%)
Starost 1/2 - Age 1/2									
V 158	100,9 (47,3)	122,3 (52,7)	232,2 (100,0)	129,7 (32,1)	274,9 (67,9)	404,6 (100,0)	816,0 (25,4)	2400,0 (74,6)	3216,0 (100,0)
V 107/65/6	143,3 (39,5)	219,2 (60,5)	362,5 (100,0)	178,5 (33,9)	348,6 (66,1)	527,1 (100,0)	1645,0 (26,0)	4700,0 (74,0)	6345,0 (100,0)
V 221	94,1 (31,6)	203,7 (68,4)	297,8 (100,0)	296,2 (21,6)	1074,6 (78,4)	1370,8 (100,0)	1875,0 (17,3)	8950,0 (82,7)	10825,0 (100,0)
MB 15	113,5 (37,0)	193,3 (63,0)	306,8 (100,0)	239,8 (29,2)	581,6 (70,8)	821,4 (100,0)	1175,0 (22,5)	4050,0 (77,5)	5225,0 (100,0)
79/64/2	117,6 (40,6)	171,8 (59,4)	289,4 (100,0)	164,7 (36,5)	286,9 (63,5)	451,6 (100,0)	1300,0 (21,5)	4750,0 (78,5)	6050,0 (100,0)
V 160	97,24 (39,0)	151,9 (61,0)	249,1 (100,0)	209,5 (33,0)	426,4 (67,0)	635,9 (100,0)	715,0 (25,4)	2100,0 (74,6)	2815,0 (100,0)
V 0240	113,2 (45,3)	136,7 (54,7)	249,9 (100,0)	145,8 (28,6)	364,4 (71,4)	510,2 (100,0)	1030,0 (25,9)	2950,0 (74,1)	3980,0 (100,0)

Pri starosti biljaka 1/2 godina nije bilo velikih razlika u količini svježe tvari između klonova, već je značajnije veliko učešće podzemnog dijela biomase, koji kod nekih klonova prelazi i preko 45 % ukupne količine. Već kod starosti 2/3 apsolutno se izdvaja hibridni klon V 221, koji ima višestruko veću biomasu od ostalih testiranih klonova. Učešće biomase podzemnog dijela znatno se smanjuje, no još uvjek kod nekih klonova prelazi 36 %. Najproduktivniji klon V 221 zadržava pozitivna obilježja s najmanjim udjelom podzemnog dijela (21,6 %) i najvećim udjelom deblovine (78,4 %). Spособnost razvoja bogatijeg korijenovog sustava genetska je posebnost pojedinog klena, a kod ovog hibridnog klena uvjetovana je vjerojatno učešćem gena vrbe iwe koja se ne može rutinski razmnožavati iz reznica.

U dosadašnjim istraživanjima utvrđeno je da hibridi bijele i krhke vrbe dobro uspijevaju samo na boljim staništima, zbog svojih većih zahtjeva za hranivima, te se uspjeh postiže samo na produktivnijim tlima. Na ekstremno siromašnim tlima preživljavaju klonovi čiste bijele vrbe, koji su dobro prilagođeni zbog manjeg utroška hraniva, a naročito dušika (Komlenović & Krstinić 1969, 1987, Krstinić et al. 1989). Iz gore iznesenog proizlazi da od ovog trispecies hibrida (V 221), dobre rezultate treba očekivati na boljim staništima. U prijašnjim istraživanjima utvrđeno je da ovaj klon karakteriziraju visoke koncentracije kalcija i cinka u lišću, dok on sadrži malo dušika i drugih hraniva, posebice sumpora (Komlenović et al. 1996), što se tiče djelotvornosti dušika glede produkcije suhe tvari deblovine, klon V 221 pokazao se najperspektivnijim od istraživanih genotipova.

I pri starosti 4/5 godina taj je klon imao najveći sadržaj svježe tvari nadzemnog dijela sadnice (8950,0 g), s najboljim učešćem odnosa podzemnog i nadzemnog dijela biljke (Tab. 1). Pri ovoj starosti udio podzemnog dijela biljke i dalje je značajno opao kod svih testiranih klonova, a kretao se od 17,3 do 26,0 %.

Rezultati izmjera totalnih visina, promjera iznad vrata korijena i procijenjene suhe tvari/ha nadzemnog dijela sadnica kod starosti 4/5 godina prikazan je u tablici 2.

Budući da svaki klon obuhvaća tri različita razmaka sadnje, a kod svakog razmaka sadnje odvojena su i podtretiranja (jedan ili tri izboja po panju), pa je prema preživljavanju (broju šiba) procijenjena količina suhe tvari nadzemnog dijela po hektaru.

U zemljama gdje su intenzivirani radovi za produkciju biomase od selezioniranih klonova vrbe, a ophodnje se prakticiraju od 3 do 5 godina, njihova produkcija iznosi od 36 do 60 tona suhe tvari po hektaru. Nakon sječe u drugom ciklusu proizvodnje, produkcija može dostići 12 do 15 tona suhe tvari/ha, ukoliko je zemljiste opskrbljeno dovoljnom količinom hraniva, ponajprije dušika. Produciju je moguće u vegetativnim ciklusima

održavati u trajanju od 20 godina (Sennerby-Forsse 1986, Zsuffa et al. 1993, Christersson et al. 1993).

Iz tablice 2 vidljivo je da hibridni klon V 221 i pri starosti od 4/5 godina ima najbolju produkciju. Kod razmaka sadnje 1,2 x 0,4 m, (ukupno 41 660 šiba/ha s obzirom na preživljavanje), imao je produkciju od 130 tona suhe tvari po hektaru. Iako prehrana dušikom na ovoj pokušnoj plohi nije bila povoljna, ovi rezultati su znatno veći od produkcije biomase selezioniranih klonova vrba za tu starost u svijetu. Istraživanja kod ovog perspektivnog klena trebalo bi usmjeriti u utvrđivanje njegove specifične težine drva i drugih obilježja bitnih za produkciju suhe tvari.

Iz dobivenih rezultata vidljivo je da su mogućnosti proizvodnje biomase sa selezioniranim klonovima stablastih vrba u Hrvatskoj optimalni, glede producijiskog potencijala staništa i asortimana selezioniranih genotipova (Sl. 1). Produciju biomase moguće je znatno unaprijediti fertilizacijom, koja se obvezno primjenjuje u inozemstvu, a koja se može izbjegći pravilnom selekcijom klonova nezahtjevnim za hranivima.



Slika 1 Proizvodnja biomase stablastih vrba u kratkim ophodnjama, Šumarija Čakovec - Starost 4/5 god.

Fig. 1 Arborescent willow biomass productions in short rotation, Forest range office Čakovec, Age 4/5 yrs.

(Foto: dr. sc. D. Kajba)

Tab. 2 Proizvodnja biomase stablastih vrba u kratkim ophodnjama - Starost 4/5  
 Tab. 2 Biomass production of arborescent willows in short rotations - Age 4/5

Red. br.	Oznaka klona	Botanički naziv	Razmak sadnje	Broj šiba po ha (kom.)	Visina - Height (cm)				Promjer iznad vrata korijena (mm) Diameter above the ground level (mm)				Suhu tvar Dry matter		
					No. of sprouts (no.)	$\bar{x}$	Širina varijab. Range of varijab.	S	C.V.	$\bar{x}$	Širina varijab. Range of varijab.	S	C.V.	Nadzemni dio (g) Above ground (g)	kg/ha
No.	Clone sign	Botanical name	Spacing (m)												
1.	V 158	<i>Salix alba</i>	1,2 x 1,2	4874	530	400-650	85,6	16,1	42	30-55	9,7	23,1	1145	5582	
			1,2 x 1,2	14999	51,5	350-600	85,1	16,5	42	25-50	9,1	21,7	1112	16687	
			1,2 x 0,8	7875	550	400-650	74,5	13,5	43	30-60	11,5	26,7	1172	9235	
			1,2 x 0,8	25313	560	400-650	70,0	12,5	32	10-50	14,6	45,6	872	22091	
			1,2 x 0,4	14625	570	400-650	75,3	13,2	45	30-60	12,2	27,1	1227	17949	
			1,2 x 0,4	49611	575	550-600	26,3	4,6	27	15-40	10,6	39,3	736	36514	
			1,2 x 1,2	5874	574	400-700	97,9	17,0	52	45-60	6,7	12,9	2263	13292	
2.	107/65/6	<i>Salix alba</i>	1,2 x 1,2	17625	660	600-800	61,5	9,3	39	15-65	17,3	44,4	1697	29913	
			1,2 x 0,8	8626	553	450-650	70,6	12,8	50	35-60	9,3	18,6	2176	18769	
			1,2 x 0,8	24188	575	400-700	9,2	16,0	36	20-55	12,7	35,3	1566	37894	
			1,2 x 0,4	18374	570	400-750	115,9	20,3	49	40-60	8,21	16,7	2132	39181	
			1,2 x 0,4	45562	560	400-650	99,4	17,7	41	20-50	10,5	25,6	1784	81283	
			1,2 x 1,2	4749	720	650-750	34,9	4,8	59	50-70	8,9	15,1	4191	19902	
			x	1,2 x 1,2	14999	735	700-800	33,7	4,6	56	25-80	15,7	28,0	3977	59663
3.	V 221	<i>S. fragilis</i>	1,2 x 0,8	8063	720	700-750	25,8	3,6	64	55-75	8,2	12,8	4546	36654	
			x	1,2 x 0,8	24188	770	750-800	25,8	3,3	48	20-75	16,3	33,9	3409	82469
			x	1,2 x 0,4	15750	610	550-650	31,6	5,2	43	20-50	10,3	23,9	3054	48106
			x	1,2 x 0,4	41660	700	650-800	47,1	6,7	44	20-70	15,6	35,4	3125	130187

4.	MB 15	<i>Salix alba</i> x	1,2 x 1,2 1,2 x 1,2	5250 16500	695 610	600-800 400-700	58,2 71,3	8,4 11,7	46 32	25-60 20-50	12,1 11,8	26,3 36,9	2025 1409	10631 23243						
		<i>Salix alba</i> var. <i>vitellina</i>	1,2 x 0,8 1,2 x 0,8 1,2 x 0,4	8813 24188 16875	306 320 390	200-400 200-450 300-500	76,9 78,9 65,8	25,1 24,6 16,9	23 21 28	10-30 10-35 20-35	7,6 10,2 5,7	33,0 48,6 20,3	1012 924 1232	8923 22360 20800						
			1,2 x 1,2 1,2 x 1,2	5375 18000	560 570	400-700 450-650	96,6 71,5	17,2 12,5	29 30	15-45 20-50	11,4 11,1	39,9 37,0	1276 1397	55553 25147						
5.	79/64/2	<i>Salix alba</i>	1,2 x 0,8 1,2 x 0,8 1,2 x 0,4 1,2 x 0,4	8813 25313 15375 46574	565 580 605 695	400-700 500-700 500-700 600-800	91,4 71,5 72,6 64,3	16,2 12,3 12,0 10,6	37 31 36 31	30-45 15-55 25-50 10-45	5,7 13,7 9,6 12,9	15,4 44,2 41,6 41,6	1723 1443 1676 1483	15185 36542 25775 69069						
			1,2 x 1,2 1,2 x 0,8 1,2 x 0,8 1,2 x 0,4	4874 520 575 670	400-650 400-650 500-700 600-700	71,5 71,5 67,7 34,9	13,7 13,7 67,7 5,2	43 43 38 61	30-55 30-55 20-60 55-70	9,1 9,1 13,9 5,5	21,1 21,1 36,6 9,0	1075 1075 950 1525	5239 14249 12296 12296							
6.	V 160	<i>Salix alba</i>	1,2 x 1,2 1,2 x 0,8 1,2 x 0,8 1,2 x 0,4	14999 8063 24188 15375	575 670 610 665	450-700 450-700 450-700 600-750	69,9 69,9 69,9 53,0	11,4 11,4 11,4 7,9	38 38 38 55	10-55 10-55 10-55 45-65	14,9 14,9 14,9 7,9	39,2 39,2 36,6 21,4	985 985 950 1325	23825 14249 12296 56344						
			1,2 x 1,2 1,2 x 0,4 1,2 x 0,4 1,2 x 0,4	5874 42524 690 605	450-800 42524 600-800 450-800	114,1 690 51,6 114,1	6,8 81,0 7,5 6,8	42 43 53 42	35-50 15-90 35-85 35-50	5,7 23,9 21,4 5,7	14,8 39,7 40,4 14,8	1375 1229 1325 1545	21140 19819 17424 9076							
		<i>Salix alba</i> x	1,2 x 1,2 1,2 x 0,8 1,2 x 0,8 1,2 x 0,8	16124 27563 815 755	790 600-900 94,4 600-850	650-900 94,4 650-900 72,4	81,0 7,8 94,4 12,5	8,8 55 12,4 5,0	43 40-65 55 45	10,6 20-85 22,9 35,1	1896 1129 1123 1159	17424 20196 50029 31943								
7.	V 0240	<i>var. cahva</i>																		

U tablicama 3, 4 i 5 prikazana je analiza varijanci za totalne visine, promjer iznad vrata korijena i količine suhe tvari po hektaru.

Iz dobivenih rezultata vidljivo je da za sva tri mjere na svojstva utjecaj kloni i razmaka sadnje iskazuju sta-

tistički značajnu signifikantnost i dominatan utjecaj na ukupnu produkciju biomase. Također je za sva tri svojstva utvrđena statistički značajna interakcija klon x razmak sadnje.

Tab. 3 Analiza varijanci za totalne visine (cm)  
Tab. 3 Analysis of variance for the total heights (cm)

Starost 4/5 god - Age 4/5 yrs

Izvor varijabiliteta Source of variability	Stupnjevi slobode D. f.	F - vrijednost F - value	
		jedna šiba po biljci one sprout per plant	tri šibe po biljci three sprout per plant
Razmak sadnje - Spacing	2	0,83	6,62**
Klone - Clone	6	16,78**	29,38**
Blok - Block	2	0,05	1,49
Razmak x klon - Spacing x clone	12	7,23**	13,03**
Razmak x blok - Spacing x block	4	0,25	2,65
Klon x blok - Clone x block	12	1,08	4,23**

Tab. 4 Analiza varijanci za promjer iznad vrata korijena (mm)  
Tab. 4 Analysis of variance for the diameter above the ground level (mm)

Starost 4/5 god - Age 4/5 yrs

Izvor varijabiliteta Source of variability	Stupnjevi slobode D. f.	F - vrijednost F - value	
		jedna šiba po biljci one sprout per plant	tri šibe po biljci three sprout per plant
Razmak sadnje - Spacing	2	1,55	5,03*
Klone - Clone	6	4,81**	9,75**
Blok - Block	2	2,31	1,07
Razmak x klon - Spacing x clone	12	2,21*	6,21**
Razmak x blok - Spacing x block	4	1,14	2,07
Klon x blok - Clone x block	12	0,66	2,64*

Tab. 5 Analiza varijanci za suhu tvar nadzemnog dijela (kg/ha)  
Tab. 5 Analysis of variance for dry matter above ground (kg/ha)

Starost 4/5 god - Age 4/5 yrs

Izvor varijabiliteta Source of variability	Stupnjevi slobode D. f.	F - vrijednost F - value	
		jedna šiba po biljci one sprout per plant	tri šibe po biljci three sprout per plant
Razmak sadnje - Spacing	2	5060,56**	3323,42**
Klone - Clone	6	2137,83**	1414,48**
Blok - Block	2	9,63**	7,34**
Razmak x klon - Spacing x clone	12	189,37**	64,28**
Razmak x blok - Spacing x block	4	0,65	0,96
Klon x blok - Clone x block	12	0,73	1,25

## ZAKLJUČCI – Conclusions

1. U klonskom testu proizvodnje biomase u kratkim ophodnjama utvrđena je genotipska izdiferenciranost klonova glede produkcije suhe tvari po hektaru.
2. Pri starosti od 4/5 godina trispecies hibrid vrba (*S. alba* x *S. fragilis* x *S. caprea*), imao je procijenjeno 130 t suhe tvari/ha, što je znatno veća produkcija u odnosu na testirane klonove bijele vrbe (*Salix alba*).
3. Učešće nadzemnog dijela biomase povećavao se sa starosti, a najproduktivniji trispecies hibrid imao je najpovoljniji odnos podzemnog i nadzemnog dijela biljke.
4. Utjecaj klena i sklopa ima dominantan utjecaj na produkciju, a utvrđeno je i postojanje interakcije klon x razmak sadnje.

## LITERATURA – References

- Christersson, L., L. Sennerby - Forsse, L. Zsuffa, 1993: The role and significante of woody biomass plantations in Swedish agriculture. The Forestry Chronicle, Vol. 69, No. 6, str. 687 - 693. Faculty of Forestry, University of Toronto.
- Komlenović, N., Krstinić, A., 1969: Visinski rast i sadržaj mineralnih hraniva u lišću unutarvrsnih i međuvrsnih hibrida bijele i krvne vrbe. Šum. list, br. 7 - 8, str. 229 - 241, Zagreb.
- Komlenović, N., Krstinić, A., 1987: Genotipske razlike između nekih klonova stablastih vrba s obzirom na stanje ishrane. Topola br. 133 - 134, str. 29 - 40, Beograd.
- Komlenović, N., Krstinić, A., Kajba, D., 1996: Mogućnosti proizvodnje biomase stablastih vrba u kratkim ophodnjama u Hrvatskoj. In: Mayer, B. (ed.), Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut, Jastrebarsko, Zagreb. pp. 9 - 21.
- Krstinić, A., Komlenović, N., Vidaković, M., 1989: Selection of White Willow Clones (*Salix alba* L.) suitable for growing in mixed plantations with Black Alder (*Alnus glutinosa* Gaertn.). Analji za šumarstvo, br. 15/2, str. 17 - 36, Zagreb.
- Sennerby - Forsse, L., 1986: Handbook for energy Forestry. Swedish Univetsity of Agricultural Sciences, 29 p.
- Zsuffa, L., Sennerby - Forsse, L., Weisgerber, H., Hall, R.B., 1993: Strategies for Clonal Forestry with Poplars, Aspens and Willows. Clonal Forestry II, M. R. Ahuja and W. J. Libby (Eds.), str. 91 - 119, Springer - Verlag.

**SUMMARY:** In the clonal test concerning the arborescent willow biomass production in short rotation, a genotypical differentiation of clones has been determined in respect of dry matter production per hectare. At the age of 4/5 years the trispecies willow hybrid (*S. alba* x *S. fragilis* x *S. caprea*) had a considerably higher production in relation to the tested white willow clones (*Salix alba*). The biomass share above the ground increased with the age, and the most productive trispecies hybrid had the most favourable relation between the plant underground and above-the-ground parts. The clone and site influence is predominant for the production, and besides, the existence of a clone x spacing interaction has been determined.

**Key words:** arborescent willow clones, biomass, short rotation.