

PROCJENA GENETSKIH PARAMETARA U KLONSKIM TESTOVIMA CRNIH TOPOLA (Sekcija *Aigeiros*)

ESTIMATE OF GENETIC PARAMETERS IN BLACK POPLAR CLONAL TESTS (Section *Aigeiros*)

Davorin KAJBA i Saša BOGDAN*

Sažetak: Procjena genetskih parametara izvršena je za svojstvo prosječnog prirasta u šest klonskih testova crnih topola, osnovanih s različitom smjesom genotipova, razmacima sadnje i starostima sadnica, pri plantažnoj starosti od 14 godina. Procjena nasljednosti (h^2), utvrđivana za svojstvo prosječnog prirasta, iskazala je vrlo visok stupanj genetske kontrole. Vrijednosti genetskog heterogeniteta kretale su se od $h^2 = 0,47$ do $h^2 = 0,98$, zavisno od eksperimenta i metode procjene. Ostvarena eksperimentalna genetska dobit (ΔG), znatno je veća u usporedbi s očekivanim genetskim poboljšanjem. Iako je genetsko poboljšanje veće pri uzgoju jednog najboljeg klona, da bi sačuvali stabilnost ekosustava prednost ćemo dati uzgoju većeg broja divergentnih genotipova, smanjujući tako biološki rizik uzgoja monokultura, uz mozaičan raspored klonova u kulturi.

Gljučne riječi: nasljednost, genetska dobit, klonski testovi crnih topola.

UVOD – Introduction

Procjene genetskih parametara imaju važnu ulogu u programima oplemenjivanja šumskog drveća, posebice za gospodarski važna svojstva. U tehnici oplemenjivanja šumskog drveća najekonomičniju i najbržu genetsku dobit u smislu produkcije moguće je ostvariti koristeći odgovarajuću vrstu, odnosno provenijenciju unutar vrste ili smjesu klonova adaptiranu na određene stanišne uvjete. Također je procjena genetskih i negenetskih čimbenika za ova svojstva vrlo važna kod autoktonih, a posebice kod aloktonih vrsta.

Na temelju procjene stupnja nasljednosti određenog svojstva i selekcijskog diferencijala, u određenoj populaciji možemo predvidjeti genetsko poboljšanje putem oplemenjivanja selekcijom u sljedećoj generaciji (Wright 1976, Falconer 1981). Genetska dobit (ΔG) je prosječno poboljšanje u potomstvu u odnosu na srednju vrijednost roditelja ili roditeljske generacije, a ovisi o intenzitetu selekcije (i), genetskoj varijabilnosti, te nasljednosti (h^2).

Nasljednost je, općenito uzevši, odnos genotipske varijance prema fenotipskoj varijanci, dok se iz klonskog testa može odrediti u kolikoj mjeri na određeno svojstvo utječe okolina, a u kolikoj mjeri je uvjetovano nasljeđem (genotipom). Genotipska varijanca može sadržavati samo aditivnu varijancu, tada govorimo o nasljednosti u užem smislu, a može uz aditivnu varijancu sadržavati još i varijancu dominancije te interakcije, pa u tom slučaju govorimo o nasljednosti u širem smislu. Genetska dobit ostvarena u klonskim testovima predstavlja prosječno poboljšanje reduciranog broja klonova ili pojedinog klona u odnosu na srednju vrijednost ukupnog broja testiranih klonova, a ovisi o intenzitetu selekcije, genetskoj varijabilnosti, te nasljednosti. Genetska dobit predstavlja produkt selekcijskog diferencijala, odnosno intenziteta selekcije i nasljednosti, a najčešće se ponajprije misli na neaditivnu genetsku varijancu koju je moguće sačuvati i reproducirati samo klonskim putem. Kod šumskog drveća ta je metoda vrlo uspješna kod vrsta s rutinskim autovegetativnim razmnožavanjem, uz mogućnost ostvarenja dodatne genetske dobiti selekcijom najboljih klonova.

* Doc. dr. sc. Davorin Kajba, Saša Bogdan, dipl. inž. Šumarski fakultet, Zagreb

U ovom su radu utvrđivane razine genetske kontrole za svojstvo prosječnog prirasta u klonskim testovima crnih topola, te je utvrđivana varijabilnost parametara nasljednosti (h^2) tijekom ontogenetskog starenja u uvjetima promjenjivih čimbenika okoline.

U radu je procijenjena nasljednost svojstva prosječnog prirasta po dvije metode, dok je dodatno genetsko poboljšanje drvene mase procijenjeno na osnovi selekcije pet ili jednog najboljeg klona.

MATERIJAL I METODE RADA – Material and methods

Podaci u ovom radu korišteni su iz klonskih testova crnih topola koji su osnovani na području Šumarija Koprivnica, Čakovec i Osijek. Osam klonskih testova koji su obrađeni u ovome radu, a osnovani su u različitim razmacima sadnje i s različitim starostima sadnog materijala (Tablica 1). Iz tih je razloga procjena genetskog heterogeniteta-nasljednosti i genetske dobiti izvršena za svojstvo prosječnog prirasta. Također je i različita smjesa klonova od eksperimenta do eksperimenta uvjetovala da se izvrši procjena genetskih parametara za pojedini eksperiment. Broj klonova u pojedinom eksperimentu kretao se od četiri do 24 genotipa, dok je prosječni prirast proračunat glede preživljavanja. Izmjere prsnog promjera, totalnih visina, kao i procjene drvene mase srednjeg stabla, ukupne drvene zalihe po hektaru te preživljavanje, obrađeno je za sve klonske testove kod plantažne starosti od 14 godina. Eksperimenti su osnovani kao randomizirani blok sustav u ponavljanjima, a za analizu varijance korištene su aritmetičke sredine po ponavljanjima.

Stupanj nasljednosti za svako pojedino svojstvo dobiveno je raščlanjivanjem sveukupne varijabilnosti u pokusu na međuklonsku varijabilnost i varijabilnost unutar jedinki istoga klona. Metodom analize klonskih testova dobivaju se vrijednosti za nasljednost u širem smislu.

Nasljednost je računata po sljedećim formulama:

$$h^2 \text{ (u širem smislu)} = \frac{\delta_c^2}{\delta^2 + \delta_c^2} \quad ; \text{ (po Wrightu)}$$

$$h^2 \text{ (u širem smislu)} = \frac{\delta_c^2}{\delta^2 + \delta_c^2} \quad ; \text{ (po Einspahr, van Buijtenen i Peckhamu)}$$

U gornjim formulama δ_c^2 je varijanca klonova, δ^2 je varijanca greške, a r je broj ponavljanja u pojedinom pokusu.

Procjena genetskog poboljšanja selekcijom računata je po formuli:

$$\Delta G = i \sigma_{ph} h^2 \quad (\text{Falconer 1981}),$$

gdje je i intenzitet selekcije (Becker 1984), σ_{ph} je standardna devijacija za fenotipske vrijednosti uzgojenih klonova, a h^2 je nasljednost za pojedino svojstvo.

Kada je selekcija bazirana na prosjecima klonova, tada formula za očekivanu genetsku dobit iznosi:

$$\Delta G = i \frac{\delta_c^2}{\sqrt{\delta^2 / r + \delta_c^2}} \quad ; \text{ (Randall \& Cooper 1973)}$$

Očekivano genetsko poboljšanje za svojstvo prosječnog prirasta obračunato je glede selekcije pet ili jednog najboljeg klona u pojedinom klonskom testu, te je uspoređeno s ostvarenim eksperimentalnim podacima.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA – Results and discussion

U tablici 1 prikazane su vrijednosti prosječnog prirasta klonova crnih topola u osam terenskih eksperimenata, kao i njihovi rangovi u pojedinom klonskom testu kod plantažne starosti od 14 godina. Klonski testovi osnovani su u različitim razmacima sadnje, pa su iz tog razloga procjene genetskih parametara obračunate za svojstvo prosječnog prirasta klona za svaki pojedini eksperiment.

Kod razmaka sadnje 3 x 3 m, u klonskom testu Podturen I, osnovanim sa pet klonova, prosječni prirast s uključenim preživljavanjem, kretao se od 13,1 m³/ha (klon 450) do 34,7 m³/ha (klon 457).

U klonskim testovima Drnje I i II, s razmacima sadnje 3,5 x 3,5 m, prosječni prirast iznosio je od 3,6 m³/ha (klon 450) do 29,3 m³/ha (klon S 1-8), a testirano je ukupno dvadeset, odnosno deset klonova po eksperimentu.

U klonskom testu Podturen II testirano je ukupno pet klonova s razmacima sadnje 4,5 x 4,5 m, a prosječni prirast kretao se od 15,7 m³/ha za klon 709, do 23,1 m³/ha (klon 457).

Razmak sadnje od 5 x 5 m primijenjen je u tri klonska testa, Podturen II i Preložnički berek I i II, u koje je uključeno od četiri do 24 klona po eksperimentu, dok se

prosječni prirast kretao od 6,2 m³/ha (klon S 1-20) do 21,7 m³/ha (klon 709).

U klonskom testu Pampas, kod razmaka sadnje 5,6 x 6,5 m, ukupno je testirano deset klonova, a njihov se prosječni prirast kretao od 12,8 m³/ha (klon I-214) do 36,4 m³/ha (klon S 1-8).



Slika 1. Klonski test crnih topola, Pampas, Šumarija Osijek
Fig. 1. Clonal test of black poplars, Pampas, Forest range office Osijek

Budući da nemamo klonske testove topola s istom smjesom genotipova koji bi bili sađeni u istim razmacima sadnje i na više različitih staništa, nemamo mogućnost adekvatnog izučavanja interakcije genotip x okolina. Iz tablice 1 vidljive su značajne razlike prosječnog prirasta klonova, s obzirom na pojedini genotip, razmak sadnje i lokalitet.

Gospodarski važna svojstva, iako u većoj mjeri uvjetovana nasljeđem, podliježu i znatnim utjecajima okoline. Modifikabilnost je posebice prisutna kod klonova koji posjeduju genetsku konstituciju za veću reakcijsku normu organizma. Takvi "plastični" genotipovi iskazat će znatne pozitivne modifikacije u produkciji drvne mase kroz različite uzgojne tretmane. Prema modifika-



Slika 2. Klonski test crnih topola, Preložnički berek, Šumarija Đurđevac

Fig. 2. Clonal test of black poplars, Preložnički berek, Forest range office Đurđevac

cijama koje karakteriziraju pojedine klonove vrba pri uzgoju na različitim staništima, izvršena je podjela u više grupa (Krstinić 1984), a najpovoljnija smjesa genotipova odgovarala bi klonovima vrlo visoke fenotipske nestabilnosti, sa specifičnom adaptacijom na optimalne okoline (Krstinić & Kajba 1993).

Ispravna procjena nasljednosti te uspješnost selekcije, predstavlja ispravnu i točnu procjenu genotipa i njegova udjela u fenotipu, a koji je nastao kao rezultat interakcije nasljeđa i okoline. Bisoffi & Gullberg (1996) ističu da usprkos nedostatku literature i informacija kod topola, istraživanja o parametrima nasljednosti, genetske dobiti i korelacije između svojstva, moraju biti bazirana na kvantitativnoj determinaciji genetskog udjela u oplemenjivanju, kako na populacijskoj razini, tako i kod klonske selekcije.

U tablici 2 iskazane su vrijednosti nasljednosti (h^2) za svojstvo prosječnog prirasta s uključenim preživljavanjem, pri plantažnoj starosti od 14 godina, a kod različitih razmaka sadnje.

Godišnji prirast klonova crne topole u klonskim testovima, Plantažna starost 14 godina
 Annual increment of black poplar clones in field trails, Plantation age 14 yrs

Lokacija Location	Botanički naziv Botanical name	Lokalitet - Razmak sadnje Location - Spacing													
		Drnje I 3,5 x 3,5 m		Drnje II 3,5 x 3,5 m		Podturen I 3 x 3 m		Podturen II 4,5 x 4,5 m		Podturen II 5 x 5 m		P. berek I 5 x 5 m		P. berek II 5 x 5 m	
		m ³ /ha	Rang	m ³ /ha	Rang	m ³ /ha	Rang	m ³ /ha	Rang	m ³ /ha	Rang	m ³ /ha	Rang	m ³ /ha	Rang
1	<i>P. deltoides</i>	8,2	12	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	11,5	8	-----	---
2	<i>P. deltoides</i>	9,1	10	20,4	4	22,4	3	15,7	5	21,7	1	11,9	7	-----	---
3	<i>P. deltoides</i>	7,8	13	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	19,8	2
4	<i>P. deltoides</i>	8,3	11	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---
5	<i>P. deltoides</i>	19,3	2	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	18,8	3
6	<i>P. deltoides</i>	17,2	3	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	20,7	1	16,3	11
7	<i>P. deltoides</i>	20,0	1	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---
8	<i>P. x euramericana</i>	10,6	8	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	11,0	18
9	<i>P. deltoides</i>	13,2	5	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---
10	<i>P. deltoides</i>	3,6	18	21,1	3	13,1	5	16,6	4	15,2	2	9,3	10	-----	---
11	<i>P. deltoides</i>	9,5	9	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---
12	<i>P. deltoides</i>	12,4	6	20,0	6	31,1	2	16,9	3	12,6	4	16,1	6	14,9	13
13	<i>P. deltoides</i>	5,6	16	17,0	7	-----	---	-----	---	-----	---	17,1	5	-----	---
14	<i>P. deltoides</i>	7,0	15	13,7	8	-----	---	-----	---	-----	---	6,2	11	-----	---
15	<i>P. x interamericana</i>	11,9	7	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---
16	<i>P. deltoides</i>	7,1	14	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---
17	<i>P. x euramericana</i>	9,5	9	10,3	9	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---
18	<i>P. deltoides</i>	7,8	13	20,2	5	19,9	4	20,4	2	14,3	3	17,1	5	12,9	15
19	<i>P. deltoides</i>	4,2	17	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---
20	<i>P. deltoides</i>	14,1	4	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	12,0	17
21	<i>P. deltoides</i>	-----	---	29,3	1	-----	---	-----	---	-----	---	20,1	2	-----	---

Tablica 2. Procjena nasljednosti (h^2), genetskog koeficijenta varijabilnosti (G.C.V.) i genetskog poboljšanja (ΔG) za prosječni prirast klonova crnih topola na šest pokusnih plohaTable 2 Estimation of heritability (h^2), genetic coefficient of variability (G.C.V.) and gain (ΔG) for average increment of black poplar clones on six field plots

Procjena po: Estimation by:	h^2	G.C.V. (%)	ΔG (m ³ /ha)	ΔG (%)
Pokusna ploha – Field plot DRNJE I				
Wrightu	0,96	62,4	12,94*	114,0*
			8,41**	74,1**
Einspahru, Pechamu, i van Buijtenenu	0,85		12,21*	107,6*
			7,94**	70,0**
Pokusna ploha – Field plot DRNJE II				
Wrightu	0,90	25,0	6,99*	36,5*
			3,36**	17,5**
Einspahru, Pechamu, i van Buijtenenu	0,69		6,13*	32,0*
			2,94**	15,3**
Pokusna ploha – Field plot PRELOŽNIČKI BEREK I				
Wrightu	0,80	22,9	6,07*	40,0*
			4,12**	27,2**
Einspahru, Pechamu, i van Buijtenenu	0,50		4,81*	31,7*
			3,27**	21,6**
Pokusna ploha – Field plot PRELOŽNIČKI BEREK II				
Wrightu	0,98	33,5	8,08*	53,9*
			4,35**	29,0**
Einspahru, Pechamu, i van Buijtenenu	0,91		7,81*	52,1*
			4,21**	28,1**
Pokusna ploha – Field plot PODTUREN				
Wrightu	0,78	13,7	2,65*	14,0*
			2,05*	10,8*
Einspahru, Pechamu, i van Buijtenenu	0,47			
Pokusna ploha – Field plot PAMPAS				
Wrightu	0,92	25,9	8,74*	38,3*
			4,20**	18,4**
Einspahru, Pechamu, i van Buijtenenu	0,74		7,86*	34,4*
			3,77**	16,5**

* procjena za jedan najbolji klon – estimation for the one best clone

** procjena za pet najboljih klonova – estimation for the five superior clones

Vrijednosti procjene genetskog heterogeniteta-nasljednosti za prosječne priraste iznosile su od $h^2 = 0,78$ do $h^2 = 0,98$ (po Wrightu), odnosno od $h^2 = 0,47$ do $h^2 = 0,85$ (po Einspahru, van Buijtenenu i Pechamu). Ove vrijednosti ukazuju da je to svojstvo pod visokim stupnjem genetske kontrole. Procjene nasljednosti prosječnog prirasta, koji objedinjuju varijable koje determiniraju volumnu produkciju, ukazuju i na stabilnost istraživanih svojstava na svim lokalitetima, odnosno na slične genetske heterogenitete, bez obzira na različitu smjesu klonova.

U tablici 2 prikazane su i vrijednosti očekivane genetske dobiti (ΔG) za šest istraživanih ploha.

Očekivano genetsko poboljšanje (ΔG) dobiveno selekcijom jednog najboljeg klona, a procijenjeno prema Wrightu, iznosilo bi za svojstvo prosječnog prirasta od 2,65 m³/ha u klonskom testu Podturen, do 12,94 m³/ha u pokusnoj plohi Drnje I. To iznosi od 14,0 % do 114,0 % u odnosu na srednju vrijednost prosječnog prirasta klonova u pojedinom eksperimentu.

Selekcijom pet najboljih klonova, obračunato po Wrightu, ostvarilo bi se genetsko poboljšanje od 3,36 m³/ha, u klonskom testu Drnje II, do 8,41 m³/ha u eksperimentu Drnje I. Genetsko poboljšanje (ΔG) u tom slučaju kreće se u vrijednostima od 17,5 % do 74,1 %.

Tablica 3. Očekivana i ostvarena genetska dobit (ΔG) prosječnog prirasta za pet najboljih klonova i za jedan najbolji klon topole u šest terenskih eksperimenataTable 3 Expected and realized genetic gain (ΔG) for average increment of the five superior clones and the best clone on six field plot experiments

Lokalitet Site	Genetska dobit za pet najboljih klonova Genetic gain for the five superior clones			Genetska dobit za najbolji klon Genetic gain for the best clone		
	m ³ /ha (%)			m ³ /ha (%)		
	po Wrightu by Wright	po E.B.P.* by E.B.P.*		po Wrightu by Wright	po E.B.P.* by E.B.P.*	
	očekivano expected	očekivano expected	ostvareno realized	očekivano expected	očekivano expected	ostvareno realized
Drnje I	8,41 (74,1)	7,94 (70,0)	16,97 (149,5)	12,94 (114,0)	12,21 (107,6)	18,55 (163,4)
Drnje II	3,36 (17,5)	2,94 (15,3)	22,63 (118,1)	6,99 (36,5)	6,13 (32,0)	29,30 (152,9)
P. Berek I	4,12 (27,2)	3,27 (21,6)	19,60 (129,3)	6,07 (40,0)	4,81 (31,7)	20,97 (138,3)
P. Berek II	4,35 (29,0)	4,21 (28,1)	19,58 (130,7)	8,08 (53,9)	7,81 (52,1)	22,52 (150,3)
Podturen	-	-	-	2,65 (14,0)	2,05 (10,8)	23,42 (123,6)
Pampas	4,20 (18,4)	3,77 (16,5)	26,10 (114,3)	8,74 (38,3)	7,86 (34,4)	26,40 (159,4)

* Einspahr, van Buijtenen, Peckham

Genetska dobit (ΔG) za prosječni prirast procijenjena po Einspahr u, van Buijtenenu i Peckhamu, iznosila bi za selekciju jednog najboljeg klona od 2,05 m³/ha, u klonskom testu Podturen, do 12,21 m³/ha u istom klonskom testu. Ta bi se procjena genetskog poboljšanja kretala u vrijednostima od 10,8 % do 107,6 %.

Selekcijom pet najboljih klonova, procijenjenih po ovoj drugoj metodi, očekivana genetska dobit (ΔG) imala bi vrijednosti od 2,94 m³/ha do 7,94 m³/ha. Genetsko poboljšanje kreće se tada u vrijednostima od 15,3 % do 70,0 %.

U tablici 3 prikazana je očekivana i ostvarena genetska dobit (ΔG) za provedenu selekciju jednog i pet najboljih klonova u testiranim klonskim pokusima za svojstvo prosječnog prirasta.

Ostvareno genetsko poboljšanje uspoređeno s očekivanim, proračunatim po obje metode, znatno je veće i to kod procjene za selekciju pet najboljih, i za jedan najbolji klon. Prisutna je velika širina varijabilnosti prosječnog prirasta između klonova u svakom pojedinom eksperimentu (Tablica 1). To je uzrokovano učešćem većeg broja divergentnih genotipova, koji su uvjetovali da su vrijednosti ostvarenog prosječnog prirasta znatno veće od očekivanih vrijednosti.

Iz tablice 3 je vidljivo da selekcijom pet klonova s najvećim prosječnim prirastom možemo u jednom eks-

perimentu ostvariti od 114,3 % do 149,5 % u odnosu na naše očekivane vrijednosti poboljšanja, koje se kod obje metode kreću u vrijednostima od 15,3 % do 74,1 %.

Također se selekcijom jednog najboljeg klona može ostvariti genetsko poboljšanje od 138,3 % do 163,4 %. Očekivane vrijednosti genetske dobiti dobivene kod obje metode kreću se od 10,8 % do 114,0 %.

Selekcijom pet ili jednog najboljeg klona ostvarilo bi se znatno veće genetsko poboljšanje od očekivane genetske dobiti, budući je raspon vrijednosti prosječnog prirasta pojedinog klona unutar svakog pokusa velik.

Istraživanje procjene genetskog poboljšanja u produkciji drvne mase kod kultura stablastih vrba, imala je prosječna odstupanja od 1 % do 5 % u odnosu na očekivana i ostvarena poboljšanja (Kajba 1991), kada su obračunata po Wrightu. Poznato je da procjene nasljednosti i genetskog poboljšanja (ΔG) treba izvršiti ne samo s mladim, već i sa starijim biološkim materijalom. Genetsko poboljšanje sa sigurnošću možemo procijeniti i kod mladog materijala, ukoliko je utvrđena juvenilno-adultna korelacija za to svojstvo. Određivanje optimalne starosti za selekciju primjenom različitih modela rezultiralo je zaključkom da ekstremno rana selekcija, manja od 1/3 ophodnje, mora biti uzeta s rezervom (Kang 1985).

Iako je genetsko poboljšanje veće kod uzgoja jednog najboljeg klona u odnosu na pet najboljih, da bismo povećali stabilnost ekosustava dat ćemo prednost uzgoju većeg broja klonova divergentne genetske konstitu-

cije. Na taj način smanjujemo biološki rizik uzgoja monoklonskih kultura, a prednost će imati multiklonski pristup uzgoja s mozaik rasporedom klonova u kulturi.

ZAKLJUČCI – Conclusions

1. Procjena genetskih parametara izvršena je za svojstvo prosječnog prirasta u šest klonskih testova crnih topola, osnovanih s različitom smjesom genotipova, razmacima sadnje i starostima sadnica, pri plantažnoj starosti od 14 godina.

2. Procjena nasljednosti (h^2) utvrđivana za svojstvo prosječnog prirasta, iskazala je vrlo visok stupanj genetske kontrole. Vrijednosti genetskog heterogeniteta kretale su se od $h^2 = 0,47$ do $h^2 = 0,98$, zavisno od eksperimenta i metode procjene.

3. Ostvarena eksperimentalna genetska dobit (ΔG) znatno je veća u usporedbi s očekivanim genetskim po-

boljšanjem. Selekcijom jednog najboljeg klona može se ostvariti genetska dobit od 138,3 do 163,4 %, dok bi se selekcijom pet najboljih klonova ostvarilo poboljšanje od 114,3 do 149,5 %, u odnosu na prosječni prirast u pojedinom eksperimentu.

4. Iako je genetsko poboljšanje veće pri uzgoju jednog najboljeg klona, da bi sačuvali stabilnost ekosustava, prednost ćemo dati uzgoju većeg broja divergentnih genotipova, smanjujući tako biološki rizik uzgoja monokultura, uz mozaičan raspored klonova u kulturi.

LITERATURA – References

- Becker, W. A., 1984: Manual of Quantitative Genetics. Academic Enterprises, Pullman, Washington, 188 pp.
- Bisoffi, S. & Gullberg, U., 1996: Poplar breeding and selection strategies in: Stettler, R. F., Bradshaw, H. D., Jr., Heilman, P. E., and Hinckley, T. M., (ed.), Biology of Populus and its implications for management and conservation. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada, 539 p.
- Falconer, D. S., 1981: Introduction to quantitative genetics, Longman Group Ltd., London, 340 pp.
- Kajba, D., Procjena genetskog heterogeniteta – nasljednosti i genetske dobiti za neka gospodarski važna svojstva u klonskim testovima stablastih vrba, Šumarski list 10-12, Zagreb, s. 449-460.
- Kang, H., 1985: Juvenile Selection in Tree Breeding: Some mathematical models, Silvae Genetica 34, 2-3, Frankfurt, p. 75-84.
- Krstinić, A., 1984: Fenotipska stabilnost, adaptivnost i produktivnost nekih klonova stablastih vrba, Glasnik za šum. pokuse, posebno izdanje 1, Zagreb, s. 5-24.
- Krstinić, A., & Kajba, D., 1993: Oplemenjivanje brzorastućih listača, Glas. šum. pokuse, pos. izd. 4, Zagreb, s. 59-72.
- Randall, W. K. & Cooper, D. T., 1973: Predicted Genotypic Gain from Cottonwood Clonal Test, Silvae Genetica 22, 5-6, Frankfurt, p. 165-167.
- Vidaković, M. & Krstinić, A., 1985: Genetika i oplemenjivanje šumskog drveća. Liber, Zagreb, 505 pp.
- Wright, J. W., 1976: Introduction to Forest Genetics. Academic Press, New York, 463 pp.

SUMMARY: Estimate of genetic parameters were computed for the trait of average increment in six clonal tests of black poplars, established with different genotype mixtures, different spacings and seedlings age, at the plantation age of 14 years.

Estimate of heritability (h^2) for the average increment has shown a high degree of genetic control for this trait. Values of genetic heterogeneity were from $h^2 = 0,47$ to $h^2 = 0,98$, depends on experiment and methods of estimations.

Realized experimental genetic gain (ΔG) was much more higher compared with the calculated expected genetic gain.

For reason of securing stability of the ecosystem and decreasing the biological risk, priority was given to the five superior clones with diversified genetic constitutions in relation to establishing monocultures, regardless of the possibility of realizing lesser genetic gain through multiclonal plantations with mosaic scheme.

Key words: heritability, genetic gain, black poplar clonal tests