Baština Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

Simpozij zaštita šuma-stabilnost šumskih ekosistema: Dan šuma

Beus, Vladimir; urednik

2024-09

https://bastina.anubih.ba/handle/123456789/794

Preuzeto s Baštine Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/

DOI: 10.5644/PI2024.211.07
Originalni naučni članak

Potencijalna rana selekcija provenijencija bijelog bora (*Pinus sylvestris* L.) u testu provenijencija u Bosni i Hercegovini

Mirzeta Memišević Hodžić
Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet
E-mail: mirzeta.mh@sfsa.unsa.ba

Erdal Brutus
Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet

Dalibor Ballian
Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

Apstrakt: Bijeli bor (*Pinus sylvestris* L.) jedna je od najvažnijih i najistraženijih vrsta drveća u evropskim šumama. Cilj istraživanja je utvrditi mogućnosti povećanja proizvodnih mogućnosti i kvaliteta bijelog bora kroz ranu selekciju u testu provenijencija u Bosni i Hercegovini, a rezultati će se koristiti u svrhu što boljeg korištenja staništa pogodnih za bijeli bor.
Za potrebe ovog istraživanja 2021. godine mjerene su visine i prečnici u prsnoj visini bijelog bora u testu provenijencije u Žepču, te brojane grane u pršljenu. Test je uspostavljen 2012. godine sadnjom dvogodišnjih sadnica iz 14 evropskih provenijencija (po tri iz Austrije i Italije i po jedna iz Bosne i Hercegovine, Njemačke, Poljske, Rumunije, Slovačke, Norveške, Škotske i Ukrajine). Izračunate su i zapremine, a zatim provedena analiza varijanse i deskriptivna analiza podataka po provenijencijama. Zatim je selekcionirano pet provenijencija sa najvećim prosječnim vrijednostima istraživanih svojstava i izračunate su razlike između prosječnih vrijednosti za selekcionirane provenijencije i ukupnog prosjeka, kao i razlike između prosječnih vrijednosti za provenijenciju sa najvećim prosječnim vrijednostima i ukupnog prosjeka za sva istraživana svojstva. Podaci su obrađeni pomoću Excel 2013 i SPSS 20.0.
Analiza varijanse pokazala je statistički značajne razlike između provenijencija po svim istraživanim svojstvima. Najveći prosječan prečnik stabala starih 11 godina imala je provenijencija iz Ukrajine, a najveću prosječnu visinu i zapreminu jedna od provenijencija iz Austrije. Razlika između prosjeka pet provenijencija sa najvećim prosječnim vrijednostima i ukupnog prosjeka po svojstvu zapremine iznosila je 17,4% od ukupnog prosjeka, a razlika između provenijencije sa najvećom prosječnom zapreminom i ukupnog prosjeka iznosila je 41% od ukupnog prosjeka.
Rezultati će biti korišteni u procesima selekcije provenijencija bijelog bora sa dobrim visinskim i debljinskim prirastom.

Ključne riječi: bijeli bor /*Pinus sylvestris* L./, selekcija, test provenijencija

Uvod

U Bosni i Hercegovini bijeli bor (*Pinus sylvestris* L.) predstavlja vrstu koja je relativno široko rasprostranjena, ali u malim brojnim populacijama, o čemu izvještava Stefanović (1958), dok se samo na Romanijskom platou mogu naći veći kompleksi. U Bosni i Hercegovini bijeli bor se javlja na oko 2–3% šumskih površina, dok mu je zastupljenost u rasadničkoj proizvodnji jako velika (Ballian, 2000). Kako je drvo bijelog bora zbog svoje velike upotrebne vrijednosti našlo svoje mjesto u savremenom proizvodnom šumarstvu, koje se ne može zamisliti bez ove vrste, to je ovoj vrsti kroz povijest poklanjana velika pažnja (Pintarić, 2002). To je i glavni razlog zašto na tržištu postoji stalna potreba za visokovrijednim šumskim reprodukcionim materijalom bijelog bora, što upućuje na potrebu selekcije u cilju povećanja proizvodnosti i kvalitete ove vrijedne vrste. Naročito se velike potrebe za bijelim borom javljaju 1970-ih godina, što je bio razlog da se započnu aktivnosti na eksperimentalnoj rejonizaciji i selekciji sjemenskih objekata bijelog bora u Bosni i Hercegovini, a sa čim se u srednjoj i sjevernoj Evropi radi već desetljećima (Eriksson, 2008). Prve eksperimente sa bijelim borom u Evropi je postavio Dengler (1938), koji je proučavao populaciju bijelog bora nastalu iz slobodnog oprašivanja i došao do spoznaje da selekcija na svojstvo visine ima smisla ako se provodi u ranim fazama razvoja biljaka. Do sličnih rezultata poslije dolaze Scamoni (1950) i Patlaj (1964). Scamoni (1950) zaključuje da svojstvo zakrivljenosti debla predstavlja dominantno svojstvo i nalazi se pod visokom genetičkom kontrolom, kao i ugao insercije grana i rakljavost. Također je interesantno da broj kotiledona kod klijanaca određuje broj grana u pršljenu (Przybylski, 1972), te se selekcija na manji broj grana može provoditi u najranijoj fazi razvoja biljaka.

Intenzivne aktivnosti na masovnoj selekciji bijelog bora u Bosni i Hercegovini započele su sredinom 1980-ih godina, kada se počinje sa selekcijom najboljih sastojina (Ballian i dr., 2009). Aktivnosti na selekciji bijelog bora realizirane su u okviru projekta "Revizija postojećih i izdvajanje novih sjemenskih sastojina i proučavanje bioloških karakteristika smrče, jele, bijelog i crnog bora u funkciji proizvodnje kvalitetnog sjemena za potrebe šumarstva SRBiH" (Dizdarević et al., 1987). Prvi rezultati na nacionalnom nivou pokazuju da postoje značajne razlike između provenijencija bijelog bora u testu provenijencija u mlađoj dobi (Mikić, 1991), ali i kod starosti od 20 godina (Ballian et al., 2009). Nažalost to je bio samo nacionalni test provenijencija. Tokom 2012. godine osnovan je test provenijencija sa provenijencijama

bijelog bora iz više evropskih zemalja (Ballian et al., 2019), kako bi se pokazalo kakva je pozicija najbolje populacije iz nacionalnog testa, a što je bila provenijencija Bugojno (Prusačka rijeka) (Mikić, 1991) naspram evropskih koje su zasađene u pokusu.

Testovi provenijencija osnivaju se za dugoročna istraživanja i svaka provenijencija mora biti predstavljena potomstvom sa minimalno 20 stabala, a poželjno je da to bude sa 50 stabala (Vidaković i Krstinić, 1985). Jedan od glavnih ciljeva istraživanja jeste identificiranje, izdvajanje provenijencija koje daju najveću proizvodnu i kvalitativnu vrijednost, te dobra genetička adaptacija selekcioniranih provenijencija (individua) jer su uspješno prošle prestrojavanje populacijske strukture, kao utjecaj okoline na njihove procese prilagodbe.

Cilj istraživanja je priznatim metodama za testiranje provenijencija odrediti najbolje provenijencije za ekološke uvjete koji vladaju na istraživanom području, prema prsnom prečniku, visini, zapremnini te broju grana u pršljenu, a zatim kroz sintezu svih analiziranih svojstava dati preporuku za upotrebu najboljih provenijencija u okviru kojih će se izdvojiti najbolje individue za razvoj klonskog šumskog nasada superiornih individua, kao i eventualno podizanje klonskih sjemenskih plantaža.

Materijal i metode

Materijal

Objekt istraživanja bila su stabla bijelog bora u testu provenijencija bijelog bora Žepče. Test provenijencija osnovan je 2012. godine, sadnjom sadnica starosti 2+0 uzgojenih od sjemenskog materijala prikupljenog u deset različitih zemalja. Na ovoj plohi se nalazi 14 različitih provenijencija bijelog bora (Tabela 1). Prilikom osnivanja, sadnice su sađene u rupe dimenzija 30 x 30 cm, sa razmakom sadnje 2 x 2 m. Sadnja je izvršena pravolinijski, pri čemu je u okviru jedne provenijencije zasađeno 100 sadnica u četiri bloka – ponavljanja (Slika 1), a u svakom bloku se nalazi po 25 sadnica. Ukupan broj sadnica na plohi je 1400.

I3	SL1	I2		
N3	NJ2	P1	I1	
B1	S1	U2		R1
I2	I3	A1	A2	A3
R1	N3	NJ2	P1	I1
A3	B1	S1	U2	SL1
I1	I2	I3	A1	A2
SL1	R1	N3	NJ2	P1
A2	A3	B1	S1	U2
P1	I1	I2	I3	A1
U2	SL1	R1	N3	NJ2
A1	A2	A3	B1	S1

Legenda:	
BLOK 1	
BLOK 2	
BLOK 3	
BLOK 4	

Slika 1. Raspored provenijencija bijelog bora u testu provenijencija Žepče
Figure 1. Distribution of Scots pine provenances in the Žepče provenance test

Tabela 1. Lista istraživanih provenijencija bijelog bora u testu provenijencija Žepče
Table 1. List of investigated Scots pine provenances in the Žepče provenance test

Zemlja *Country*	Oznaka provenijencije *Label of provenance*	Lokalitet sakupljanja sjemena *Location of seed collection*	Sjeverna geografska širina *Latitude*	Istočna geografska dužina *Longitude*
Austrija	A1	Kobersdorf/Lackenbach	47°53'12"	15°31'39"
Austrija	A2	Pannholtz, Burgenland	47°07'14"	15°17'14"
Austrija	A3	Hochwolkersdorf Stift Reicheresberg	47°13'49"	14°26'12"
Bosna i Hercegovina	B1	Bugojno	44°03'00"	17°27'00"
Italija	I1	Ca Del Lupo	43°18'90"	13°27'89"
Italija	I2	Fenestrelle (TO)	45°01'47"	07°03'38"
Italija	I3	Piani – Valda (TN)	46°13'00"	11°16'00"
Njemačka	NJ2	Trippstadt	49°21'35"	07°46'29"
Poljska	P1	Raciane – Nida	53°37'00"	21°29'00"
Rumunjska	R1	Sacueni	47°21'09"	22° 5'29"
Slovačka	SL1	Hanušovce	49°01'35"	21°30'01"
Norveška	N3	Narvik	68°25'14"	17°33'10"
Škotska	S1	Shieldaig	57°36'24"	05°55'17"
Ukrajina	U2	Ivano Frankivsk	48°56'22"	24°31'52"

Test provenijencija bijelog bora Žepče nalazi se na 600 m nadmorske visine u pojasu hrastovih i bukovih šuma. U ovoj zoni se nalazi duboko kiselo-smeđe zemljište (distrični kambisol). U ovom području vlada umjerenokontinentalna klima (Federalni hidrometeorološki zavod), sa toplim ljetima i oštrim zimama. Srednja godišnja temperatura zraka iznosi 10,7°C, minimalna temperatura je izmjerena u januaru (–27,5°C), a maksimalna u augustu (39,5°C). Godišnji prosjek registriranih mrazeva je 85 dana. Prosječna godišnja visina padavina iznosi 1040 mm. Vjetrovi su česti i umjereni sa povremenim jačim intenzitetom, koji dolinom rijeke Bosne pušu u nizvodnom smjeru (Strategija razvoja općine Žepče 2011–2018).

Terenska istraživanja – prikupljanje podataka

Terenska mjerenja u testu provenijencija vršena su 2021. godine. Mjerene su visine i prečnici stabala te brojane grane u petom pršljenu odozdo. Zapremina (m^3) je izračunata po formuli:

$$V = \frac{G \times H}{3},$$

gdje je H – visina stabla, a G – temeljnica (m^2), izračunata po formuli:

$$G = \frac{d_{1,3}^2 \times \pi}{4},$$

gdje je $d_{1,30}$ – prečnik na prsnoj visini.

Statistička obrada podataka

Provedena je analiza varijanse i deskriptivna analiza podataka po provenijencijama korištenjem SPSS 20.0 programa. Zatim je selekcionirano pet provenijencija sa najvećim prosječnim vrijednostima istraživanih svojstava i izračunate su razlike između prosječnih vrijednosti za selekcionirane provenijencije i ukupnog prosjeka, kao i razlike između prosječnih vrijednosti za najbolju provenijenciju i ukupnog prosjeka za sva istraživana svojstva. Podaci su obrađeni pomoću Excel 2013.

Rezultati

Deskriptivni pokazatelji za svojstvo visine, prsnog prečnika, broja grana u pršljenu i zapremine bijelog bora po provenijencijama prikazani su u tabelama

2–5. Najviša prosječna vrijednost označena je tamnosivom, a ostale četiri najviše prosječne vrijednosti označene su svijetlosivom bojom.

Tabela 2. Deskriptivni pokazatelji za visinu stabala bijelog bora po provenijencijama
Table 2. Descriptive indicators for the height of Scots pine trees by provenances

Provenijencija *Provenance*	N	Prosjek (m) *Mean (m)*	Standardna devijacija (m) *Std. Deviation (m)*	Standardna greška (m) *Std. Error (m)*	Minimum (m)	Maximum (m)
A1	45	5,1	1,3	0,2	2,0	7,3
A2	56	4,3	1,1	0,1	2,0	6,0
A3	52	6,4	1,3	0,2	3,5	9,8
B1	46	5,2	1,9	0,3	2,0	8,5
I1	46	5,5	1,2	0,2	2,5	8,0
I2	30	4,6	1,2	0,2	2,1	6,9
I3	66	5,7	1,4	0,2	2,0	8,9
N3	57	5,3	1,4	0,2	2,0	8,1
NJ2	40	4,8	1,3	0,2	2,4	6,4
P1	55	4,9	1,3	0,2	2,0	7,0
R1	31	5,7	1,1	0,2	3,0	7,1
S1	37	5,4	0,9	0,1	3,5	6,9
SL1	43	5,0	1,2	0,2	2,5	7,4
U2	40	5,2	0,9	0,1	2,8	8,0
Prosjek *Average*	**–**	**5,2**	**1,4**	**0,1**	**2,0**	**9,8**
Prosjek pet najboljih provenijencija *Average of the five best provenances*		5,7	–	–	–	–

Najveću prosječnu visinu imala je provenijencija A3 – 6,4 m, a slijede je provenijencije I3, R1, I1 i S1, dok je najmanju prosječnu visinu imala provenijencija A2 – 4,3 m. Razlika između prosječne visine pet najboljih provenijencija i ukupnog prosjeka visina za sve provenijencije iznosti 0,5 m (9,6% od ukupnog prosjeka), a razlika između prosječne visine najbolje provenijencije (A3) i ukupnog prosjeka iznosi 1,2 m (23,1% od ukupnog prosjeka).

Tabela 3. Deskriptivni pokazatelji za prsni prečnik stabala bijelog bora po provenijencijama
Table 3. Descriptive indicators for diameter at breast height of Scots pine by provenances

Provenijencija *Provenance*	N	Prosjek (cm) *Mean (m)*	Standardna devijacija (cm) *Std. Deviation (m)*	Standardna greška (cm) *Std. Error (m)*	Minimum (cm)	Maximum (cm)
A1	45	8,8	2,2	0,3	3,0	13,0
A2	56	7,9	2,3	0,3	2,0	12,0
A3	52	9,5	2,0	0,3	5,0	13,0
B1	46	8,5	2,3	0,3	2,0	12,0
I1	46	8,2	1,9	0,3	2,5	12,0
I2	30	7,9	2,0	0,4	3,0	11,0
I3	66	8,8	2,4	0,3	0,0	13,0
N3	57	9,0	1,8	0,2	3,0	13,0
NJ2	40	7,9	2,3	0,4	3,0	12,0
P1	55	8,6	2,5	0,3	3,0	15,0
R1	31	9,3	2,2	0,4	3,0	13,0
S1	37	8,7	1,7	0,3	3,0	12,0
SL1	43	8,7	1,9	0,3	5,0	13,0
U2	40	9,3	1,7	0,3	6,0	12,0
Prosjek *Average*	**–**	**8,7**	**2,2**	**0,1**	**0,0**	**15,0**
Prosjek pet najboljih provenijencija *Average of the five best provenances*		9,2	–	–	–	–

Najveći prosječni prsni prečnik imala je provenijencija A3 – 9,5 cm, a slijede je provenijencije R1, U2, N3 i A1, dok su najmanji prosječni prsni prečnik imale provenijencije I2, A2 i NJ2. Razlika između prosječne vrijednosti prsnog prečnika pet najboljih provenijencija i ukupnog prosjeka iznosi 0,5 cm (5,7% od ukupnog prosjeka), a razlika između prosječne vrijednosti najbolje provenijencije (A3) i ukupnog prosjeka iznosi 0,8 cm (9,2% od ukupnog prosjeka).

Tabela 4. Deskriptivni pokazatelji za broj grana u pršljenu bijelog bora po provenijencijama
Table 4. Descriptive indicators for number of branches in whorls by provenances

Provenijencija *Provenance*	N	Prosjek (kom) *Mean (n)*	Standardna devijacija (kom) *Std. Deviation (n)*	Standardna greška (kom) *Std. Error (n)*	Minimum (kom)	Maximum (kom)
A1	45	6,69	1,145	0,171	4	9
A2	56	7,27	1,408	0,188	4	11
A3	52	7,96	1,868	0,259	4	14
B1	46	7,30	1,787	0,264	4	11
I1	46	6,93	2,736	0,403	4	22
I2	30	7,70	1,725	0,315	5	12
I3	66	6,68	1,899	0,234	0	13
N3	57	6,63	1,447	0,192	4	9
NJ2	40	7,43	2,099	0,332	4	12
P1	55	7,29	1,436	0,194	4	10
R1	31	6,71	1,936	0,348	4	10
S1	37	5,97	1,343	0,221	4	9
SL1	43	7,37	1,381	0,211	5	12
U2	40	7,00	1,062	0,168	4	9
Prosjek *Average*	**–**	**7,07**	**1,761**	**0,069**	**0**	**22**
Prosjek pet najboljih provenijencija *Average of the five best provenances* –		6,54	–	–	–	–

Najmanji prosječan broj grana u pršljenu imala je provenijencija iz Škotske (Shieldaig), dok je bosanskohercegovačka provenijencija sa prosjekom preko 7,3 grana u pršljenu bila među lošijim provenijencijama po ovom svojstvu. Razlika između prosjeka pet najboljih provenijencija (sa najmanjim prosječnim brojem grana u pršljenu) i ukupnog prosjeka je –0,5 (–7,6% od ukupnog prosjeka), dok je razlika između prosjeka najbolje provenijencije (S1) i ukupnog prosjeka –1,1 (–15,6% od ukupnog prosjeka).

Tabela 5. Deskriptivni pokazatelji za zapreminu stabala bijelog bora po provenijencijama
Table 5. Descriptive indicators for volume of Scots pine trees by provenances

Provenijencija *Provenance*	N	Prosjek (m^3) *Mean (m^3)*	Standardna devijacija (m^3) *Std. Deviation (m^3)*	Standardna greška (m^3) *Std. Error (m^3)*	Minimum (m^3)	Maximum (m^3)
A1	45	0,01191	0,00750	0,00112	0,00050	0,03100
A2	56	0,00837	0,00563	0,00075	0,00020	0,02260
A3	52	0,01657	0,00929	0,00129	0,00290	0,04330
B1	46	0,01163	0,00800	0,00118	0,00020	0,02830
I1	46	0,01065	0,00539	0,00079	0,00050	0,02530
I2	30	0,00848	0,00559	0,00102	0,00050	0,01930
I3	66	0,01315	0,00702	0,00086	0,00000	0,03320
N3	57	0,01255	0,00612	0,00081	0,00050	0,02650
NJ2	40	0,00937	0,00576	0,00091	0,00060	0,02000
P1	55	0,01137	0,00809	0,00109	0,00060	0,03530
R1	31	0,01422	0,00703	0,00126	0,00070	0,03100
S1	37	0,01120	0,00474	0,00078	0,00120	0,02300
SL1	43	0,01123	0,00687	0,00105	0,00250	0,03100
U2	40	0,01247	0,00531	0,00084	0,00260	0,02450
Prosjek *Average*	–	**0,01175**	**0,00706**	**0,00028**	**0,00000**	**0,04330**
Prosjek pet najboljih provenijencija *Average of the five best provenances*		0,01379				

Najveću prosječnu zapreminu ima provenijencija A3, a najmanju I2. Razlika između prosječne zapremine za pet najboljih provenijencija i ukupnog prosjeka iznosi 0,0020m^3 (17,4% od ukupnog prosjeka). Razlika između prosjeka najbolje provenijencije i ukupnog prosjeka iznosi 0,0048m^3 (41,0% od ukupnog prosjeka).

U tabeli 6 prikazani su rezultati analize varijanse za istraživana svojstva sa provenijencijama kao izvorom varijabilnosti.

Tabela 6. Rezultati analiza varijanse za istraživana svojstva
Table 6. Results of analysis of variance for the investigated traits

Svojstvo Trait	Izvor varijabilnosti *Source of variability*	Suma kvadrata *Sum of Squares*	Stepeni slobode *df*	Sredina kvadrata *Mean Square*	F	Signifikantnost *Significance*
Visina (cm) *Height (cm)*	Između grupa/*Between Groups*	171,641	13	13,203	7,991	0,000
	Unutar grupa/*Within Groups*	1040,868	630	1,652		
	Ukupno/*Total*	1212,508	643			
Prsni prečnik (cm) *Diameter at breast height (cm)*	Između grupa/*Between Groups*	158,890	13	12,222	2,714	0,001
	Unutar grupa/*Within Groups*	2837,119	630	4,503		
	Ukupno/*Total*	2996,009	643			
Broj grana u pršljenu *Number of branches in whorl*	Između grupa/*Between Groups*	146,627	13	11,279	3,846	0,000
	Unutar grupa/*Within Groups*	1847,502	630	2,933		
	Ukupno/*Total*	1994,129	643			
Zapremina (m^3) *Volume (m^3)*	Između grupa/*Between Groups*	0,003	13	0,000	4,739	0,000
	Unutar grupa/*Within Groups*	0,029	630	0,000		
	Ukupno/*Total*	0,032	643			

Rezultati analize varijanse pokazuju da postoji statistički značajna razlika između provenijencija po svim svojstvima.

U tabeli 7 prikazane su vrijednosti Pearsonovog koeficijenta korelacije za istraživana svojstva. Sivom bojom označene su statistički značajne korelacije između svojstava na nivou 0,01.

Tabela 7. Pearsonov koeficijent korelacije između svojstava
Table 7. Pearson's correlation coefficient between traits

Svojstvo *Trait*	Koeficijent korelacije *Correlation coefficient*	Visina (cm) *Height (cm)*	Prsni promjer (cm) *Diameter at breast height (cm)*	Broj grana u pršljenu *Number of branches in whorl*	Zapremina (m^3) *Volume (m^3)*
Visina (cm) *Height (cm)*	Pearson Correlation	1			
	Sig. (2-tailed)				
	N	644			
Prsni prečnik (cm) *Diameter at breast height (cm)*	Pearson Correlation	0,683**	1		
	Sig. (2-tailed)	0,000			
	N	644	644		

Svojstvo *Trait*	Koeficijent korelacije *Correlation coefficient*	Visina (cm) *Height (cm)*	Prsni promjer (cm) *Diameter at breast height (cm)*	Broj grana u pršljenu *Number of branches in whorl*	Zapremina (m^3) *Volume (m^3)*
Broj grana u pršljenu *Number of branches in whorl*	Pearson Correlation	–0,007	0,068	1	
	Sig. (2-tailed)	0,862	0,083		
	N	644	644	644	
Zapremina (m^3) *Volume (m^3)*	Pearson Correlation	0,810**	0,912**	0,059	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,133	
	N	644	644	644	644

Rezultati Pearsonovog koeficijenta korelacije pokazuju da su svojstvo visine i prečnika u međusobnoj pozitivnoj korelaciji, a ova svojstva su i u očekivanoj pozitivnoj korelaciji sa zapreminom.

Diskusija

U šumarskim naučnim krugovima koji se bave oplemenjivanjem šumskog drveća se kontinuirano postavlja pitanje svrsishodnosti ranih selekcija na visinski i debljinski prirast, kao i na kvalitet debla, jer u kasnijoj dobi često dolazi do sustizanja, ujednačavanja ili preticanja među provenijencijama u pitanju ovih svojstava (Pintarić, 2000). S obzirom na to da se radi o kvantitativnim svojstvima, provođenje selekcije je teže zbog aditivnog nasljeđivanja (Vidaković i Krstinić, 1985, Ballian i Kajba, 2011), ali i u tom slučaju u zavisnosti od genetske kombinacije može se očekivati dobar rezultat i poboljšanje.

U ovom radu smo se osvrnuli na provenijencije kao ciljeve naše selekcije. Kada je u pitanju izbor najboljih provenijencija, znanstvenici se dvoume između korištenja autohtonog materijala i onog koji dolazi iz udaljenih populacija. Tako se većinom daje prednost domaćim provenijencijama (Eriksson i Ekberg, 2001), koje u nekim istraživanjima pokazuju superiornost i imaju bolju životnu snagu, jer su prilagođene na lokalne uvjete.

U ovom istraživanju korištena je lokalna provenijencija iz Bugojna, koja se u ranim testiranjima na nacionalnom nivou, sa 13 populacija iz Bosne i Hercegovine i kontrolnom grupom, pokazala najboljom (Mikić, 1991), dok je u starosti 20 godina bila trećerangirana iza provenijencija Šipovo i Romanija Glasinac (koja je bila lokalna u testu provenijencija Glasinac) (Ballian et al., 2009). U ovom istraživanju provenijencija Bugojno daleko zaostaje za najboljim provenijencijama. Provenijencija Austrija 3 (Hochwolkersdorf Stift

Reicheresberg), koja raste na 1000 m nadmorske visine, pokazala je najbolji rast u visinu i debljinu, dok je ova provenijencija u testu provenijencija Kupres pokazala osrednju vrijednost (Ballian et al., 2019).

Kada su u pitanju selekcije kvantitativnih svojstava, treba se osvrnuti i na socijalni status biljaka (Pintarić, 2021) u provenijenciji, odnosno njihovo brojno stanje. Provenijencija I2 (Fenestrelle (TO)) ima samo 30 stabala koja su preživjela, ali je pokazala najslabiji prirast, te u ovom slučaju nije bio odlučujući socijalni status, već genetska struktura. S druge strane, postoje provenijencije kod kojih postoji mali broj stabala, što za posljedicu ima bolji visinski i debljinski prirast, kao što su provenijencije iz Rumunije i Italije kada su u pitanju visine, te provenijencije iz Ukrajine, Rumunije i Austrije (A2) kada je u pitanju prsni prečnik. Rezultati za visinu i prečnik se odražavaju i na zapremninu, gdje provenijencija A3 (Hochwolkersdorf Stift Reicheresberg) pokazuje najviše vrijednosti, a slijede je provenijencije iz Rumunije, Ukrajine i Italije (I3), kao i provenijencija iz Norveške (Narvik).

Brojni naučnici ukazuju na prednosti ranih selekcija kada su u pitanju kvalitativna svojstva. Interesantno je da u ovom istraživanju najmanje grana ima provenijencija iz Škotske te, ako bismo težili za poboljšanjem kvaliteta drveta, odnosno ka smanjenju broja čvorova u deblu, mogli bismo koristiti ovu provenijenciju.

Kada su u pitanju rezultati ovog istraživanja, možemo vidjeti da izborom najbolje provenijencije možemo ostvariti poboljšanje od 21,6% kada su u pitanju prosječne visine, te 10% kada su u pitanju prosječni prečnici, a s obzirom na to da se bijeli bor javlja na oko 2–3% od ukupne površine šuma u Bosni i Hercegovini (Ballian, 2000), povećanje proizvodnosti bijelog bora na ovaj način ne bi bilo zanemarivo.

Kako bijeli bor veoma rano dosegne kulminaciju visinskog i debljinskog prirasta, a samim tim i fiziološku zrelost, u narednom periodu bi trebalo raditi i na njegovoj individualnoj selekciji, jer na taj način možemo očekivati još veću genetsku dobit, odnosno poboljšanje proizvodnosti. Dosadašnji rezultati koji su dobiveni na arišu (Memišević Hodžić et al., 2023) ukazuju na ispravnost individualne selekcije koja se može provesti i u provenijencijama bijelog bora.

Zaključci

Prosječna visina bijelog bora u testu provenijencija iznosila je 5,2 m, dok je prosječna visina najbolje provenijencije (A3) iznosila 6,4 m. Najlošija

provenijencija u pitanju visinskog prirasta bila je provenijencija I2 sa prosječnom visinom 4,6 m.

Prosječan prsni prečnik bijelog bora u testu provenijencija bio je 8,7 cm, dok je prosječan prečnik najbolje provenijencije (A3) iznosio 9,5 cm. Najlošije provenijencije u pitanju prosječnog debljinskog prirasta bile su I2, te A2 i NJ2.

Najmanji prosječan broj grana u pršljenu imala je provenijencija iz Škotske, dok je bosanskohercegovačka provenijencija sa prosjekom preko 7 grana u pršljenu bila među lošijim provenijencijama po ovom svojstvu.

Razlike između prosjeka pet najboljih provenijencija i ukupnog prosjeka se kreću od 5,7% za prečnik do 17,4% za zapreminu, a razlike između prosjeka najboljih provenijencija i ukupnog prosjeka se kreću od 9,2% za prečnik do 41,0% za zapreminu, što upućuje na mogućnost postizanja poboljšanja u proizvodnosti kroz aktivnosti selekcije provenijencija.

U narednom periodu treba nastaviti mjerenja u testu provenijencija s obzirom na to da su rezultati ovog istraživanja dobijeni na osnovu mjerenja stabala u ranoj fazi uzrasta te u kasnijoj dobi može doći do preticanja provenijencija. Također je potrebno započeti sa aktivnostima na selekciji provenijencija i individua unutar provenijencija sa najvećom produktivnošću i kvalitetom.

Literatura

Ballian, D. (2000): Kvaliteta sadnog materijala u rasadničarstvu Federacije Bosne i Hercegovine, u: Seminar: Sjemensko-rasadnička proizvodnja u BiH – Aktualno stanje i perspektive, Brčko, 67-70.

Ballian, D., Lizdo, E., Bogunić, F. (2019): Analiza diferenciranosti rasta i fenologije provenijencija običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) u pokusu provenijencija kod Kupresa (Bosna i Hercegovina), Šumarski list, 143 (1–2), 25-34.

Ballian, D., Kajba, D. (2011): Oplemenjivanje šumskog drveća i očuvanje njegove genetske raznolikosti, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Ballian, D., Mujanović, E., Čabaravdić, A. (2009): Varijabilnosti običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) u pokusu provenijencija Glasinac – Sokolac (Bosna i Hercegovina) / Variability of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the provenance trial Glasinac – Sokolac (Bosnia and Herzegovina), Šumarski list, CXXXIII (11–12), 577-588.

Dengler, A. (1938): Pines of foregin provenance in the second generation, Zeitschr. F. U J., 70, 150-162. For. Abs. 1, No 22.

Dizdarević, H., Prolić, N., Mekić, F., Mikić, T., Vučetić, M., Pintarić, K., Luteršek, D., Gavrilović, D., Usčuplić, M., Lazarev, V., Vukorep, I., Stefanović, V., Miloslavić, L., Vrljičak, J. (1987): Revizija postojećih i izbor novih sjemenskih sastojina na području SR BiH, Rukopis, Sarajevo.

Eriksson, G. (2008): *Pinus sylvestris* – Recent genetic research, Department of plant biology and forest Genetics, Genetic center, SLU, Uppsala, Sweden.

Eriksson, G., Ekberg, I. (2001): An Introduction to Forest Genetics, SLU Repro, Uppsala.

Memišević Hodžić, M., Sinanović, S., Ballian, D. (2023): Međuodnos svojstava rasta i kvalitete drva na pokusnoj plohi ariša / The relationship of growth characteristics and wood quality on the experimental plot of larch, Šumarski list, 11–12, 525-534. https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.3.

Mikić, T. (1991): Primjena metoda oplemenjivanja u podizanju intezivnih kultura šumskog drveća u cilju povećanja proizvodnje drvne mase sa kratkim produkcionim periodom. Izvještaj za period 1989–1990 u okviru D.C. VII. Sarajevo.

Patlaj, J. N. (1964): Vlijanie geograficeskogo proischoždenia semian na rost i ustojcivost sosny v kulturach severnoj lovoberežnoj casti USSR. Ukr. Sel. Choz, Ak. Kier. (Autoreferat).

Pintarić, K. (2000): 30 godina istraživanja na arišu različitih provenijencija u Bosni, Šumarski list, CXXIV (3–4), 143-156.

Pintarić, K. (2002): Šumsko-uzgojna svojstva i život važnijih vrsta šumskog drveća, Udruženje šumarskih inžinjera i tehničara Federacije Bosne i Hercegovine, Sarajevo.

Pintarić, K. (2021): Uzgajanje šuma, tehnike obnove i njege sastojina, u povodu 100 godina od rođenja Prof. dr. Konrada Pintarića (priredio, dopunio i ilustrirao Dalibor Ballian), Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sveučilište u Mostaru, Hrvatski leksikografski institut Bosne i Hercegovine, Mostar.

Przybylski, T. (1972): Variability of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) of Polish provenances, Arboretum Kórnickie Rocznik XVII – 1972. https://rcin.org.pl/Content/149685/KOR001_146909.pdf.

Scamoni, A. (1950): Über die weitere Entwicklung künstlicher Kiefernkreuzungen in Eberswalde, Züchter, 20 (1/2), 39-42.

Stefanović, V. (1958): Areal prirodnog rasprostranjenja bijelog bora (*Pinus silvestris* L.) u NR Bosni i Hercegovini, Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, 6 (3), 147-200. https://doi.org/10.54652/rsf.1958.v6.i3.400

Strategija razvoja općine Žepče 2011–2018, Službeni glasnik općine Žepče broj: 4/09/.

Vidaković, M., Krstinić, A. (1985): Genetika i oplemenjivanje šumskog drveća, Šumarski fakultet, Zagreb.

Potential early selection of the provenances of Scots pine (*Pinus sivestris* L.) in the provenance test in Bosnia and Herzegovina

Summary: Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) is one of the most important and researched tree species in European forests. In Bosnia and Herzegovina, Scots pine is relatively widespread species but in small, numerous populations, while larger complexes of Scots pine forests can be found only on the Romanija mountain. Intensive activities on Scots pine selection in Bosnia and Herzegovina began in the mid-1980s, when the best seed stands were selected for the experimental regionalization. The goal of the research is to determine the possibilities of increasing the production possibilities and quality of Scots pine through the choice of the best provenances in the provenance test in Bosnia and Herzegovina.

For the purposes of this research, in 2021, the heights and diameters at breast height of Scots pine plants in the provenance test in Žepče were measured, and the branches in the whorls were counted. The test was established in 2012 by planting two-year-old seedlings from 14 European origins (three from Austria and Italy, one from Bosnia and Herzegovina, Germany, Poland, Romania, Slovakia, Norway, Scotland, and Ukraine). Volumes of plants were calculated. Analysis of variance and descriptive analysis by provenance was carried out. Five provenances with the highest average values of the researched traits were then selected, and the differences between the average values for the selected provenances and the overall average were calculated, as well as the differences between the average values for the best researched provenance and the overall average for all provenances. Data were processed using Excel 2013 and SPSS 26.0.

Analysis of variance showed statistically significant differences among provenances for all investigated traits. The average height of Scots pine in the provenance test was 5.2 m, while the average height for the best provenance A3 was 6.4 m. The lowest average height had provenance I2 with an average height of 4.6 m. The average diameter at breast height in the provenance test was 8.7 cm, while the average diameter of the best provenance (A3) was 9.5 cm. The lowest average diameter at breast height had provenances I2, A2, and NJ2. The provenance from Scotland had the lowest average number of branches in the whorls, while the provenance from Bosnia and Herzegovina, with an average of over 7 branches in the whorl, was among the worse provenances in this respect.

The difference between the average of the five best provenances and the overall average by volume was 17.4% of the overall average and the difference between the average of the best provenance and the overall average was 41% of the overall average.

The results will be used in the selection processes of Scots pine provenances with good height and thickness growth. In the coming period, the measurements in the provenance test should be continued along with the starting on activities on the selection of both the best provenances and the best individuals within the provenance.