

M. Ivanković, H. Marjanović, 2005: Varijabilnost visina sadnica obične jele (*Abies alba* Mill.)...
Rad. Šumar. inst. 40 (2): 117–130, Jastrebarsko

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

Prispjelo - *Received*: 15. 12. 2005.
Prihvaćeno - *Accepted*: 16. 05. 2006.

UDK: 630*232.3+*52

Mladen Ivanković¹, Hrvoje Marjanović¹

VARIJABILNOST VISINA SADNICA OBIČNE JELE (*Abies alba* Mill.) PO SJEMENSKIM JEDINICAMA U POKUSU PROVENIJENCIJA BRLOŠKO

*HEIGHT VARIABILITY OF SILVER FIR SEEDLINGS (Abies alba Mill.)
BY SEED UNITS IN THE PROVENANCE TRIAL "BRLOŠKO"*

SAŽETAK

Prva istraživanja uspijevanja različitih provenijencija obične jele u Hrvatskoj započela su u jesen 1994. godine, sakupljanjem sjemena u 18 priznatih i izabranih sjemenskih sastojina u Hrvatskoj i u dvije sjemenske sastojine u Sloveniji. Na području Šumarije Fužine, Uprava šuma Podružnica Delnice, lokalitet Brloško, Šumarski institut, Jastrebarsko, u proljeće 2000. godine osniva terenski pokus provenijencija obične jele.

U okviru programa izučavanja varijabilnosti obavljaju se izmjere različitih kvantitativnih svojstava kao i molekularne analize mtDNA, a u ovom su radu prikazani rezultati istraživanja varijabilnosti visina biljaka po sjemenskim jedinicama.

Prema sjemenskim jedinicama, najveće prosječne visine biljaka u plantažnoj dobi od 3+7 godina imale su provenijencije iz Sjemenske jedinice Gorskog Kotara i Velike Kapele, a najmanje iz Sjemenske jedinice Biokovo.

Ključne riječi: obična jela, provenijencije, varijabilnost, visine, sjemenske jedinice

UVOD

INTRODUCTION

Obična jela je, uz hrastove i običnu bukvu, temeljna klimatogena vrsta drveća u Hrvatskoj (MATIĆ 2001). Uz hrast lužnjak spada u najznačajnije vrste naših šuma. U drvnjoj zalihi sudjeluje s 9,4%, a ostale vrste crnogorice (smreka, alepski bor, crni bor, obični bor, primorski bor, ariš, duglazija i dr.) s 5,2% (PRPIĆ 2001).

¹ Šumarski institut, Jastrebarsko, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko

Od približno 2 milijuna ha ili 36% površine Hrvatske na kojoj se rasprostiru šume, 95% su prirodne šume, čiji vrlo značajan udio čine preborne šume. Obična je jela, zajedno s bukvom i smrekom, glavna vrsta u približno 150.000ha prebornih šuma koje daju temeljno šumarsko obilježje Like i Gorskog kotara (MATIĆ 2001). U Hrvatskoj je obična jela rasprostranjena u planinama Gorskog kotara i Dinarida te u gorskim predjelima između Save i Drave (GRAČAN i dr. 1999).

Područje raspostranjenosti obične jele u Hrvatskoj većim je dijelom vezano uglavnom uz Dinaride, Veliku i Malu Kapelu, veći dio Velebita, sjeverne padine Dinare i Kamešnice. Izoliranu na manjoj površini nalazimo je na sjevernim padinama Biokova. Obična je jela gotovo u potpunosti uklopljena u područje raspostranjenosti bukve. Tvori čiste ili s bukvom i smrekom mješovite sastojine (VIDAKOVIĆ i FRANJIĆ 2004). Jela tvori šumske sastojine i na nekoliko izoliranih područja gora u međurječju Save i Drave na Medvednici, Macelju, Psunju i Papuku, a pojedinačna stabla možemo pronaći i na Strahinjčici (TRINAJSTIĆ 2001).

Svoju donju granicu pridolaska na priobalnom grebenu obična jela ima otprilike na 900 - 1000m, a na kopnenoj padini između 650m na sjeveru i 850m na jugu, uključujući i Biokovo. Gornja je granica pridolaska jele između 1100 i 1400m nadmorske visine.

Pokusi provenijencija odigrali su veliku i značajnu ulogu u istraživanjima šumskih vrsta te općenito u šumarskoj znanosti. Većina informacija o varijabilnosti između populacija dobivena je istraživanjem pokusa provenijencija (ERIKSSON i EKBERG 2001).

Obična jela dugo je smatrana manje varijabilnom vrstom od ostalih četinjača. Razlog tome je bila mala varijabilnost dobivena za morfološka svojstva. Međutim, genetičke analize zajedno s terenskim pokusima pokazale su značajne razlike u rastu, preživljavanju, ekofiziološkim i biokemijskim svojstvima između populacija iz različitih dijelova prirodnog raspostranjenja (WOLF 2003). Rezultati istraživanja pokusa provenijencija obične jele osnovanih pedesetih godina prošlog stoljeća (PAVARI 1951; LOFTING 1954, 1955) pokazali su postojanje značajne razlike između provenijencija s obzirom na sušu, mraz te visinski i debljinski prirast.

U Hrvatskoj su prva istraživanja uspijevanja različitih provenijencija obične jele započela u jesen 1994. godine. Skupljeni su uzorci češera (sjemena) u 18 priznatih i izabranih sjemenskih sastojina u Hrvatskoj i u dvjema sjemenskim sastojinama u Sloveniji (GRAČAN 2001). Na području Šumarije Fužine, Uprava šuma Podružnica Delnice, lokalitet Brloško, Šumarski institut, Jastrebarsko, u proljeće 2000. godine osniva terenski pokus provenijencija obične jele. U okviru programa izučavanja varijabilnosti na pokusu se obavljaju izmjere različitih kvantitativnih svojstava: visine, promjera, samim time visinskog i debljinskog prirasta, listanja, rasta i razvoja terminalnog izbojka, brojnosti grana u pršljenu, kao i pupova na terminalnom izbojku (IVANKOVIĆ 2003).

Dobiveni rezultati ovih istraživanja pomogli bi u utvrđivanju unutarpopulacijske i međupopulacijske varijabilnosti obične jele, a poslužili bi za eventualne izmjene i dopune razdiobe šuma na sjemenske jedinice.

MATERIJAL I METODE

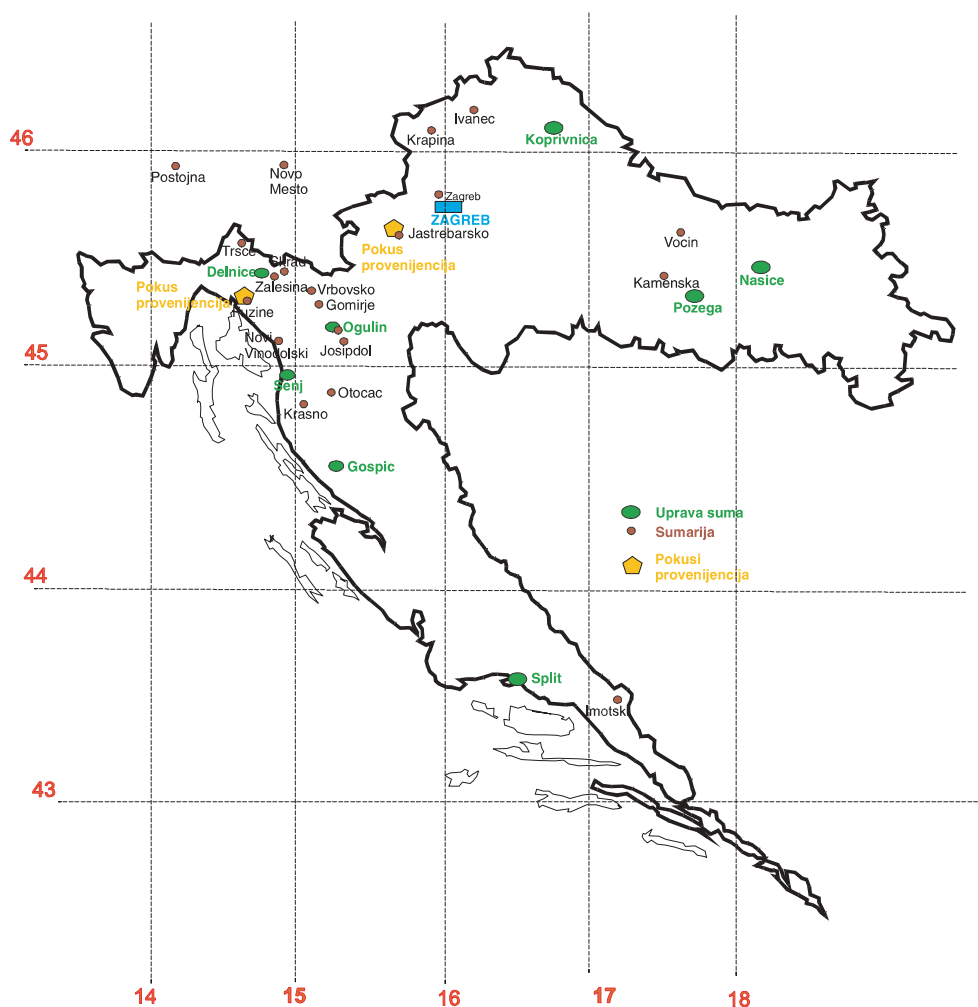
MATERIALS AND METHODS

U pokus provenijencija obične jele Brloško, prema sjemenskim jedinicama (GRAČAN i dr. 1999), uključeno je sjeme iz sjemenskih jedinica (GRAČAN 2001):

II. Oblast brdsko-gorskih šuma srednje i sjeverne Hrvatske (150 - 1000m n. v.)

II.3. Sjemska zona šume panonske bukve i jele (800-1000m n. v.)

II.3.1. Sjemska jedinica međurječja Save i Drave (Macelj, Medvednica, Papuk) – pet provenijencija



Slika 1. Prikaz Šumarija (smeđe točke) i Uprave šuma (zeleni elipsoidi) s čijih područja je 1994. godine sakupljeno sjeme. Lokacije pokusa označene su žutim peterokutima
Figure 1. Forestry Offices (brown dots) and Forest Management Units (green ellipsoids) from which seed of Silver fir was collected in 1994. Yellow pentagrams are trial locations



Slika 2. Detalj osnivanja pokusa provenijencija Brloško (Snimio: M. Ivanković)
Figure 2. Establishment of the trial – detail (Photo: M. Ivanković)

III. Oblast brdsko-gorsko-planinskih šuma (150 - 1500m n. v.)

III.3. Sjemenska zona dinarskih šuma bukve i jele (700 - 1200m n. v.)

III.3.1. Sjemenska jedinica Gorskog kotara i V. Kapele – devet provenijencija

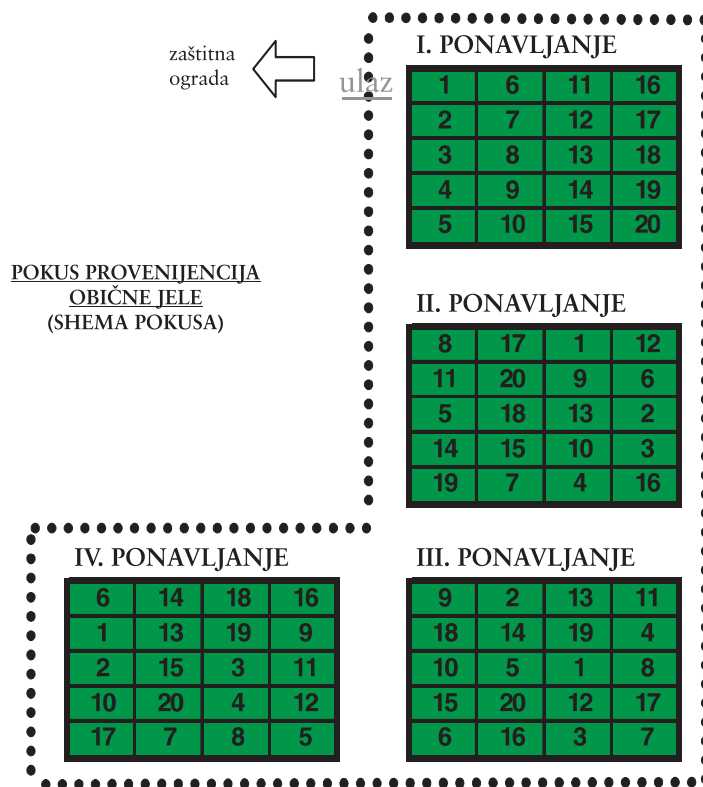
III.3.2. Sjemenska jedinica Velebita – tri provenijencije

III.3.3. Sjemenska jedinica Biokova – jedna provenijencija

Uz 18 hrvatskih provenijencija u test su uključene i dvije provenijencije iz Slovenije (Postojna i Novo Mesto). Na Slici 1. prikazane su priznate i izabrane sjemenske sastojine po upravama šuma i šumarijama u Hrvatskoj i Sloveniji, iz kojih je sakupljeno sjeme za osnivanje ranih testova.

S biljkama starosti 3 + 2 godine u proljeće 2000. godine osnovan je terenski pokus na području Uprave šuma Podružnica Delnice, Šumarija Fužine, Gospodarska jedinica "Brloško". Biljke su posađene slučajnim rasporedom u četiri ponavljanja, s po 100 biljaka od svake provenijencije po ponavljanju. Provenijencija 18 (Biokovo) zbog pomanjkanja sadnica u ranom testu zastupljena je s 321 biljkom. Stoga je sveukupan broj biljaka na terenskom pokusu nešto manji od 8000 sadnica, o čemu se vodilo računa pri statističkoj obradi podataka.

Pokus je smješten u predjelu prirodnog pridolaska obične jele. Prije sadnje sadnica čitava se površina iskolčila na razmak sadnje biljaka koji iznosi 1 × 1m. Svaka je sadnica obične jele zasadena prema rasporedu kod svog kolčića dužine 30cm (Slika 2.).



Slika 3. Shema pokusa provenijencija obične jele "Brloško" (randomizirani blok-sustav)
 Figure 3. Scheme of Silver fir provenance trial "Brloško" (randomized block design)

Većina je prirodnog podmlatka uklonjena, a drvene letve dužine 1,20m postavljene su na krajevima polja pojedinih provenijencija. Kako bi se izbjegle štete koje čini divljač, pokus je ograđen žičanom ogradom visine 2m. Raspored sadnje sadnica 20 provenijencija na pokusu Brloško prikazan je na shemi pokusa (Slika 3.).

U svrhu utvrđivanja unutar i međupopulacijske varijabilnosti na pokusu provenijencija od njegova su se osnivanja obavljale izmjere više svojstava: visine, promjeri na vratu korjena, tečajni visinski prirast, broj lateralnih pupova na terminalnom izbojku. Na pokusima se također pratilo:

- a) listanje biljaka u tri karakteristične fenofaze
- b) oštećenost biljaka kasnim mrazom
- c) evidencija preživljavanja biljaka

Ovaj rad obrađuje i daje uvid u rezultate petogodišnjih istraživanja visina biljaka na pokusu provenijencija Brloško. Detaljnije je dan uvid u rezultate provedenih izmjera visina biljaka u jesen 2004. godine, odnosno za izmjere biljaka starosti 3+7 godina.

Za sve varijable napravljena je deskriptivna statistika, a nivo značajnosti od 5% smatra se statistički značajnim. Za analizu visina tijekom godina (2000.-2004.) ko-

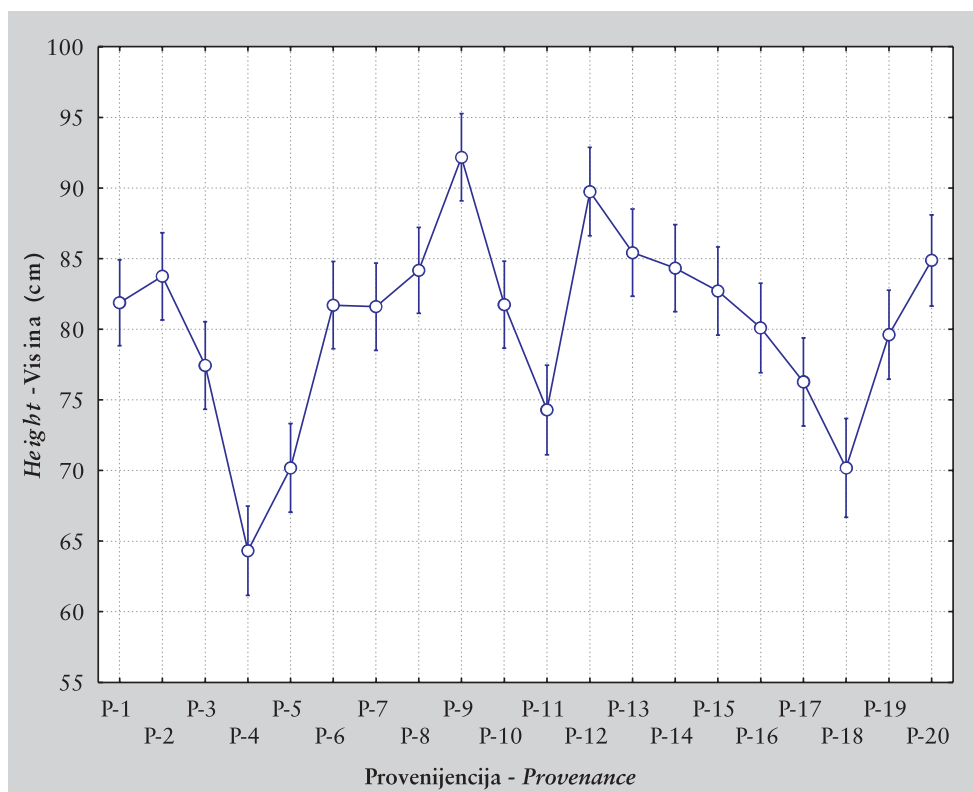
ristila se analiza varijance ponovljenih mjerenja. Efekti provenijencije, godina i interakcije provenijencija \times godina analizirani su kao fiksni efekti, dok su stabla promatrana kao slučajni efekti unutar provenijencije. Ako su se efekti provenijencija i godina pokazali statistički značajno različitim, koristilo se Scheffe-ov post-hoc test (SOKAL i ROHLF 1995). Analiza varijance korištena je za analizu godišnjih izmjera visina i promjera biljaka na vratu korjena.

Sve analize i grafički prikazi napravljeni su statističkim paketom STATISTICA 6.0 (StatSoft, Inc. 2004) i Microsoft Excel (2002).

REZULTATI I RASPRAVA

RESULTS AND DISCUSSION

Rezultati izmjera biljaka u starosti od 3+7 godina, prikazani su na grafičkom prikazu Slike 4. Nakon pete godine od presađivanja biljaka na terenski pokus Brloško, kod starosti biljaka od 10 godina, prosječna je visina biljaka na pokusu iznosila 80,56cm.



Slika 4. Prosječne visine biljaka starosti 3 + 7 god. s intervalom pouzdanosti od 95%
Figure 4. Average heights of plants aged 3+7 yrs. with 95% confidence intervals

Tablica 1. Analiza varijance za visine biljaka starosti 3+7 godina izmjenjenih 2004
Table 1. Analysis of variance for plants aged 3+7 yrs. measured in 2004

Izvor varijabilnosti <i>Source of variability</i>	Suma kvadrata <i>Sum of squares</i>	Stupnjeva slobode <i>Degr. of freedom</i>	Prosjeck kvadrata <i>Square mean</i>	F vrijednost <i>F value</i>	p nivo <i>p level</i>
Provenijencija <i>Provenance</i>	296209	19	15590	17.21	0.00
Pogreška <i>Error</i>	6424967	7093	906		

Najmanje prosječne visine biljaka imala je provenijencija P-4 (Macelj) 64,42cm, dok je nešto veću prosječnu visinu biljaka od 70,30cm imala provenijencija P-18 (Biokovo).

Najveće prosječne visine imaju, kao i prijašnje godine, provenijencija P-9 (Gluhe drage) od 92,17cm i provenijencija P-12 (Rudač 1a) s prosječnom visinom od 89,75cm.

Prosječna vrijednost koeficijenta varijabilnosti za svojstvo visina na pokusu iznosila je 38,12%, a kretala se od 30,99% kod provenijencije P-9 (Gluhe Drage) do 42,80% kod provenijencije P-6 (Alilovica).

Tablica 2. Prosječne visine biljaka po provenijencijama s obzirom na starost, te njihov poređak, grupirano po sjemenskim jedinicama

Table 2. Average plant heights for provenances with respect to age together with their ranks, grouped by Seed Units

Sjemenska jedinica <i>Seed unit</i>	Provenijencija <i>Provenance</i>	Visine pri starosti biljaka (cm) <i>Plant heights at age (cm)</i>					Poređak <i>Rank</i>				
		godina – years					3+3	3+4	3+5	3+6	3+7
		3+3	3+4	3+5	3+6	3+7					
II.3.1.	P-1	19,14	27,10	42,21	63,54	82,19	1	2	8	10	9
	P-2	19,06	28,70	45,91	66,80	83,75	2	1	2	4	7
	P-3	17,53	25,52	39,56	58,51	77,58	7	7	15	15	15
	P-4	16,47	23,04	35,66	51,41	64,42	14	20	20	20	20
	P-5	15,43	24,06	36,69	54,83	70,49	19	16	19	19	18
III.3.1.	P-6	17,61	25,94	41,36	61,47	81,71	5	5	10	13	11
	P-7	16,26	23,75	38,78	60,03	81,58	16	18	17	14	12
	P-8	17,81	27,07	42,41	63,74	84,32	3	3	6	9	6
	P-9	17,51	27,00	46,34	71,85	92,17	8	4	1	1	1
	P-10	15,08	23,85	39,89	62,28	81,74	20	17	14	11	10
	P-11	16,65	23,74	37,63	57,38	74,36	12	19	18	18	17
	P-12	16,86	25,86	44,02	69,72	89,75	11	6	4	2	2
	P-13	15,63	25,07	44,10	67,69	85,42	18	11	3	3	3
III.3.2.	P-14	15,99	25,07	43,09	66,26	84,33	17	11	5	5	5
	P-15	16,87	25,42	42,21	63,81	82,71	10	8	8	8	8
	P-16	17,54	24,76	40,44	61,51	80,09	6	13	13	12	13
III.3.3.	P-17	16,60	24,35	38,99	58,37	76,27	13	14	16	16	16
	P-18	17,11	25,26	40,77	57,76	70,30	9	10	12	17	19
Slovenija	P-19	16,43	24,08	41,00	64,05	79,62	15	15	11	7	14
	P-20	17,74	25,41	42,23	64,90	84,87	4	9	7	6	4

Analiza varijance izmjerenih visina biljaka starosti 3+7 godina iskazala je statistički značajnu razliku za svojstvo visina između testiranih provenijencija (Tablica 1.).

U Tablici 2. prikazane su prosječne visine biljaka po provenijencijama tijekom pet obavljenih izmjera od 2000. do 2004. godine na terenskom pokusu Brloško. Uz prikazane prosječne vrijednosti visina, prikazan je i njihov redoslijed (rank) te je svakoj provenijenciji pridružena oznaka pripadajuće sjemenske jedinice. Važno je napomenuti kako zbog različitog broja provenijencija po sjemenskim jedinicama (Gorski Kotar i Kapela - devet, Sava-Drava - pet, Velebit - tri, Slovenija - dvije i Biokovo - jedna provenijencija), prosjeci sjemenskih jedinica nemaju jednaku vrijednosnu težinu.

Iz Tablice 2. razvidno je kako su u prve dvije godine izmjera (2000. i 2001.) kod starosti biljaka od 3+3 i 3+4 godine, prve dvije najbolje rangirane provenijencije iz Sjemske jedinice Sava – Drava. Najslabije rangirana provenijencija u dobi od 3+3 godine (jesen 2000.) je provenijencija iz Sjemske jedinice Gorski kotar i Kapela. Međutim, redoslijed provenijencija kod biljaka starosti 3+7 godina (jesen 2004.) u potpunosti je drukčiji. Najbolje rangirane provenijencije u starosti od deset godina su iz Sjemske jedinice Gorski kotar i Kapela. Također, šest od devet provenijencija iz spomenute Sjemske jedinice nalazi se među prvih deset.

Najvjerojatniji razlog njihovu lošijem redoslijedu u prve dvije godine izmjera, kod starosti biljaka 3+3 i 3+4 godine, su visine pod utjecajem uzgoja u rasadniku Šumarskog instituta, Jastrebarsko. Najveći porast u redoslijedu imaju upravo provenijencije iz Sjemske jedinice Gorski kotar i Kapela. Provenijencija P-13 (Belevine) tijekom pet godina s 18. mjesta dolazi na treće, a P-12 (Rudač 1a) sa 17. na peto mjesto. Obje provenijencije porijeklom su sa silikatne geološke podloge. Najveći padovi u redoslijedu zabilježeni su kod provenijencija iz Sjemske jedinice Biokovo i Sava – Drava.

Istražujući varijabilnost provenijencija obične jele ovisno o staništu, BRINAR (1976) je uočio razlike između obične jele koja raste na vapnencima i one koja raste na silikatima. Proučavajući uspijevanje provenijencija iz Hrvatske, Makedonije, Slovenije te iz Srbije i Crne Gore, zaključuje kako su domaće (slovenske) najbolje.

Geološka podloga (silikat ili vapnenac), osim na rast, ima utjecaj i na različita morfološka i fiziološka svojstva češera i sjemena, što u svojim istraživanjima varijabilnosti nekih svojstava obične jele u Hrvatskoj potvrđuje i GRADEČKI (2002). Napominje i kako su vrijednosti energije klijavosti i klijavost sjemena bile u prosjeku veće na silikatnoj geološkoj podlozi.

Zanimljivo je kako se provenijencija P-11 (Rudač 2a) prosjekom visina nalazi na 17. mjestu, dok je njezina susjedna provenijencija P-12 (Rudač 1a) na vrlo visokom drugom mjestu, pri dobi od 3+7 godina. Usporedbom njihovih haplotipova ustanovljeno je kako svi analizirani uzorci provenijencije P-11 (Rudač 2a) imaju dužinu umnoženog fragmenta od 185 parova baza, dok svi uzorci provenijencije P-12 (Rudač 1a) imaju dužinu umnoženog fragmenta od 275 parova baza. Činjenica kako su dvije susjedne provenijencije različitih haplotipova i statistički značajno različitih visina (Sheffeoov post-hoc test) (IVANKOVIĆ 2005), navela nas je

Tablica 3. Prosječne visine biljaka za pojedinu sjemensku jedinicu u razdoblju 2000-2004. godina (starosti od 3+3 do 3+7 godina)

Table 3. Average plant heights with respect to Seed Unit for the period 2000-2004 (plant aged from 3+3 to 3+7 years)

Sjemenska jedinica <i>Seed unit</i>	Visine pri starosti biljaka (cm) <i>Plant heights at age (cm)</i>					Poredak <i>Rank</i>				
	godina – years					3+3	3+4	3+5	3+6	3+7
	3+3	3+4	3+5	3+6	3+7					
II.3.1. Sava - Drava	17,53	25,68	40,01	59,02	75,69	1	1	5	4	4
III.3.1. Gorski kotar	16,60	25,26	41,96	64,49	83,93	5	2	1	1	1
III.3.2. Velebit	17,00	24,84	40,55	61,23	79,69	4	4	4	3	3
III.3.3. Biokovo	17,11	25,26	40,77	57,76	70,30	2	3	3	5	5
Slovenija	17,09	24,75	41,62	64,48	82,25	3	5	2	2	2

na daljnja istraživanja vezana uz povijesne podatke. Tako je, prema Osnovi gospodarenja UŠ Delnice, Šumarija Skrad, G.j. "Skrad – Rudač" (valjanost: 01. 01. 2002. do 31. 12. 2011.), odjelima (odsjecima): 1-5b, 7, 8, 10, 11, 17, 22-24, 27b-d, f i g, 28-45 gospodario njemački grof Thurn-Taxis. Kako je tadašnja njemačka, odnosno bavarska šumarska škola, pridonijela velikoj sječi bukve, a davala prednost četinjačama jeli i smreci (KLEPAC 1997). Krajem 19. i početkom 20. stoljeća dio šuma umjetno je osnovan sadnjom sadnica.

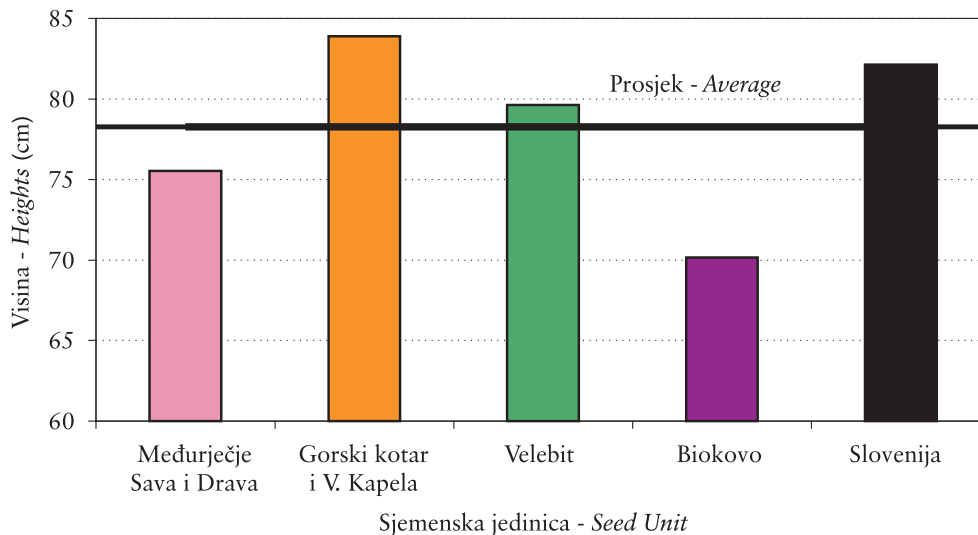
Provenijencija s uvjerljivo najmanjim prosječnim visinama biljaka, već od druge godine nakon presađivanja, je P-4 (Macelj). Provenijencije s najmanjim prosječnim visinama biljaka imaju ujedno i najmanje standardne devijacije (Biokovo i Macelj).

Prosječne visine biljaka, ukupno po sjemenskim jedinicama tijekom pet godina, od starosti 3+3 do 3+7 godina, prikazane su u Tablici 3. Na Grafikonu (Slika 4.) prikazani su prosjeci visina biljaka sjemenskih jedinica pri starosti biljaka od 3+7 godina.

Iz Tablice 3. vidljivo je kako je tijekom prve dvije godine najveću prosječnu visinu imala Sjemenska jedinica međurječja Sava–Drava, a druga je bila sjemenska jedinica Biokovo, zastupljena s jednom provenijencijom. Prosječno najmanje visine nakon presađivanja u terenski pokus imale su provenijencije iz sjemenske jedinice Gorski kotar i Kapela.

Uzimajući u obzir ekološke zahtjeve obične jele, 2000. godina bila je klimatski nepovoljna za njezino uspijevanje (POTOČIĆ 2002), a to je bila godina presađivanja biljaka na terenski pokus. Godina je bila ekstremno suha i najtoplija u 10-godišnjem razdoblju s nepravilno raspoređenim oborinama. U prvoj godini od osnivanja pokusa biljke su zbog utjecaja presađivanja i suše samo preživljavale, a visinski prirast bio je vrlo mali, odnosno nedovoljan za veću diferencijaciju biljaka unutar i između provenijencija.

Međutim, već tijekom 2001. godine, kod starosti biljaka od 3 + 4 godine, tečajni prirast biljaka na pokusu od 15,94cm bio je gotovo dva puta veći nego prijašnje godine, kad je iznosio samo 8,30cm. Prosječna visina Sjemenske jedinice Gorski kotar i Kapela bila je druga, a u sljedećoj godini, trećoj od presađivanja biljaka



Slika 5. Prosječne visine biljaka po sjemenskim jedinicama i srednja visina biljaka u pokusu (jesen 2004.; starost biljaka 3+7 godina)
Figure 5. Average plant heights with respect to Seed Unit and average height for the whole trial (autumn 2004; plant aged 3+7 years)

jaka (3+5 godina starost biljaka), prosjek visina navedene sjemenske jedinice bio je najveći.

Godišnji visinski prirasti biljaka tijekom 2001. i 2002. godine, pri starosti od 3+4 i 3+5 godina, uvelike utječu na daljnu diferencijaciju biljaka u pokusu. U jesen 2002. godine biljke provenijencija Sjemske jedinice Gorski kotar i Kapela imaju najveći prosjek visina, a odmah iza njih dolaze slovenske provenijencije. Takav redoslijed ostaje i do zadnjih izmjera 2004. godine, pri starosti 3+7. Visinski prirast u 2003. godini, pri dobi 3+6 godina, prouzročio je promjene u redoslijedu od trećeg do petog mjesta. Najmanje prosječne visine imala je Sjemska jedinica Biokovo, a nešto veće Sjemska jedinica Sava – Drava, dok je Sjemska jedinica Velebit od šeste do desete godine rasta i razvoja na terenskom pokusu imala najmanje oscilacije.

Na pokusu Brloško najbolje prosječne visine biljaka u dobi 3+7 godina prema sjemskim jedinicama ima Gorski kotar i Velika Kapela, sljedeći provenijencije iz Slovenije, koje od goranskih dijeli državna granica. Na trećem mjestu po rangu su provenijencije Sjemske jedinice Velebit, dok su najslabije provenijencije iz Sjemske jedinice Biokovo, od kojih su nešto bolje provenijencije iz Sjemske jedinice međurječja Sava – Drava (Slika 4.).

Za svojstvo visina po godinama, izmjere od 2000. do 2004. analizom varijanci utvrđeno je postojanje statistički značajne razlike između provenijencija. Međutim, važno je napomenuti kako se zbog različite prilagodbe i različite dinamike prirasta tijekom godina mijenjaju statistički značajno različite provenijencije. Npr. provenijencija s najvećom prosječnom visinom 2000. godine (starosti 3 + 3 god.)

P-1 (Djedovica - Trešnjevica) značajno se razlikuje od P-4 (Macelj), P-5 (Bistranska gora), P-7 (Josipovac), P-10 (Miletka), P-11 (Rudač 2a), P-12 (Rudač 1a), P-13 (Belevine), P-14 (Rudnik), P-15 (Duliba), P-17 (Rastovka 11) i P-19 (Mašun). Značajno je bila različita od jedanaest provenijencija, dok je 2004. godine u dobi od 3 + 7 god. bila deveta po redoslijedu prosječnih visina biljaka, a statistički se značajno razlikovala samo od provenijencije P-4 (Macelj) (IVANKOVIĆ 2005).

Raspravu o značajnosti razlika između provenijencija temeljit ćemo na osnovi analize varijance za svojstvo visina biljaka (Tablica 1.) kod najstarije istraživane dobi od 3 + 7 godina (izmjere u jesen 2004.), što je vidljivo iz Sheffeov post-hoc testa (IVANKOVIĆ 2005).

Između provenijencija Sjemenske jedinice Gorski Kotar i Kapela jedino se provenijencija P-11 (Rudač 2a), 17. po redoslijedu prosječnih visina, statistički značajno razlikuje od provenijencija P-9 (Gluhe Drage) i P-12 (Rudač 1a). Statistički značajne razlike između ostalih provenijencija navedene sjemenske jedinice nisu utvrđene. Međutim, kao što je prije spomenuto, provenijencija P-11 umjetno je unesena vjerojatno sadnjom početkom 20. stoljeća i njezino je porijeklo nepoznato.

Statistički značajna razlika nije utvrđena ni između provenijencija unutar sjemenske jedinice Velebit, kao ni između dviju istraživanih slovenskih provenijencija.

U Sjemenskoj jedinici međurječja Sava-Drava pojedine se provenijencije statistički značajno razlikuju za svojstvo visina.

Važno je napomenuti kako statistički značajnih razlika nema ni između pojedinih provenijencija različitih sjemenskih jedinica. Tako se npr. provenijencija P-1 (Djedovica Trešnjevica) iz Sjemenske jedinice Sava-Drava značajno ne razlikuje ni od jedne provenijencije iz ostalih sjemenskih jedinica, kao ni od slovenskih provenijencija. Provenijencija P-2 (Zapadni Papuk), također iz Sjemenske jedinice Sava-Drava, značajno se ne razlikuje niti od slovenskih, kao ni od goranskih ni od velebitskih provenijencija.

Obje slovenske provenijencije statistički se ne razlikuju ni od velebitskih ni od goranskih provenijencija (osim spomenute P-11).

Kod provenijencije Biokovo, čiji analizirani uzorci mtDNA haplotipski odgovaraju običnoj jeli balkanskog pribježišta (IVANKOVIĆ 2005), najvjerojatniji razlog malih vrijednosti prosječnih visina je pojava križanja bliskih srodnika (*inbreeding*) i homozigotnosti u maloj populaciji (BALLIAN 2002). Kako je riječ o maloj i izoliranoj populaciji obične jele, križanje u srodstvu je vjerojatno ono što može dovesti do reduciranja vitalnosti. Smanjena heterozigotnost i genetička raznolikost populacije mogla bi biti jedan od razloga zašto je nešto drukčijim uvjetima na pokusu Brloško spomenuta provenijencija pokazala slabiji prirast.

Slično objašnjenje moguće je i za provenijenciju P-4 (Macelj). Međutim, u populaciji Macelj, i nešto manje u populaciji Trakošćan, analizom mtDNA utvrdilo se postojanje hibrida kavkaske i obične jele (IVANKOVIĆ 2005). Kavkaska se jela, kao vrlo dekorativna vrsta, često sadila po parkovima i nasadima (VIDAKOVIĆ 1993). Prvotnim unošenjem sadnica kavkaske jele koja obilno plodonosi, i to vrlo rano u odnosu na običnu jelu (u dobi 30–40 godina), najvjerojatnije je iz ra-

sadnika uz dvorce, odnosno parkova i vrtova spontanim oprašivanjem i raznošenjem sjemenki ušla u sastojine obične jele oko Macelja i Trakošćana.

ZAKLJUČCI

CONCLUSION

1. Za visine sadnica utvrđena je statistički značajna razlika između dvadeset istraživanih. Statistički značajno razlikuju se pojedine provenijencije unutar sjemenske jedinice, kao i pojedine provenijencije različitih sjemenskih jedinica.
2. Prema sjemenskim jedinicama na pokusu Brloško, najveće prosječne visine imale su sadnice provenijencije iz Sjemenske jedinice Gorskoga kotara i V. Kapele, a najmanje iz Sjemenske jedinice Biokovo.
3. Daljnja diferencijacija provenijencija obične jele unutar i između sjemenskih jedinica nije isključena.

Dobiveni rezultati vezani su uz područje Gorskog Kotara (Fužine) i bili bi primjenjivi za slična staništa. Stoga bi u cilju dobivanja još potpunijih rezultata o našoj najvrjednijoj četinjači bilo nužno osnivanje novih pokusa na različitim, kontrastnim staništima, npr. vapnenac-silikat, Gorski kotar-Lika-međurječje Sava-Drava. Također, trebalo bi se voditi računa i o smještaju pokusa na različite nadmorske visine.

LITERATURA

REFERENCES

- BALLIAN, D., 2002: Dinamika genetičke varijabilnosti obične jele (*Abies alba* Mill.) analizom cpDNA i izoenzima u dijelu prirodnih populacija Bosne i Hercegovine i Hrvatske. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- BRINAR, M., 1976: Fir seed viability in relation to provenance sites and climate, with respect to fir dieback. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 14 (2): 155-190.
- ERIKSSON, G i I. EKBERG, 2001: An Introduction to Forest Genetics. SLU, Uppsala.
- GRAČAN, J., 2001: Dostignuća na oplemenjivanju obične jele; Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti i "Hrvatske šume" P O Zagreb: 334–338, Zagreb.
- GRAČAN, J., A., KRSTINIĆ, S. MATIĆ, Đ. RAUŠ i Z. SELETKOVIĆ, 1999: Šumski sjemenski rajoni (jedinice) u Hrvatskoj. Rad. Šumar. inst. 34 (1): 55-93, Jastrebarsko
- GRADEČKI, M., 2002: Varijabilnost nekih svojstava češera i sjemena obične jele (*Abies alba* Mill.) u dijelu prirodnog rasprostranjenja u Hrvatskoj. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- IVANKOVIĆ M., 2003: Varijabilnost nekih svojstava obične jele (*Abies alba* Mill.) u pokusu provenijencija »Brloško»; Magistarski rad, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2003.
- IVANKOVIĆ M., 2005: Genetička i fenotipska varijabilnost hrvatskih i slovenskih provenijencija obične jele (*Abies alba* Mill.), Doktorski rad, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2005.

- KLEPAC, D. 1997: Iz šumarske povijesti Gorskoga kotara u sadašnjost. Hrvatske šume p.o. Zagreb.
- LARSEN, J. B., 1980: *Abies alba* – Provenienzen in Dänemark. In 3. Tannensymposium, Wien, 78-91.
- LØFTING, E. C. L., 1954: Danmarks Aedelgranproblem. 1. Proveniensvalg. Forst. Forsogsvaes. Danmarks, 21:337-381.
- LØFTING, E. C. L., 1955: Aedelsgranens proveniens problemem i Danmark. Dansk Skogsfor. Tidskr., 40: 107-114.
- MATIĆ, S., 2001: Proslov; Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti i "Hrvatske šume" P O Zagreb: Zagreb, 5-8.
- PAVARI, A., 1951: Esperienze e indagini su le provenienze e razze dell' Abete bianco (*Abies alba* Mill.). Biologia 32 (10): 729-737.
- PRPIĆ, B., 2001: Uvod; Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti i "Hrvatske šume" P O Zagreb: 12 – 17.
- POTOČIĆ, N., 2002: Dinamika biogenih elemenata u iglicama obične jele (*Abies alba* Mill.) različitog stupnja osutosti krošanja. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- SOKAL RR, ROHLF F.J., 1995: Biometry. Freeman and Company. New York.
- STATSOFT, INC., 2004: STATISTICA (data analysis software system), version 6.1 www.statsoft.com.
- TRINAJSTIĆ, I., 2001: Rasprostranjenost, morfologija i taksonomija jele u Hrvatskoj; Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti i "Hrvatske šume" P O Zagreb: 93-107.
- VIDAKOVIĆ, M. i J. FRANJIĆ 2004: Golosjemenjače. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 2004.
- VIDAKOVIĆ, M. 1993: Četinjače – morfologija i varijabilnost. II prošireno izdanje Grafički zavod Hrvatske i "Hrvatske šume", P O Zagreb.
- WOLF, H., 2003: EUFORGEN Technical Guidelines for genetic cinservation and use for silver fir (*Abies alba*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages.

HEIGHT VARIABILITY OF SILVER FIR SEEDLINGS (*Abies alba* Mill.)
BY SEED UNITS IN THE PROVENANCE TRIAL "BRLOŠKO"

Summary

The first investigation on the growth of different Silver fir provenances in Croatia was initiated in the autumn 1994, with collection of seed in 18 acknowledged seed stands in Croatia and in two seed stands in Slovenia. In the spring of 2000 the Forest Research Institute in Jastrebarsko; established a field experiment of the Silver fir provenances in the region of Forestry Office Fužine, Forest Management Unit Delnice, Brloško locality.

Within the investigation programme on variability, measurements were carried out of different quantitative characteristics, and mtDNA molecular analyses. This paper presents the investigation results on height variability of plants, according to seed units.

According to seed units the greatest average plant heights in the plantation age of 3+7 were found in the provenances from the Seed Unit of Gorski Kotar and Velika Kapela, while the smallest were in the Seed Unit of Biokovo.

Key words: *Silver fir, provenances, variability, plant height, Seed Units*