

Pregledni rad  
*Review paper*

Prispjelo - *Received*: 04. 07. 2006.  
Prihvaćeno - *Accepted*: 09. 10. 2006.

UDK: 630\*22

**Joso Gračan\*, Mladen Ivanković\*, Hrvoje Marjanović\*,  
Sanja Perić\***

## ISTRAŽIVANJE USPIJEVANJA PROVENIJENCIJA DOMAĆIH I STRANIH VRSTA DRVEĆA, S OSVRTOM NA MEĐUNARODNI POKUS PROVENIJENCIJA OBIČNE BUKVE (*FAGUS SYLVATICA* L.)

*INVESTIGATION OF THE GROWTH OF DOMESTIC  
AND FOREIGN PROVENANCES OF TREE SPECIES  
IN RELATION TO AN INTERNATIONAL EXPERIMENT  
OF COMMON BEECH PROVENANCES (*FAGUS SYLVATICA* L.)*

### SAŽETAK

U okviru Programa znanstvenoistraživačkog rada kojeg su financirale Hrvatske šume d.d. Zagreb, obavljena su istraživanja na zadatku Uspijevanje različitih provenijencija domaćih i stranih vrsta drveća (1.2.3.). U uvodu ovog rada navedeni su osnovni podaci o rezultatima istraživanjima različitih provenijencija u pokusima hrasta lužnjaka, obične jele, običnog bora, zelene duglazije, američkog borovca i europskog ariša. Istraživanja uspijevanja različitih provenijencija obične bukve u Hrvatskoj započeta su 1993. godine uključivanjem u međunarodni Projekt "Procjena genetičkih izvora obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u Europi". Ovaj je projekt vodio Institut za šumarsku genetiku u Grosshandorfu, Njemačka. Tijekom 2005. godine istraživanja su ušla u međunarodni projekt COST E52 u kojem sudjeluju 23 europske zemlje. U pokus je uključeno 36 različitih provenijencija obične bukve koji je osnovan na području Šumarije Kutina (šumski predjel "Kutinska Garjevica"), Uprava šuma Podružnica Zagreb 1998. godine. Pokus je osnovan 1998. godine u tri ponavljanja i uključuje provenijencije iz područja prirodnog rasprostranjenja obične bukve u Europi.

Na pokusu se od jeseni 1998. godine obavljaju izmjere visina, registriranje preživljenja, a tijekom proljeća 1999., 2000., 2001. i 2002. u sedam fenofaza pratilo se listanje biljaka. Dosadašnja istraživanja varijabilnosti obične bukve u Hrvatskoj (preživljavanje biljaka, visine i prirasti, listanje) upućuju na postojanje

---

\* Šumarski institut, Jastrebarsko, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko

genetičke izdiferenciranosti koja je određena brojnim ekološkim čimbenicima. Do sad su se kao najbolje provenijencije pokazale one iz Hrvatske, Slovenije i Ukrajine.

**Ključne riječi:** varijabilnost, provenijencije, obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) visine, preživljenje, listanje, hrast lužnjak, obična jela

## UVOD

### INTRODUCTION

Rezultati istraživanja uspijevanja, kako domaćih tako i stranih provenijencija, gospodarski važnih vrsta drveća (hrast lužnjak, hrast kitnjak, obična bukva, obična jela, obični bor, zelena duglazija, američki borovac, europski ariš i dr.), dali su značajan prilog poznavanju njihove varijabilnosti i mogućnosti uspijevanja i proizvodnje u različitim ekološkim uvjetima. Većina informacija o varijabilnosti između populacija dobivena je istraživanjima u pokusima provenijencija (ERIKSSON i EKBERG 2001). Šumarski institut, Jastrebarsko polovicom i krajem prošloga stoljeća započeo je ispitivanja varijabilnosti provenijencija glavnih i najvažnijih vrsta šumskoga drveća (DOKUŠ i GRAČAN 1978; ORLIĆ 1990, 1993, 1998; PERIĆ 2001; GRAČAN 1984, 1989, 1993, 1996, 2003; GRAČAN i PERIĆ 1993, 1996).

Prva istraživanja uspijevanja provenijencija hrasta lužnjaka u Hrvatskoj započeta su u jesen 1985. godine. Tijekom jeseni 1987. i proljeća 1988. godine na lokalitetima "Gajno", Šumarija Jastrebarsko i "Slavir", Šumarija Otok osnovani su terenski pokusi. Prema GRAČANU i dr. (1991), cilj je ovih istraživanja proučavanje varijabilnosti i produktivne sposobnosti provenijencija hrasta lužnjaka u Hrvatskoj. Terenski pokusi osnovani su s dvogodišnjim sadnicama u randomiziranom blok-sustavu u četiri ponavljanja. Ukupna površina pokusa iznosi 3ha. Na svakom lokalitetu posađeno je 6400 biljaka. U svakom od četiri ponavljanja posađeno je po 100 biljaka od svake provenijencije, tj. 4 ponavljanja x 16 provenijencija x 100 biljaka. Biljke su sadene na razmak od 1,5 x 1,5m. Pokusi su osnovani na dvama različitim staništima koji se razlikuju u geološko-morfološkoj podlozi (geologija), vrsti tla (pedologija), režimu vlaženja (hidrologija), vegetaciji (fitocenologija) i utjecaju čovjeka (antropologija). Na pokusima provenijencija analizirane su (mjere ne i procjenjivane) tri različite grupe svojstava. Prvu grupu predstavljaju šumsko-uzgojna svojstva pod kojima podrazumijevamo pravnost, zakrivljenost, puno-drvnost, pad promjera, vitkost, rašljivost, čistoću od grana (visinu do prve žive grane), oblik i širinu krošnje i otpornost na pepelnicu. U drugu grupu ubrajamo listanje, kao svojstvo fiziološkog karaktera. Praćenje listanja nije se zadržalo samo na početku i završetku listanja, nego je obavljano u sedam fenofaza. One su omogućile analizu tijekom listanja za svaku provenijenciju jer je bitno znati i širinu varijabilnosti za svojstvo listanja općenito, ali i za svaku pojedinu fenofazu. Kasni hrast lužnjak preporučuje se za uzgoj zbog visoke rezistentnosti na kasne proljetne mrazeve. Treću grupu čine taksacijski elementi, a praćeni su prsni promjeri, visi-

ne, drvena masa. Analiziran je visinski, debljinski i volumni prirast, produkcija drvene mase te analiza biomase po provenijencijama. Problematikom uzgajanja šuma hrasta lužnjaka, odnosno praćenjem šumsko-uzgojnih svojstava, pod kojima se podrazumijevaju ekološki zahtjevi, biološka svojstva i gospodarske osobine, bavio se niz znanstvenika, ali analiza šumsko-uzgojnih svojstava provenijencija hrasta lužnjaka unutar pokusa provenijencija još nije napravljena. Stoga je bilo interesantno istražiti koje provenijencije hrasta lužnjaka pokazuju najbolje rezultate, kao i razlike u uspijevanju i prilagodljivosti svake provenijencije uvjetima dotične okoline. Rezultati ovih istraživanja objavljeni su u nizu znanstvenih radova (GRAČAN 1986, 1993; GRAČAN i dr. 1991; GRAČAN i PERIĆ 1993; GRAČAN i dr. 1995; PERIĆ i dr. 2000; PERIĆ 2001; PERIĆ i GRAČAN 2001; PERIĆ i dr. 2003).

U Hrvatskoj su prva istraživanja uspijevanja različitih provenijencija obične jele započela u jesen 1994. godine sakupljanjem češera (sjemena) u 18 priznatih i izabраниh 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 osnovao je terenski pokus provenijencija obične jele. U rasadniku Instituta Odjela za oplemenjivanje i šumsko sjemenarstvo 2001. osnovan je komparativni pokus (IVANKOVIĆ 2003). Petogodišnja istraživanja kvantitativnih svojstava 18 provenijencija obične jele iz Hrvatske i 2 iz Slovenije obavljena su na pokusima provenijencija Brloško i A-polje, a ukazuju na postojanje značajnih razlika između provenijencija za svojstva visina, promjera i brojnosti postranih pupova na terminalnom izbojku biljaka. Fenološka motrenja ukazala su na postojanje razlika u početku i završetku listanja biljaka, što se i odrazilo na različitu oštećenost provenijencija kasnim mrazom. Testiranjem provenijencija na dvama različitim staništima, pojedine provenijencije pokazale su opću adaptaciju, fenotipsku stabilnost, dok su pojedine provenijencije fenotipski nestabilne, odnosno imaju specifičnu adaptaciju. Molekularnim istraživanjima, upotrebom PCR-a, pronađena su dva haplotipa obične jele na području rasprostranjenosti u Hrvatskoj i dijelu Slovenije. U provenijencijama Macelj i Trakošćan pronađeni su haplotipovi kavkaskе jele koja je najvjerojatnije unesena sadnjom sadnica te je slobodnim križanjem s običnom jelom došlo do daljnje introgresije gena kavkaskе jele u tamošnje populacije (IVANKOVIĆ 2005).

Tijekom jeseni 2005. godine, sakupljanjem sjemena u 16 priznatih sjemenskih sastojina, na cjelokupnom području rasprostranjenosti hrasta kitnjaka i osnivanjem ranog testa provenijencija u rasadniku Šumarskog instituta, Jastrebarsko, započelo se s istraživanjima varijabilnosti ove gospodarski vrlo važne vrste drveća.

Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) glavna je vrsta šumskog drveća u Europi po svojoj visokoj ekološkoj i ekonomskoj vrijednosti. Preživjela je izrazito intenzivne klimatske i geološke promjene tijekom kvartara jer su neke populacije zauzimale područja do kojih glacijacija nije doprla. Te su populacije izvorno podrijetlo sadašnje bukve (HAZLER i dr. 1997; GÖMÖRY i dr. 1999; GRAČAN i IVANKOVIĆ 2001). Bukva pripada među najvažnije i najrasprostranjenije vrste drveća u Hrvatskoj. Rasprostire se na 47% ukupne površine šuma i čini 45% ukupne drvene zalihe (KLEPAC 1986). Ubraja se među naše najvitalnije vrste jer čiste i mje-



Slika 1. Posjeta i obilazak međunarodnih eksperata međunarodnog pokusa provenijencija obične bukve "Kutinska Garjevica", Šumarija Kutina

*Figure 1. Visit of International experts to Common beech field experiment at "Kutinska Garjevica", Forestry office Kutina*

šovite sastojine nisu oštećene usljed djelovanja štetnika, bolesti i onečišćenja polutantima (GLAVAŠ i dr. 1992; POTOČIĆ i SELETKOVIĆ 2000). Izučavanja uspijevanja provenijencija obične bukve započela su osnivanjem prvog pokusa s provenijencijama u Njemačkoj (KLEINZ 1886), a nešto kasnije otpočela su u Belgiji, Danskoj, Francuskoj i nekim drugim europskim zemljama (VIDAKOVIĆ i KRSTINIĆ 1985). Uočavanje pojedinih morfoloških, fizioloških i gospodarski važnih karakteristika pojedinih bukovih provenijencija ima veliku važnost za izbor i priznavanje sjemenskih sastojina i oplemenjivanje bukve.

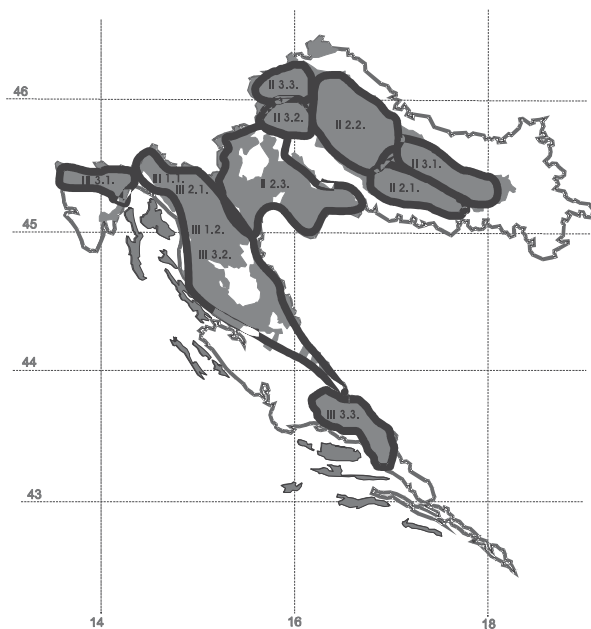
Istraživanja uspijevanja različitih provenijencija obične bukve u Hrvatskoj započela su relativno kasno, odnosno početkom devedesetih godina dvadesetog stoljeća, uključivanjem u međunarodni "Projekt procjene genetičkih resursa obične bukve za adekvatnu primjenu u gospodarenju šumama" (GRAČAN i IVANKOVIĆ 2001). Krajem 2005. godine istraživanja su uključena u međunarodni projekt COST E52 (Slika 1.).

Iako Uvod izgleda predugačak, napominjemo kako smo smatrali za potrebno prikazati dosadašnja istraživanja na zadatku tijekom proteklog razdoblja.

## MATERIJAL I METODE

### MATERIALS AND METHODS

**Rani test.** Istraživanja uspijevanja različitih provenijencija obične bukve u Hrvatskoj su započeta 1993. godine. U projekt je uključena 21 zemlja.

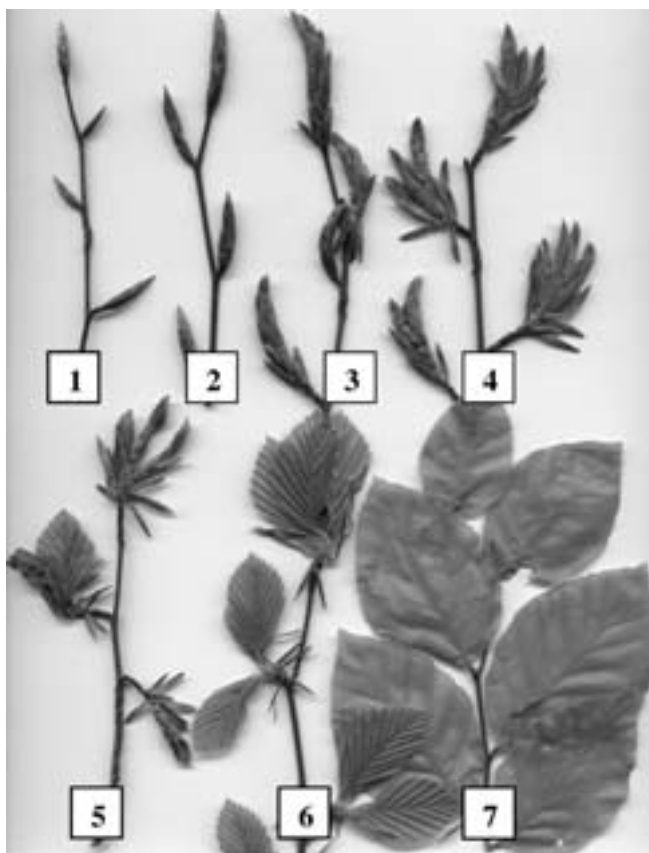


Slika 2. Šumske sjemenske jedinice obične bukve  
*Figure 2. Forest Seed units of Common Beech*



Slika 3. Osnivanje pokusa provenijencija bukve  
*Figure 3. Field experiment establishment*

Tijekom jeseni 1994. godine sakupljeno je 360kg sjemena (bukvice) u 20 populacija obične bukve u Hrvatskoj i u 2 populacije iz Slovenije. U rani test su uključene 4 populacije iz diljsko-psunjske sjemenske jedinice (II.2.1); 2 iz papučke



Slika 4. Fenofaze listanja biljaka obične bukve  
*Figure 4. Flushing phases of beech*

(II.3.1); 5 iz zagorsko-bilogorske; 1 iz sljemenske (II.3.2); 4 iz žumberačko-pokupsko-banijske (II.2.3) i 2 iz gorskokotarske (III.2.1 i III.1.1.); 2 iz istarske sjemenske jedinice (III.3.1.) i 2 iz Slovenije (Škofja Loka i Ptuj). Radi izostanka uroda sjemena, u ovaj rani test nisu uključene populacije iz kapelsko-velebitske, gorskokotarske (veće nadmorske visine - altitudinalne rase) i mosorsko-biokovske sjemenske jedinice. Test je osnovan u rasadniku Instituta u 4 ponavljanja, 22. prosinca 1994. godine, na površini od 180m<sup>2</sup>. Nastavno dajemo prikaz sjemenskih jedinica obične bukve u Hrvatskoj (Slika 2.).

**Poljski test.** U proljeće 1998. godine osnovan je pokus s provenijencijama obične bukve u 3 ponavljanja na području Gospodarske jedinice "Kutinska Garjevica", odjel 107a, Šumarija Kutina, Uprava šuma Podružnica Zagreb (Slika 3.).

U pokus su uključene biljke 36 različitih provenijencija obične bukve: 15 iz Hrvatske, 3 iz Slovenije i 18 iz 11 europskih zemalja. Presađeno je ukupno 7500 biljaka na površini od 1,30ha (50 x 3 x 36 = 7500). Mlade biljke od 19 različitih provenijencija iz 12 europskih zemalja uzgojene su u rasadniku Instituta za šumar-

sku genetiku i oplemenjivanje šumskog drveća u Grosshansdorfu, u Njemačkoj i nekoliko dana prije sadnje dopremljene u Šumarski institut, Jastrebarsko. Biljke iz Hrvatske i Slovenije (17 provenijencija) imale su 3 godine, a ostale 2 godine. U poljski pokus nisu uključene biljke iz pet provenijencija iz Hrvatske zbog nedovoljnog broja (Južni Dilj, Sjeverni Dilj I, Južni Papuk, Palum Medenjak i Miletina rijeka).

Na međunarodnom pokusu provenijencija tijekom proljeća obavljalo se motrenje fenologije, obavljala se njega, a krajem jeseni obavljala se registracija preživljenja i izmjere visina biljaka.

**Fenološka motrenja** u poljskom testu obavljana su od kraja ožujka do sredine svibnja svakih sedam dana. Listanje biljaka (Slika 4.) praćeno je od zimskog pupa do u potpunosti razvijenog lista u sedam fenofaza (LIESEBASCH 1999):

1. faza - spavajući pup
2. faza - nabubreni i produženi pupovi
3. faza - pupovi se počinju otvarati (napukli) i vidi se prvo zelenilo
4. faza - počinju se javljati savijeni (smotani) i dlakavi listići
5. faza - vidljivi pojedinačni smotani i dlakavi listovi
6. faza - listovi su odmotani, još lepezasti, prisutne blijede liske
7. faza - listovi su potpuno razvijeni, glatki i široki

Za obradu podataka izmjera primijenjene su standardne statističke metode obrade, a u ovom preglednom radu prikazali smo rezultate deskriptivne statistike.

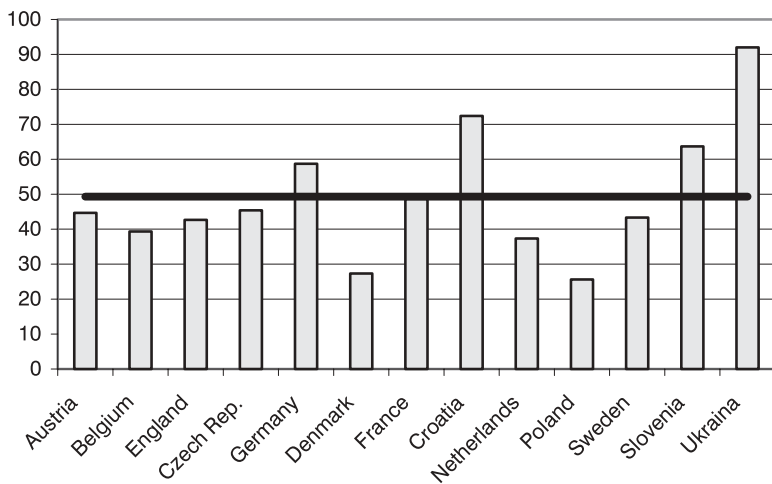
## REZULTATI I RASPRAVA

### RESULTS AND DISCUSSION

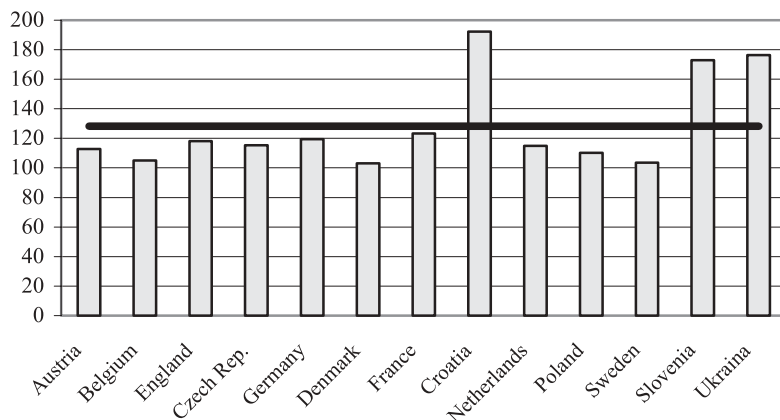
**Rani test:** Praćenje, registracija nicanja i preživljavanja te izmjere visina biljaka bukve u rasadniku Instituta obavljani su 1995., 1996. i 1997. Prema GRAČANU

Tablica 1. Prosječne visine i postotak preživljenja po državama  
*Table 1. Average heights and survival rate (%) per country*

Država <i>Country</i>	Br. proven. iz države <i>No. of prov. from country</i>	Ukupno posadeno sadnica 1998. <i>Total seedlings planted in 1998</i>	Preživljenje / <i>Survival</i>		Prosječne visine <i>Average heights</i>
			Br. biljaka u 2003. <i>No. of plants in 2003</i>	%	
Austria	1	150	67	44,67	112,7
Belgium	1	150	59	39,33	105,2
England	1	150	64	42,67	118,3
Czech Rep.	5	747	339	45,40	115,4
Germany	2	264	154	58,72	119,4
Denmark	1	150	41	27,33	103,2
France	2	300	146	48,67	123,4
Croatia	15	2249	1628	72,39	192,2
Netherlands	1	150	56	37,33	114,9
haPoland	2	296	76	25,62	110,3
Sweden	1	150	65	43,33	103,6
Slovenia	3	449	286	63,68	172,9
Ukraina	1	150	138	92,00	176,5



Grafikon 1. Preživljenje (%) 2003.  
 Graph 1. Survival (%) 2003



Grafikon 2. Prosječne visine 2003.  
 Graph 2. Average heights 2003

(2003), ukupni broj biljaka u jesen 1996. godine bio je 7902, a u jesen 1997., 6444 biljke. Prosječni postotak preživljavanja 1997. iznosio je 81,55%, a kretao se od 32,60%, kod provenijencije 11-Miletina Rijeka, do 100% kod provenijencija 12-Markuševačka gora i 16-Gluhe Drage. Najveće prosječne visine od 79,67 cm (1997) imala je provenijencija 2-Sjeverni Dilj II, a najmanje u iznosu od 33,17 cm imala je provenijencija 21-Vurberg (Slovenija). Prosječno veće visine imale su provenijencije iz međuriječja Save i Drave, od provenijencija iz Gorskog kotara i Učke. Provenijencije porijeklom iz Slovenije (20-Begoš i 21-Vurberg) postigle su

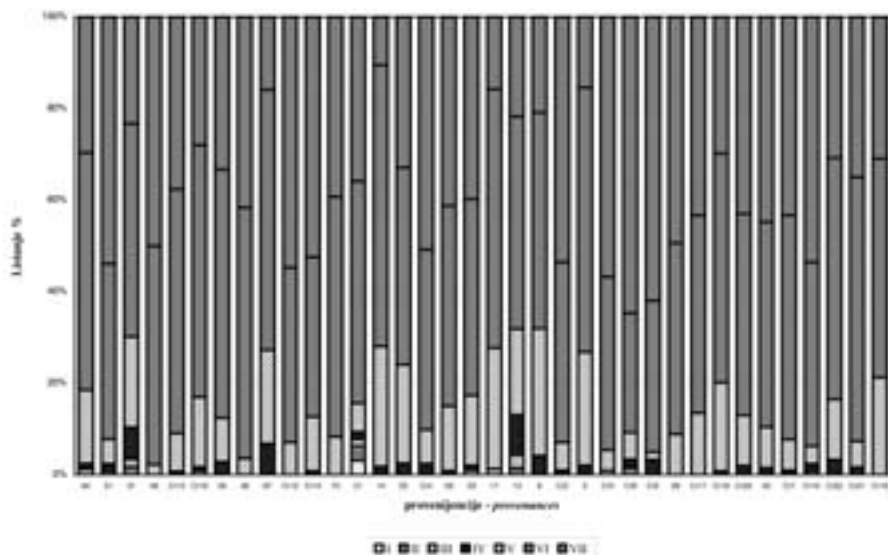


Tablica 2. Prosječne visine i preživljenje  
*Table 2. Average heights and survival per provenance*

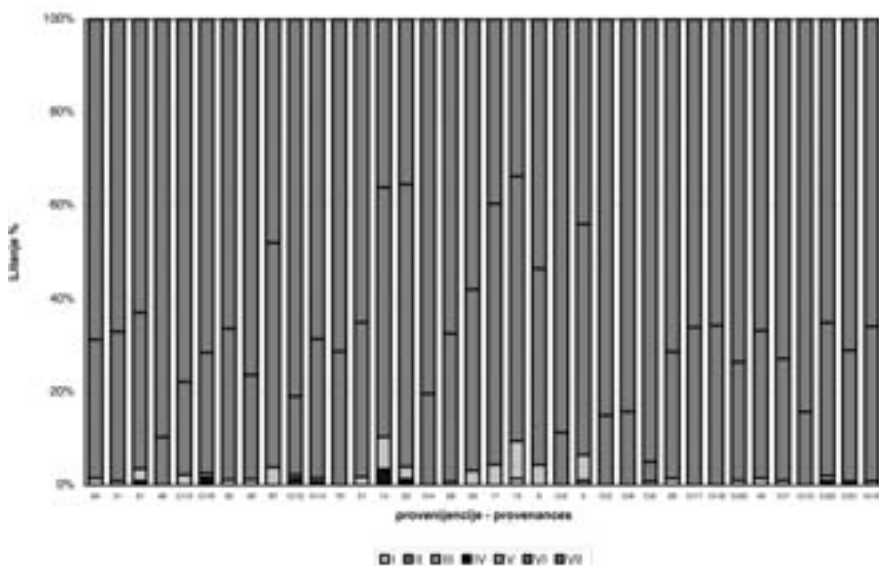
Provenijencija <i>Provenance</i>	Oznaka proven. <i>Proven. code</i>	Posađeno 1998.g. <i>Planted in 1998</i>	Preživljenje u 2003. <i>Survival in 2003.</i>		Visine - Heights (cm)
			Biljaka <i>Plants</i>	%	
Vrbovsko Gl. Dr.	HR-16	149	114	76,51	166,6
ughtSamobor Žumberak	HR-13	150	122	81,33	173,2
Domazlice - Vyhl.	CZ-46	150	72	48,00	101,8
Urach (BW)	D-31	149	83	55,70	129,3
Horni plana - Ce	CZ -51	149	86	57,72	119,6
Nizbor	CZ -64	150	47	31,33	121,3
Buchlovice	CZ-70	149	69	46,31	133,3
Pisarovina	HR-14	150	121	80,67	211,7
Zagreb Markuš gora	HR-12	150	113	75,33	190,9
Bilowo 115, 116	PL-67	146	31	21,23	98,0
Jablonec N. N.	CZ-48	149	65	43,62	101,1
Hinterstoder	A-35	150	67	44,67	112,7
Postojna Masun	SLO-53	149	86	57,72	119,5
Pidkamin	UA-59	150	138	92,00	176,5
Velika, J. Papuk	HR-4	150	117	78,00	190,6
Torup	S-23	150	65	43,33	103,6
Aarnink	NL-14	150	56	37,33	114,9
Grasten, F. 413	DK-21	150	41	27,33	103,2
Pleternica, S. Dilj	HR-3	150	103	68,67	191,5
Bretagne	F-5	150	86	57,33	136,9
Čaglin, S. Dilj	HR-2	150	93	62,00	197,1
Plateaux du	F-6	150	60	40,00	109,9
Soignes	B-13	150	59	39,33	105,2
Westfield	BG-17	150	64	42,67	118,3
Škofja loka	SLO-20	150	88	58,67	180,5
Opatija Veo. š. 16	HR-18	150	119	79,33	196,9
Fužine Brloško	HR-17	150	104	69,33	187,9
Dillenburg (HE)	D-29	115	71	61,74	109,6
Požega, S. Bab.g.	HR-5	150	104	69,33	196,7
Daruvar, Vrani k.	HR-8	150	111	74,00	195,6
Opatija Veo. š. 34	HR-19	150	97	64,67	192,5
Ptuj, Vurberg	SLO-21	150	112	74,67	218,6
Karlovac, Krašić	HR-22	150	94	62,67	203,6
Ivanska, Berečka k.	HR-10	150	125	83,33	191,4
Bjelovar, Bilogora	HR-7	150	91	60,67	197,3
Tarnawa	PL-40	150	45	30,00	122,6

različite rezultate u visinskom rastu i imale izrazito visoki postotak preživljavanja (95,80% i 99,00%).

**Poljski test:** Kao što je navedeno, izmjere biljaka obavljane su od osnivanja pokusa, međutim zbog prevelikog obima istraživanja i velikog broja podataka u radu su detaljnije prikazani rezultati izmjera biljaka plantažne starosti 3+6 godina. Tijekom jeseni 2003. na Međunarodnom pokusu provenijencija obične bukve "Kutinska Garjevica" obavljene su izmjere visina i registracija preživljenja. Osnov-



Grafikon 3. Fenofaze listanja 3. svibnja 1999. u postocima  
 Graph 3. Flushing phases at May 3, 1999 in percent



Grafikon 4. Fenofaze listanja 3. svibnja 2000. u postocima  
 Graph 4. Flushing phases at May 3, 2000 in percent

ni rezultati prikazani su u Tablicama 1. i 2., kao i na Grafikonima 1. i 2. U Tablici 1. prikazani su rezultati koji se odnose na prosjeke država, dok se u Tablici 2. nalaze rezultati po provenijencijama.

Tablica 3. Početak i završetak listanja biljaka po provenijencijama  
*Table 3. Flushing of seedlings per provenances*

Oznaka proven. Proven. code	Provenijencija Provenance	% izlistalih biljaka - (% of plants that ended flushing)							
		1999.				2000.			
		27. IV.	03. V.	10. V.	20. V.	26. IV.	03. V.	12. V.	18. V.
CZ-64	Nizbor	0,0	29,6	91,4	100	7,8	67,0	98,5	100
CZ-51	Horni plana - Ce.	3,9	53,9	95,3	100	14,3	66,9	100,0	100
D-31	Urach (BW)	0,0	23,3	89,7	100	1,8	62,9	98,1	100
CZ-46	Domazlice - Vyhl.	4,4	50,0	98,9	100	24,3	89,4	100,0	100
HR-13	Samobor, Žumberak	2,3	37,6	96,2	100	10,4	78,0	99,2	100
HR-16	Vrbovsko, Gl. Dr.	0,0	28,0	91,5	100	15,5	71,7	99,0	100
A-35	Hinterstoder	1,0	33,3	95,2	100	6,0	66,0	98,8	100
CZ-48	Jablonec N. N.	0,0	41,7	96,4	100	20,2	79,3	99,1	100
PL-67	Bilowo 115, 116	0,0	15,9	90,9	100	6,7	46,8	94,4	100
HR-12	Zagreb, Markuš.g.	3,1	54,7	96,9	100	25,8	81,5	98,5	100
HR-14	Pisarovina	0,8	52,4	96,0	100	11,4	70,7	100,0	100
CZ-70	Buchlovice	0,0	39,3	97,6	100	22,3	78,2	100,0	100
DK-21	Grasten, F.413	0,0	35,9	96,9	100	10,4	65,8	98,0	100
NL-14	Aarnink	0,0	10,5	98,2	100	0,0	44,1	92,5	100
S-23	Torup	0,0	32,9	93,7	100	4,7	35,2	100,0	100
HR-4	Velika, J. Papuk	2,5	50,8	96,7	100	15,2	80,5	99,2	100
UA-59	Pidkamin	1,7	41,3	95,0	100	20,6	67,3	100,0	100
SLO-53	Postojna Masun.	0,0	39,8	91,8	100	17,0	58,7	100,0	100
BG-17	Westfield	0,0	15,8	96,1	100	4,4	40,8	94,2	100
B-13	Soignes	0,0	21,7	89,9	100	0,0	34,4	96,9	100
F-6	Plateaux du	0,0	20,8	95,8	100	3,0	60,4	100,0	100
HR-2	Čaglin, S. Dilj	3,0	53,5	98,0	100	31,6	88,8	100,0	100
F-5	Bretagne	0,0	15,5	89,7	100	2,3	45,0	95,6	100
HR-3	Pleternica, S. Dilj	4,5	56,8	96,4	100	22,1	85,4	98,9	100
HR-8	Daruvar, Vrani k.	8,4	64,7	97,5	100	26,8	85,8	97,1	100
HR-5	Požega, S. Bab. g.	3,3	62,0	98,3	100	35,8	94,8	99,0	100
D-29	Dillenburg (HE)	0,0	49,4	98,7	100	11,5	79,0	100,0	100
HR-17	Fužine, Brloško	1,0	43,3	98,1	100	10,0	67,0	100,0	100
HR-18	Opatija Vep.š.16	0,0	30,1	92,7	100	11,3	66,0	100,0	100
SLO-20	Škofja loka	1,0	43,0	94,0	100	14,1	73,3	98,7	100
PL-40	Tarnawa	1,5	44,8	98,5	100	9,9	68,0	98,4	100
HR-7	Bjelovar, Bilogora	0,0	43,3	99,0	100	14,9	72,1	97,1	100
HR-10	Ivanska, Berečka k.	1,6	53,5	99,2	100	25,6	84,3	99,2	100
HR-22	Karlovac, Krašić	0,0	30,8	96,7	100	14,9	67,0	98,4	100
SLO-21	Ptuj, Vurberg	0,0	35,0	99,2	100	10,0	72,1	98,4	100
HR-19	Opatija Vep.š.34	0,9	31,0	93,8	100	16,5	64,6	96,4	100

Iz tablica i grafikona razvidno je kako najbolje preživljenje imaju provenijencije iz Ukrajine, slijede domaće te slovenske provenijencije. Provenijencije s najslabijim preživljenjem biljaka su Poljske i Danske. Najveće prosječne visine biljaka imaju domaće provenijencije, zatim slijede ukrajinske i slovenske. Provenijencije s prosječno najmanjim visinama biljaka su one iz Danske, Švedske i Belgije.

Motrenja listanja započela su u proljeće 1999. Rezultati dvogodišnjega motrenja listanja biljaka prikazani su u Tablici 3. i na Grafikonima 3. i 4. 3. svibnja

1999. i 2000. zabilježen je i izračunat postotak pojedine fenofaze za svaku provenijenciju. Iz slika je razvidno kako su sve provenijencije 2000. ranije listale nego 1999. godine, što je rezultat vremenskih prilika u toj godini.

Razlike u listanju među provenijencijama dobro su uočljive. Domaće provenijencije u pravilu ranije listaju od stranih. Provenijencije 2-Sjeverni Dilj II, 5-Sjeverna Babja gora, 8-Vrani kamen, za ovo dvogodišnje motrenje pripadaju u ranolistajuće, a provenijencije 14-Aarnink, Nizozemska, 17-Westfield, Engleska, 13-Soignes, Belgija i 5-Bretagne, Francuska pripadaju u kasnolistajuće.

Rezultati dvogodišnjih fenoloških motrenja nisu statistički obrađeni jer su se motrenja nastavila kako bi zaključci s tim u svezi bili potpuniji.

Listanje biljaka, odnosno vrijeme otvaranja pupova (*bud-burst*) različitih provenijencija obične bukve, važno je na staništima izloženim učestalom kasnom mrazu. Rezultati mnogih istraživanja pokazuju kako je otvaranje pupova pod strogom genetičkom kontrolom i kako vrijeme listanja pojedinih populacija od jedne do druge godine ima visoki koeficijent (WORRALL 1983; von WUEHLISCH i dr. 1995; STOJKOVIĆ 1991). Prema tom, poznato je kako bukva, kao vrsta drveća velike prirodne rasprostranjenosti, ima različito vrijeme listanja u pojedinim područjima (MUHS 1985; ŠINDLER 1985; TEISSIER du CROSS i dr. 1988).

Općenito, provenijencije s većih nadmorskih visina listaju ranije nego s nižih ili s atlantskog područja (MUHS 1985; MADSEN 1995; von WUEHLISCH i dr. 1993, 1995; LIESEBACH i dr. 1999). Vrijeme otvaranja pupova kontrolirano je dužinom noći i još više temperaturom. Visoki koeficijent korelacije između otvaranja pupova i ukupne temperature utvrđen je za mnoge vrste (WUEHLISCH 1995).

Prema von WUEHLISCHU (1995) i LIESEBACHU i dr. (1999), koji su istraživali razlike u fenološkim obilježjima otvaranja pupova i listanja provenijencija obične bukve, utvrđeno je kako je pritom vrlo važna prilagodba biljaka temperaturnim ritmovima. Različite su reakcije pojedinih provenijencija na toplinu i ostale čimbenike listanja. LIESEBACH (1999) navodi kako listanje u stakleniku počinje prije nego na otvorenom, ali se sporije odvija, odnosno traje duže nego na otvorenom. Za izlistavanje bukve od faze 1 do faze 7 u stakleniku treba dvostruko više vremena, nego na otvorenom.

Rezultati dvogodišnjih fenoloških motrenja nisu statistički obrađeni jer će se motrenja nastaviti kako bi zaključci s tim u svezi bili potpuniji.

## ZAKLJUČCI

### CONCLUSIONS

Iako su istraživanja uspijevanja različitih provenijencija obične bukve u Hrvatskoj započela relativno kasno, dobiveni rezultati upućuju na postojanje izdiferenciranosti kako između, tako i unutar provenijencija. Ti su rezultati uvelike doprinijeli da se ova istraživanja uključe u međunarodni projekt "Procjena genetičkih izvora bukve za adekvatnu primjenu europskim šumama" COST Action E52 (*Evaluation of Beech Genetic Resources for Sustainable Forestry*).

U pravilu, domaće provenijencije, uz provenijencije iz Ukrajine i Slovenije, imaju bolje preživljavanje i veće prosječne visine biljaka od ostalih provenijencija. Ranije listaju provenijencije iz Hrvatske, a kasnije iz atlantskoga dijela Europe.

Prvi rezultati praćenja preživljavanja, visina i fenoloških obilježja otvaranja pupova i listanja, pokazuju kako se ova istraživanja trebaju nastaviti kako bi se procijenilo uspijevanje i genetička varijabilnost provenijencija naših najvrednijih šumskih vrsta drveća (hrasta lužnjaka, obične bukve, obične jele i dr.) te utvrdili ukupna genetička raznolikost i ponašanje pojedinih provenijencija u različitim stanišnim uvjetima.

## LITERATURA

### REFERENCES

- DOKUŠ, A., J. GRAČAN, 1978: IUFRO Sitka Spruce International Ten-Provenance Experiment in Yugoslavia, Proceedings of the IUFRO joint meeting of working parties, vol. 2, Vancouver, Canada.
- ERIKSSON, G., I. EKBERG, 2001: An Introduction to Forest Genetics. SLU, Uppsala.
- GRAČAN, J., 1984: Varijabilnost provenijencija obične smreke (*Picea Abies/L./Karst.*) u dijelu prirodnog rasprostranjenja. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- GRAČAN, J., 1989: International experiment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) provenances in Croatia. (Međunarodni pokus provenijencija običnog bora u Hrvatskoj). International Symposium of Forest Genetics, Breeding and Physiology, USSR, Voronež.
- GRAČAN, J., 1993: Preliminary results of Common oak (*Quercus robur* L.) provenance experiment in Croatia. (Prethodni rezultati pokusa provenijencija hrasta lužnjaka u Hrvatskoj). Annales des sciences forestieres, Genetics of oaks, ANSFAS 50 (Supp.1): 215-221.
- GRAČAN, J., 1996: Masovna selekcija (*Mass selection*) u poglavlju Oplemenjivanje hrasta lužnjaka. Monografija Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj, Izdavači: Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb i JP "Hrvatske šume", 118-127, Zagreb.
- GRAČAN, J., 2001: Obična jela (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj. Prpić, Branimir (ur.). Akademija šumarskih znanosti, Zagreb.
- GRAČAN, J., 2003: Obična bukva u Hrvatskoj. Matić, Slavko (ur.). Akademija šumarskih znanosti, Zagreb.
- GRAČAN, J., N. KOMLENOVIĆ, P. RASTOVSKI, PETAR, 1990: First results of Common oak (*Quercus robur* L.) provenance experiment in Croatia. (*Prvi rezultati pokusa provenijencija hrasta lužnjaka u Hrvatskoj*). XIX-IUFRO World Congress, Canada, Division 2, p. 496.
- GRAČAN, J., Z. PERIĆ, 1993: Pokus provenijencija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. (*Common oak* (*Quercus robur* L.) *provenance experiment in Croatia*). Rad. Šumar. inst. 28(1/2): 25-36, Jastrebarsko.
- GRAČAN, J., I. TRINAJSTIĆ, Ž. OREŠKOVIĆ, S. PERIĆ, J. FRANJIĆ, 1995: Growth of Common Oak (*Quercus robur* L.) provenances in Croatia. Radovi Šumar. inst. Jastrebarsko 30/2: 109-123. Jastrebarsko.
- GRAČAN, J., Z. PERIĆ, 1996: Rast i prirast različitih provenijencija običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) u Hrvatskoj. (*Growth of different Scots pine provenances* (*Pinus sylvestris* L.) *in Croatia*). Znanstvena knjiga 1: Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava, Izdavači: Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut, Jastrebarsko, 283-294, Zagreb.

- GRAČAN, J., A. KRSTINIĆ, S. MATIĆ, Đ. RAUŠ, Z. SELETKOVIĆ, 1999: Šumski sjemenski rajoni (jedinice) u Hrvatskoj. Rad. Šumar. inst. 34 (1): 55-91, Jastrebarsko.
- GRAČAN, J., M. IVANKOVIĆ, 2001: Prvi rezultati uspijevanja obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj. *The first growth results of beech (Fagus sylvatica L.) provenances in Croatia*. Znanost u potrajnom gospodarenju Hrvatskim šumama, Znanstvena knjiga, Šumarski fakultet, Zagreb, Šumarski institut, Jastrebarsko, "Hrvatske šume", 175-190, Zagreb.
- GRAČAN, J., M. IVANKOVIĆ, 2005: Ritske šume u Hrvatskoj. Monografija; poglavlje u knjizi: Očuvanje genetičkih izvora vrsta ritskih šuma
- 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.). Disertacija, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2005
- ORLIĆ, S., 1990: IUFRO Contort Pine Provenances in Yugoslavia. IUFRO Joint Meeting of Working Parties s2,02-05. 06, 14, Proceedings: 235-245, Olympia, Washington, USA.
- ORLIĆ, S., 1993: Proučavanje provenijencija američkog borovca (*Pinus strobes* L.). (*Research of Weymouth Pine (Pinus strobes L.) Provenances*). Šum. list 117(9/10): 361-368, Zagreb.
- ORLIĆ, S., 1998: Međunarodni pokus provenijencija sitkanske smreke (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) u Hrvatskoj. (*International test of sitka spruce (Picea sitchensis (Bong.) Carr.) provenances in Croatia*), Šum. list 122(5/6): 213 - 220, Zagreb.
- ORLIĆ, S., M. OCVIREK, 1990: Međunarodni pokus provenijencija zelene duglazije (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). (*IUFRO Provenances Trial of Douglas Fir (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco)*). Rad. Šumar. inst. 25(2): 295-310, Zagreb.
- ORLIĆ, S., M. OCVIREK 1995: Research of Growth of Different Larch Provenances in Croatia. Ecology and Management of Lairs Forest: A Look Ahead, Proceedings of an International Symposium: 495-498, Report GTR-INT, USA.
- ORLIĆ, S., PERIĆ, S., 2005: Proučavanje uspijevanja provenijencija zelene duglazije (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franko) na Krndiji. Šum. list 5-6: 243-250, Zagreb.
- PERIĆ, S., J. GRAČAN., B. DALBELO-BAŠIĆ, 2000: Flushing variability of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in the provenance experiment in Croatia Glas. šum. pokuse 37: 395-412, Zagreb.
- PERIĆ, S., 2001: Prvi rezultati o produkciji drvne mase u pokusu provenijencija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama – znanstvena knjiga, str. 223-232, Zagreb.
- PERIĆ, S., 2001. : Applying Survival Analysis for Estimating and Comparing Flushing Time Variability, 23rd Int.Conf. Information Technology Interfaces ITI 2001, June 19-22, 2001, Pula, Croatia, 273-278.
- PERIĆ, S., 2001: Šumsko-uzgojna svojstva različitih provenijencija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj – doktorska disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu 19.12.2001.
- PERIĆ, S., J. GRAČAN, 2001: Četvrti EUFORGEN sastanak za socijalne listače, Šumarski list br. 9-10, 2001, 507-510., Zagreb.
- PERIĆ, S., J. GRAČAN, 2001: Success and production of stemwood in 16 provenances of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in Croatia. Poster na Savjetovanju Nursery production and stand establishment of broad – leaves to promote sustainable forest management, 7 – 10.5.2001, Rome.
- PERIĆ, S., A. JAZBEC, J., GRAČAN, 2003: Grouping of pedunculate oak provenances on the basis of biomass by applying cluster analysis. 25<sup>th</sup> Int. Conf. Informtion Technology Interfaces ITI 2003, June 16-19, 2003, Cavtat, Croatia.

- POTOČIĆ, N. i I. SELETKOVIĆ 2000: Stanje oštećenosti šuma u Republici Hrvatskoj 1998. godine. Šum. list 1-2 : 51-56, Zagreb.
- STOJKOVIĆ, M. 1991: Varijabilnost i nasljednost listanja hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) Glas. šum. pokuse, 27: 227-259.
- ŠINDELAR, J., 1985: Vysledky hodnoceni oyzkumne provenienci plochy s bukem lesnyem (*Fagus sylvatica* L.). Lesn. Pracha 31, 481-500.
- TEISSIER du CROSS, E., B. THIEBAUT, H. DUVAL, 1988: Variability in beech: budding, height, growth and tree form. Ann. Sci. For. 45, 383-398.
- VIDAKOVIĆ, M., A. KRSTINIĆ, 1985: Genetika i oplemenjivanje šumskog drveća, Šumarski fakultet, 436-441 Zagreb.
- WORRALL, J., 1983: Temperature-bud burst relationship in ambalis and sub alpine fir provenances test replicated at different elevation. Silve Genetica 32: 203-209.
- WUEHLISCH, G. von, D. JACQUES, H.-J. MUHS, 1993: Phenological differences between beech provenances. In: H.-J. Muhs and G. von Wuehlisch (eds.), The Scientific Basis for the Evaluation of Forest Genetic Resources of Beech. Proceedings of an EC Workshop Ahrensburg 1993. Working Document of the EC, DG VI, Brussels: 229-232.
- WUEHLISCH, G. von, D. KRUSCHE, H.-J. MUHS, 1995: Variation in temperature sum requirement for flushing of beech provenances. Silvae Genet. 44: 343-346.

INVESTIGATION OF THE GROWTH OF DOMESTIC  
AND FOREIGN PROVENANCES OF TREE SPECIES  
IN RELATION TO AN INTERNATIONAL EXPERIMENT  
OF COMMON BEECH PROVENANCES (*Fagus sylvatica* L.)

*Summary*

*Within the framework of a Programme of scientific-research, financed by Croatian Forests, Ltd. (Hrvatske šume d.o.o.), Zagreb, an investigation was carried out on the assignment Growth of Different Provenances of Domestic and Foreign Tree Species (1.2.3). In the Introduction of this study general data are given on the results of investigation of different provenances in the experiments with Peduncled oak, Common beech, Scotch pine, Douglas fir, Eastern White pine and European larch. Investigations on the growth of different provenances of Common beech started in Croatia in 1993, with inclusion in the International Project "Assessment of Genetic Sources of Common Beech (*Fagus sylvatica* L.) in Europe". This Project was carried out by the Institute of Forestry Genetics in Grosshandorf, Germany. During 2005 investigations joined an International Project COST E 52, in which 23 European countries took part. 36 different provenances of Common beech were included in the experiment, which was established in the region of the "Kutina" Forestry Office (forest section Kutinska Garjevica), Forest Administration Branch Office Zagreb, 1998. The experiment was established in 1988 in three replications and included provenances from the region of the natural range of Common beech distribution in Europe.*

*Since the autumn of 1998, measurements of heights and registration of survival has been carried out, and during the spring of 1999, 2000, 2001 and 2002, flushing of plants was monitored in seven phenophases. So far investigations of Common beech variability in Croatia (survival of plants, heights and increments, flushing) indicate that genetic differentiation exists, which is determined by numerous ecological factors. Provenances from Croatia, Slovenia and Ukraine have so far proved to be the best.*

**Key words:** *variability, provenances, Common beech (*Fagus sylvatica* L.) heights, survival, flushing, Peduncled oak, Silver fir*