

MORFOLOŠKA I FENOLOŠKA VARIJABILNOST OBIČNE BUKVE (*FAGUS SYLVATICA* L.) U MEĐUNARODNOM TESTU PROVENIJENCIJA U BOSNI I HERCEGOVINI

MORPHOLOGICAL AND PHENOLOGICAL VARIABILITY OF COMMON BEECH (*Fagus sylvatica* L.) IN THE INTERNATIONAL PROVENANCE TEST IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Mirzeta MEMIŠEVIĆ HODŽIĆ¹, Dalibor BALLIAN^{1,2}

SAŽETAK

Cilj istraživanja je usporediti rast provenijencija obične bukve, te utvrditi početak i završetak fenoloških faza listanja provenijencija obične bukve u međunarodnom testu provenijencija u Bosni i Hercegovini.

Test obuhvaća osam provenijencija iz Bosne i Hercegovine, četiri iz Njemačke, tri iz Srbije, po dvije iz Hrvatske, Rumunije i Švicarske te jednu iz Mađarske (tablica 1).

U proljeće 2017. godine mjerili smo visine i promjere vrata korijena biljaka u međunarodnom testu provenijencija. Također smo promatrali i bilježili pojavu fenoloških faza listanja kroz šest faza (slika 1): A – Spavajući pup; B – Pupovi izduženi, nabubreni, žućkasto-zelenkaste boje; C – Pupovi se počinju otvarati i vidi se prvo zelenilo; D – Počinju se javljati savijeni dlakavi listići; E – Listovi su odmotani, još lepezasti, prisutne blijede liske; F – Listovi su potpuno razvijeni, glatki i široki.

Prosječna visina za sve provenijencije bila je 164,6 cm (tablica 2), a prosječan promjer vrata korijena 33,4 mm (tablica 5). Najmanju prosječnu visinu (104,2 cm) i promjer (22,6 mm) imala je provenijencija Alba - Iulia iz Rumunije (9664). Najveću prosječnu visinu (197,4 cm) i promjer (40,1 mm) imala je provenijencija Dilj Čaglinski iz Hrvatske (9624).

Utvrdili smo razlike između provenijencija u pogledu pojavljivanja fenoloških faza listanja (tablica 8), kao i dužini trajanja faza (tablica 10). Faza B se najranije pojavila 31.3. kod provenijencija Grmeč Jasenica i Dinara iz Bosne i Hercegovine i Cer iz Srbije. Najkasnije se pojavila 8.5. kod provenijencija Herzogenbuchsee iz Švicarske i NS Hasbruch iz Njemačke. Fenofaza F najranije se pojavila 1.5. kod provenijencije Valkonya iz Mađarske. Analiza varijanse pokazala je da postoje statistički značajne razlike između provenijencija, kako u visini (tablica 3) i promjeru vrata korijena (tablica 6) tako i u dužini trajanja fenoloških faza (tablica 10).

Biljke u međunarodnom testu provenijencija obične bukve su za vrijeme mjerenja bile stare 12 i 13 godina. Potrebno je vršiti daljnja mjerenja morfoloških svojstava kako bi se utvrdile tendencije rasta pojedinih provenijencija u idućim fazama razvoja. Također je potrebno promatrati fenološke faze kako bi se procijenili utjecaji genetske konstitucije i godišnje klime na fenološka kretanja. Rezultati ovog istraživanja poslužit će za odabir najboljih provenijencija po produktivnosti i otpornosti na kasne proljetne mrazeve.

KLJUČNE RIJEČI: fenološke faze listanja, visina, promjer vrata korijena, obična bukva, test provenijencija

¹ Dr. sc. Mirzeta Memišević Hodžić, Viši asistent, Prof. dr. sc. Dalibor Ballian, balliandalibor9@gmail.com, Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet

² Prof. dr. sc. Dalibor Ballian, Gozdarski institut Slovenije, Ljubljana

UVOD INTRODUCTION

Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) je jedna je od najznačajnijih gospodarskih vrsta u Bosni i Hercegovini. Iako je obična bukva morfološki manje varijabilna vrsta, istraživanja provenijencija u različitim dijelovima areala upućuju na njezinu značajnu unutarpopulacijsku i međupopulacijsku varijabilnost (Kajba 2003; Ballian i sur. 2019).

Obična bukva jedina je vrsta šumskog drveća u Europi koja od prirode raste u širokom rasponu nadmorskih visina (od 100 m pa sve do 2000 m n.v.) i to na različitim supstratima. Za uspješan rast traži submontano – montanu vlažnu klimu s najmanje 600–700 mm godišnjih padalina, a pokazuje i dobru adaptabilnost prema različitim ekološko-klimatskim uvjetima (Pintarić 2002; Ballian i sur. 2019).

Istočna granica rasprostranjenosti određena je zračnom vlagom i pojavom kasnog mraza (Pukacki 1990), a prilagođena je umjerenoj i vlažnoj oceanskoj klimi. Iako je relativno otporna na niske temperature, osjetljiva je na kasni proljetni mraz, što predstavlja ograničavajući čimbenik na nižim područjima.

Prvi pokus s provenijencijama obične bukve osnovan je 1877. godine u Botaničkom vrtu u Njemačkoj (Kienitz 1879), a nešto kasnije se takvi pokusi osnivaju u Belgiji, Danskoj, Francuskoj i nekim drugim europskim zemljama (Vidaković i Krstinić 1985).

Morfološku varijabilnost obične bukve u međunarodnom testu provenijencija kod Kaknja istraživali su Ballian i Zukić (2011) i Ballian i Jukić (2014/2015) i utvrdili analizom varijanse statistički visoko značajne razlike u svojstvu promjera na vratu korijena i visinama biljaka, koje su potvrđene Duncanovim testom.

U brojnim suvremenim pokusima s običnom bukvom provedena su višegodišnja fenološka istraživanja (Muhs 1985). Rezultati su pokazali da provenijencije iz istočnog i sjeveroistočnog dijela areala, kao i provenijencije s viših nadmorskih visina zahtijevaju manju temperaturnu sumu za izlistavanje te stoga i ranije listaju.

Dobiveni rezultati upućuju na važnost fenologije pri procjeni sposobnosti prilagođavanja bukovih sastojina na određene ekološke uvjete. Istraživanjem 159 provenijencija obične bukve dobivene su značajne unutarpopulacijske i međupopulacijske razlike fenološke varijabilnosti (von Wüehlich i sur. 1995). Istraživanja 15 europskih provenijencija obične bukve iz osam zemalja, proveli su Liesebach i sur. (1999), a rezultati su također utvrdili značajnu međupopulacijsku i unutarpopulacijsku varijabilnost fenoloških svojstava.

Cilj ovoga istraživanja bio je usporediti rast provenijencija obične bukve u međunarodnom testu provenijencija koji

obuhvaća osam provenijencija iz Bosne i Hercegovine, četiri iz Njemačke, tri iz Srbije, po dvije iz Hrvatske, Rumunije i Švicarske, te jednu iz Mađarske, kao i utvrditi postojanje razlika u datumima početaka i završetaka fenoloških faza listanja između istraživanih provenijencija, što bi bilo važno za buduće gospodarenje i obnovu bukovih šuma uz povećanje proizvodnosti i adaptabilnosti.

MATERIJAL I METODE MATERIAL AND METHODS

Istraživanja su provedena na 22 provenijencije obične bukve u međunarodnom testu provenijencija, od kojih osam potječe iz Bosne i Hercegovine, četiri iz Njemačke, tri iz Srbije, a po dvije iz Hrvatske, Rumunije i Švicarske te jedna iz Mađarske (tablica 1).

U proljeće 2017. godine (biljke starosti 12 i 13 godina) mjerena su morfološka svojstva visina (cm) uz pomoć štapnog metra, te promjer vrata korijena biljaka (mm) elektronskim pomičnim mjerilom. Mjerene su sve biljke u testu provenijencija, a broj biljaka prikazan je u tablici 2. Podaci su obrađeni statističkim programom SPSS 20.0 i izračunati osnovni deskriptivni pokazatelji. Urađena je i analiza varijanse i Duncanov multipli test.

Fenološka opažanja obavljena su vizualno i to na sljedećim datumima: 10.3., 15.3., 26.3., 31.3., 4.4., 10.04., 24.04., 01.05., 08.05., 15.05., 20.5. 2017. godine i to na svim biljkama tijekom istoga dana.

Listanje biljaka istraživanih provenijencija pratilo se u šest karakterističnih fenofaza (Forstreuter 2002), od spavajućeg (zimskog) pupa do potpuno razvijenog lista:

- A – Spavajući (zimski) pup (smeđe do tamnosmeđe boje);
- B – Pupovi bubre (izduženi, nabubreni, žućkasto-zelenkaste boje, imaju opnu koju vršci iglica još nisu probili);
- C – Pupovi se počinju otvarati (napukli) i vidi se prvo zelenilo;
- D – Počinju se javljati savijeni (smotani) dlakavi listići;
- E – Listovi su odmotani, još lepezasti, prisutne blijede liske;
- F – Listovi su potpuno razvijeni, glatki i široki.

Posmatrane fenofaze prikazane su na slici 1.

Na osnovi prikupljenih podataka definiran je početak i završetak pojedinih fenoloških faza po provenijencijama. Korštenjem SPSS programa izračunata je prosječna dužina trajanja faza po provenijencijama, te napravljena analiza varijanse za dužinu trajanja faza po provenijencijama.

Međunarodni test provenijencija obične bukve osnovan je u proljeće 2007. godine u odjelu 41 koji pripada gospodarskoj jedinici „Donja Trstionica – Goruša“ (ŠPP „Kakanjsko“). Nalazi se na 510 do 568 metara nadmorske visine u slivnom području Lužničkog potoka (koordinate



Slika 1. Fenofaze listanja obične bukve

Figure 1. Phenological stages of leafing of common beech

44°04'15" N 18°11'32"E), koji je desna pritoka rijeke Goruše (desna pritoka rijeke Bosne). Teren širog područja oko ovog odjela je blago nagnut i zaravnjen, s prosječnim nagibom terena oko 7%. Ekspozicija je uglavnom sjeveroistočna. Od zemljišta javljaju se kompleks rendzine i kiselog smeđeg zemljišta; - kompleks kiselog smeđeg i ilimerizovanog zemljišta i smeđe zemljište (na manjem dijelu površine). Odjel graniči s privatnim posjedima i okolnim seoskim naseljima, čije je stanovništvo zadovoljavajući potrebe za ogrijevom te ispašom za stoku, sastojine ovog i susjednog odjelja degradiralo ili pretvorilo u izdanačke šume s vrlo malo kvalitetne drvene mase u zalihi sastojina.

Odjel je pod utjecajem umjereno kontinentalne klime, koju karakteriziraju hladne zime i umjereno topla ljeta s velikim količinama padalina.

Sadnice su bile starosti 2 + 0 i 3 + 0 godina kada su posađene. Razmak između biljaka je 2 × 1 m sa 50 biljaka po plohi. Sadnice su posađene u randomiziranom blok dizajnu, 20 provenijencija u tri ponavljanja i dvije provenijencije sa po jednim ponavljanjem (provenijencije Konjuh i Avala). Provenijencija Wildbad imala je samo 20 biljaka i nadopunjena je s provenijencijom Alesd koja ima 30 biljaka. Ukupno je u testu provenijencija posađeno 3100 sadnica.

	9624	9625	9630	9631	9632	9633	9642
Blok 1	9643	9646	9647	9648	9649	9659	9660
	9661	9662	9663	9664	9665	9668	9669
	9632	9633	9642	9643	9646	9647	9648
Blok 2	9649	9659	9660	9661	9662	9663	9664
	9665	9666	9668	9669	9624	9625	9630
	9663/9646	9647	9648	9649	9659	9660	9661
Blok 3	9662	9663	9664	9665	9665	9669	9624
	9625	9630	9632	9633	9642	9643	

Shema sadnje provenijencija u tekstu

Planting scheme of provenances in the test

Tablica 1. Istraživane provenijencije**Table 1.** Researched provenances

Broj No	Oznaka provenijencije Provenance label	Naziv provenijencije Provenance name	Starost sadnica Age of seedlings	Sjeverna geografska širina Latitude	Istočna geografska dužina Longitude	Nadmorska visina Altitude
1	B&H - 9630	Tajan, Zavidovići	3+0	44° 23'	18° 03'	700
2	B&H - 9631	Konjuh, Kladanj	3+0	44° 16'	18° 34'	840
3	B&H - 9632	Tešanj Crni Vrh I	3+0	44° 33'	17° 59'	500
4	B&H - 9633	Grmeč Jasenica	3+0	44° 16'	16° 18'	450
5	B&H - 9659	Bugojno Vranica Bistrica	2+0	43° 33'	17° 49'	750
6	B&H - 9660	Tešanj Crni Vrh II	2+0	44° 33'	17° 59'	500
7	B&H - 9661	Bosanska Krupa Bastra Ćorkovača	2+0	44° 45'	16° 14'	720
8	B&H - 9662	Dinara	2+0	44° 06'	16° 30'	950
9	CH - 9643	Herzogenbuchsee	3+0	47° 11'	07° 40'	500
10	CH - 9665	Sihlwald	2+0	47° 12'	07° 21'	1050
11	CRO - 9624	Dilj Čaglinski	3+0	45° 17'	18° 01'	350
12	CRO - 9625	Vrani Kamen	3+0	45° 37'	17° 19'	600
13	GER - 9646	BW Wildbad	3+0	48° 46'	08° 35'	700
14	GER - 9647	BW Schwüb. Alb	3+0	48° 00'	10° 00'	650
15	GER - 9648	BY Höllerbach	3+0	49° 01'	13° 14'	755
16	GER - 9649	NS Hasbruch	3+0	53° 08'	08° 26'	35
17	HUN - 9642	Valkonya	3+0	46° 30'	16° 45'	300
18	RO - 9664	Alba Iulia	2+0	46° 10'	23° 05'	860
19	RO - 9663	Alesd	2+0	46° 10'	22° 15'	490
20	SRB - 9666	Avala	2+0	44° 12'	20° 45'	745
21	SRB - 9668	Fruška Gora	2+0	45° 10'	19° 47'	360
22	SRB - 9669	Cer	2+0	44° 12'	19° 50'	745

CRO – Hrvatska/Croatia, B&H – Bosna i Hercegovina/Bosnia and Herzegovina, HUN – Mađarska/Hungary,
G – Njemačka/Germany, RO – Rumunjska/Romania, CH – Švicarska/Switzerland, SRB – Srbija/Serbia

REZULTATI RESULTS

Podaci o broju preživjelih biljaka po provenijencijama i blokovima prikazan je u tablici 3, gdje se vidi da je najveći broj preživjelih biljaka u bloku 1.

Prosječna visina za sve provenijencije iznosi 164,6 cm (slika 2). Najmanju prosječnu visinu ima provenijencija Alba - Iulia iz Rumunije (9664) 104,2 cm, a najveću provenijencija Dilj Čaglinski iz Hrvatske (9624) 197,4 cm, uz napomenu da je starost sadnica provenijencije Alba - Iulia pri osniva-



Slika 2: Mapa istraživanih provenijencija
Figure 2. Map of investigated provenances

Tablica 2. Broj preživjelih biljaka po provenijencijama i blokovima
Table 2. Number of survived plants per provenances and blocks

Provenijencija <i>Provenance</i>	Blok 1 <i>Block 1</i>	Blok 2 <i>Block 2</i>	Blok 3 <i>Block 3</i>	Ukupno <i>Total</i>
B&H - 9630	38	25	7	70
B&H - 9631	31			31
B&H - 9632	31	8	9	48
B&H - 9633	35	14	20	69
B&H - 9659	20	7	1	28
B&H - 9660	24	1	4	29
B&H - 9661	8	11	6	25
B&H - 9662	17	18	18	53
CH - 9643	35	8	22	65
CH - 9665	12	7	4	23
CRO - 9624	46	20	22	88
CRO - 9625	37	24	19	80
GER - 9646	10	11	5	26
GER - 9647	24	26	33	83
GER - 9648	18	26	8	52
GER - 9649	29	30	20	79
HUN - 9642	31	20	36	87
RO - 9663	6	14	10	30
RO - 9664	15	3		18
SRB - 9666	0	29	6	35
SRB - 9668	9	20		29
SRB - 9669	24	8	2	34
Ukupno/Total	500	330	252	1082

nju pokusa bila dvije godine, a provenijencije Dilj Čaglinski tri godine. Najveće prosječne visine sve provenijencije pokazuju u bloku 1, što pokazuje kako mikrostanišni uvjeti na pojedinim blokovima i nehomogenost plohe utječu na rast biljaka.

Analiza varijanse pokazala je da postoje statistički značajne razlike između provenijencija za svojstvo visine biljaka (Sig. <0.05, Fizr, >Ftab, tablica 3).

Duncanov multipli test za svojstvo visine pokazao je grupiranje provenijencija u sedam grupa, koje se međusobno preklapaju (tablica 4).

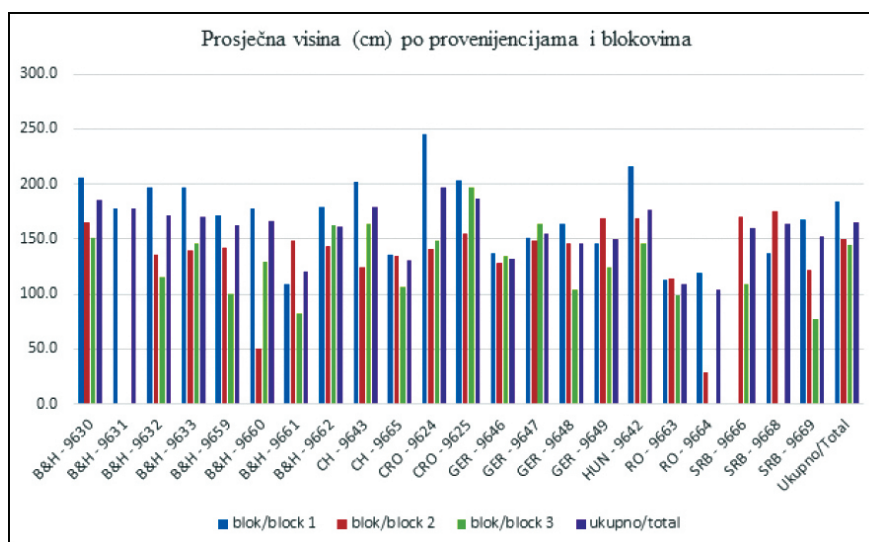
Analiza varijance za svojstvo visine (tablica 5) pokazala je statistički značajne razlike na razini blokova, na razini provenijencija te na razini interakcije blok x populacija.

Prosječan promjer vrata korjena za sve provenijencije iznosi 33,4 mm (slika 3). Kao i za svojstvo visine, najmanji prosječan promjer ima provenijencija Alba Iulia iz Rumunije (9664) 22,6 mm, a najveći provenijencija Dilj Čaglinski iz Hrvatske (9624) 40,1 mm. Velika razlika u prosječnom promjeru može se djelomično objasniti različitom starošću sadnica pri osnivanju pokusa, kada su zasađene dvogodišnje sadnice provenijencije Alba Iulia i trogodišnje sadnice provenijencije Dilj Čaglinski. Kao i za svojstvo visine, najveći prosječan prečnik provenijencije imaju u bloku 1.

Tablica 3. Analiza varijanse za svojstvo visine biljaka
Table 3. Analysis of variance for height of plants

Izvor variranja <i>Source of variation</i>	Suma kvadrata <i>Sum of Squares</i>	Stupnjevi slobode <i>Degrees of freedom</i>	Sredina kvadrata <i>Mean Square</i>	F	Značajnost <i>Significance</i>	% varijance/ <i>% of Variance</i>
Between Groups	517640,647	21	24649,555	6,133	0,000	12,80*
Within Groups	4260220,766	1060	4019,076			
Total	4777861,412	1081				

*preostalih 87,29% varijance odnose se na sve ostale faktore, uključujući i grešku.



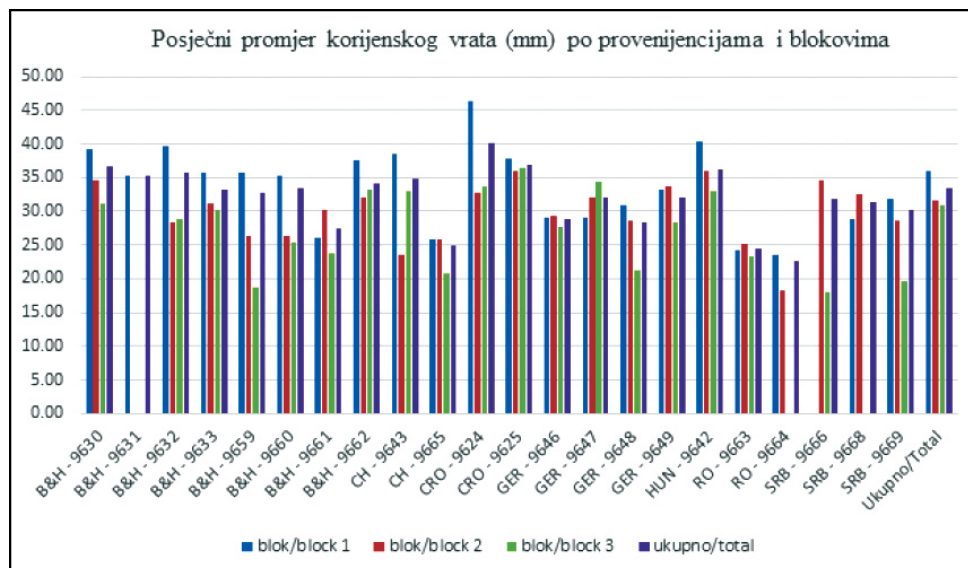
Slika 3. Prosječne visine po provenijencijama i blokovima
Figure 3. Average heights per provenances and blocks

Tablica 4. Grupiranje provenijencija za svojstvo visina prema Duncanovom testu**Table 4:** Grouping of provenances by plant height (cm) by Duncan test

Provenijencija <i>Provenance</i>	N	Grupa/Group						
		1	2	3	4	5	6	7
RO – 9664	18	104,2						
RO – 9663	30	108,8						
B&H – 9661	25	120,0	120,0					
CH – 9665	23	130,2	130,2	130,2				
GER – 9646	26	132,5	132,5	132,5				
GER – 9648	52		145,7	145,7	145,7			
GER – 9649	79		149,3	149,3	149,3			
SRB – 9669	34		152,0	152,0	152,0	152,0		
GER – 9647	83			155,1	155,1	155,1	155,1	
SRB – 9666	35			160,0	160,0	160,0	160,0	
B&H – 9662	53			161,1	161,1	161,1	161,1	
B&H – 9659	28			162,0	162,0	162,0	162,0	
SRB – 9668	29			163,6	163,6	163,6	163,6	
B&H – 9660	29				166,9	166,9	166,9	166,9
B&H – 9633	69				170,6	170,6	170,6	170,6
B&H – 9632	48				171,7	171,7	171,7	171,7
HUN – 9642	87				176,3	176,3	176,3	176,3
B&H – 9631	31				177,9	177,9	177,9	177,9
CH – 9643	65				179,4	179,4	179,4	179,4
B&H – 9630	70					185,5	185,5	185,5
CRO – 9625	80						187,3	187,3
CRO – 9624	88							197,4
Sig.		0,080	0,051	0,052	0,056	0,056	0,067	0,074

Tablica 5. Two-way analiza varijanse za svojstvo visine biljaka**Table 5.** TWO-way Analysis of variance for height of plants

Izvor variranja <i>Source of variation</i>	Suma kvadrata tip III <i>Type III Sum of Squares</i>	Stupnjevi slobode <i>Degrees of freedom</i>	Sredina kvadrata <i>Mean Square</i>	F	Značajnost Significance
Blok/Block	208466,716	2	104233,358	30,095	0,000
Populacija/Population	416500,503	21	19833,357	5,726	0,000
Blok*Populacija / Block*Population	386221,445	37	10438,417	3,014	0,000

**Slika 4.** Prosjeci promjera vrata korijena po provenijencijama i blokovima**Figure 4.** Average root collar diameters per provenances and blocks

Tablica 6. Analiza varijanse za svojstvo promjer vrata korijena

Table 6: Analysis of variance for root collar diameters of plants

Izvor variranja <i>Source of variation</i>	Suma kvadrata <i>Sum of Squares</i>	Stupnjevi slobode <i>df</i>	Sredina kvadrata <i>Mean Square</i>	F	Značajnost <i>Signifikantnost</i>	% varijance/ <i>% of Variance</i>
Between Groups	16750,048	21	797,621	7,189	0,000	13,34*
Within Groups	117607,886	1060	110,951			
Total	134357,934	1081				

*preostalih 86,66% varijance odnose se na sve ostale faktore, uključujući i grešku.

Tablica 7. Grupiranje provenijencija za svojstvo promjer vrata korijena prema Duncan testu

Table 7: Grouping of provenances by diameter of root collar (mm) by Duncan test

Provenijencija <i>Provenance</i>	N	Grupe/Groups							
		1	2	3	4	5	6	7	8
RO – 9664	18	22,6							
RO – 9663	30	24,4	24,4						
CH – 9665	23	25,0	25,0						
B&H – 9661	25	27,4	27,4	27,4					
D – 9648	52		28,3	28,3	28,3				
D – 9646	26		28,9	28,9	28,9	28,9			
SRB – 9669	34			30,3	30,3	30,3	30,3		
SRB – 9668	29			31,4	31,4	31,4	31,4	31,4	
SRB – 9666	35			31,8	31,8	31,8	31,8	31,8	
D – 9647	83			32,1	32,1	32,1	32,1	32,1	
D – 9649	79			32,1	32,1	32,1	32,1	32,1	
B&H – 9659	28			32,7	32,7	32,7	32,7	32,7	
B&H – 9633	69				33,2	33,2	33,2	33,2	
B&H – 9660	29				33,5	33,5	33,5	33,5	
B&H – 9662	53					34,2	34,2	34,2	
CH – 9643	65						34,7	34,7	34,7
B&H – 9631	31						35,4	35,4	35,4
B&H – 9632	48						35,7	35,7	35,7
H – 9642	87							36,3	36,3
B&H – 9630	70							36,8	36,8
CRO – 9625	80							36,9	36,9
CRO – 9624	88								40,1
Sig.		0,070	0,091	0,057	0,067	0,067	0,063	0,058	0,052

Tablica 8. Two-way analiza varijanse za svojstvo promjer vrata korijena

Table 8: Two-way variance analysis for root collar diameter

Izvor variranja <i>Source of variation</i>	Suma kvadrata tip III <i>Type III Sum of Squares</i>	Stupnjevi slobode <i>Degrees of freedom</i>	Sredina kvadrata <i>Mean Square</i>	F	Značajnost <i>Significance</i>
Blok/Block	3743,653	2	1871,826	18.338	0,000
Populacija/Population	13652,279	21	650,109	6.369	0,000
Blok*Populacija /Block*Population	7940,321	37	214,603	2.102	0,000

Analiza varijanse pokazala je da postoje statistički značajne razlike između populacija za svojstvo promjer vrata korijena (tablica 6).

Duncanov multipli test za promjer vrata korijena pokazao je grupiranje provenijencija u osam grupa (tablica 7).

Two-way analiza varijanse za svojstvo promjer vrata korijena (tablica 8) pokazala je statistički značajne razlike na razini blokova, na razini populacija, kao i na razini interakcije blok x populacija.

Vizualna praćenja karakterističnih fenoloških faza povećava mogućnost veće pogreške u odnosu na mjerenje instrumen-

tom. To se posebno odnosi na evidentiranje onih fenoloških faza koje se teže uočavaju i na prijelazu su između dvije faze.

Rezultati fenoloških istraživanja provenijencija obične bukve u međunarodnom pokusu kod Kaknja pokazali su značajne razlike u vremenu početka, trajanja i završetka listanja, što je potvrđeno provedenim analizama varijance.

Na temelju promatranih fenoloških faza listanja, kao početak vegetacije kod obične bukve u ovom međunarodnom pokusu 2017. godine može se uzeti datum 10. travnja, jer je kod dvanaest provenijencija započelo otvaranje pupova (tablica 9).

Tablica 9. Datumi najranijeg i najkasnijeg pojavljivanja fenofaza**Table 9.** Dates of the earliest and the latest occur of phenological stages of leafing

Provenijencija <i>Provenance</i>	Fenofaza/ <i>Phenophase</i>									
	A najkasnije <i>latest</i>	B najranije <i>earliest</i>	B najkasnije <i>latest</i>	C najranije <i>earliest</i>	C najkasnije <i>latest</i>	D najranije <i>earliest</i>	D najkasnije <i>latest</i>	E najranije <i>earliest</i>	E najkasnije <i>latest</i>	F najranije <i>earliest</i>
B&H - 9630	20.05.	04.04.	01.05.	10.04.	01.05.	24.04.	08.05.	24.04.	15.05.	08.05.
B&H - 9631	20.05.	10.04.	01.05.	10.04.	01.05.	24.04.	08.05.	01.05.	08.05.	08.05.
B&H - 9632	20.05.	10.04.	01.05.	10.04.	08.05.	10.04.	08.05.	24.04.	15.05.	08.05.
B&H - 9633	20.05.	31.03.	01.05.	04.04.	24.04.	10.04.	08.05.	10.04.	15.05.	08.05.
B&H - 9659	20.05.	24.04.	01.05.	24.04.	01.05.	01.05.	15.05.	08.05.	15.05.	08.05.
B&H - 9660	10.04.	10.04.	24.04.	24.04.	01.05.	01.05.	01.05.	08.05.	15.05.	08.05.
B&H - 9661	20.05.	31.03.	15.05.	04.04.	15.05.	10.04.	15.05.	10.04.	15.05.	01.05.
B&H - 9662	20.05.	31.03.	01.05.	10.04.	01.05.	24.04.	08.05.	24.04.	15.05.	08.05.
CH - 9643	20.05.	10.04.	08.05.	24.04.	08.05.	24.04.	15.05.	01.05.	15.05.	08.05.
CH - 9665	20.05.	10.04.	01.05.	24.04.	08.05.	01.05.	08.05.	01.05.	15.05.	08.05.
CRO - 9624	20.05.	10.04.	01.05.	10.04.	08.05.	24.04.	08.05.	01.05.	15.05.	08.05.
CRO - 9625	20.05.	04.04.	01.05.	10.04.	08.05.	24.04.	08.05.	01.05.	15.05.	08.05.
D - 9646	20.05.	10.04.	24.04.	10.04.	08.05.	24.04.	15.05.	24.04.	15.05.	08.05.
D - 9647	20.05.	10.04.	15.05.	10.04.	15.05.	24.04.	20.05.	01.05.	15.05.	08.05.
D - 9648	20.05.	04.04.	24.04.	10.04.	01.05.	24.04.	08.05.	24.04.	15.05.	08.05.
D - 9649	20.05.	10.04.	08.05.	24.04.	08.05.	24.04.	15.05.	01.05.	15.05.	08.05.
H - 9642	20.05.	04.04.	01.05.	10.04.	08.05.	10.04.	08.05.	24.04.	15.05.	01.05.
RO - 9663	20.05.	24.04.	01.05.	24.04.	01.05.	01.05.	08.05.	01.05.	15.05.	08.05.
RO - 9664	10.04.	10.04.	24.04.	10.04.	01.05.	24.04.	08.05.	01.05.	15.05.	08.05.
SRB - 9666	24.04.	24.04.	01.05.	24.04.	08.05.	24.04.	08.05.	01.05.	15.05.	08.05.
SRB - 9668	24.04.	10.04.	01.05.	24.04.	01.05.	24.04.	08.05.	01.05.	15.05.	08.05.
SRB - 9669	20.05.	31.03.	24.04.	04.04.	01.05.	10.04.	08.05.	24.04.	15.05.	08.05.

Najranije su u fazu B ušle dvije bosanskohercegovačke provenijencije (Grmeč Jasenica i Dinara) i provenijencija Cer iz Srbije, 31.03., a najkasnije provenijencija Bugojno Vranica Bistrica iz Bosne i Hercegovine, Alesd iz Rumunije i Avala iz Srbije., 24.4.

U fazu C najranije su ušle provenijencije Grmeč Jasenica iz Bosne i Hercegovine i Cer iz Srbije, 4.4., dok su ostale provenijencije ušle u ovu fazu 10.4. ili 24.4.

U fazu D najranije su ušle provenijencije bosanskohercegovačke provenijencije Tešanj Crni Vrh I i Grmeč Jasenica, mađarska provenijencija Valkonya i srbijanska provenijencija Cer, 10.04., a najkasnije tri bosanskohercegovačke provenijencije (Bugojno Vranica Bistrica, Tešanj Crni Vrh II, Bosanska Krupa Bastra Čorkovača), rumunska provenijencija Alesd i švicarska provenijencija Sihlwald, 1.5.

Provenijencija Grmeč Jasenica je najranije ušla u fazu E, 10.4., znatno ranije od ostalih provenijencija koje su ušle u ovu fazu 24.4. ili 1.5., a dvije provenijencije iz Bosne i Hercegovine tek 8.5. (Bugojno Vranica Bistrica, Tešanj Crni Vrh II).

Mađarska provenijencija Valkonya najranije je ušla u fazu F, 1.5., a sve ostale provenijencije 8.5. U istraživanju Ballian i sur. (2015) fenofaza F se najranije pojavila 2. svibnja kod hrvatskih provenijencija Dilj Čanglinski, Vrani kamen, bosanskohercegovačkih Tajan – Zavidovići, Konjuh – Kladanj, Te-

šanj – Crni Vrh I, Grmeč – Jasenica, Tešanj – Crni Vrh II, Dinara, mađarske provenijencije Valkonya), njemačke provenijencije BW Wildbad., i srbijanskih Avala, Fruška gora i Cer, a najkasnije njemačke provenijencije BW Schwaeb. Alb i NS Hasbruch i bosanskohercegovačka Bugojno Vranica – Bistrica. Poslije 9. svibnja su sve biljke izlistale.

Dužina trajanja fenoloških faza prikazana je u tablici 10.

Dužinu trajanja faze A nismo računali, jer ona ustvari obuhvata cijeli period mirovanja vegetacije.

Faza B prosječno je trajala 3-11 dana. Najduže prosječno trajanje faze B imala je provenijencija bosanskohercegovačka provenijencija Tešanj Crni Vrh II, a najkraće bosanskohercegovačka provenijencija Bugojno Vranica Bistrica. Faza C prosječno je trajala 2-7 dana. Najduže prosječno trajanje faze C imala je provenijencija Cer iz Srbije, a najkraće Bugojno Vranica Bistrica iz Bosne i Hercegovine.

Faza D prosječno je trajala 2-7 dana. Najduže prosječno trajanje faze D imala je domaća provenijencija Tešanj Crni Vrh II i rumunjska Alba Iulia, a najkraće bosanskohercegovačka Konjuh, Kladanj.

Faza E prosječno je trajala 3-6 dana. Najduže prosječno trajanje faze E imale su bosanskohercegovačke provenijencije Tajan Zavidovići i Tešanj Crni Vrh II, njemačka provenijencija BY Höllerbach i rumunjska Alba Iulia, a najkraće bosanskohercegovačka Konjuh, Kladanj.

Tablica 10. Trajanje fenoloških faza (dani)**Table 10.** Duration of phenological stages (days)

Provenijencija <i>Provenance</i>	N	Faza B/Phase B		Faza C/Phase C		Faza D/Phase D		Faza E/Phase E		Faza F/Phase F	
		Prosjeak <i>Mean</i>	Standardna devijacija <i>Standard deviation</i>	Prosjeak <i>Mean</i>	Standardna devijacija <i>Standard deviation</i>	Prosjeak <i>Mean</i>	Standardna devijacija <i>Standard deviation</i>	Prosjeak <i>Mean</i>	Standardna devijacija <i>Standard deviation</i>	Prosjeak <i>Mean</i>	Standardna devijacija <i>Standard deviation</i>
B&H - 9630	71	9	4,3	5	4,8	6	3,6	6	4,3	12	5,6
B&H - 9631	31	8	7,8	5	5,8	2	3,5	3	3,6	9	2,3
B&H - 9632	48	6	5,5	6	4,5	6	3,4	5	5,4	10	3,8
B&H - 9633	69	7	5	5	4,6	5	3,8	5	5,8	9	4,9
B&H - 9659	28	3	4,5	2	3,2	5	3,3	5	3,1	9	4,2
B&H - 9660	29	11	4,9	6	4,8	7	1,8	6	2,5	10	2,5
B&H - 9661	24	5	5,2	5	4,9	4	3,5	5	3,4	12	4,4
B&H - 9662	52	10	3,5	3	4,2	6	3,9	5	4,2	11	5,1
CH - 9643	65	8	5,1	5	4,3	5	3,2	5	2,9	7	5,3
CH - 9665	23	9	4	6	3,9	5	3,6	5	3,2	7	5
CRO - 9624	88	8	4,5	6	5	6	3,4	4	3,4	12	5,2
CRO - 9625	80	10	4,1	5	4,7	5	3,8	5	3,7	11	5
D - 9646	26	6	5,2	6	5	6	3,9	5	4,3	13	5,3
D - 9647	83	8	4,2	5	4,3	6	3,4	5	3,2	6	4,6
D - 9648	52	5	5,2	5	5,9	6	4,3	6	5,1	13	5,2
D - 9649	79	8	4	5	4,5	6	3,2	5	3,3	8	5,4
H - 9642	87	9	5,2	5	4,1	6	3,5	5	4,1	8	5,2
RO - 9663	30	6	4,9	5	4,9	4	3,5	4	3,2	11	6,2
RO - 9664	18	8	4,5	5	6,2	7	3,7	6	2,7	12	4,2
SRB - 9666	35	8	3,8	6	4,6	6	2,8	5	3,2	7	5,7
SRB - 9668	29	10	3,5	4	4,5	6	3	4	3,4	11	4,4
SRB - 9669	33	9	4,5	7	4,3	4	4,1	5	5,1	12	4,4
Total	1080	8	4,9	5	4,7	5	3,6	5	4,0	10	5,3

Tablica 11. Analiza varijanse za dužinu trajanja fenoloških faza**Table 11.** Variance analysis for duration of phenological stages

Trajanje fenofaze <i>Duration of phenophase</i>	Izvor variranja <i>Source of variation</i>	Suma kvadrata <i>Sum of Squares</i>	Stupnjevi slobode <i>df</i>	Sredina kvadrata <i>Mean Square</i>	F	Značajnost Signifikantnost	Broj grupa po Duncan testu Duncan – number of groups
Phase A	Between Groups	11181,953	21	532,474	6,157	0,000	9
	Within Groups	91504,113	1058	86,488			
	Total	102686,066	1079				
Phase B	Between Groups	2815,708	21	134,081	6,072	0,000	8
	Within Groups	23362,944	1058	22,082			
	Total	26178,652	1079				
Phase C	Between Groups	848,348	21	40,398	1,854	0,011	3
	Within Groups	23053,204	1058	21,789			
	Total	23901,552	1079				
Phase D	Between Groups	629,120	21	29,958	2,414	0,000	5
	Within Groups	13132,347	1058	12,412			
	Total	13761,467	1079				
Phase E	Between Groups	333,158	21	15,865	1,011	0,447	3
	Within Groups	16609,360	1058	15,699			
	Total	16942,519	1079				
Phase F	Between Groups	5052,822	21	240,611	9,881	0,000	8
	Within Groups	25762,363	1058	24,350			
	Total	30815,185	1079				

Faza F nije završena kod svih provenijencija, te smo izračunali prosječnu dužinu trajanja do datuma posljednjeg osmatranja. Prosječno je trajala 6-13 dana. Najduže je trajala kod provenijencija njemačkih provenijencija BW Wildbad i BY Höllerbach, a najkraće kod njemačke provenijencije BW Schwäb. Alb.

Analiza varijanse za dužinu trajanja fenoloških faza pokazuje statistički značajne razlike između istaživanih provenijencija za sve fenološke faze (tablica 11).

RASPRAVA DISCUSSION

Ivanković i sur. (2008) istraživali su varijabilnost visinskog rasta provenijencija obične bukve u dva terenska pokusa smještena u Hrvatskoj i Sloveniji. Rezultati analize varijanse pokazali su da je efekt provenijencija bio statistički značajan samo u slovenskom testu.

Hoffman (1961) navodi da se dostignute visine ne mogu uzeti kao sasvim pouzdana mjera kojom se može točno utvrditi rast određenih provenijencija, jer često dolazi do promjene stope rasta u kasnijoj dobi, što je potvrdio i Pintarić (2000) u istraživanju rasta provenijencija ariša, dok mi to u našem istraživanju još nismo registrirali. Ovdje je važno naglasiti da su Vidaković i Krstinić (1985) izvijestili da se ne može sa sigurnošću govoriti o rastu provenijencija bukve do starosti 40 godina ili jedne trećine produkcionog perioda.

Prema Larsenu (1985), na osnovi ranih testova može se predvidjeti da će određene provenijencije bukve zadržati dobar rast u kasnijem životnom dobu. Njegova istraživanja su pokazala da idući od sjevernog prema južnom dijelu areala bukva pokazuje bolji rast.

U ovom istraživanju najmanju prosječnu visinu ima provenijencija Alba - Iulia iz Rumunije 104.2 cm, a najveću provenijencija Dilj Čaglinski iz Hrvatske 197.4 cm. Ovi rezultati su u skladu s rezultatima Ballian i Zukić 2011. godine na istom testu provenijencija, kad je najnižu prosječnu visinu imala provenijencija Alba Iulia (43.48 cm), a najveću Dilj Čaglinski (93.21 cm). Ballian i Jukić (2014-15) su istraživali uporedne pokazatelje rasta provenijencija u 2009. i 2014. godini. U 2009. godini najmanju prosječnu visinu imala je provenijencija Alba - Iulia, a najvišu Dilj Čaglinski. U 2014. godini je provenijencija Alba - Iulia također imala najmanju visinu, a najveću Dilj Čaglinski.

Kao i za svojstvo visine, najmanji prosječan promjer ima provenijencija Alba Iulia iz Rumunije 22.6 mm, a najveći provenijencija Dilj Čaglinski iz Hrvatske 40.1 mm, što je u skladu s rezultatima Ballian i Zukić (2011). U istraživanju Ballian i Jukić (2014-15) najmanji prosječni promjer vrata korijena u 2009. godini imala je rumunska provenijencija Alba - Iulia, a 2014. godine švicarska provenijencija Sihlwald.

Najveći prosječan promjer vrata korijena 2009. i 2014. godine imala je provenijencija Dilj Čaglinski 27,34 mm.

U istraživanju koje su proveli Bogunović i dr. (2020) u testu provenijencija obične bukve u Hrvatskoj, najvišu prosječnu vrijednost visinskog prirasta također je pokazala hrvatska provenijencija HR24 (Sjeverni Dilj Čaglinski), dok je najniži prosječan visinski prirast imala jedna provenijencija iz Njemačke. Rezultati studije pokazali su znatno bolju prilagodbenost provenijencija podrijetlom s većih, kao i nešto malo nižih visina u odnosu na mjesto pokusa, ali koje su toplije i sušniji tijekom ljetne sezone.

Kao početak vegetacije kod obične bukve u ovom međunarodnom pokusu 2017. godine može se uzeti datum 10. travanj, što je u skladu s rezultatima koje su dobili Ballian i sur. (2015) godine za 2014. godinu u istom testu provenijencija

Faza B se u ovom istraživanju javlja već 31.3. (bh provenijencije Grmeč Jasenica i Dinara, srbijanska provenijencija Cer), dok se u istraživanju Ballian i sur. (2015) ova faza javlja najranije 14.4. (hrvatska provenijencija Dilj Čaglinski, bh provenijencije Tajan, Konjuh, Crni Vrh I, mađarska Valkonya i srbijanska Cer).

Faza B se u ovom istraživanju najkasnije javlja 24.4. (bh provenijencija Bugojno, rumunjska Alesd, srbijanska Avala), a u istraživanju Ballian i sur. (2015), faza B javlja se najkasnije 25.4. (njemačke provenijencije BW Schwaeb. Alb i NS Hasbruch te bh provenijencije Bugojno).

Petkova i sur. (2017) su istraživali proljetnu i jesenju fenologiju bugarskih i njemačkih provenijencija obične bukve pod sličnim klimatskim uvjetima, i to za 2013. i 2016. godinu. Rezultati su pokazali da bugarske provenijencije listaju ranije nego njemačke u oba promatrana perioda. Geografska dužina je imala najveći utjecaj na listanje.

Mađarska provenijencija Valkonya najranije je ušla u fazu F, 01.05., a sve ostale provenijencije 8.5. U istraživanju Ballian i sur. (2015) fenofaza F se najranije pojavila 2. svibnja kod hrvatskih provenijencija Dilj Čaglinski, Vrani kamen, bosanskohercegovačkih Tajan - Zavidovići, Konjuh - Kladanj, Tešanj - Crni Vrh I, Grmeč - Jasenica, Tešanj - Crni Vrh II, Dinara, mađarske provenijencije Valkonya), njemačke provenijencije BW Wildbad., i srbijanskih Avala, Fruška gora i Cer, a najkasnije njemačke provenijencije BW Schwaeb. Alb i NS Hasbruch i bosanskohercegovačka Bugojno Vranica - Bistrica. Poslije 9. svibnja su sve biljke izlistale.

Za razliku od rezultata koje su dobili Ballian i sur. (2015), ovo istraživanje nije pokazalo da provenijencije iz Bosne i Hercegovine i Hrvatske listaju ranije od ostalih, a za pouzdanije zaključke zašto je došlo do ovakvih razlika bit će potrebno izvršiti dodatna istraživanja koja će uključivati i klimatske parametre. Gračan i sur. (2006) u istraživanju u međunarodnom pokusu provenijencija osnovanom u Hrvatskoj, u koji su uključene biljke 36 različitih provenijencija obične bukve: 15 iz Hrvatske, 3 iz Slovenije i 18 iz 11

europskih zemalja, utvrdili su da su domaće (hrvatske) provenijencije u pravilu ranije listaju od stranih.

Urbani (1914) ističe da u gorskim krajevima cvatnja kasni 3–4 dana s porastom od svakih 100 metara nadmorske visine, dok je Brinar (1976) u Sloveniji došao do saznanja da listanje kasni za jedan dan ako su razlike u nadmorskoj visini višoj od 122 m. Chmura i Rozkowski (2002) u testu provenijencija u Poljskoj, koji je sadržavao 38 provenijencija, utvrdili su da istočne provenijencije listaju ranije, te da geografska dužina i širina također značajno utječu na fenologiju, te da sjeverne populacije listaju i završavaju sezonu rasta kasnije, kao i one s viših nadmorskih visina. U ovom istraživanju se nije pokazalo da provenijencije s nižih nadmorskih visina ranije počinju listati.

Prosječno trajanje fenofaza u ovom istraživanju drukčije je od onoga koje su dobili Ballian i sur. (2015). Faza B prosječno je trajala 3-11 dana, dok je u istraživanju Ballian i sur. (2015) prosječno trajanje ove fenofaze 15 dana. Faza C prosječno je trajala 2-7 dana, dok je prosječno trajanje ove fenofaze u istraživanju Ballian i sur. (2015) bilo je 15 dana. Faza D prosječno je trajala 2-7 dana. Prosječno trajanje ove fenofaze u istraživanju Ballian i sur. (2015) bilo je 13 dana. Faza E prosječno je trajala 3-6 dana. Prosječno trajanje ove fenofaze u istraživanju Ballian i sur. (2015) bilo je 10 dana. Prosječno trajanje fenofaza razlikuje se u dva istraživanja na istom testu provenijencija, što upućuje na potrebu dodatnih istraživanja koja će uključiti klimatske parametre.

Rezultati istraživanja početka listanja obične bukve posebno su značajni na područjima gdje postoji opasnost od pojave kasnog mraza. Kako navode Teissier Du Cros i sur., 1988 u rezultatima svojih istraživanja otvaranje pupova je pod strogom genetskom kontrolom.

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Analiza varijanse za morfološka svojstva visinu i promjer vrata korijena pokazala je statistički značajnu razliku između provenijencija.

Provenijencija Dilj Čaglinski iz Hrvatske dostigla je najveću prosječnu visinu i promjer, a provenijencija Alba – Iulia iz Rumunije najmanji.

Da bismo odredili tendencije rasta pojedinih provenijencija u sljedećim fazama razvoja, trebamo nastaviti mjerenja morfoloških karakteristika, kao i provesti istraživanja provenijencija na molekularnoj razini.

Rezultati ove studije mogu poslužiti za utvrđivanje juvenilno-adultne korelacije morfoloških svojstava obične bukve.

Na temelju istraživanih fenoloških svojstava utvrđeno je postojanje statistički značajne varijabilnosti između svih istraživanih provenijencija.

Nije utvrđeno da provenijencije s nižih nadmorskih visina ranije listaju.

Utvrđene su statistički značajne razlike u početku, trajanju i završetku pojedinih fenofaza.

Kao početak vegetacije obične bukve u ovom međunarodnom pokusu za 2017. godinu može se uzeti 10. travanj, jer je kod dvanaest od 22 provenijencije ovoga dana započelo otvaranje pupova. Potrebno je provoditi višegodišnja istraživanja kako bi se došlo do zaključka o očekivanom periodu početka vegetacije u međunarodnom pokusu provenijencija obične bukve kod Kaknja.

LITERATURA REFERENCES

- Ballian, D., Zukić, N., 2011: Analysis of the growth of common beech provenances (*Fagus sylvatica* L.) in the international experiment near Kakanj. Radovi Šumarskog fakulteta u Sarajevu, 41 (2):75-91.
- Ballian, D., Jukić, B. 2014-15: Usporedni pokazatelji uspjevanja bukve (*Fagus sylvatica* L.) u međunarodnom pokusu Kakanj za 2009. i 2014. godinu, Radovi Hrvatskoga društva za znanost i umjetnost Radovi hrvatskog društva za znanost i umjetnost, 16/17: 200-215.
- Ballian, D., Jukić, B., Balić, B., Kajba D., Von Wüehlich, G., 2015: Fenološka varijabilnost obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u međunarodnom testu provenijencija, Šumarski List, 11–12 (2015): 521–533
- Ballian, D., Westergren, M., Kraigher, H., 2019: Varijabilnost obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u Bosni i Hercegovini. Ušit-Silva slovenica. (Str. 1-229)
- Bogunović S, Bogdan S, Lanšćak M, Čepelirović N, Ivanković M, 2020: Use of a Common Garden Experiment in Selecting Adapted Beech Provenances for Artificial Stand Restoration. *Southeast Eur for* 11(1): early view. <https://doi.org/10.15177/seefor.20-07>. Brinar, M., 1976: O razvojnem ritmu različitih bukovih provenienc ekotipov. *Gozd. Vest.*, 21(3–4): 65–90.
- Chmura, D.J., Rozkowski, R., 2002: Variability of beech provenances in spring and autumn phenology, *Silvae Genetica* 51(2):123-127
- Forstreuter, M., 2002: Auswirkungen globaler Klimaänderungen auf das Wachstum und den Gaswechsel (CO₂ /H₂O) von Rotbuchenbeständen (*Fagus sylvatica* L.). Berlin, Germany: TU Berlin.
- Gračan, J., Ivanković, M., Marijanović, H., Perić, S. 2006: Istraživanje uspjevanja provenijencija domaćih i stranih vrsta drveća, s osvrtom na međunarodni pokus provenijencija obične bukve (*Fagus sylvatica* L.). Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko br. 9: 337–352.
- Hoffmann, J. (1961): Ergebnisse eines Anbauversuches mit Buchen verschiedener Herkünfte in Tharandter Wald. *Forstswiss. Cbl.*, 80 (7 – 8): 240 – 252.
- Ivanković, M., Bogdan, S., Božić, G., 2008: Varijabilnost visinskog rasta obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u testovima provenijencija u Hrvatskoj i Sloveniji, *Šumarski list* br. 11-12: 529-541.
- Kajba, D., 2003: Unutarpopulacijska i međupopulacijska varijabilnost obične bukve. U: Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj, Matić, S. (ur.), Akademija šumarskih znanosti & Hrvatske šume, Zagreb, 247–263.
- Kienitz, M., 1879: Über die Formen und Abarten heimischer Waldbäume. *Forstl. Z.*: 241–260.

- Larsen, B. (1985): Beech provenances in Denmark. „Symp. Verbesserung und Waldbau der Buche“ in: Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst und Holzwirtschaft, Hamburg, 150: 85–91.
- Liesebach, M., Degen, B., Scholz, F., 1999: Zur genetischen Anpassungsfähigkeit der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.). Berichte über Landwirtschaft, Münster, 77: 128–133.
- Muhs, H.J., 1985: International provenance trial of beech (*Fagus sylvatica* L.) from 1983/85. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst und Holztechnologie, 3. IUFRO Buchensymposium, Zvolen, 77–83.
- Pintarić, K., 2000: 30 godina istraživanja na arišu različitih provenijencija u Bosni. Šumarski list, 3-4: 143–156.
- Petkova K., Molle E., Huber G., Konnert M., Gaviria J. 2017: Spring and autumn phenology of Bulgarian and German provenances of Common beech (*Fagus sylvatica* L.) under similar climatic conditions, *Silvae Genetica*, 66, 24–32
- Pintarić, K., 2002: Šumsko-uzgojna svojstva i život važnijih vrsta šumskog drveća. Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Federacije Bosne i Hercegovine, str. 111–116.
- Pukacki, P., 1990: Otporność na niskie temperatury. In: Buk zwyczajny – *Fagus sylvatica* L. S. Białobok (ed.), Warszawa – Poznań, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 185–192.
- Teissier Du Cros, E., Thiebaut, B., Duval, H., 1988: Variability in beech : budding, height growth and tree form. *Annales des sciences forestières, INRA/EDP Sciences*, 1988, 45 (4), pp.383–398. fhal-00882456f
- Urbani, N., 1914: Phenološke bilješke. Šumarski list br. 1, 38:16–20.
- Vidaković, M., Krstinić, A., 1985: Genetika i oplemenjivanje šumskog drveća. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, 213–214.
- Von Wüehlich, G., Krusche, D., Muhs, J. 1995: Variation in temperature sum requirement for flushing of beech provenances. *Silvae Genet.* 44: 343–346.

SUMMARY

The study aims to compare the growth of common beech provenances, and to determine the beginning and end of the phenological stages of leafing in the international provenance test in Bosnia and Herzegovina.

In this research, we measured morphological traits and observed phenology on common beech plants in the international provenance test near Kakanj, Bosnia and Herzegovina. The test was established in 2006 with one-year-old and two-year-old seedlings. It includes eight provenances from Bosnia and Herzegovina, four from Germany, three from Serbia, two each from Croatia, Romania, and Switzerland, and one from Hungary (table 1).

In the spring of 2017, we measured the heights (in cm) and root collar diameters (in mm) of plants and observed six phenological phases of leafing (figure 1): A - Sleeping buds; B - Buds swelled; C - Buds begin to open; D - Hairy leaves begin to appear; E - Leaves open, still fanlike; F - Leaves fully developed.

Analysis of variance showed statistically significant differences among provenances for morphological traits of height (table 3), and root collar diameter (table 6). Duncan test showed grouping of populations into seven groups for the trait of height (table 8), and eight groups for the trait of root collar diameter (table 10), but groups overlapped.

Multivariate analysis for height (Table 7) and root neck diameter (Table 9) revealed statistically significant differences only at the population level and not between trees within the population, nor at the population interaction level \times tree.

The average height for all provenances was 164.6 cm (table 2), and the average root collar diameter was 33.4 mm (table 5). The lowest average height (104.2 cm) and root collar diameter (22.6 mm) had provenance of Alba - Iulia from Romania (9664). The highest average height (197.4 cm) and root collar diameter (40.1 mm) had provenance Dilj Čaglinski from Croatia (9624).

We identified differences between provenances regarding the occurrence of phenological stages of leafing (table 11), as well as regarding the duration of phenological phases (table 10). Phase B occurred the earliest on 31.3. in provenances Grmeč Jasenica and Dinara from Bosnia and Herzegovina and Cer from Serbia. Phase B occurred the latest on 8.5 in provenances Herzogenbuchsee from Switzerland and NS Hasbruch from Germany. Phenophase F appeared the earliest on 1.5. in provenance Valkony from Hungary. Analysis of variance showed statistically significant differences among provenances for the length of phenological stages (table 12).

Further measurements of morphological traits need to be made to determine the tendencies of growth of particular provenances in subsequent stages of development.

It is also necessary to observe the phenological stages of leafing. It will help to evaluate the effects of the genetic constitution and annual climate on phenological trends. The results of this study will be used to choose the best provenances in terms of productivity and resistance to late spring frosts.

KEY WORDS: leafing phenological stages, height, root collar diameter, common beech, provenance test