

Variability of generative offspring of field maple (*Acer campestre* L.) in nursery testing

Varijabilnost generativnog potomstva klena (*Acer campestre* L.) u rasadničkom testiranju

Ballian Dalibor¹, Memišević Hodžić Mirzeta^{1,*}, Murlin Miroslav², Kvesić Stjepan³

¹ Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu

² JP Šume Zeničkodobojškog kantona d. o. o. Zavidovići

³ JP Šume središnje Bosne d. o. o. Donji Vakuf

ABSTRACT

Field maple (*Acer campestre* L.) is naturally distributed in most of Europe, with the exception of its northern parts. Field maple can serve as a valuable model for researching the sensitivity of its populations to habitat fragmentation, considering the lack of silvicultural treatments in its stands. The research aims to determine the interpopulation and intrapopulation variability of field maple populations from Bosnia and Herzegovina in the nursery test.

The authors researched measured root collar diameter, height, observed forkness and calculated slenderness coefficient of the one-year-old generative material from 18 Bosnian-Herzegovinian populations of field maple, produced in the nursery of Žepče. The descriptive statistics and variance analysis was performed.

All analyzed traits showed a high degree of intrapopulation as well as interpopulation variability, as confirmed by the analysis of variance. The highest average height was found in the provenance Bosanski Brod (46.08 cm) and the smallest in Bosanska Dubica (19.11 cm). Kreševo provenance had the highest average root neck diameter (8.27 mm) and Bosanska Dubica (5.24 mm) the lowest. A very low percentage of forkness (6.86%) was determined, and the values of the slenderness coefficient were acceptable for all provenances.

The results indicate the need for further systematic research on this ecologically valuable species.

Key words: field maple, variability, root collar diameter, height, forkness, slenderness

INTRODUCTION – Uvod

Moderno šumarstvo u Bosni i Hercegovini i u svijetu tijekom svog razvoja, u sklopu oplemenjivanja šumskog drveća, vršilo je mnogobrojna istraživanja koja su dala nemjerljivo vrijedne rezultate u smislu dobivanja pri-

marnog cilja, a to je identificiranje jedinki ili populacija koje daju najveću proizvodnu masu te sa ekološkog aspekta zadovoljavaju sve kriterije. Raznim metodama rada (npr. izdvajanje sjemenskih sastojina, podizanje mnogobrojnih pokusa-testova, podizanje generativnih ili klonskih sjemenskih plantaža, itd.), te dugogodišnjim is-

* Corresponding author: Memišević Hodžić Mirzeta, m.memisevic-hodzic@sfsa.unsa.ba

Tabela 1. Ispitivane provenijencije

Table 1. Researched provenances

Provenijencija	Zemljopisna širina	Zemljopisna dužina	Nadmorska visina (m)	Ekološko-vegetacijsko područje
Banja Luka	44° 46' 29"	17° 41' 16"	164	sjeverozapadno-bosansko
Bihać	44° 49' 04"	15° 52' 45"	231	Cazinske krajine
Bijeljina	44° 45' 57"	19° 09' 30"	119	donje-drinsko
Bos. Dubica	45° 11' 00"	16° 48' 00"	104	sjeverozapadno-bosansko
Bos. Brod	45° 08' 00"	17° 59' 00"	84	sjeverobosansko
Bos. Petrovac	44° 36' 10"	16° 21' 07"	550	zapadnobosansko krečnjačko-dolomitno
Bos. Grahovo	44° 10' 46"	16° 21' 50"	860	submediteransko-planinsko
Bratunac	44° 11' 44"	19° 19' 51"	189	donje-drinsko
Jajce	44° 20' 22"	17° 16' 17"	470	srednjobosansko
Kakanj	44° 07' 59"	18° 07' 22"	384	srednjobosansko
Kreševo	43° 52' 06"	18° 02' 07"	640	srednjobosansko
Ljubuški	43° 12' 00"	17° 33' 00"	100	submediteransko
Mostar	43° 20' 30"	17° 48' 47"	70	submediteransko
Olovo	43° 59' 41"	17° 15' 45"	800	zavidovičko-tesličko
Rama	43° 43' 44"	17° 41' 16"	600	submediteransko-planinsko
Sarajevo	43° 51' 23"	18° 24' 47"	500	srednjobosansko
Tuzla	44° 32' 17"	18° 40' 34"	239	sjeverobosansko
Višegrad	43° 46' 47"	19° 17' 33"	389	gornje-drinsko

pitivanjima, šumarska nauka je uspjela da vrlo velikim stupnjem definira sve relevantne čimbenike (bilo utjecaj genotipa, bilo utjecaj sredine) koji su odlučujući za povećanje drvene mase različitih vrsta kao i za povećanje njezinog kvaliteta (Ballian, 2008; Ballian i Kajba, 2011).

Najveći dio tih istraživanja se odnosio i sad se odnosi na ekonomski vrijedne i interesantne šumske vrste, i za svaku od njih postoje vrlo kvalitetni radovi, obimna i lako dostupna literatura, te dokumentacija koja može biti osnov za daljnja istraživanja (Ballian, 2008). Međutim, sa šumarskog aspekta ne možemo zapostaviti ni one vrste koje su sa ekonomske strane ili totalno zanemarene ili su na marginama istraživanja struke i nauke.

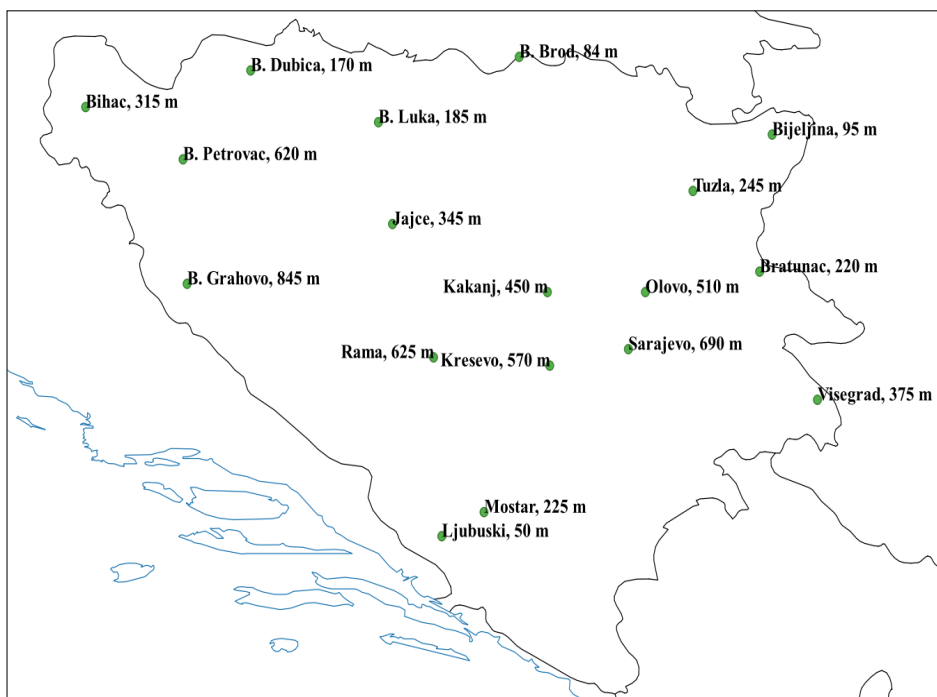
Jedna od takvih vrsta na našem području je i javor klen (*Acer campestre* L.), vrsta koja nema gotovo nikakvu ekonomsku vrijednost, ali sa ekološkog aspekta je vrlo interesantna jer svojim arealom pokriva cjelokupnu površinu Bosne i Hercegovine. Javor klen ima vrlo širok ekološki raspon, iako preferira topliju klimu, otporan je i na zimu i tolerira temperaturne ekstreme kontinentalnih mjesta (Nagy i Ducci, 2004). Javor klen je stablo srednje veličine, obično doseže 15 m visine (iznimno 25 m) i 60-70 cm promjera debla (Zecchin i sur., 2016).

Klen je drvo ravnica, dolina, brežuljaka. Najčešće raste u niskim lišćarskim mješovitim hrastovim šumama kao primješana vrsta (Herman, 1971; Šilić, 1990; Jovanović, 2000; Zecchin i sur., 2016). Posebno ga ima u naplavnim šumama lužnjaka, običnog graba, cera i sladuna (Stefanović, 1977; Stefanović i sur., 1983). U visinu se penje koliko i kitnjak. Najbolje uspijeva u rahlim, dubokim i mineralno bogatim zemljištima sa blagim humusom. Slabija zemljišta bolje podnosi od ostalih vrsta javora. Dobro podnosi sjenku, a dobar rast ima i na slobodi. Otporan je prema mrazu i prema žezi i ne strada od upale kore. Ukoliko se nalazi na siromašnom, vrlo sunčanom i stjenovitom terenu, klen ima karakteristiku žbuna (Jovanović, 2000; Stilinović, 1985; Zecchin i sur., 2016).

Cilj ovog istraživanja je utvrditi unutarprovenijencijsku i međuprovenijencijsku varijabilnost nekih morfoloških karakteristika jednogodišnjih biljaka javora klena, a rezultati će biti korišteni kao polazište za daljnja istraživanja ove vrste.

MATERIAL AND METHODS – Materijal i metode

U sklopu istraživanja na javoru kleni, u rasadniku Žepče, 2014. godine, zasijan je sjemenski materijal klena po-



Slika 1. Ispitivane provenijencije

Figure 1. Researched provenances

drijetlom iz 18 provenijencija, sa različitih nadmorskih visina i iz različitih ekološko-vegetacijskih područja (prema Stefanović i dr., 1983) (tablica 1, slika 1). Sjetva je obavljena u jesen, iste godine kada je izvršeno sakupljanje sjemena. Svaka provenijencija zastupljena je sjemenom prikupljenim sa 12 stabala.

Sjetva je urađena u gredicama tipa “Dunemann” gdje je prethodno izvršena gruba te fina obrada zemljišta pomoću motokultivatora sa frezom. Poslije ove faze rada, izvršeno je ručno odstranjivanje podzemnih dijelova različitih vrsta korova, te su dodane organske komponente za popunu supstrata (treset i kompost) radi poboljšavanja sastava i strukture. Prilikom sjetve izvršeno je odvajanje sjemena različitih provenijencija drvenim letvicama 1x1 cm, dužine 1 m, koliko iznosi širina “Dunemannove” gredice. Sjetva je rađena prema šemi sjetve. Sjeme svake provenijencije je tretirano fungicidom (na bazi kaptana) kako bi se spriječio napad patogena. U toku proizvodnog procesa sadnog materijala konstantno su vršene neophodne mjere njege i zaštite. U nekoliko navrata je vršeno pljevljenje neželjenih korovskih vrsta, uključeno tretiranje protiv oboljenja i napada insekata, te uspostavljena privremena zaštita od pretjerane insolacije. Također, vršeno je redovito zalijevanje kao najbitnija mjera njege tijekom ljeta.

Rezultat provedenih aktivnosti je dobivanje jednogodišnjih sadnica javora klena koje su već u prvoj godini bile takvih dimenzija da su bile upotrebljive za preliminarna mjerenja i

presađivanje u daljnje eksperimentalne zasade.

U rano proljeće 2016. godine, prije presađivanja, izvršeno je mjerenje visine i debljine korjenovog vrata svake dobivene jedinke. Visina je mjerena do desetog dijela centimetra (cm) pomoću drvenog metra sa centimetarskom i milimetarskom skalom. Debljina korjenovog vrata je mjerena pomoću pomičnog mjerila “šublera” i to na deseti dio milimetra. Osim ova dva elementa, određivana je i rašljivost svake jedinke, a to se radilo vizualnim putem. Svi dobiveni podaci su upisivani u manuale. Izmjereni podaci o visinama i promjerima na vratu korijena jedinki 18 različitih provenijencija javora klena statistički su obrađeni korištenjem paketa IBM SPSS Statistics 20 i Microsoft Excel 2010.

Analize su obuhvatile:

- Unutarprovenijencijsku i međuprovenijencijsku varijabilnost kvantitativnih svojstava (visina i promjer korjenovog vrata) kroz deskriptivne pokazatelje: srednju vrijednost, standardnu devijaciju, maksimalnu vrijednost, minimalnu vrijednost, koeficijent varijacije, te kvantitativnog svojstva rašljivosti (apsolutna i relativna vrijednost rašljivih biljaka)
- Grafikone srednjih vrijednosti visina i promjera korjenovog vrata
- Analiza varijanse (ANOVA) za kvantitativna svojstva (visina i promjer korjenovog vrata)
- Hijerarhijska klaster analiza grupiranja populacija za

kvantitativna svojstva (visina i promjer korjenovog vrata)

Također, određen je i koeficijent vitkosti, odnosno odnos visine i promjera, te izračunat postotak rašljivih jedinki po provenijencijama.

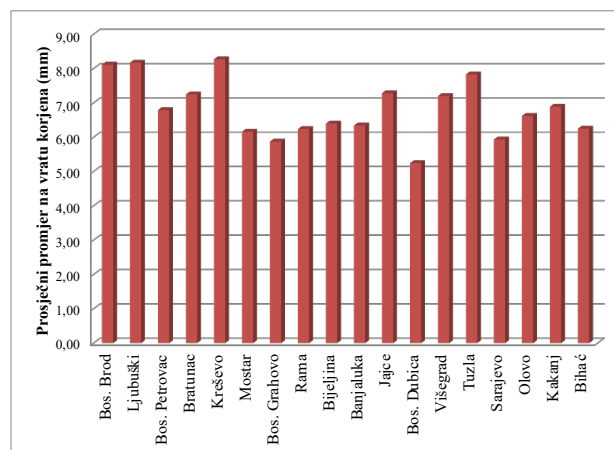
RESULTS – Rezultati

Analysis of root collar diameter - Analiza promjera na vratu korijena

U tablici 2. prikazani su rezultati deskriptivne statistike za promjer na vratu korijena različitih provenijencija klena u rasadničkom testu.

Analizom srednje vrijednosti promjera na korjenovom vratu različitih provenijencija klena, provenijencija Kreševo je imala najveću vrijednost (8.27 mm) (tablica 2. i slika 2). Najmanju srednju vrijednost promjera korjenovog vrata imala je provenijencija Bosanska Dubica (5.24 mm). Najveću veličinu promjera imala je jedinka iz provenijencije Bratunac (16.3 mm), dok je najmanji promjer

registriran kod jedinki iz provenijencija Banja Luka i Bosanska Dubica (2.0 mm). Najveća vrijednost standardne devijacije je registrirana kod provenijencije Kreševo (3.18 mm), dok je najmanja kod provenijencije Sarajevo (1.22 mm).



Slika 2. Srednje veličine promjera na vratu korijena

Figure 2. Mean values of root collar diameter

Koeficijenti varijabilnosti imaju vrijednost od 20.10% (pro-

Tabela 2. Statistički pokazatelji promjera na vratu korijena provenijencija javora klena

Table 2. Statistical parameters of root collar diameter of field maple provenances

Provenijencija Provenance	Broj biljaka Number of plants	Srednja vrijednost Mean value (mm)	Minimum Minimum (mm)	Maksimum Maximum (mm)	Standardna devijacija Standard deviation (mm)	Koeficijent varijacije Coefficient of variability (%)
Banja Luka	135	6.34	2	13	1.82	28.77
Bihać	47	6.25	3.2	9	1.48	23.74
Bijeljina	113	6.4	2.1	12.3	1.95	30.45
Bosanska Dubica	181	5.24	2	9.5	1.47	28.01
Bosanski Brod	42	8.11	3.6	13.7	2.56	31.55
Bosanski Petrovac	21	6.79	2.4	11.4	2.48	36.5
Bosansko Grahovo	22	5.87	2.8	9.4	1.84	31.41
Bratunac	80	7.24	2.1	16.3	3.18	43.91
Jajce	22	7.28	4.3	10.2	1.63	22.44
Kakanj	39	6.89	3.2	9.9	1.82	26.29
Kreševo	22	8.27	5.4	11.2	1.66	20.1
Ljubuški	18	8.17	4.2	15.2	2.62	32.11
Mostar	60	6.16	2.1	12.4	2.21	35.87
Olovo	96	6.62	3	11.9	1.81	27.37
Rama	27	6.24	2.7	10.5	1.88	30.21
Sarajevo	32	5.93	3.5	8.7	1.22	20.53
Tuzla	61	7.83	3.2	13.2	1.82	23.25
Višegrad	32	7.2	3.2	11.3	1.79	24.89

Tabela 3. Analiza varijanse za promjere na vratu korijena provenijencija javora klena.

Table 3. Variance analysis of root collar diameters of field maple provenances

Izvor variranja Source of variation	Stupanj slobode Degree of freedom	Suma kvadrata Sum of Squares	Sredina sume kvadrata Mean Square	F	Sig.
Između grupa/ <i>Between groups</i>	17	746.95	43.94	11.464	0.000
Unutar grupa/ <i>Within groups</i>	1032	3955.54	3.83		
Ukupno/ <i>Total</i>	1049	4702.5			

venijencija Kreševo) do 43.91% (provenijencija Bratunac).

U tablici 3. prikazani su rezultati analize varijanse za promjer na vratu korijena različitih provenijencija klena u rasadničkom testu.

Analizom varijanse utvrđena je statistički značajna razlika srednjih vrijednosti između analiziranih populacija $F = 11,464$; $p < 0,001$ za svojstvo promjera korjenovog vrata.

ANALYSIS OF HEIGHTS - *Analiza visina*

U tablici 4. prikazani su rezultati deskriptivne statistike za svojstvo visine različitih provenijencija klena u rasadničkom testu.

Analizom srednje vrijednosti visina, provenijencija Bosanski Brod je imala najveću vrijednost (46.08 cm). Najmanju srednju vrijednost visina imala je provenijencija Bosanska Dubica (19.11 cm) (tablica 4. i slika 3). Najveći koeficijent

Tabela 4. Statistički pokazatelji visina različitih provenijencija javora klena.

Table 4. Statistical parameters of heights of different field maple provenances

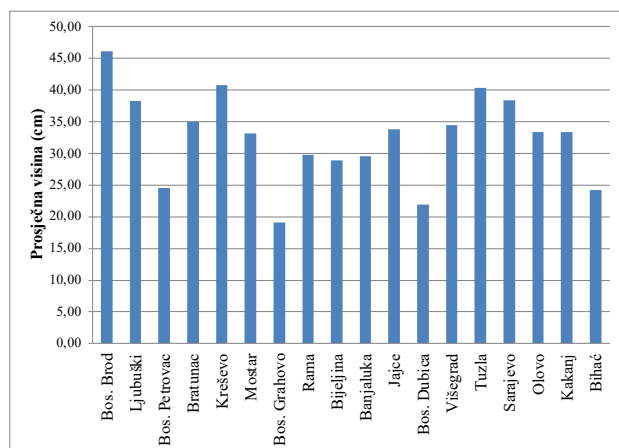
Provenijencija Provenance	Broj biljaka Number of plants	Srednja vrijednost Mean value (cm)	Minimum Minimum (cm)	Maksimum Maximum (cm)	Standardna devijacija Standard deviation (cm)	Koeficijent varijacije Coefficient of variability (%)
Banja Luka	135	28.58	7	62.3	12.85	43.46
Bihać	47	24.20	7.3	47.4	9.29	38.37
Bijeljina	113	28.91	7	62	12.15	42.03
Bosanska Dubica	181	21.94	6.3	56.9	9.04	41.17
Bosanski Brod	42	46.08	18.4	96.2	21.41	46.45
Bosanski Petrovac	21	24.51	6.4	43.2	11.68	47.65
Bosansko Grahovo	22	19.11	7	31.3	7.08	37.03
Bratunac	80	34.95	8.7	82.4	19.13	54.73
Jajce	22	33.82	12.3	51.9	11.74	34.7
Kakanj	39	33.37	12.5	64.7	12.53	37.54
Kreševo	22	40.77	22.1	61.3	12.76	31.31
Ljubuški	18	38.21	17.5	61.3	12.84	33.6
Mostar	60	33.15	7.4	76.3	13.93	42.01
Olovo	96	33.31	8.7	65.1	12.43	37.33
Rama	27	29.8	10.5	52.1	10.64	35.71
Sarajevo	32	38.32	13.2	67.2	14.54	37.96
Tuzla	61	40.31	12.4	79.5	13.23	32.83
Višegrad	32	34.44	15	63.2	12.35	35.85

Tabela 5. Analiza varijanse visina različitih provenijencija

Table 5. Variance analysis of heights of different field maple provenances

Izvor variranja Source of variation	Stupanj slobode Degree of freedom	Suma kvadrata Sum of Squares	Sredina kvadrata Mean Square	F	P
Između grupa/Between groups	17	47616.4	2801	16.275	0.000
Unutar grupa/Within groups	1032	177607.4	172.1		
Ukupno/Total	1049	225223.8			

varijabilnosti je registriran kod provenijencije Bratunac (54.73%), dok je najmanji kod provenijencije Kreševo (31.31%). Koeficijent varijabilnosti za svojstvo visina po pojedinim provenijencijama ima nešto veće vrijednosti nego koeficijent varijabilnosti za svojstvo promjer korjenovog vrata, iz čega možemo izvesti zaključak da visina jedinki u svim provenijencijama ima nešto veću varijabilnost u odnosu na varijabilnost promjera korjenovog vrata. Najmanju standardnu devijaciju je imala provenijencija Bosansko Grahovo (7.08 cm), dok je najveću imala provenijencija Bosanski Brod (21.41 cm).



Slika 3. Prosječne visine biljaka

Figure 3. Mean values of height

U tablici 5. prikazani su rezultati deskriptivne statistike za svojstvo visine različitih provenijencija klena u rasadničkom testu.

Analizom varijanse utvrđene su statistički značajne razlike srednjih vrijednosti između analiziranih populacija $F=16.275$; $p<0.000$ za svojstvo visina.

ANALYSIS OF FORKNESSE (NUMBER OF FORKS) - Analiza rašljivosti (broj rašlji)

U tablici 6. prikazan je broj i postotak rašljivih biljaka kod različitih provenijencija klena u rasadničkom testu.

Tabela 6. Registrirana rašljivosti za različite provenijencije javora klena

Table 6. Recorded forkness for different field maple provenances

Proveni- jencija Provenan- ce	Broj analiziranih biljaka Number of analyzed plants	Broj biljaka sa rašljama Number of plants with forks	Učešće biljaka sa rašljama Share of the plants with forks (%)
Banja Luka	135	7	5.18
Bihać	47	5	10.63
Bijeljina	113	10	8.84
Bosanska Dubica	181	6	3.31
Bosanski Brod	42	4	9.52
Bosanski Petrovac	21	0	0
Bosansko Grahovo	22	2	9.09
Bratunac	80	5	6.25
Jajce	22	3	13.63
Kakanj	39	6	15.38
Kreševo	22	1	4.54
Ljubuški	18	0	0
Mostar	60	4	6.66
Olovo	96	10	10.41
Rama	27	0	0
Sarajevo	32	2	6.25
Tuzla	61	3	4.91
Višegrad	32	4	12.5

Od ukupno 1050 uzoraka, kod 72 jedinice registrirana je pojava rašlji. S obzirom na to da je procenat rašljivosti veoma nizak, sa prosjekom od 6.86%, možemo zaključiti da je najvjerojatniji uzrok tome vrlo blaga zima sa izostankom niskih temperatura i (što je značajnije) gotovo

neregistriranim kasnim proljetnim mrazovima koji su najveći uzročnici ove pojave. Adekvatnom i pravovremenom primjenom pesticida kojima je praktično onemogućena bilo kakva infekcija ili napad insekata, još jedan element pojave rašljivosti je sveden na minimum. Ipak, najveću tendenciju pojavljivanja prvih rašlji imamo u provenijenciji Kakanj sa 15.38%, te kod provenijencije Jajce sa 13.95%, dok kod provenijencija Ljubuški, Bosanski Petrovac i Rama nije registrirana rašljivost. Mala rašljivost koja je registrirana ostavlja dovoljno prostora za selekciju materijala koji ima mali broj rašlji i čisto deblo, posebno u tri spomenute provenijencije.

SLENDERNESS COEFFICIENT - Koeficijent vitkosti

Koeficijent vitkosti predstavlja odnos između prosječnog promjera vrata korijena i prosječne visine (tablica 8). Analizom i određivanjem koeficijenta vitkosti uviđamo da dobijene vrijednosti ne iskaču iz zadanih okvira (0.1 – 1). Možemo zaključiti da koeficijent prosječnih veličina za svaku provenijenciju indicira kvalitetnu vitkost, što je posljedica rjeđe sjetve. Iz tog razloga, ovo svojstvo treba dalje pratiti kroz nova istraživanja.

Tabela 8. Koeficijent vitkosti

Table 8. Slenderness coefficient

Provenijencija <i>Provenance</i>	Prosječni promjeri na vratu korijena <i>Mean root collar diameter values (mm)</i>	Prosječne visine <i>Mean height values (cm)</i>	Koeficijent vitkosti <i>Slenderness coefficient</i>
Banja Luka	6.34	29.58	0.21
Bihać	6.25	24.2	0.25
Bijeljina	6.4	28.91	0.22
Bosanska Dubica	5.24	21.94	0.23
Bosanski Brod	8.11	46.08	0.17
Bosanski Petrovac	6.79	24.51	0.27
Bosansko Grahovo	5.87	19.11	0.3
Bratunac	7.24	34.95	0.2
Jajce	7.28	33.82	0.21
Kakanj	6.89	33.37	0.2
Kreševo	8.27	40.77	0.2

Ljubuški	8.17	38.21	0.21
Mostar	6.16	33.15	0.18
Olovo	6.62	33.31	0.19
Rama	6.24	29.8	0.2
Sarajevo	5.93	38.32	0.15
Tuzla	7.83	40.31	0.19
Višegrad	7.2	34.44	0.2

CLUSTER ANALYSIS FOR ROOT COLLAR DIAMETER AND HEIGHT TRAITS - Klaster analiza za svojstva promjer korjenovog vrata i visina

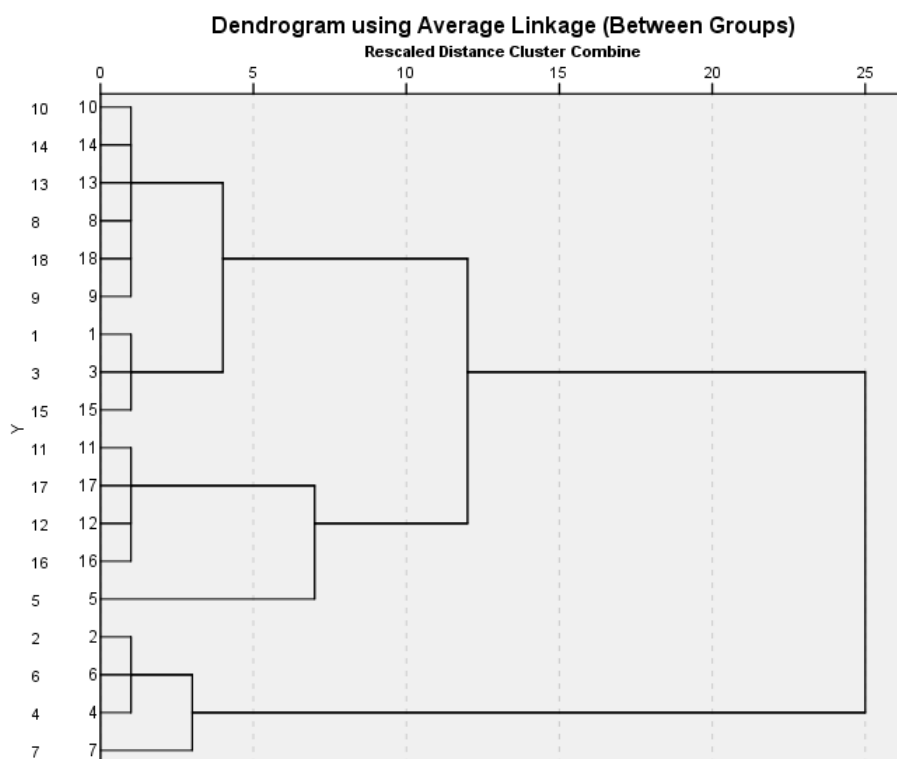
Na slici 4. prikazano je grupiranje populacija prema hijerarhijskoj klaster analizi za svojstva promjera vrata korijena i visine.

Ovo grupiranje je pokazalo četiri klastera grupirana na euklidskoj udaljenosti od 1. Prvi klaster čine Kakanj, Olovo, Mostar, Bratunac, Višegrad i Jajce. Drugi klaster provenijencija povezanih na euklidskoj udaljenosti od 1 čine provenijencije Banjaluka, Bijeljina i Rama. Klaster Banjaluka-Bijeljina-Rama povezan je sa klasterom Kakanj-Olovo-Mostar-Bratunac, Višegrad-Jajce na euklidskoj udaljenosti 4. Treći klaster provenijencija povezanih na euklidskoj udaljenosti 1, čine provenijencije Kreševo, Ljubuški, Sarajevo, Tuzla, a ovaj klaster povezan je sa provenijencijom Bosanski Brod na euklidskoj udaljenosti 7. U četvrtom klasteru provenijencija povezanih na euklidskoj udaljenosti 1 nalaze se provenijencije Bihać, Bosanska Dubica i Bosanski Petrovac, a ovaj klaster je na euklidskoj udaljenosti 3 povezan sa provenijencijom Bosansko Grahovo.

DISCUSSION – Diskusija

Dosadašnja istraživanja klena u Evropi odnose se na različite aspekte ove vrste. Leinemann i Bendixen (1999) su istraživali nasljednost izoenzimskih varijanti kod klena u pokrajini Bavarskoj, u Njemačkoj. Rezultati su pokazali da je svaki potomak imao barem jedan alel od majke. Rezultati egzaktnog binomnog testa podudarnosti išli su u prilog hipotezi o jednolokusnom kodominantnom načinu nasljeđivanja na deset genskih lokusa.

U Italiji su Ferrini i Nicese (2003) istraživali utjecaj različitih supstrata sa kompostom na rast i fiziologiju lista vrsta *Acer campestre*. Za potrebe istraživanja su 200 ujednačenih, ukorijenjenih reznica *Acer campestre* 'Elsrijk' posadili u posude od 3l koristeći tri različita medija (u volumenu). Tretmani su uključivali: a) kompost 1 (20% tresetne mahovine, 40% kompostiranog otpada s dvorišta, 40% plavog kamena); b) kompost 2 (40% ma-



Slika 4. Grupiranje populacija prema klaster analizi za promjer korjenovog vrata i visinu

Figure 4. Population grouping according to cluster analysis for root collar diameter and height

hovine treseta, 30% kompostiranog otpada s dvorišta. 30% plavog kamena); c) kompost 3 (40% tresetne mahovine, 20% sirovih vlakana, 40% plavog kamena); 4) kontrola (60% mahovina tresetnica, 40% plavog kamena). Nisu pronađene razlike u pogledu proizvodnje biomase nakon dvije godine uzgoja, dok su u prvoj godini evidentirane neke razlike (biljke uzgojenim u nekompostiranim sirovim vlaknima pokazale su slabiji rast).

U Rumunjskoj su Drăghici i Abrudan (2011) proučavali efekte različitih metoda stratifikacije na klijanje sjemena *Acer campestre*. Cilj istraživanja bio je procijeniti učinak temperature na odgovor na klijavost šest podrijetla sjemena *Acer platanoides* i *Acer campestre*. Sjeme obiju vrsta bilo je izloženo četirima metodama stratifikacije: hladnoj (3°C) i toploj (20°C), sa i bez podloge pijeska i treseta. U slučaju sjemena *A. campestre*, faza predtretiranja u hladnom okruženju (19 tjedana) pokazala se prekratkom.

Genetička istraživanja ove vrste su malobrojna. Objavljena su istraživanja genetičke strukture populacija klena u Italiji na temelju biokemijskih markera (Ducci i sur., 2010), te populacija klena u Poljskoj na temelju mikrosatelitnih markera (Chybicki i sur., 2014).

U Bosni i Hercegovini i regiji, najviše se pažnje posvetilo taksonomskoj obradi klena. Tako je Malý (1906), koji je izučavao javorove u Bosni i Hercegovini, posvetio znatnu pažnju i taksonomskoj obradi vrste *Acer campestre*.

Određenu pažnju ovoj problematici, također, su dali: Pax (1885; 1886), Hayek (1927), Plavšić (1941) i Fukarek (1953). Najznačajniji doprinos taksonomskoj problematici ove vrste dao je Drenkovski (1979) za područje bivše Jugoslavije, koji je detaljno istraživao *Acer campestre*–*Acer marsicum* kompleksa.

Dosadašnja morfološka i genetička istraživanja populacija klena u Bosni i Hercegovini pokazala su unutarpopulacijsku i međupopulacijsku varijabilnost.

Rezultati istraživanja morfološke varijabilnosti ploda 25 populacija javora klena na području Bosne i Hercegovine (Kvesić i dr., 2019) pokazali su da je najvarijabilnije svojstvo ploda bila dužina peteljke ploda, a najdivergentnije populacije obuhvaćene ovim istraživanjem bile su populacija Trebinje i populacija Rogatica. Za populaciju Trebinje utvrđene su minimalne srednje vrijednosti za pet od devet analiziranih svojstava ploda, a za populaciju Rogatica maksimalne srednje vrijednosti za pet od devet analiziranih svojstava (Kvesić i dr., 2019). Analizom varijanse ustanovljene su statistički značajne razlike između populacija klena u Bosni i Hercegovini za sva analizirana svojstva ploda, a unutarpopulacijska varijabilnost bila je veća od međupopulacijske varijabilnosti za većinu istraživanih svojstava (Kvesić i dr., 2019).

U istraživanju morfološke varijabilnosti svojstava lista populacija klena sa područja Bosne i Hercegovine (Kve-

sić i dr., 2020a) analiza varijanse pokazala je statistički značajne razlike između populacija za sva analizirana svojstva, a multipla testiranja pokazala su veću međupopulacijsku nego unutarpopulacijsku varijabilnost za sva mjerena svojstva lista, osim dva svojstva geometrijske skale podataka (kutovi žila) (Kvesić i dr., 2020a). Najdivergentnija populacija, s jedne strane, bila je populacija Trebinje, s najvećim brojem minimalnih vrijednosti svojstava lista, dok je s druge strane najdivergentnija populacija Banja Luka, s najvećim brojem maksimalnih vrijednosti svojstava lista (Kvesić i dr., 2020a). U istraživanju Kvesić i dr. (2021), parametri lista potvrđeni su kao dominantni nositelji morfološke diferencijacije između populacija klena u Bosni i Hercegovini. Najjužnije submediteranske populacije s područja Trebinja, Ljubuškog i Mostara imale su manje lisne površine od ostalih populacija.

U ovom istraživanju izvršena je i hijerarhijska klaster analiza koja je pokazala grupiranje na četiri klastera, grupirana na euklidskoj udaljenosti od 1. Provenijencije koje su razvrstane u prva tri klastera međusobno se nalaze u različitim ekološko-vegetacijskim rejonima, sa različitim su nadmorskih visina, i među njima ne postoji geografska povezanost, te se njihovo grupiranje ne može objasniti zajedničkim faktorima okoline. U četvrtom klasteru provenijencija povezanih na euklidskoj udaljenosti 1 nalaze se provenijencije Bihać, Bosanska Dubica i Bosanski Petrovac, a ovaj klaster je na euklidskoj udaljenosti 3 povezan sa provenijencijom Bosansko Grahovo. Ove četiri provenijencije su geografski povezane, iako pripadaju različitim ekološko-vegetacijskim područjima i dolaze sa različitim nadmorskih visina (Bihać – Cazinske krajine, 315 m, B. Dubica – sjeverozapadno bosansko, 170 m, B. Petrovac – zapadnobosansko krečnjačko-dolomitno, 620, B. Grahovo – submediteransko planinsko, 845 m), tako da je potrebno dodatno istražiti da li se ovo grupiranje događa zbog faktora okoline i da li je potrebno prilagoditi podjelu na ekološko-vegetacijska područja za ispitivanu vrstu. Za razliku od ovih rezultata, u istraživanju genetičke varijabilnosti klena u Bosni i Hercegovini (Kvesić i dr., 2020b) izdvojila se skupina submediteranskih populacija koje su pokazale veću genetsku raznolikost i tvorile zaseban klaster na temelju genetskih udaljenosti.

CONCLUSION – Zaključak

Istraživanje varijabilnosti nekih morfoloških svojstava javora klena obuhvatilo je jednogodišnji sadni materijal iz 18 različitih provenijencija. Moramo naglasiti da su ovo prva istraživanja ove vrste na javoru klenu i to na jednogodišnjim sadnicama pa rezultate ne možemo upoređivati ni sa jednim prijašnjim radom. Određivanje varijabil-

nosti visina i promjera korjenovog vrata će biti polazište za daljnja istraživanja na ovoj vrsti i nikako ne mogu biti osnova za izvođenje nekih konkretnijih zaključaka.

Analizom standardne devijacije i koeficijenta varijabilnosti za svaku pojedinu provenijenciju za promjer korjenovog vrata, možemo zaključiti da je ovo svojstvo umjereno varijabilno u svim slučajevima. Najveću varijabilnost za svojstvo promjer korjenovog vrata, odnosno najveću vrijednost koeficijenta varijabilnosti, imala je provenijencija Bratunac (43.91%), dok je najmanji koeficijent registriran kod provenijencije Kreševo (20.10%). Najveću vrijednost standardne devijacije imala je provenijencija Bratunac (3.18 mm), dok je najmanju pokazala provenijencija Sarajevo (1.22 mm). Analizom varijanse utvrđena je statistički značajna razlika između istraživanih provenijencija za svojstvo debljine korjenovog vrata.

Analizom standardne devijacije i koeficijenta varijabilnosti za visinu, možemo zaključiti da je ovo svojstvo umjereno do visoko varijabilno po pojedinim provenijencijama. Varijabilnost za svojstvo visina nešto je veća u odnosu na varijabilnost za svojstvo promjera korjenovog vrata. Najveći koeficijent varijacije je registriran kod provenijencije Bosanski Petrovac (47.65%), a najmanji kod provenijencije Kreševo (31.31%). Analizom varijanse utvrđena je statistički značajna razlika između istraživanih provenijencija za svojstva visina.

Utvrđen je vrlo nizak prosječan procenat rašljivosti (6.86%), što je najvjerovatnije uzrokovano blagom zimom i izostankom kasnih mrazeva, ali i adekvatno primijenjenim mjerama zaštite unutar proizvodnog procesa sadnog materijala javora klena kojim su praktično onemogućene bilo kakve štete, bilo infekcijama bilo napadima insekata.

Vrijednosti koeficijenta vitkosti upućuju na kvalitet sadnica po pitanju vitkosti, što je posljedica rjeđe sjetve i adekvatne primjene svih mjera njege i zaštite.

REFERENCES – Literatura

- Ballian D. (2008) *Genetika s oplemenjavanjem šumskog drveća: Priručnik sa teorijskim osnovama*, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu - Institut za genetički inženjering i biotehnologiju, Sarajevo, 1-237.
- Ballian D., Kajba D. (2011) *Oplemenjivanje šumskog drveća i očuvanje njegove genetske raznolikosti: Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1-283.
- Chybicki I.J., Waldon-Rudzionek B., Meyza K. (2014) *Population at the edge: increased divergence but not inbreed-*

ding towards northern range limit in *Acer campestre*, *Tree Genetics and Genomes*, 10, 1739–1753.

Drăghici C., Abrudan I.V. (2011) *The effect of different stratification methods on the germination Acer platanoides and Acer campestre seeds*, *Bulletin of the Transilvania University of Braşov, Series II: Forestry-Wood Industry-Agricultural Food Engineering*, Vol. 4(53). No. 1.

Drenkovski R. (1979) *Taksonomska obrada Acer campestre–Acer marsicum–kompleksa u Jugoslaviji*, *Doktorska disertacija*, Skopje-Beograd, 116–139.

Ducci F., Proietti R., Carone G., Apuzzo S. (2010) *First surveys on genetic variability and structure of field maple (Acer campestre L.) in natural and managed populations in the landscape of central and southern Italy*, *Annali CRA – Centro di ricerca per la selvicoltura*, Vol. 36. 125–138.

Ferrini F., Nicese F.P. (2003) *Effect of compost-based substrates on growth and leaf physiology of Acer campestre and Cornus alba potted plants*, *Second International Symposium on Plant Health in Urban Horticulture*, Germany: Berlin, August, 27-29.

Fukarek P. (1953) *Javori Bosne i Hercegovine u radovima Karla Malý-a*, *Godišnjak Biološkog instituta u Sarajevu*, God.V. Sv. 1–2.

Hayek A. (1927) *Prodromus Florae peninsulae Balcanicae*, Bd. I. Beihefte zu Fedde Repert, Spec. Novar. Bd. XXX/I. Berlin: Dahlen, 601–607.

Herman J. (1971) *Šumarska dendrologija*, Stanbiro, Zagreb, 1-466

Jovanović B. (2000) *Dendrologija*, Univerzitet u Beogradu, Centar za izdavačku djelatnost Beograd, 5-485.

Kvesić S., Ballian D., Memišević Hodžić M. (2019) *Population variability of field maple (Acer campestre L.) in Bosnia and Herzegovina according to the fruit morphology*; *Šumarski list* 11/12: 529-538. <https://doi.org/10.31298/sl.143.11-12.3>.

Kvesić S., Ballian D., Memišević Hodžić M. (2020a) *Leaf variability of field maple populations (Acer campestre L.) in Bosnia and Herzegovina*, *Šumarski list* 144(1-2): 15-26. <https://doi.org/10.31298/sl.144.1-2.2>.

Kvesić S., Hodžić Memišević M., Ballian D., Gomory D., Fussi B. (2020b) *Genetic variation of a widespread subdominant tree species (Acer campestre L.) in Bosnia and Herzegovina*, *Tree Genetics & Genomes* 16: 82, <https://doi.org/10.1007/s11295-020-01473-9>.

Kvesić S., Memišević Hodžić M., Čater M., Ballian D. (2021) *Morphologic variability of the Acer campestre L. populations in Bosnia and Herzegovina*, *Acta Biologica Sibirica* 7: 327–343, <https://doi.org/10.3897/abs.7.e73001>.

Leinemann L., Bendixen K. (1999) *Inheritance of isozyme variants in field maple (Acer campestre L.)*, *Forest genetics*, 6(2): 73–77.

Malý K. (1906) *Acer campestre L. var. varbossanum Malý u Dörfler*, *Herbarium Normale Schedae ad Cent. XLVII*, Wien, 4617: 190.

Nagy L., Ducci F. (2004) *EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for field maple (Acer campestre)*, *International Plant Genetic Resources Institute*, Italy: Rome, 6 pages.

Pax F. (1885) *Monographie der Gattung Acer*, *Eangler Botanischer Jahrbücher* VI, 287 i dalje.

Pax F. (1886) *Monographie der Gattung Acer*, *Eangler Botanischer Jahrbücher* VII, 177–263.

Plavšić S. (1941) *Neue Pflanzenformen aus Bosnien. II. Aceraceae*, *Östterr. Botan. Zeitschrift* Bd.90, Wien, Heft 4, 213–223.

Šilić Č. (1990) *Atlas drveća i grmlja*, IP »Svjetlost«, Sarajevo, 1-132.

Stefanović V. (1977) *Fitocenologija sa pregledom šumskih fitocenoza Jugoslavije*, *Zavod za udžbenike Sarajevo*, 1-283.

Stefanović V., Beus V., Burlica Č., Dizdarević H., Vukorep I. (1983) *Ekološkovegetacijska rejonizacija Bosne i Hercegovine*. Sarajevo, Šumarski fakultet, Posebna izdanja br. 17: 1-44.

Stilinović S. (1985) *Sjemenarstvo šumskog i ukrasnog drveća i žbunja*, *Institut za šumarstvo fakulteta u Beogradu*: 1-394.

Zecchin B., Caudullo G., de Rigo D. (2016) *Acer campestre in Europe: distribution. habitat. usage and threats*, In: San-Miguel Ayanz. J., de Rigo D., Caudullo G., Houston Durrant T.,

Mauri A. (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*, Publ. Off. EU. Luxembourg, 52-53.

SUMMARY

This paper presents a study of the variability of root collar diameter, height, branching, and slenderness of field maple on one-year planting material in the nursery provenance test in Žepče. The test covers 18 provenances.

By analyzing the standard deviation and the coefficient of variability for each provenance for root collar diameter, we can conclude that this property is moderately variable in all cases. The Bratunac provenance had the highest variability for the root collar diameter (coefficient of variability 43.91%), and the Kreševo provenance had the lowest (20.10%). The highest value of the standard deviation for root collar diameter was found in the Bratunac provenance (3.18 mm), and the lowest in the Sarajevo provenance (1.22 mm). Analysis of variance showed statistically significant differences among the investigated provenances for the trait of root collar diameter.

The variability for the height in this study is higher than the variability for the root collar diameter. The Bosanski Petrovac provenance had the highest coefficient of variability for the height (47.65%), and the Kreševo provenance had the lowest (31.31%). Analysis of variance showed a statistically significant difference among the investigated provenances for the trait of height.

A low percentage of forkness was found (6.86%), most likely caused by the mild winter and the absence of late frosts. Adequately applied protection measures within the production process of field maple planting material also contributed to a small percentage of forked plants.

The values of the slenderness coefficient, which represents the ratio between the average size of the root collar diameter and the average height, for all provenances, are within the given limits. Slenderness is satisfactory, which has been achieved by infrequent sowing and adequate application of all care and protection measures.

The obtained results point to the need for further systematic research on this ecologically valuable species.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).