

# MORFOLOŠKA VARIJABILNOST LISTA POPULACIJA KLENA (*ACER CAMPESTRE* L.) U BOSNI I HERCEGOVINI

## LEAF VARIABILITY OF FIELD MAPLE POPULATIONS (*Acer campestre* L.) IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Stjepan KVESIĆ\*<sup>1</sup>; Dalibor BALLIAN\*<sup>2</sup>; Mirzeta MEMIŠEVIĆ HODŽIĆ<sup>2</sup>

### SAŽETAK

Istraživana je morfološka varijabilnost lista 25 populacija klena (*Acer campestre* L.) na području Bosne i Hercegovine. Morfometrijsko istraživanje unutarpopulacijske i međupopulacijske varijabilnosti provedeno je na temelju 19 morfoloških svojstava lista, pri čemu su korištene deskriptivne i univarijatne statističke analize. Najveću varijabilnost pokazalo je svojstvo dužina peteljke lista, dok je najmanja varijabilnost utvrđena kod izvedenog svojstva odnos maksimalne dužine plojke lista i maksimalne širine plojke lista. Izvedena svojstva lista bila su manje varijabilna od mjernih, što upućuje na manje variranje svojstava oblika u odnosu na svojstva dimenzija lista. Analiza varijance pokazala je statistički značajne razlike između populacija za sva analizirana svojstva lista. Multipla testiranja pokazala su veću međupopulacijsku nego unutarpopulacijsku varijabilnost za sva istraživana svojstva osim dva svojstva geometrijske skale podataka (kutovi žila). Za razliku od mjerenih svojstava lista, sva izvedena svojstva pokazala su veću unutarpopulacijsku nego međupopulacijsku varijabilnost. 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. Dobiveni rezultati mogu služiti kao temelj za dalja istraživanja u drugim dijelovima areala vrste, u svrhu determiniranja utjecaja interakcije ekoloških, geografskih, klimatskih i migracijskih čimbenika na morfološku varijabilnost populacija klena.

**KLJUČNE RIJEČI:** klen, list, morfološka varijabilnost.

### 1. UVOD INTRODUCTION

Klen (*Acer campestre* L.) ima iznimno široku ekološku amplitudu (Šilić 1990; Chybicki i sur. 2014; Nagy i Ducci 2004). Javlja se u područjima sa toplijom klimom, međutim, otporan je i na zimske uvjete te u kontinentalnom području tolerira i temperaturne ekstreme (Nagy i Ducci 2004) pa čak i ako kasni mrazovi, na početku vegetacijske sezone, potencijalno utječu na rasprostranjenost vrsta (Savill 2013; Chybicki i sur. 2014). Iako je najčešći na mezofilnim stani-

štima, posebice u bjelogoričnim hrastovim šumama, rasprostire se u visinskom pogledu od razine mora do 1600 m nadmorske visine (Praciak i sur. 2013).

Chybicki i sur. (2014) navode kako klen u svom prirodnom području rasprostranjenosti ne tvori čiste sastojine, ali je često subdominantna vrsta u mnogim šumskim sastojinama u Europi. U kontinentalnom području raste u mješovitim bjelogoričnim šumama posebice s vrstama iz roda *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus* *Castanea*, dok je vrlo rijedak u crnogoričnim šumama (FAO 2001). Prema Šiliću (1990), klen raste pretežno u bjelogoričnim, mješovitim hrastovim šumama, po-

<sup>1</sup> Dr. sc. Stjepan Kvesić, Šumskogospodarsko društvo / Šumskoprivredno društvo „Šume Središnje Bosne / Srednjobosanske šume“ d.o.o. Donji Vakuf

<sup>2</sup> Prof. dr. sc. Dalibor Ballian (balliandalibor9@gmail.com), Dr. sc. Mirzeta Memišević Hodžić, Šumarski fakultet u Sarajevu, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevu, Bosna i Hercegovina

# – ovo je dio doktorske disertacije kandidata dr. sc. Stjepana Kvesića

sebno u poplavnim šumama lužnjaka i poljskoga jasena te u šumama kitnjaka i običnoga graba, cera i sladuna. Izvršne sposobnosti ekološkog prilagođavanja klena čine ga jednom od najkarakterističnijih vrsta u mješovitim bjelogoričnim šumama srednje i istočne Europe (Nagy i Ducci 2004).

Prirodno je rasprostranjen u većem dijelu Europe, osim njenih sjevernih dijelova. S obzirom na njegovo malo komercijalno značenje, klen nije podložan različitim šumsko-uzgojnim zahvatima i vrlo često raste u spontano nastalim populacijama. Iz tih razloga klen može poslužiti kao vrijedan model u svrhu istraživanja osjetljivosti populacija na fragmentaciju staništa s obzirom da raste na različitim razinama populacijske fragmentacije (Chybicki i sur. 2014).

Drenkovski (1979) je u svojim istraživanjima, na temelju velike raznolikosti oblika lista klena, i to kako ranije opisanih tako i oblika koje je sam uočio na Balkanskom poluo-toku, okarakterizirao šest vrsta (*A. campestre* L., *A. marsicum* Guss., *A. austriacum* Tratt., *A. pseudomarsicum* (Pax) Drenk., *A. varbossianum* (Malý) Sim. i *A. pannonicum*

Drenk.), što ukazuje na iznimno široku ekološko-morfološku amplitudu populacija koje se obično svrstavaju pod zajedničko ime „klen“ (Jovanović 2000).

Iz svih navedenih razloga, istraživanje ove vrste daje odličnu mogućnost za utvrđivanje utjecaja ekoloških i zemljopisnih čimbenika, klimatskih promjena, prirodne rasprostranjenosti te fragmentacije staništa, na morfološku varijabilnost šumskih populacija. Utvrđena morfološka varijabilnost populacija klena, može poslužiti u svrhu očuvanja ove vrste i njene raznolikosti, zatim u njenom oplemenjivanju te praćenju njenog reprodukcijanskog materijala.

## 2. MATERIJAL I METODE MATERIALS AND METHODS

Materijal za analizu morfološke varijabilnosti populacija klena, prikupljen je na cijelom području Bosne i Hercegovine vodeći računa da se obuhvate ukupne ekološke i zemljopisne značajke vrste (tablica 1).

**Tablica 1. Pregled** istraživanih populacija.

**Table 1.** Basic data about populations.

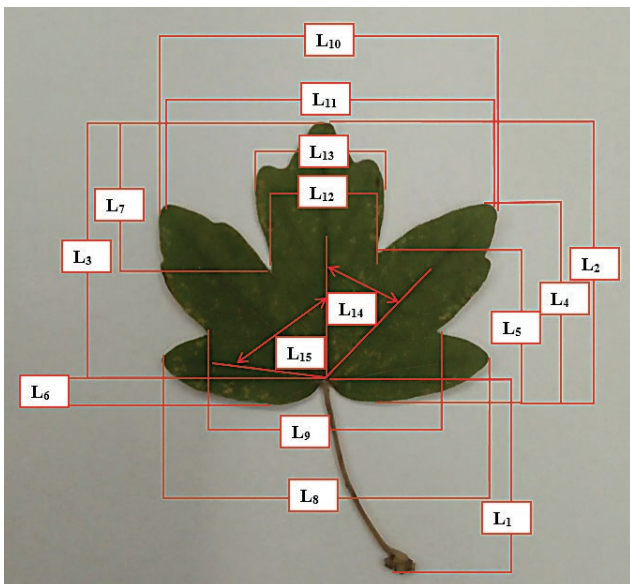
R. broj No.	Populacija Population	Lokalitet Locality	Oznaka populacije Population Mark	Zemljopisna širina Latitude WGS84	Zemljopisna dužina Longitude WGS84	Srednja nadmorska visina (m) Altitude	Ekološko-vegetacijsko područje Ecological-vegetation area
1.	Posušje	Posuško polje	P	43° 27' 10"	17° 22' 22"	710	Submediteransko-montano
2.	Rama	Rumboci	Ra	43° 49' 37"	17° 30' 28"	625	Submediteransko-planinsko
3.	Kreševo	Polje	Kr	43° 53' 01"	18° 04' 22"	570	Srednjobosansko
4.	Žepče	Orahovica	Ž	44° 25' 27"	18° 03' 01"	225	Zavidovičko-tesličko
5.	Jajce	Podmilačje	J	44° 22' 33"	17° 17' 36"	345	Srednjobosansko
6.	Ključ	Čađavica	Klj	44° 29' 08"	16° 53' 34"	685	Zapadnobosansko krečnjačko-dolomitno
7.	B. Luka	Trapisti	BL	44° 48' 25"	17° 13' 36"	185	Sjeverozapadno-bosansko
8.	B. Grahovo	B. Grahovo	BG	44° 11' 12"	16° 22' 16"	845	Submediteransko-planinsko
9.	Livno	Mali Kablići	L	43° 51' 19"	16° 56' 31"	750	Submediteransko-montano
10.	B. Petrovac	Vođenica	BP	44° 37' 37"	16° 14' 57"	620	Zapadnobosansko krečnjačko-dolomitno
11.	Bihać	Spahići	Bih	44° 51' 29"	15° 53' 17"	315	Cazinske krajine
12.	B. Dubica	Donji jelovac	BD	45° 04' 44"	16° 41' 25"	170	Sjeverozapadno-bosansko
13.	Ljubuški	Studenci	Lj	43° 10' 11"	17° 37' 00"	50	Submediteransko
14.	Mostar	Pijesci	M	43° 11' 40"	17° 49' 00"	225	Submediteransko
15.	Višegrad	Dobrun	V	43° 45' 17"	19° 23' 17"	375	Gornje-drinsko
16.	Rogatica	Kukavice	Ro	43° 46' 55"	19° 00' 28"	515	Gornje-drinsko
17.	Bijeljina	Dragaljevac srednji	Bij	44° 49' 01"	19° 01' 59"	95	Donje-drinsko
18.	Gacko	Vrba	G	43° 13' 28"	18° 34' 44"	1115	Submediteransko-planinsko
19.	Trebinje	Dobromani	Tr	42° 47' 26"	18° 09' 25"	240	Submediteransko
20.	Derвента	Lužani	D	45° 01' 05"	17° 59' 29"	115	Sjeverobosansko
21.	Kakanj	Donja papratnica	Ka	44° 04' 42"	18° 06' 06"	450	Srednjobosansko
22.	Tuzla	Donje dubrave	Tu	44° 29' 39"	18° 40' 50"	245	Sjeverobosansko
23.	Olovo	Boganovići	O	44° 08' 18"	18° 33' 11"	510	Zavidovičko-tesličko
24.	Bratunac	Konjevići	Br	44° 14' 48"	19° 06' 38"	220	Donje-drinsko
25.	Sarajevo	Tihovići	S	43° 55' 13"	18° 22' 48"	690	Srednjobosansko

Svaka od 25 populacija predstavljena je sa 12 stabala, a svako stablo sa po 10 zdravih i neoštećenih listova. Listovi su sakupljeni sa stabala koja su normalno razvijena (sjemenjaci) sa osvjetljenom krošnjom (soliteri ili stabla na rubu šume) kako bi njihov fenotip bio izražen u potpunosti bez modifikacijskih promjena uvjetovanih uzgojnim mjerama, odnosno kako bi pokazivao recentno stanje vrste (Franjić 1996; Kajba 1996; Idžojići sur. 2006; Mikić 2007; Ballian i sur. 2010, 2014). Potpuno razvijeni listovi sakupljeni su sa istoga mjesta kratkorasta, prvog para normalno razvijanih listova, gledajući od vrha kratkorasta. Ukupno je prikupljeno i morfometrijski obrađeno 3000 listova sa jedinki isključivo generativnog podrijetla. Stabla su bila udaljena najmanje 50 metara jedna od drugih, kako bi se smanjila vjerojatnost potencijalne srodnosti. Listovi za morfometrijsku analizu sakupljeni su u kolovozu i rujnu 2014. godine te su odmah i herbarizirani. Morfometrijska mjerenja listova izvršena su digitalnim pomičnim mjerilom (šublerom) sa tačnošću od  $\pm 0,01$  mm.

U morfometrijsku analizu bilo je uključeno 19 svojstava lista. Od ukupno 19 svojstava lista, 15 svojstava je bilo mernih (slika 1), te četiri izvedena:

#### a) Mjerna svojstva lista

1. Dužina peteljke lista ( $L_1$ ),
2. Maksimalna dužina plojke lista ( $L_2$ ),
3. Dužina središnje žile ( $L_3$ ),
4. Dužina plojke lista do vrha bočnih režnjeva ( $L_4$ ),
5. Dužina plojke lista do ureza bočnih režnjeva ( $L_5$ ),
6. Dubina ureza baze plojke lista ( $L_6$ ),
7. Dužina središnjeg režnja do ureza bočnih režnjeva ( $L_7$ ),
8. Širina plojke lista između vrhova donjih režnjeva ( $L_8$ ),
9. Širina plojke lista između ureza donjih režnjeva ( $L_9$ ),



**Slika 1.** Analizirana morfološka svojstva lista.  
**Figure 1.** Researched morphological leaf traits.

10. Maksimalna širina plojke lista ( $L_{10}$ ),
11. Širina plojke lista između vrhova bočnih režnjeva ( $L_{11}$ ),
12. Širina plojke lista između ureza bočnih režnjeva ( $L_{12}$ ),
13. Širina središnjeg režnja ( $L_{13}$ ),
14. Veličina kuta ( $\alpha$ ) između žile središnjeg i bočnoga režnja ( $L_{14}$ ) i
15. Veličina kuta ( $\beta$ ) između žile središnjeg i donjega režnja ( $L_{15}$ ).

Jedinica mjere za svojstva  $L_1$ - $L_{13}$  su milimetri, a za svojstva  $L_{14}$  i  $L_{15}$  su stupnjevi.

#### b) Izvedena svojstva lista

1. Odnos maksimalne dužine plojke lista i maksimalne širine plojke lista ( $L_{16}=L_2/L_{10}$ ),
2. Odnos maksimalne dužine plojke lista i dužine središnjeg režnja do ureza bočnih režnjeva ( $L_{17}=L_2/L_7$ ),
3. Odnos širine plojke lista između vrhova donjih režnjeva i širine plojke lista između ureza donjih režnjeva ( $L_{18}=L_8/L_9$ ) i
4. Odnos širine plojke lista između vrhova donjih režnjeva i širine plojke lista između vrhova bočnih režnjeva ( $L_{19}=L_8/L_{11}$ ).

Statistička analiza sastojala se od provjere normalnosti podataka, utvrđivanja deskriptivnih statističkih pokazatelja, analize varijance te utvrđivanja izvora varijabilnosti u ukupnoj varijabilnosti.

Za provjeru normalnosti raspodjele analiziranih podataka (prosjeka jedinki) korišten je Kolmogorov-Smirnov test. Za sva morfološka svojstva kod kojih su rezultati Kolmogorov-Smirnov testa pokazali da je razlika između konkretne i normalne raspodjele podataka, statistički značajna, proveden je postupak transformacije podataka tzv. postupak normalizacije pomoću prirodnih logaritamskih funkcija. Kod preostalih morfoloških svojstava koja ni nakon provedene transformacije (normalizacije) podataka nisu slijedila normalnu raspodjelu, izvršena je provjera koeficijentata asimetričnosti i spljoštenosti krivulje tj. vrijednost tih koeficijentata stavljena je u odnos sa standardnom greškom. U ovim istraživanjima sva morfološka svojstva kod kojih je vrijednost z-skorova tj. odnos koeficijenta asimetričnosti (*skewnes*) te koeficijenta spljoštenosti (*kurtosis*) i standardne greške, veći od 1,96 nisu se smatrala svojstvima čiji podaci slijede normalnu raspodjelu (Brown 1997; Wright i Herrington 2011). Morfološka svojstva kod kojih je navedeni odnos veći od 1,96, nisu korištena u daljnjim univarijantnim statističkim analizama. Također, u postupku analize varijance i višestrukih testiranja, izvršena je standardizacija svih podataka budući da su svojstva pripadala različitim mjernim skalama podataka. Navedene statističke analize izvršene su u statističkom programu SPSS 20.0 (IBM Corp. 2011).

Za analizu varijabilnosti morfoloških svojstava istraživanih populacija provedena je uobičajena deskriptivna statistička analiza, pri čemu su korišteni standardni algoritmi deskriptivne statistike (Sokal i Rohlf 1981). U navedenoj analizi, za sve populacije zajedno, izračunati su sljedeći pokazatelji: broj podataka, srednja vrijednost, minimum, maksimum, standardna devijacija, standardna greška i koeficijent varijacije. Posebno je za svaku populaciju izračunata: srednja vrijednost, standardna devijacija i koeficijent varijacije. Utvrđivanje statistički značajnih razlika između populacija u pogledu istraživanih svojstava je izvršeno korištenjem analize varijance (Sokal i Rohlf 1981). Otkrivanje značajnih razlika između populacija je provedena višestrukim testiranjima Tukeyevim HSD testom na razini značajnosti 0,05, 0,01 i 0,001. Zastupljenost pojedinih izvora varijabilnosti u ukupnoj varijanci provjerena je metodom najveće vjerodostojnosti (*Restricted Maximum Likelihood Method* – REML). Ukupna varijanca je raščlanjena na varijancu uzrokovanu razlikama između populacija i na varijancu uzrokovanu razlikama između stabala unutar populacija.

Statističke analize provedene su u statističkom programu SPSS 20.0.

### 3. REZULTATI RESULTS

Provjerom normalnosti analiziranih podataka utvrđeno je da tri morfološka svojstva lista ne ispunjavaju potrebne uvjete normalnosti te su isključena iz daljnjih statističkih analiza. Radi se o svojstvima: Dužina plojke lista do ureza bočnih režnjeva ( $L_5$ ), Dubina ureza baze plojke lista ( $L_6$ ), Širina plojke lista između ureza donjih režnjeva ( $L_9$ ).

Statističkim analizama obuhvaćeno je preostalih 16 svojstava lista.

Najvarijabilnije svojstvo lista bila je dužina peteljke lista ( $L_1$ ) s koeficijentom varijabilnosti od 22,67 %. Najmanje varijabilno svojstvo bio je odnos maksimalne dužine plojke lista i maksimalne širine plojke lista ( $L_{16}$ ) kod kojega je koeficijent varijabilnosti iznosio 7,23 %. Rezultati su vidljivi u tablici 2, gdje je jedinica mjere za minimalne, maksimalne i srednje vrijednosti, za svojstva  $L_1$  -  $L_{13}$ , prikazana u milimetrima.

Pokazatelji deskriptivne statistike svojstava lista po pojedinim populacijama, predstavljeni su u tablici 3.

Dužina peteljke lista ( $L_1$ ) je svojstvo kod kojega je koeficijent varijabilnosti iznosio 22,67 %. Dužina peteljke lista varirala je od 13,00 do 72,00 mm. Srednja vrijednost ovoga svojstva, promatrajući sve populacije zajedno, iznosila je  $35,63 \pm 0,15$  mm. Najmanja srednja vrijednost dužine peteljke lista utvrđena je za populaciju Trebinje i iznosila je  $23,55 \pm 0,41$  mm a najmanja za populaciju B. Luka i iznosila je  $46,78 \pm 0,72$  mm. Najmanji stupanj varijabilnosti navedenog svojstva bio je karakterističan za populaciju Tuzla, kod koje je koeficijent

**Tablica 2.** Pokazatelji deskriptivne statistike svojstava lista za sve populacije zajedno.

**Table 2.** Descriptive indicators of leaf traits for all populations together.

Svojstvo lista Leaf trait	Srednja vrijednost Mean value	Minimum Minimum	Maksimum Maximum	Standardna pogreška Standard error	Standardna devijacija Standard deviation	Koeficijent varijacije Variability coefficient (%)
$L_1$ (mm)	35,63	13,00	72,00	8,08	0,15	22,67
$L_2$ (mm)	42,94	21,00	69,00	7,39	0,14	17,22
$L_3$ (mm)	38,74	19,00	67,00	6,92	0,13	17,87
$L_4$ (mm)	28,60	10,00	48,00	5,68	0,10	19,86
$L_7$ (mm)	19,45	8,00	37,00	4,20	0,08	21,69
$L_8$ (mm)	45,15	20,00	84,00	9,26	0,17	20,50
$L_{10}$ (mm)	50,77	26,50	84,00	8,28	0,15	16,32
$L_{11}$ (mm)	49,91	26,50	80,00	8,03	0,15	16,09
$L_{12}$ (mm)	17,46	7,50	35,00	3,60	0,07	20,61
$L_{13}$ (mm)	18,41	8,00	35,00	3,48	0,06	18,92
$L_{14}$ (°)	47,23	30,00	75,00	6,17	0,11	13,06
$L_{15}$ (°)	85,88	58,00	118,00	9,13	0,17	10,63
$L_{16}$	0,85	0,63	1,09	0,06	0,00	7,23
$L_{17}$	2,25	1,51	4,00	0,32	0,01	14,27
$L_{18}$	1,24	0,87	1,74	0,11	0,00	9,26
$L_{19}$	0,90	0,53	1,37	0,12	0,00	13,20

varijacije iznosio 12,72 %. Najveći stupanj varijabilnosti ovoga svojstva zabilježen je kod populacije Ljubuški, sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 21,35 %.

Kod svojstva maksimalna dužina plojke lista ( $L_2$ ) utvrđen je koeficijent varijabilnosti od 17,22 % uz pojedinačna variranja od 21,00 do 69,00 mm. Srednja vrijednost ovoga svojstva, promatrajući sve populacije zajedno, iznosila je  $42,94 \pm 0,14$  mm. Kao i kod prethodnoga svojstva lista, najmanja srednja vrijednost ovoga svojstva utvrđena je za populaciju Trebinje, a iznosila je  $28,68 \pm 0,29$  mm, dok je najveća utvrđena za populaciju B. Luka, a iznosila je  $55,81 \pm 0,46$  mm. Najmanji stupanj varijabilnosti navedenog svojstva, kao i slučaju dužine peteljke lista ( $L_1$ ), karakterističan je za populaciju Tuzla kod koje je koeficijent varijacije iznosio 7,00 %. Najveći stupanj varijabilnosti ovoga svojstva zabilježen je kod populacije Posušje, sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 12,83 %.

Za svojstvo dužina središnje žile ( $L_3$ ) zabilježen je koeficijent varijabilnosti od 17,87 %. Dužina središnje žile varirala je od 19,00 do 67,00 mm. Srednja vrijednost ovoga svojstva, na razini svih populacija zajedno, iznosila je  $38,74 \pm 0,13$  mm. Najmanja srednja vrijednost ovoga svojstva utvrđena je za populaciju Trebinje i iznosila je  $26,40 \pm 0,30$  mm, dok je najveća srednja vrijednost utvrđena za populaciju B. Luka i izno-



**Tablica 3.** Deskriptivni pokazatelji statističke analize svojstava lista ( $L_1, L_2, L_3, L_4, L_7, L_8, L_{10}, L_{11}$ ) po populacijama.  
**Table 3.** Descriptive indicators of statistical analysis for leaf traits ( $L_1, L_2, L_3, L_4, L_7, L_8, L_{10}, L_{11}$ ) by population.

TRAIT	SVOJSTVO	POPULACIJA/POPULATION																										
		P	Ra	Kr	Ž	J	Klj	BL	BG	L	BP	Bih	BD	Lj	M	V	Ro	Bij	G	Tr	D	Ka	Tu	O	Br	S		
$L_1$ (mm)	Srednja vrijednost	35,31	29,00	44,88	41,58	38,70	37,57	46,78	37,88	34,89	35,41	36,48	40,26	25,97	25,51	33,48	35,65	39,83	29,68	23,55	42,60	35,08	35,90	36,80	34,54	33,55	34,54	33,55
	Standardna devijacija	6,88	4,42	6,88	6,77	5,96	6,29	7,92	6,35	5,69	6,02	5,61	6,58	5,55	4,64	5,45	5,84	6,74	4,83	4,51	6,27	5,49	4,57	5,00	5,28	4,84	4,84	
	Koeficijent varijacije	19,49	15,25	15,33	16,28	15,40	16,74	16,93	16,77	16,30	17,00	15,39	16,35	21,35	18,17	16,29	16,38	16,92	16,27	19,15	14,71	15,64	12,72	13,58	15,30	14,43	14,43	
$L_2$ (mm)	Srednja vrijednost	43,88	34,20	49,04	46,71	45,46	47,95	55,81	45,58	40,73	43,94	45,26	50,26	32,86	31,67	40,35	43,38	50,58	37,69	28,68	49,94	40,75	43,38	42,85	41,58	41,03	41,03	
	Standardna devijacija	5,63	2,79	4,00	4,16	4,05	4,46	5,02	3,73	3,78	4,45	3,28	4,56	3,93	2,76	3,45	4,06	4,34	3,60	3,13	5,22	3,14	3,04	3,67	3,28	3,21	3,21	
	Koeficijent varijacije	12,83	8,17	8,17	8,90	8,90	9,29	9,00	8,19	9,29	10,14	7,26	9,08	11,97	8,70	8,54	9,36	8,58	9,54	10,90	10,45	7,72	7,00	8,56	7,88	7,82	7,82	
$L_3$ (mm)	Srednja vrijednost	39,60	30,13	45,13	42,59	41,52	43,48	51,65	40,80	37,02	39,53	39,89	44,78	30,25	28,01	36,68	39,62	45,11	33,29	26,40	44,96	36,38	38,85	39,31	37,01	36,46	36,46	
	Standardna devijacija	5,03	2,58	4,43	4,01	4,06	4,15	5,14	4,05	3,77	4,34	3,31	4,51	4,00	2,31	3,66	3,65	3,76	3,19	3,24	4,32	3,18	3,07	3,55	3,31	2,73	2,73	
	Koeficijent varijacije	12,70	8,58	9,83	9,40	9,78	9,54	9,95	9,94	10,18	10,97	8,29	10,08	13,21	8,23	9,98	9,22	8,33	9,59	12,28	9,60	8,75	7,91	9,02	8,94	7,50	7,50	
$L_4$ (mm)	Srednja vrijednost	28,84	22,76	33,92	32,05	30,78	32,34	38,40	30,14	27,33	29,54	30,22	34,14	20,24	20,33	26,84	28,79	33,64	25,63	18,01	33,08	26,52	27,67	28,57	27,21	27,89	27,89	
	Standardna devijacija	3,77	2,65	3,76	3,68	3,34	3,44	4,36	3,63	3,53	3,37	3,09	4,23	2,80	2,22	2,75	2,59	3,45	2,99	3,11	3,47	2,70	2,54	3,15	2,73	3,03	3,03	
	Koeficijent varijacije	13,08	11,65	11,08	11,47	10,85	10,63	11,35	12,04	12,91	11,39	10,22	12,40	13,84	10,92	10,24	8,98	10,26	11,67	17,27	10,50	10,18	9,17	11,02	10,04	10,85	10,85	
$L_7$ (mm)	Srednja vrijednost	20,01	15,59	21,22	21,27	20,39	20,50	25,70	20,40	18,63	20,20	20,01	22,24	16,36	15,45	18,41	19,60	22,59	16,54	14,52	21,06	18,40	20,13	19,72	18,89	18,31	18,31	
	Standardna devijacija	3,12	2,70	3,46	3,49	3,80	3,68	4,50	3,32	2,96	4,47	3,16	4,00	2,73	2,93	3,24	3,76	4,10	3,27	2,43	4,05	3,31	3,52	2,89	3,03	2,88	2,88	
	Koeficijent varijacije	15,57	17,30	16,33	16,41	18,65	17,94	17,50	16,27	15,91	22,13	15,78	17,98	16,69	18,93	17,62	19,18	18,16	19,76	16,75	19,23	18,00	17,49	14,65	16,04	15,74	15,74	
$L_8$ (mm)	Srednja vrijednost	44,19	35,71	53,02	52,71	48,99	51,79	59,97	45,50	42,77	46,30	48,07	53,73	30,09	30,55	42,36	45,23	53,09	41,15	28,15	53,23	41,95	46,79	45,11	42,58	45,75	45,75	
	Standardna devijacija	6,29	3,61	6,31	5,13	5,62	4,99	7,08	6,42	4,42	5,18	4,87	7,57	4,43	4,00	4,24	4,79	6,32	4,17	3,97	5,71	4,26	4,29	4,32	3,41	5,18	5,18	
	Koeficijent varijacije	14,23	10,10	11,91	9,73	11,48	9,64	11,81	14,12	10,34	11,19	10,14	14,08	14,71	13,08	10,01	10,59	11,90	10,12	14,10	10,72	10,16	9,18	9,58	8,00	11,32	11,32	
$L_{10}$ (mm)	Srednja vrijednost	51,37	41,23	57,29	55,69	53,51	55,82	64,25	53,26	47,00	51,27	53,55	60,17	39,09	38,05	48,88	50,73	59,25	45,64	34,49	58,89	48,16	51,83	50,78	49,13	49,93	49,93	
	Standardna devijacija	7,09	2,90	5,65	4,39	4,31	4,29	5,77	4,16	4,04	4,59	3,24	4,86	4,18	3,24	4,35	5,15	4,70	4,18	3,31	4,99	3,67	3,64	4,33	3,17	3,70	3,70	
	Koeficijent varijacije	13,79	7,02	9,87	7,88	8,05	7,69	8,98	7,81	8,59	8,96	6,06	8,08	10,69	8,52	8,90	10,15	7,93	9,15	9,60	8,48	7,62	7,01	8,53	6,45	7,41	7,41	
$L_{11}$ (mm)	Srednja vrijednost	50,81	41,06	55,64	53,91	52,59	54,03	61,52	52,49	46,13	50,53	52,65	58,47	39,00	37,68	48,47	50,26	58,06	44,73	34,28	57,94	47,63	51,20	50,38	48,98	49,23	49,23	
	Standardna devijacija	7,31	3,00	5,86	4,57	4,55	4,65	5,93	4,45	4,40	4,84	3,82	5,32	4,21	3,56	4,59	5,40	5,10	4,99	3,32	5,48	3,62	3,78	4,61	3,28	3,65	3,65	
	Koeficijent varijacije	14,39	7,31	10,53	8,48	8,66	8,61	9,64	8,47	9,54	9,57	7,25	9,09	10,79	9,44	9,47	10,74	8,78	11,16	9,68	9,46	7,61	7,38	9,16	6,70	7,42	7,42	

Srednja vrijednost – Mean value; Standardna devijacija – Standard deviation; Koeficijent varijacije – Variability coefficient

**Tablica 4.** Deskriptivni pokazatelji statističke analize svojstava lista ( $L_{12}$ ,  $L_{13}$ ,  $L_{14}$ ,  $L_{15}$ ,  $L_{16}$ ,  $L_{17}$ ,  $L_{18}$  i  $L_{19}$ ) po populacijama.  
**Table 4.** Descriptive indicators of statistical analysis for leaf traits ( $L_{12}$ ,  $L_{13}$ ,  $L_{14}$ ,  $L_{15}$ ,  $L_{16}$ ,  $L_{17}$ ,  $L_{18}$  i  $L_{19}$ ) by population.

TRAIT	SVOJSTVO Descriptive indicators	POPULACIJA/POPULATION																								
		P	Ra	Kr	Ž	J	Klj	BL	BG	L	BP	Bih	BD	Lj	M	V	Ro	Bij	G	Tr	D	Ka	Tu	O	Br	S
$L_{12}$ (mm)	Srednja vrijednost	18,11	13,52	19,84	18,17	18,03	20,19	21,09	18,70	16,59	17,58	18,71	20,49	13,37	12,46	16,34	17,91	21,03	14,79	11,37	22,30	17,20	17,59	17,61	17,05	16,59
	Standardna devijacija	3,78	1,88	2,37	2,36	1,97	2,62	2,29	2,39	2,40	2,80	2,10	2,52	2,73	2,07	2,23	2,53	2,66	1,89	2,01	3,15	2,21	1,87	1,88	2,31	2,03
	Koeficijent varijacije	20,88	13,89	11,96	12,96	10,92	12,98	10,84	12,76	14,47	15,94	11,23	12,31	20,39	16,64	13,63	14,13	12,66	12,81	17,67	14,11	12,87	10,64	10,69	13,55	12,22
$L_{13}$ (mm)	Srednja vrijednost	19,17	14,51	20,21	19,68	18,82	20,61	22,04	19,22	17,25	19,46	19,84	20,97	14,62	14,61	17,32	18,74	22,23	15,18	12,63	22,65	18,41	18,59	18,19	17,88	17,54
	Standardna devijacija	3,94	1,91	2,37	2,37	2,10	2,67	2,94	2,50	2,13	2,41	2,05	2,67	2,19	1,89	1,79	2,59	2,77	1,89	2,01	3,24	2,54	2,16	1,91	2,17	2,19
	Koeficijent varijacije	20,55	13,17	11,73	12,02	11,13	12,98	13,33	12,99	12,33	12,40	10,43	12,75	14,97	12,95	10,33	13,80	12,46	12,48	15,90	14,33	13,82	11,60	10,50	12,14	12,48
$L_{14}$ (*)	Srednja vrijednost	47,84	48,43	44,18	45,31	45,41	45,24	43,02	47,43	45,55	46,92	48,44	47,34	49,75	50,53	48,10	46,26	46,88	47,26	49,03	46,83	48,88	48,96	45,71	49,52	47,98
	Standardna devijacija	6,91	5,51	6,92	5,14	6,09	5,96	5,79	7,53	6,26	5,08	5,22	6,40	5,21	7,55	5,47	5,66	5,02	6,75	6,01	4,80	5,73	5,53	5,05	5,97	5,29
	Koeficijent varijacije	14,44	11,37	15,66	11,35	13,41	13,18	13,46	15,88	13,74	10,83	10,78	13,53	10,48	14,93	11,36	12,24	10,70	14,27	12,26	10,26	11,73	11,29	11,04	12,07	11,03
$L_{15}$ (*)	Srednja vrijednost	87,07	89,43	80,20	83,55	82,30	83,14	80,98	87,25	83,32	86,67	88,80	87,93	87,16	93,28	86,08	83,48	87,53	85,03	82,68	85,10	88,64	87,45	82,18	89,39	88,29
	Standardna devijacija	10,06	5,15	10,36	7,13	9,36	9,83	8,63	11,38	7,80	7,66	7,58	8,13	7,52	11,26	7,59	8,80	8,64	8,93	9,23	8,37	7,78	7,64	7,60	9,23	7,38
	Koeficijent varijacije	11,55	5,76	12,92	8,54	11,37	11,82	10,66	13,04	9,36	8,84	8,54	9,25	8,63	12,08	8,81	10,54	9,87	10,50	11,16	9,83	8,78	8,74	9,24	10,32	8,36
$L_{16}$	Srednja vrijednost	0,86	0,83	0,86	0,84	0,85	0,86	0,87	0,86	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,86	0,85	0,83	0,83	0,85	0,85	0,84	0,85	0,85	0,82
	Standardna devijacija	0,07	0,05	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05
	Koeficijent varijacije	7,90	6,14	8,10	7,50	7,45	8,06	7,69	7,53	7,72	6,83	6,74	7,20	7,12	6,07	6,69	6,61	6,19	6,85	8,22	7,43	7,19	5,75	6,20	7,28	5,68
$L_{17}$	Srednja vrijednost	2,22	2,24	2,35	2,24	2,28	2,39	2,21	2,28	2,22	2,25	2,31	2,31	2,04	2,10	2,24	2,26	2,29	2,34	2,01	2,42	2,27	2,20	2,20	2,24	2,28
	Standardna devijacija	0,26	0,35	0,30	0,29	0,34	0,31	0,28	0,30	0,30	0,40	0,32	0,33	0,27	0,30	0,30	0,29	0,35	0,37	0,31	0,32	0,34	0,31	0,24	0,29	0,30
	Koeficijent varijacije	11,63	15,44	12,84	12,84	14,74	12,94	12,55	13,40	13,67	17,62	13,88	14,18	13,10	14,10	13,43	12,74	15,09	15,76	15,59	13,22	15,02	14,14	10,90	12,75	12,95
$L_{18}$	Srednja vrijednost	1,23	1,24	1,22	1,30	1,26	1,24	1,31	1,23	1,29	1,29	1,24	1,27	1,14	1,23	1,20	1,21	1,27	1,26	1,16	1,21	1,22	1,25	1,22	1,22	1,26
	Standardna devijacija	0,13	0,11	0,12	0,10	0,12	0,10	0,14	0,10	0,15	0,12	0,10	0,14	0,10	0,11	0,09	0,10	0,12	0,10	0,09	0,08	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09
	Koeficijent varijacije	10,32	9,20	9,87	7,90	9,42	7,82	10,48	8,49	11,45	9,58	7,99	11,10	9,13	8,64	7,22	7,83	9,68	7,75	7,81	6,82	7,43	7,50	6,57	7,43	7,09
$L_{19}$	Srednja vrijednost	0,88	0,87	0,96	0,98	0,94	0,96	0,98	0,87	0,93	0,92	0,92	0,92	0,78	0,82	0,88	0,91	0,92	0,93	0,82	0,92	0,88	0,92	0,90	0,87	0,93
	Standardna devijacija	0,11	0,09	0,12	0,10	0,11	0,11	0,14	0,14	0,10	0,10	0,11	0,14	0,11	0,12	0,10	0,10	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,09	0,10	0,09	0,10
	Koeficijent varijacije	12,56	10,05	12,00	9,91	11,77	11,84	14,05	15,58	11,24	10,46	11,82	15,53	14,28	15,09	11,21	10,99	12,67	12,56	12,99	11,91	10,69	10,93	10,02	9,70	10,57

Srednja vrijednost – Mean value; Standardna devijacija – Standard deviation; Koeficijent varijacije – Variability coefficient

sila je  $51,65 \pm 0,47$  mm. Najmanji stupanj varijabilnosti navedenog svojstva specifičan je za populaciju Sarajevo kod koje je vrijednost koeficijenta varijacije iznosila 7,50 %, dok je najveći stupanj varijabilnosti zabilježen kod populacije Ljubuški, sa vrijednošću koeficijenta od 13,21 %.

Koeficijent varijabilnosti za svojstvo dužina plojke lista do vrha bočnih režnjeva ( $L_4$ ) iznosio je 19,86 %, sa pojedinačnim variranjem od minimalnih 10,00 do maksimalnih 48,00 mm. Srednja vrijednost ovoga svojstva, na razini svih populacija, iznosila je  $28,60 \pm 0,10$  mm. Najmanja srednja vrijednost ovoga svojstva utvrđena je za populaciju Trebinje i iznosila je  $18,01 \pm 0,28$  mm, dok je najveća srednja vrijednost utvrđena za populaciju B. Luka i iznosila je  $38,40 \pm 0,40$  mm. Najmanji stupanj varijabilnosti navedenog svojstva specifičan je za populaciju Rogatica kod koje je koeficijent varijacije iznosio 8,98 %, dok je najveći stupanj varijabilnosti ovoga svojstva specifičan za populaciju Trebinje, sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 17,27 %.

Svojstvo dužina središnjeg režnja do ureza bočnih režnjeva ( $L_7$ ) imalo je koeficijent varijabilnosti od 21,69 %, sa pojedinačnim variranjem od 8,00 do 37,00 mm. Srednja vrijednost ovoga svojstva iznosila je  $19,45 \pm 0,08$  mm. Najmanja srednja vrijednost svojstva utvrđena je za populaciju Trebinje i iznosila je  $14,52 \pm 0,22$  mm, dok je najveća utvrđena za populaciju B. Luka i iznosila je  $25,70 \pm 0,41$  mm. Najmanji stupanj varijabilnosti svojstva bio je specifičan za populaciju Olovo, a najveći za populaciju B. Petrovac.

Koeficijent varijabilnosti svojstva širina plojke lista između vrhova donjih režnjeva ( $L_8$ ) iznosio je 20,50 %. Pojedinačne vrijednosti ovoga svojstva varirale su od 20,00 do 84,00 mm. Srednja vrijednost ovoga svojstva, na razini svih populacija zajedno, iznosila je  $45,15 \pm 0,17$  mm. Najmanja srednja vrijednost ovoga svojstva utvrđena je za populaciju Trebinje i iznosila je  $28,15 \pm 0,36$  mm, a najveća za populaciju B. Luka i iznosila je  $59,97 \pm 0,65$  mm. Najmanji stupanj varijabilnosti ovoga svojstva specifičan je za populaciju Bratunac, a najveći za populaciju Ljubuški.

Svojstvo maksimalna širina plojke lista ( $L_{10}$ ) imalo je koeficijent varijabilnosti od 16,32 %. Pojedinačna variranja ovoga svojstva kretala su se od 26,50 do 84,00 mm. Srednja vrijednost ovoga svojstva iznosila je  $50,77 \pm 0,15$  mm. Najmanja srednja vrijednost registrirana je za populaciju Trebinje i iznosila je  $34,49 \pm 0,30$  mm, dok je najveća srednja vrijednost registrirana kod populacije B. Luka i iznosila je  $64,25 \pm 0,53$  mm. Najmanji stupanj varijabilnosti ovoga svojstva specifičan je za populaciju Bihać, kod koje je vrijednost koeficijenta varijacije iznosio 6,06 % a najveći za populaciju Posušje, sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 13,79 %.

Širina plojke lista između vrhova bočnih režnjeva ( $L_{11}$ ) je svojstvo koje se odlikovalo koeficijentom varijabilnosti od 16,09 %. Pojedinačna variranja ovoga svojstva kretala su se

od 26,50 do 80,00 mm. Srednja vrijednost ovoga svojstva iznosila je  $49,91 \pm 0,15$  mm. Najmanja srednja vrijednost ovoga svojstva utvrđena je za populaciju Trebinje i iznosila je  $34,28 \pm 0,30$  mm dok je najveća utvrđena za populaciju B. Luka i iznosila je  $61,52 \pm 0,54$  mm. Najmanji stupanj varijabilnosti svojstven je populaciji Bratunac kod koje je koeficijent varijacije iznosio 6,70 %, a najveći populaciji Posušje sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 14,39 %.

Koeficijent varijabilnosti svojstva širina plojke lista između ureza bočnih režnjeva ( $L_{12}$ ) iznosio je 20,61 %, a pojedinačna variranja kretala su se od 7,50 do 35,00 mm. Srednja vrijednost ovoga svojstva iznosila je  $17,46 \pm 0,07$  mm. Najmanja srednja vrijednost svojstvena je populaciji Trebinje i iznosila je  $11,37 \pm 0,18$  mm, dok je najveća svojstvena populaciji Derventa i iznosila je  $22,30 \pm 0,29$  mm. Najmanji stupanj varijabilnosti ovoga svojstva dobiven je za populaciju Tuzla, kod koje koeficijent varijacije iznosi 10,64 %, a najveći za populaciju Posušje, sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 20,88 %.

Kod svojstva širina središnjeg režnja ( $L_{13}$ ) utvrđen je koeficijent varijabilnosti sa vrijednošću od 18,92 %, sa pojedinačnim variranjima od 8,00 do 35,00 mm. Srednja vrijednost ovoga svojstva iznosila je  $18,41 \pm 0,06$  mm. Najmanja srednja vrijednost svojstvena je populaciji Trebinje i iznosila je  $12,63 \pm 0,18$  mm, dok je najveća svojstvena populaciji Derventa i iznosila je  $22,65 \pm 0,30$  mm. Najmanji stupanj varijabilnosti ovoga svojstva utvrđen je za populaciju Višegrad sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 10,33 %, a najveći za populaciju Posušje sa vrijednošću od 20,55 %.

Za svojstvo veličina kuta ( $\alpha$ ) između nerva središnjeg i bočnoga režnja ( $L_{14}$ ) determiniran je koeficijent varijabilnosti od 13,06 %. Veličina kuta ( $\alpha$ ) između nerva središnjeg i bočnoga režnja ( $L_{14}$ ) varirala je od 30,00 do 75,00°. Srednja vrijednost ovoga svojstva iznosila je  $47,23 \pm 0,11$ °. Najmanja srednja vrijednost ovoga svojstva utvrđena je kod populacije B. Luka i iznosila je  $43,02 \pm 0,53$ °, dok je najveća utvrđena kod populacije Mostar i iznosila je  $50,53 \pm 0,69$ °. Najmanja varijabilnost ovoga svojstva dobivena je za populaciju Derventa kod koje je koeficijent varijacije iznosio 10,26 %, dok je najveća varijabilnost bila specifična za populaciju B. Grahovo, sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 15,88 %.

Veličina kuta ( $\beta$ ) između nerva središnjeg i donjega režnja ( $L_{15}$ ) je bilo svojstvo sa koeficijentom varijabilnosti od 10,63 %. Pojedinačna variranja bila su u rasponu od 58,00 do 118,0°. Srednja vrijednost ovoga svojstva iznosila je  $85,88 \pm 0,17$ °. Najmanja srednja vrijednost karakteristična je za populaciju Kreševo i iznosila je  $80,20 \pm 0,95$ °, dok je najveća srednja vrijednost svojstvena populaciji Mostar i iznosila je  $93,28 \pm 1,03$ °. Najmanji stupanj varijabilnosti ovoga svojstva dobiven je za populaciju Rama kod koje je koeficijent varijacije iznosio 5,76 %, dok je najveći stupanj varijabilno-

sti ovoga svojstva bio specifičan za populaciju B. Grahovo, sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 13,04 %.

Odnos maksimalne dužine plojke lista i maksimalne širine plojke lista ( $L_{16}$ ) je svojstvo sa koeficijentom varijacije od 7,23 %. Pojedinačne vrijednosti ovoga svojstva varirale su od 0,63 do 1,09. Njegova srednja vrijednost, gledajući za sve populacije zajedno, iznosila je  $0,85 \pm 0,001$ . Populacija koja je imala najmanju spljoštenost lista odnosno populacija kod koje je zabilježena najmanja srednja vrijednost ovoga izvedenoga svojstva bila je populacija Sarajevo, sa vrijednošću od  $0,82 \pm 0,004$ . Populacija koja je imala najveću spljoštenost lista je bila populacija B. Luka. Navedena vrijednost je iznosila  $0,87 \pm 0,01$ . Populacija Sarajevo za koju je bila karakteristična minimalna srednja vrijednost bila je ujedno i populacija koja je imala najmanji stupanj varijabilnosti ovoga svojstva, sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 5,68 % dok je najveći stupanj varijabilnosti ovoga svojstva bio specifičan populaciji Trebinje sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 8,22 %.

Odnos maksimalne dužine plojke lista i dužine središnjeg režnja do ureza bočnih režnjeva ( $L_{17}$ ) je svojstvo sa koeficijentom varijacije od 14,27 %. Svojstvo je variralo od 1,51 do 4,00. Njegova srednja vrijednost, gledajući za sve populacije zajedno, iznosila je  $2,25 \pm 0,01$ . Najmanja srednja vrijednost zabilježena je kod populacije Trebinje i iznosila je  $2,01 \pm 0,03$ , dok je najveća srednja vrijednost zabilježena kod populacije Derвента i iznosila je  $2,42 \pm 0,03$ . Populacija Olovo je imala najmanji stupanj varijabilnosti sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 10,90 %, dok je najveći stupanj varijabilnosti specifičan za populaciju B. Petrovac, sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 17,62 %.

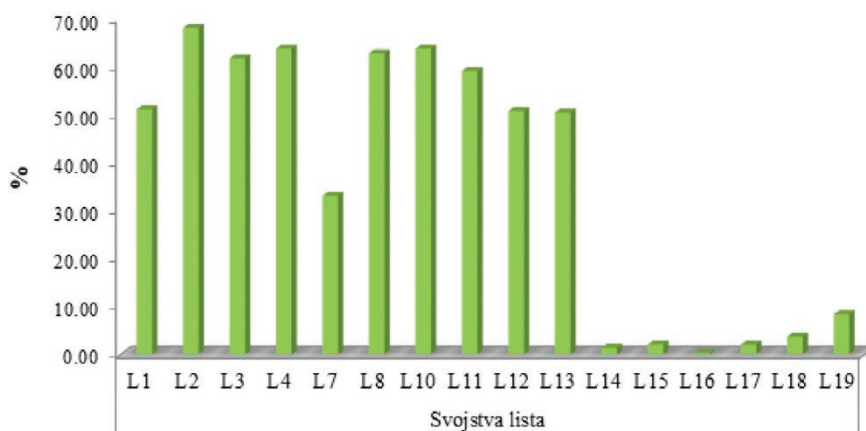
Odnos širine plojke lista između vrhova donjih režnjeva i širine plojke lista između ureza donjih režnjeva ( $L_{18}$ ) je svojstvo kod kojega je koeficijent varijacije iznosio 9,26 %. Pojedinačne vrijednosti svojstva varirale su od 0,87 do 1,74. Srednja vrijednost ovoga svojstva iznosila je  $1,24 \pm 0,002$ . Najmanja srednja vrijednost zabilježena je kod populacije

Ljubuški i iznosila je  $1,14 \pm 0,01$ , dok je najveća srednja vrijednost zabilježena kod populacije B. Luka i iznosila je  $1,31 \pm 0,01$ . Populacija Olovo je imala najmanji stupanj varijabilnosti ovoga svojstva, sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 6,57 %, dok je najveći stupanj varijabilnosti ovoga svojstva bio specifičan za populaciju Livno, sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 11,45 %.

Odnos širine plojke lista između vrhova donjih režnjeva i širine plojke lista između vrhova bočnih režnjeva ( $L_{19}$ ) se odlikovalo koeficijentom varijacije od 13,20 %. Pojedinačne vrijednosti ovoga svojstva varirale su od 0,53 do 1,37. Njegova srednja vrijednost, gledajući za sve populacije zajedno, iznosila je  $0,90 \pm 0,002$ . Najmanja srednja vrijednost zabilježena je kod populacije Ljubuški i iznosila je  $0,78 \pm 0,01$ , dok je najveća srednja vrijednost zabilježena kod populacije B. Luka i iznosila je  $0,98 \pm 0,01$ . Populacija Bratunac imala je najmanji stupanj varijabilnosti, sa vrijednošću koeficijenta varijacije od 9,70 %, dok je najveći stupanj varijabilnosti ovoga svojstva specifičan populaciji B. Grahovo, sa vrijednošću od 15,58 %.

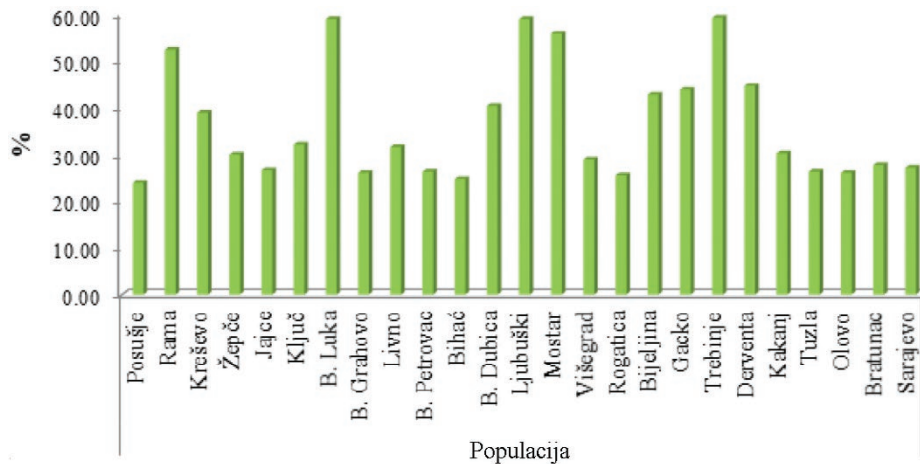
Analizom varijance svojstava lista utvrđeno je da, na razini značajnosti 0,05, postoje statistički značajne razlike između populacija za svih 16 analiziranih svojstava lista. Analizirajući strukturu razlika na razini pojedinačnih svojstava lista za sve populacije zajedno, višestrukim testiranjem (na razini značajnosti 0,05) ustanovljeno je da je 10 od 16 analiziranih svojstava lista imalo relativno veliki doprinos u razlikovanju i razgraničenju populacija klena s obzirom na postotak u kojemu su razlike između populacija bile statistički značajne (slika 2). Radi se o mjernim svojstvima lista ( $L_1, L_2, L_3, L_4, L_7, L_8, L_{10}, L_{11}, L_{12}$  i  $L_{13}$ ) dok su izvedena svojstva ( $L_{16}, L_{17}, L_{18}$  i  $L_{19}$ ) i dva mjerna svojstva geometrijske skale podataka ( $L_{14}$  i  $L_{15}$ ), imala relativno mali doprinos u razlikovanju istraživanih populacija klena.

Promatrajući strukturu razlika na razini pojedinačnih populacija za sva analizirana svojstva lista zajedno (slika 3), vidjet ćemo da je relativno velika izdiferenciranost zabilje-



**Slika 2.** Postotak statistički značajnih višestrukih usporedbi Tukeyevim testom na razini pojedinačnih svojstava lista, za sve populacije zajedno.  
**Figure 2.** Percentage of statistically significant multiple comparisons with the Tukey's test at the level of individual leaf traits for all populations together.





**Slika 3.** Postotak statistički značajnih višestrukih usporedbi Tukeyevim testom na razini pojedinačnih populacija, za sva analizirana svojstva lista zajedno.

**Figure 3.** Percentage of statistically significant multiple comparisons with the Tukey's test at the level of individual populations for all leaf traits together.

žena kod pet istraživanih populacija. Radi se o četiri hercegovačke populacije koje su se izdvojile zbog iznimno malih prosječnih vrijednosti svojstava lista a to su populacije: Trebinje, Ljubuški, Mostar i Rama, te o populaciji Banja Luka koja je pokazala veliku divergentnost zbog maksimalnih prosječnih vrijednosti analiziranih svojstava lista. Najmanju izdiferenciranost pokazala je populacija Posušje (slika 3).

Analizom komponenti varijance svojstava lista dobiven je uvid u zastupljenost pojedinih izvora varijabilnosti (populacija i stablo/populacija) u ukupnoj varijabilnosti populacija klena za sva analizirana svojstva lista. Prilikom analize komponenti varijance korišteni su prosječni podaci po stablu a ne pojedinačni podaci pojedinih listova. Iz tablice 5

vidljivo je da je kod svojstava lista za većinu istraživanih svojstava utvrđena veća međupopulacijska varijabilnost. Naime, 10 od 12 mjernih svojstava lista pokazala su da međupopulacijska varijabilnost u ukupnoj varijanci ima veći udio nego unutarpopulacijska varijabilnost (svojstva  $L_1$ - $L_{13}$ ). Odstupanje od ovoga pravila pokazuju dva mjerna svojstva lista a to su: veličina kuta ( $\alpha$ ) između nerva središnjeg i bočnoga režnja ( $L_{14}$ ), te veličina kuta ( $\beta$ ) između nerva središnjeg i donjega režnja ( $L_{15}$ ). Kod tih dvaju mjernih svojstava utvrđeno je da unutarpopulacijska varijabilnost u ukupnoj varijanci ima veći udio od međupopulacijske varijabilnosti, kao i što je slučaj sa četirima izvedenim svojstvima koji definiraju oblik lista.

#### 4. RASPRAVA I ZAKLJUČCI DISCUSSION AND CONCLUSION

Morfološka istraživanja klena nisu bila predmetom brojnih i opsežnih istraživanja na prostoru Europe. Razlozi primarno leže u malom komercijalnom značaju ove vrste iako predstavlja značajan ekološki element različitih ekosustava unutar svoje prirodne rasprostranjenosti, kao i poljoprivrednih krajobraza. Primarni fokus istraživača ove vrste bila je unutarvrstna taksonomija kompleksa *Acer campestre* sensu lato.

Unatoč brojnim istraživanjima u prošlosti (Pax 1885; Malý 1906; Hayek 1927; Plavšić 1941; Fukarek 1953; Drenkovski 1979), taksonomija (*Acer campestre* L.) još uvijek nije u potpunosti razjašnjena zbog izrazite lokalne i regionalne varijabilnosti ove vrste. Sama činjenica o prisutnoj i neriješenoj taksonomskoj kompleksnosti posredno ukazuje na opću morfološku varijabilnost unutar vrste. Provedena detaljna istraživanja morfološke varijabilnosti klena u Bosni i Hercegovini predstavljaju pionirska istraživanja ove vrste. Njima je potvrđena činjenica izražene morfološke varijabilnosti koja su imala za rezultat značajnu izdiferenciranost

**Tablica 5.** Izvori varijabilnosti u ukupnoj varijanci svojstava lista.

**Table 5.** Sources of variability in the total variance of the leaf traits.

Svojstvo lista Leaf trait	Populacija Population	Stablo/populacija Tree/population	Ukupno Total
	stepeni slobode 24 degree of freedom 24	stepeni slobode 264 degree of freedom 264	
$L_1$	72,14	27,86	100,00
$L_2$	85,94	14,06	100,00
$L_3$	84,06	15,94	100,00
$L_4$	84,52	15,48	100,00
$L_7$	67,49	32,51	100,00
$L_8$	82,37	17,63	100,00
$L_{10}$	84,67	15,33	100,00
$L_{11}$	80,25	19,75	100,00
$L_{12}$	70,61	29,39	100,00
$L_{13}$	69,96	30,04	100,00
$L_{14}$	10,08	89,92	100,00
$L_{15}$	12,50	87,50	100,00
$L_{16}$	7,36	92,64	100,00
$L_{17}$	9,48	90,52	100,00
$L_{18}$	13,36	86,64	100,00
$L_{19}$	24,23	75,77	100,00

i strukturiranost populacija na malom prostoru unutar Bosne i Hercegovine, u usporedbi s ukupnom prirodnom rasprostranjenosti ove vrste. Općenito uzevši, uzorkovane populacije klena u Bosni i Hercegovini odlikovale su se visokim stupnjem varijabilnosti lista, pri čemu su izvedena svojstva bila manje varijabilna od mjernih, ukazavši tako na nižu stopu variranja oblika od dimenzija lista.

Na temelju koeficijenta varijacije utvrđeno je da je najvarijabilnije svojstvo lista bila dužina peteljke lista, što je za ovu vrstu ustanovio i Drenkovski (1979). Isti obrazac je uočen i kod drugih vrsta javora (*A. monspessulanum*, *A. intermedium* i *A. obtusatum*; Tripić 2011). Također, ovo svojstvo predstavlja najvarijabilnije ili pripada grupi svojstava sa najvećim koeficijentom variranja i kod niza različitih drvenastih vrsta: *Fagussylvatica* L. (Mišić 1957), *Carpinusbetulus* L. (Dinić 1965), *Quercusrobur* L. (Franjić 1996; Bašić i sur. 2007; Ballian i sur. 2010), *Quercuspubescens* Wildenow (Škvorc i sur. 2005), *Ulmusminor* Mill. (Zebec 2009), *Castanearsativa* (Mujagić-Pašić i Ballian 2012) i *Quercustrojana* (Ballian i sur. 2014). S druge strane, očekivano je najmanju varijabilnost pokazalo svojstvo odnos maksimalne dužine plojke lista i maksimalne širine plojke lista ( $L_{16}$ ) koje predstavlja izvedeno svojstvo te posredno definira oblik lista. I kod drugih istraživanih vrsta javora (*A. monspessulanum*, *A. intermedium* i *A. obtusatum*) izvedena svojstva su bila najmanje varijabilna i nisu se pokazala kao svojstva kod vrsta iz drugih rodova: *Quercuspubescens* (Škvorc i sur. 2005), *Quercusrobur* (Bašić i sur. 2007), *Quercustrojana* (Ballian i sur. 2014) uočen je isti obrazac.

Promatrajući srednje vrijednosti pojedinačnih svojstava lista na razini populacija, uočljivo je izdvajanje dvije populacije s ekstremnim vrijednostima: populacije Trebinje i populacije Banja Luka. Unutar populacije Trebinje utvrđene su najniže srednje vrijednosti za 11 od ukupno 16 svojstava lista, a najviše srednje vrijednosti u populaciji Banja Luka, gdje je također, uočeno 11 maksimuma od ukupno 16 svojstava lista. Općenito je uočljiv trend ekstremnih minimalnih vrijednosti za najjužnije populacije (Trebinje, Ljubuški, Mostar, Rama i Gacko) te ekstremnih maksimalnih vrijednosti za najsjevernije bosanskohercegovačke populacije (Banja Luka, Bijeljina, Derventa i Bosanska Dubica). Trend povećanja veličine morfoloških svojstava lista s porastom zemljopisne širine uočen je i na drugim vrstama (Glišić 1975; Li i sur. 1998; Škvorc 2003; Zebec 2009). S druge strane, kod pojedinih vrsta nije bilo povezanosti između varijacije svojstava lista i zemljopisne širine, već su izvori varijabilnosti bili drugačije prirode (Kovačić i Nikolić 2005; Ballian i sur. 2012, 2014).

Iako su rezultati analize varijance pokazali da postoje statistički značajne razlike između populacija za sva analizirana svojstva lista ipak, rezultati komponenti varijance ukazuju da su kod svih mjernih svojstava izuzev svojstava kuta žila ( $L_{14}$  i  $L_{15}$ ), razlike bile izraženije nego kod izvedenih

svojstava lista ,zbog čega su mjerna svojstva lista (izuzev kutova žila lista) pokazala veću međupopulacijsku od unutarpopulacijske varijabilnosti.

Izraženija među- u odnosu na unutarpopulacijsku varijabilnost svojstava lista klena nije u skladu s većinom rezultata dobivenih kod drugih drvenastih vrsta (Franjić 1996; Kajba 1996; Škvorc 2003; Idžojić i sur. 2006; Poljak 2014; Poljak i sur. 2014; Ballian i sur. 2012; Popović i Kerkez 2016) pa čak ni kod vrsta iz roda *Acer* (Tripić 2011). Uzroke za veću među- od unutarpopulacijske varijabilnosti kod lista klena, treba potražiti u ekološko-zemljopisnim značajkama područja unutar kojega su uzorkovane populacije. Za pretpostaviti je da su ekstremno visoke prosječne temperature zraka, posebice izražene u submediteranskom dijelu Bosne i Hercegovine (populacije Trebinje, Ljubuški i Mostar), imale za posljedicu smanjenje lisne površine radi reduciranja gubitka vode uslijed transpiracije, što je potvrđeno u brojnim studijama (Meier i Leuschner 2008; Xu i sur. 2009).

Dobiveni rezultati mogu poslužiti kao temelj za nastavak istraživanja u drugim dijelovima areala vrste s ciljem determiniranja interakcijskog utjecaja ekoloških, zemljopisnih, klimatskih i migracijskih čimbenika na ukupnu morfološku varijabilnost populacija klena.

## 5. LITERATURA REFERENCES

- Ballian, D., A. Hajrudinović, J. Franjić, F. Bogunić, 2014: Morfološka varijabilnost lista makedonskoga hrasta (*Quercus trojana* Webb.) u Bosni i Hercegovini i Crnoj Gori. Šumarski list, 138 (3–4): 135–144.
- Ballian, D., F. Bogunić, A. Čabaravdić, S. Pekeč, J. Franjić, 2012: Population differentiation in the wild cherry (*Prunus avium* L.) in Bosnia and Herzegovina. Periodicum Biologorum, 114 (1): 43–54.
- Ballian, D., M. Memišević, F. Bogunić, N. Bašić, M. Marković, D. Kajba, 2010: Morfološka varijabilnost hrasta lužnjaka (*Quercusrobur* L.) na području Hrvatske i zapadnog Balkana. Šumarski list, 134(7–8): 371–386.
- Bašić, N., J. Kapić, D. Ballian, 2007: Morfometrijska analiza varijabilnosti svojstava lista hrasta lužnjaka (*Quercusrobur* L.) na području sjeverne Bosne. Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko, 42(1): 5–18.
- Brown, J.D., 1997: Statistics Corner: Questions and answers about language testing statistics: Skewness and kurtosis. Shiken: JALT Testing & Evaluation SIG Newsletter, 1(1): 16–18.
- Chybicki, I. J., B. Waldon-Rudziołek, K. Meyza, 2014: Population at the edge: increased divergence but not inbreeding towards northern range limit in *Acer campestre*. Tree Genetics and Genomes, 10: 1739–1753.
- Dinić, A., 1965: Varijabilnost lista graba (*Carpinus betulus* L.) u raznim sinuzijama asocijacije hrasta kitnjaka i graba (*Querceto-Carpinetum*). Arhiv Bioloških Nauka u Beogradu, 17(4): 289–297.
- Drenkovski, R., 1979: Taksonomska obrada *Acer campestre* – *Acer marsicum* - kompleksa u Jugoslaviji. Doktorska disertacija. Skopje-Beograd. Str. 116–139.

- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2001: Global Ecological Zoning for the Global Forest Resources Assessment 2000. Forestry Department, Rome, Italy.
- Franjić, J., 1996: Morfometrijska analiza varijabilnosti lista posavskih i podravskih populacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L., *Fagaceae*) u Hrvatskoj, Glasnik za šumske pokuse, 33: 153–214.
- Fukarek, P., 1953: Javori Bosne i Hercegovine u radovima Karla Malý-a. Godišnjak Biološkog Instituta u Sarajevu. God. V., Sv. 1–2.
- Glišić, M., 1975: Pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.) u Srbiji i njegov biološki i ekološki varijabilitet. Institut za šumarstvo i drvnu industriju, Beograd.
- Hayek, A., 1927: Prodrumus Florae peninsulae Balcanicae. Bd. I. Beihefte zu Fedde Repert. Spec. Novar. Bd. XXX/1. Berlin – Dahlen. Str. 601–607.
- IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, New York.
- Idžojtić, M., M. Zebec, D. Drvodelić, 2006: Varijabilnost populacija brekinje u kontinentalnom dijelu Hrvatske prema morfološkim obilježjima lišća i plodova. Glasnik za šumske pokuse, Posebno izdanje, 5: 305–314.
- Jovanović, B., 2000: Dendrologija. Univerziteti udžbenik. Beograd. Str. 360.
- Kajba, D., 1996: Međupopulacijska i unutarpopulacijska varijabilnost breze (*Betula pendula* Roth.) u dijelu prirodne rasprostranjenosti u Republici Hrvatskoj. Glasnik za šumske pokuse, 33: 53–108.
- Kovačić, S., T. Nikolić, 2005. Relations between *Betula pendula* Roth. (Betulaceae) leaf morphology and environmental factors in five regions of Croatia. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, 47/2: 1–7.
- Li, B., Suzuki J.I., T. Hara, 1998. Latitudinal variation in plant size and relative growth rate in *Arabidopsis thaliana*. Oecologia, 115(3): 293–301.
- Malý, K., 1906: *Acer campestre* L. var. *varbossanium* Malý u Dörfler. Herbarium Normale Schedae ad Cent. XLVII. Wien, 4617: 190.
- Meier, I. C., C. Leuschner, 2008: Leaf Size and Leaf Area Index in *Fagus sylvatica* Forests: Competing Effects of Precipitation, Temperature, and Nitrogen Availability. Ecosystems, 11(5): 655–669.
- Mikić, T., 2007: Analiza morfoloških parametara lista divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u Bosni i Hercegovini. Disertacija, Šumarski fakultet u Banja Luci.
- Mišić, V., 1957: Varijabilitet i ekologija bukve u Jugoslaviji. Biološki Institut Narodne Republike Srbije. Posebna izdanja, Beograd, 1: 181.
- Mujagić-Pašić, A., D. Ballian, 2012: Variability of sweet chesnut (*Castanea sativa* Mill.) based on the morphological properties of leaf in natural population of Bosanska Krajina. Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo. Vol 42(1)(2): 57–69.
- Nagy, L., F. Ducci, 2004: EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for field maple (*Acer campestre*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. Str. 1–6.
- Pax, F., 1885: Monographie der Gattung *Acer*. Eangler Botanischer Jahrbücher VI. Str. 287 i dalje.
- Plavšić, S., 1941: Neue Pflanzenformen aus Bosnien. II. *Aceraceae*. Östterr. Botan. Zeitschrift Bd.90. Wien.Heft 4. Str. 213–223.
- Poljak, I., 2014: Morfološka i genetička raznolikost populacija i kemijski sastav plodova europskog pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u Hrvatskoj. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Str. 1–194.
- Poljak, I., M. Idžojtić, I. Šapić, J. Vukelić, M. Zebec, 2014: Population variability of grey (*Alnus incana* /L./ Moench) and black alder (*A. glutinosa* /L./ Gaertn.) in the Mura and Drava region according to the leaf morphology. Šumarski list, 138(1–2): 7–17.
- Popović, V., I. Kerkez, 2016: Varijabilnost populacija divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u Srbiji prema morfološkim svojstvima listova. Šumarski list, 140(7–8): 347–355.
- Praciak, A., N. Pasiecznik, D. Sheil, M. van Heist, M. Sassen, C. S. Correia, C. Dixon, G. Fyson, K. Rushford, C. Teeling, 2013: The CABI encyclopedia of forest trees, CABI, Oxfordshire, UK.
- Savill, P. S., 2013: The silviculture of trees used in British forestry. Centre for Agriculture and Bioscience International.
- Šilić, Č., 1990: Atlas drveća i grmlja. IP »Svetlost«, Sarajevo. Str. 132.
- Škvorc, Ž., 2003: Morfološka i genetička varijabilnost hrastova medunca (*Quercus pubescens* Wild.) i duba (*Q. virgiliana* /Ten./ ten.) u Hrvatskoj. Magistarski rad, Šumarski fakultet, Zagreb.
- Škvorc, Ž., J. Franjić, M. Idžojtić, 2005: Population structure of *Quercus pubescens* Willd. In Croatia according to morphology of leaves. Acta Botanica Hungarica. 47(1–2): 183–196.
- Sokal, R. R., F. J. Rohlf, 1981: Biometry – The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. 2nd ed. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Tripić, R., 2011: Obrasci ekološko-morfološke diferencijacije populacija i vrsta sekcije *Goniocarpa* Pojarkova roda *Acer* na jugoistočnim Dinaridima. Doktorska disertacija. Sarajevo. Str. 1–350.
- Wright, D. B., J. A. Herrington, 2011: Problematic standard errors and confidence intervals. Behavior Research Methods, 43: 8–17.
- Xu, F., W. Guo, W. Xu, Y. Wei, R. Wang, 2009: Leaf morphology correlates with water and light availability: What consequences for simple and compound leaves? Progress in Natural Science, Volume 19, Issue 12: 1789–1798.
- Zebec, M. 2009: Morfologija i varijabilnost nizinskog brijesta (*Ulmus minor* Mill. *Sensu latissimo*) u Hrvatskoj. Disertacija. Šumarski fakultet Zagreb.

## SUMMARY

Morphological variability of 25 populations of field maple (*Acer campestre* L.) in the territory of Bosnia and Herzegovina was researched. Morphometric investigation of intrapopulation and interpopulation variability was based on 19 morphological leaf traits, using descriptive and univariate statistical analyses. Leaf petiole length showed the highest variability, while calculated trait of the ratio between

the maximum length and maximum width of the leaf showed the lowest variability. Calculated traits were less variable than measured traits, indicating lower variation of leaf shape than leaf dimension. Variance analyses showed statistically significant differences between populations in all analyzed leaf traits. Multiple testing showed a higher interpopulation than intrapopulation variability in all measured traits except two traits of the geometric data scale (angle of the veins). Unlike measured leaf traits, all calculated leaf traits showed higher intrapopulation than interpopulation variability. The most divergent population, on the one hand, was Trebinje population, with most of the minimum mean values of the leaf, while on the other hand the most divergent was Banja Luka population, with most of the maximum mean values of the leaf. The obtained results can serve as a basis for further research into other parts of the distribution range of the species, in the purpose of determining the interaction influence of ecological, geographical, climatic and migration factors on the overall morphological variability of field maple populations.

---

**KEY WORDS:** field maple, leaf, morphological variability.