

## PRELIMINARNA ISTRAŽIVANJA MORFOLOŠKIH SVOJSTAVA LISTA SREBRNOLISNE LIPE (*TILIA TOMENTOSA* MOENCH) U BOSNI I HERCEGOVINI I SRBIJI

PRELIMINARY RESEARCH OF MORPHOLOGICAL TRAITS OF SILVER LINDEN (*TILIA TOMENTOSA* MOENCH) LEAVES IN BOSNIA AND HERZEGOVINA AND SERBIA

Selma Vejzagić<sup>1\*</sup>, Dalibor Ballian<sup>1</sup>, Mirzeta Memišević Hodžić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina  
\*e-mail: selma.vejzagic.90@gmail.com

### Izvod

Srebrnolisna lipa (*Tilia tomentosa* Moench) smatra se važnom vrstom drveća u borbi protiv klimatskih promjena, a također je vrlo cijenjena u hortikulturi. Cilj istraživanja je utvrditi postojanje interpopulacijske i intrapopulacijske varijabilnosti svojstava ove vrste u Bosni i Hercegovini i Srbiji.

Mjerena su morfološka svojstva listova srebrnolisne lipe iz doline rijeke Sane (dva lokaliteta), kanjona rijeke Neretve (dva lokaliteta), te Nacionalnog parka „Fruška gora” (dva lokaliteta), sa trideset stabala po lokalitetu i 30 listova po stablu.

Prosječna vrijednost duljine peteljke za sve populacije iznosi 40,3 mm, duljine plojke 111,0 mm, širine plojke 90,7 mm, udaljenosti prve desne razvijene žile od baze lista 0,3 mm, kut prve desne razvijene žile sa središnjom žilom 47,7°, duljina središnje žile 90,4 mm, odnos duljiina/širina plojke 1,3, odnos širina/duljiina plojke 0,8, ukupna duljina središnje žile sa petiolom 130,7 mm, duljina središnje žile/duljina peteljke 2,5, duljina peteljke/ukupna duljina središnje žile i peteljke 0,3. Najveći broj jedinki imao je dva primarna zupca po 1 cm duljine ruba lista. Analiza varijance za svojstva lista pokazala je da postoje statistički značajne razlike za sva svojstva lista po populacijama, dok je Dankanov test pokazao razdvajanje svih populacija u odvojene skupine za većinu svojstava.

S obzirom na značaj srebrnolisne lipe kao vrste prilagodljive na klimatske promjene, kao i medonosne i vrste cijenjene u hortikulturi, potrebno je proširiti istraživanja na veći broj populacija, te provesti istraživanja na molekularnoj razini.

**Ključne riječi:** morfologija lista, *Tilia tomentosa*, varijabilnost

## 1. UVOD / INTRODUCTION

Srebrnolisna lipa (*Tilia tomentosa* Moench) smatra se važnom vrstom drveća u borbi sa klimatskim promjenama zbog prilagođenosti suhim i toplim uvjetima u zemljama Srednje i Jugoistočne Europe (Yücedağ et al., 2019). Također je vrlo cijenjena u hortikulturi. Kako

navode Radoglou et al. (2008), *T. tomentosa* raste samo na prostoru bivše Jugoslavije, u Bugarskoj, Rumunjskoj i Grčkoj, dok Binder (2016) navodi da se *Tilia tomentosa* u prirodi može naći u sjeverozapadnoj Turskoj.

U prirodnim populacijama gdje više vrsta lipa raste zajedno primjetna je i njihova spontana hibridizacija, što otežava njihovo vrsno određivanje. O tom problemu su pisali u Engleskoj (Logan et al., 2015), te su zaključili o vrsnoj pripadnosti bili donijeti tek na temelju molekularnih istraživanja. U tom istraživanju nije bila zastupljena *Tilia tomentosa*, jer nije autohtona u Engleskoj.

Oberdorfer et al. (2001) navode da se *T. tomentosa* najčešće javlja u kserotermnoj zajednici *Quercetalia pubescentis*, a Binder (2016) navodi vrste sa kojima se *T. tomentosa* najbolje integrira: *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Tilia x europaea*, *Quercus cerris*, *Carpinus betulus*, *Ulmus laevis*, *Quercus robur* i *Quercus frainetto*. Kod nas se lipama nije posvećivala pažnja, ali su prisutne u sličnim biljnim zajednicama, o čemu piše Stefanović (1986), a rasprostranjene su širom Bosne i Hercegovine.

Dosadašnja istraživanja *T. tomentosa* oslanjaju se na rezultate morfoloških istraživanja, jer one populacije koje pokazuju visok indeks intrapopulacijske varijabilnosti sa morfološkog aspekta predstavljaju potencijalne kvalitetne populacije za buduća molekularna istraživanja.

Yücedağ et al. (2019) istraživali su karakteristike rasta srebrnolisne lipe u različitim područjima u Turskoj, te utvrdili statistički značajne razlike između područja po svim analiziranim svojstvima.

Dosadašnja istraživanja svojstva lista srebrnolisne lipe su jako skromna i nepotpuna (Mirchel, 1974; Rushforth, 1999; Jones, 2011; Tošković & Veličković, 2013; Ivanov et al., 2014).

Cilj ovog istraživanja je utvrditi postojanje interpopulacijske i intrapopulacijske varijabilnosti svojstava lista srebrnolisne lipe (*Tilia tomentosa*) u nekim populacijama Bosne i Hercegovine i Srbije.

## 2. MATERIJAL I METOD ISTRAŽIVANJA / MATERIAL AND METHODS

Za potrebe ovog istraživanja sakupljeni su uzorci listova srebrnolisne lipe iz Bosne i Hercegovine (dva lokaliteta u dolini rijeke Sane: Mrakovica i Vojskova na obroncima Kozare, dva lokaliteta u kanjonu rijeke Neretve: Donje Selo i Zijemlje na obroncima Prenja, te dva lokaliteta u Nacionalnom parku „Fruška gora“: Letenka i Jabuka na obroncima Fruške gore u Srbiji, kako je prikazano na Slici 1. Inače, sve populacije koje smo selekcionirali za istraživanje pripadaju kserotermnim zajednicama istraživanog područja.

Istraživanja su obuhvatila 30 listova po stablu i 30 stabala po populaciji. Posebno se vodilo računa o tome da se selekcioniraju čista stabla srebrne lipe, jer je poznato da lipe lako hibridiziraju. Stoga se pristupilo selekciji stabala za istraživanje na temelju oblika cvijeta i izražene dlakavosti lista. Listovi su sakupljeni sa kratkih bočnih izbojaka, sa južne strane stabla, iz sredine krošnje. Prilikom sakupljanja listova vršena je primarna selekcija lisnog materijala. Birana su stabla južnih i jugoistočnih ekspozicija, na nadmorskim visinama od 90 m (obala u kanjonu Neretve) do preko 380 m (Fruška Gora), pa do 420 m (obronci Kozare).

Mjerena svojstva lista su sljedeća (Slika 2):

1. duljina peteljke lista (mm)
2. duljina plojke lista (mm)
3. širina plojke (mm)
4. udaljenost prve desne razvijene žile od baze plojke (mm)
5. kut prve desne žile sa središnjom žilom plojke lista (mm)
6. duljina središnje žile (mm)

Izvedena svojstva:

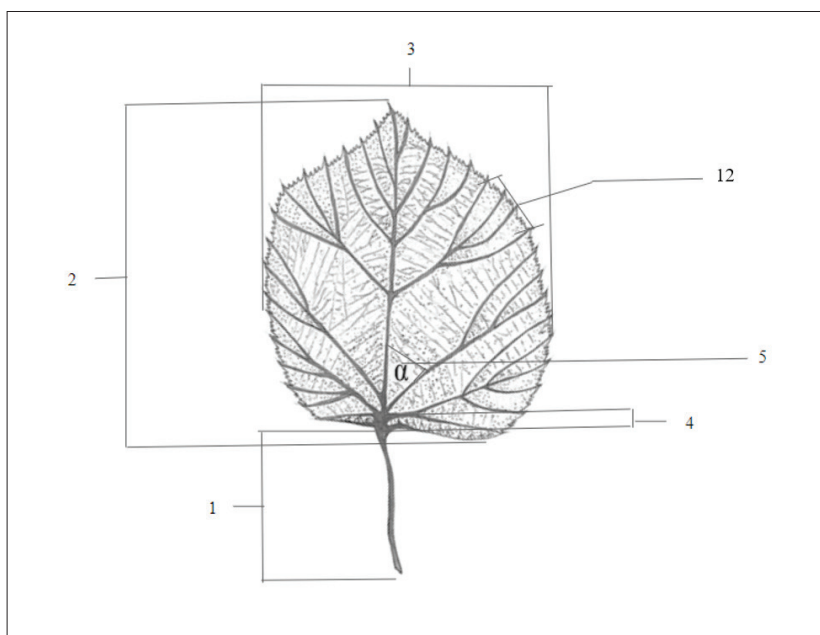
7. odnos širine prema duljini plojke
8. odnos duljine prema širini plojke lista
9. ukupna duljina središnje žile sa peteljkom (mm)
10. odnos duljine središnje žile prema duljini peteljke
11. odnos duljine peteljke prema ukupnoj duljini peteljke i središnje žile

Brojeno svojstvo lista:

12. broj primarnih zubaca na 1 cm duljine lista u sredini lista sa njegove desne strane.



**Slika 1.** Karta istraživanih populacija / **Figure 1.** Map of investigated populations



**Slika 2.** Mjerena (1–5) i brojna (12) svojstva lista srebrnolisne lipe / **Figure 2.** Measured (1–5) and counted (12) traits of silverleaf linden

Statistička analiza rađena je u statističkom programu SPSS 26.0, a obuhvatila je deskriptivnu analizu svojstava (osim broja zubaca), analizu varijance,

te Dankanov (Duncan) test po populacijama. Za svojstvo broja zubaca izračunate su frekvencije pojavljivanja pomoću funkcije „crosstabs“.

### 3. REZULTATI / RESULTS

U Tabeli 1 prikazani su deskriptivni pokazatelji svojstava lista po populacijama.

Kao što je vidljivo iz Tabele 1, prosječne vrijednosti duljine peteljke kretale su se od 21,7 mm

(Mrakovica) do 45,7 mm (Fruška gora – Jabuka). Za duljinu plojke prosječne vrijednosti su bile u intervalu od 102,3 mm (Vojskova) do 121,7 mm (Fruška Gora – Letenka). Najmanju prosječnu vrijednost širine plojke imala je populacija Vojs-

**Tabela 1.** Deskriptivni pokazatelji svojstava lista po populacijama / **Table 1.** Descriptive indicators of leaf traits per populations

Populacija / Population	N	Prosjeak / Mean	Standardna devijacija / Std. Deviation	Standardna greška / Std. Error	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijabilnosti (%) / Coefficient of variability
<b>Duljina peteljke (mm) / Petiole length (mm)</b>							
Vojskova (dolina Sane)	900	39,1	0,7	0,0	37,0	41,0	1,7
Mrakovica (Kozarac)	900	21,7	0,3	0,0	21,0	22,0	1,5
Donje Selo (Konjic)	900	45,6	0,1	0,0	45,1	45,9	0,3
Zimlje (Mostar)	900	44,6	0,3	0,0	44,0	44,9	0,7
Fruška gora – Letenka	900	45,4	0,3	0,0	45,0	46,0	0,7
Fruška gora – Jabuka	900	45,7	0,4	0,0	44,4	46,0	0,8
Total	5400	40,3	8,7	0,1	21,0	46,0	21,4
<b>Duljina plojke (mm) / Leaf lamina length (mm)</b>							
Vojskova (dolina Sane)	900	102,3	0,5	0,0	101,1	105,7	0,5
Mrakovica (Kozarac)	900	106,7	0,3	0,0	106,1	107,0	0,2
Donje Selo (Konjic)	900	110,3	1,1	0,0	101,3	111,0	1,0
Zimlje (Mostar)	900	107,5	0,2	0,0	107,1	108,0	0,2
Fruška gora – Letenka	900	121,7	0,3	0,0	121,0	121,9	0,2
Fruška gora – Jabuka	900	117,6	0,3	0,0	117,0	121,5	0,2
Total	5400	111,0	6,7	0,1	101,1	121,9	6,0
<b>Širina plojke (mm) / Leaf lamina width (mm)</b>							
Vojskova (dolina Sane)	900	81,7	0,0	0,0	81,7	81,7	0,0
Mrakovica (Kozarac)	900	88,5	0,2	0,0	88,3	88,7	0,2
Donje Selo (Konjic)	900	89,8	0,1	0,0	89,3	89,9	0,2
Zimlje (Mostar)	900	85,7	0,0	0,0	85,2	85,8	0,1
Fruška gora – Letenka	900	90,5	0,2	0,0	90,1	90,7	0,2
Fruška gora – Jabuka	900	88,4	0,3	0,0	88,2	89,0	0,3
Total	5400	87,5	3,0	0,0	81,7	90,7	3,4
<b>Udaljenost prve desne razvijene žile od baze lista (mm) / Distance of the first right developed nerve from the leaf base (mm)</b>							
Vojskova (dolina Sane)	900	0,4	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0
Mrakovica (Kozarac)	900	0,4	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0
Donje Selo (Konjic)	900	0,2	0,0	0,0	0,2	0,3	13,8
Zimlje (Mostar)	900	0,2	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0
Fruška gora – Letenka	900	0,3	0,0	0,0	0,2	0,3	8,8
Fruška gora – Jabuka	900	0,3	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0
Total	5400	0,3	0,1	0,0	0,2	0,4	27,1

Populacija / Population	N	Prosjek / Mean	Standardna devijacija / Std. Deviation	Standardna greška / Std. Error	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijabilnosti (%) / Coefficient of variability
<b>Kut prve desne razvijene žile sa središnjom žilom (°) / Angle of the first right developed nerve with the central nerve (°)</b>							
Vojskova (dolina Sane)	900	47,2	0,0	0,0	47,2	47,2	0,0
Mrakovica (Kozarac)	900	47,3	0,0	0,0	47,2	47,3	0,1
Donje Selo (Konjic)	900	48,6	0,0	0,0	48,6	48,6	0,0
Zimlje (Mostar)	900	48,6	0,0	0,0	48,6	48,6	0,0
Fruška gora – Letenka	900	47,4	0,0	0,0	47,4	47,4	0,0
Fruška gora – Jabuka	900	47,3	0,0	0,0	47,3	47,3	0,0
Total	5400	47,7	0,6	0,0	47,2	48,6	1,3
<b>Duljina središnje žile (mm) / Central nerve length (mm)</b>							
Vojskova (dolina Sane)	900	84,3	0,0	0,0	84,2	84,3	0,1
Mrakovica (Kozarac)	900	100,3	0,0	0,0	100,3	100,3	0,0
Donje Selo (Konjic)	900	89,4	0,0	0,0	89,4	89,4	0,0
Zimlje (Mostar)	900	89,3	0,1	0,0	87,0	89,3	0,1
Fruška gora – Letenka	900	89,5	0,3	0,0	89,3	90,0	0,3
Fruška gora – Jabuka	900	89,5	0,0	0,0	89,5	90,0	0,0
Total	5400	90,4	4,8	0,1	84,2	100,3	5,3
<b>Duljina/širina plojke / Leaf blade length/Leaf blade width</b>							
Vojskova (dolina Sane)	900	1,2	0,0	0,0	1,2	1,3	0,4
Mrakovica (Kozarac)	900	1,2	0,0	0,0	1,2	1,2	0,4
Donje Selo (Konjic)	900	1,2	0,0	0,0	1,1	1,2	1,0
Zimlje (Mostar)	900	1,3	0,0	0,0	1,3	1,3	0,4
Fruška gora – Letenka	900	1,3	0,0	0,0	1,3	1,4	0,4
Fruška gora – Jabuka	900	1,3	0,0	0,0	1,3	1,4	0,5
Total	5400	1,3	0,1	0,0	1,1	1,4	4,1
<b>Širina/duljina plojke / Leaf blade width/Leaf blade length</b>							
Vojskova (dolina Sane)	900	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	0,5
Mrakovica (Kozarac)	900	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	0,2
Donje Selo (Konjic)	900	0,8	0,0	0,0	0,8	0,9	1,2
Zimlje (Mostar)	900	0,8	0,0	0,0	0,8	0,9	0,5
Fruška gora – Letenka	900	0,7	0,0	0,0	0,7	0,8	1,0
Fruška gora – Jabuka	900	0,8	0,0	0,0	0,7	0,8	0,6
Total	5400	0,8	0,0	0,0	0,7	0,9	4,1
<b>Ukupna duljina središnje žile sa peteljkom (mm) / Total length of central nerve with petiole (mm)</b>							
Vojskova (dolina Sane)	900	123,3	0,7	0,0	121,3	125,3	0,5
Mrakovica (Kozarac)	900	122,0	0,3	0,0	121,3	122,3	0,3
Donje Selo (Konjic)	900	134,9	0,1	0,0	134,4	135,3	0,1
Zimlje (Mostar)	900	133,8	0,3	0,0	131,4	134,2	0,2
Fruška gora – Letenka	900	134,9	0,4	0,0	134,3	135,9	0,3
Fruška gora – Jabuka	900	135,1	0,4	0,0	133,9	135,9	0,3
Total	5400	130,7	5,7	0,1	121,3	135,9	4,4

nastavak na sljedećoj stranici / continued

nastavak Tabele 1 / continuation of Table 1

Populacija / Population	N	Prosjeak / Mean	Standardna devijacija / Std. Deviation	Standardna greška / Std. Error	Minimum	Maksimum	Koeficijent varijabilnosti (%) / Coefficient of variability
<b>Duljina središnje žile/duljina peteljke / Central nerve length/Petiole length</b>							
Vojskova (dolina Sane)	900	2,2	0,0	0,0	2,1	2,3	1,7
Mrakovica (Kozarac)	900	4,6	0,1	0,0	4,6	4,8	1,5
Donje Selo (Konjic)	900	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	0,3
Zimlje (Mostar)	900	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	0,7
Fruška gora – Letenka	900	2,0	0,0	0,0	1,9	2,0	0,7
Fruška gora – Jabuka	900	2,0	0,0	0,0	1,9	2,0	0,7
Total	5400	2,4	1,0	0,0	1,9	4,8	39,9
<b>Duljina peteljke/ukupna duljina središnje žile i peteljke / Petiole length/ Total length of central nerve with petiole</b>							
Vojskova (dolina Sane)	900	0,32	0,00	0,00	0,31	0,33	1,3
Mrakovica (Kozarac)	900	0,18	0,00	0,00	0,17	0,18	2,1
Donje Selo (Konjic)	900	0,34	0,00	0,00	0,34	0,34	0,0
Zimlje (Mostar)	900	0,33	0,00	0,00	0,33	0,34	0,1
Fruška gora – Letenka	900	0,34	0,00	0,00	0,33	0,34	1,1
Fruška gora – Jabuka	900	0,34	0,00	0,00	0,33	0,34	0,3
Total	5400	0,31	0,06	0,00	0,17	0,34	19,0

kova, 81,7 mm, a najveću Fruška gora – Letenka, 90,5 mm. Prosječna udaljenost prve desne razvijene žile od baze lista kretala se od 0,2 mm (populacije Donje Selo i Zimlje) do 0,4 mm (Vojskova i Mrakovica). Prosječan kut prve desne razvijene žile sa središnjom žilom bio je u intervalu 47,2° kod populacije Vojskova do 48,6° kod populacija Donje Selo i Zimlje. Najmanju prosječnu duljinu središnje žile imala je populacija Vojskova, 84,3 mm, a najveću Mrakovica, 100,3 mm.

Prosječan odnos duljine plojke naspram širine plojke kretao se od 1,2 (Vojskova, Mrakovica, Donje Selo) do 1,3 (Zimlje, Fruška gora – Letenka, Fruška gora – Jabuka). Prosječan odnos širine plojke naspram duljine plojke bio je 0,7 za populaciju Fruška gora – Letenka, i 0,8 za sve ostale populacije.

Prosječna ukupna duljina središnje žile sa peteljkom iznosila je od 122,0 za populaciju Mrakovica do 135,1 za populaciju Fruška gora – Jabuka. Prosječan odnos duljine peteljke prema ukupnoj duljini središnje žile sa peteljkom izno-

sio je od 0,18 za populaciju Mrakovica do 0,34 za populacije Donje Selo, Fruška gora – Letenka i Fruška gora – Jabuka.

U Tabeli 2 prikazane su frekvencije broja primarnih zubaca po 1 cm ruba lista po populacijama.

Populacije Vojskova i Mrakovica imaju po 1 primarni zubac po 1 cm ruba lista, dok ostale populacije imaju po 2 zupca po 1 cm ruba lista.

U Tabeli 3 prikazani su rezultati analize varijance za svojstva lista po populacijama.

Analiza varijance po izvorima varijabilnosti pokazala je da za sva istraživana svojstva postoje statistički značajne razlike između populacija (Fizr. > Ftab, Sig. < 0,05). Prema stablu kao izvoru varijabilnosti statistički značajne razlike su utvrđene za većinu svojstava (osim širine plojke, udaljenosti prve desne razvijene žile od baze lista [mm] i kuta prve desne razvijene žile sa središnjom žilom [°]), kao i prema interakciji populacija\*stablo kao izvoru varijabilnosti.

**Tabela 2.** Frekvencije broja primarnih zubaca po 1 cm ruba lista po populacijama / **Table 2.** Frequencies of numbers of primary teeth per 1 cm of leaf edge per populations

Populacija / Population	Broj primarnih zubaca / Number of primary teeth		Ukupno / Total
	1	2	
Vojskova (dolina Sane)	900	0	900
Mrakovica (Kozarac)	900	0	900
Donje Selo (Konjic)	0	900	900
Zimlje (Mostar)	0	900	900
Fruška Gora – Letenka	0	900	900
Fruška Gora – Jabuka	0	900	900
Ukupno / Total	1800	3600	5400

**Tabela 3.** Multivarijantna analiza varijance za svojstva lista po izvorima varijabilnosti / **Table 3.** Multivariate variance analysis for leaf traits per sources of variability

Izvor varijabilnosti / Source of variability	Suma kvadrata / Sum of Squares	Stupnjevi slobode / Degrees of freedom	Sredina kvadrata / Mean Square	F	Značajnost / Significance
<b>Duljina peteljke (mm) / Petiole length (mm)</b>					
Populacija / Population	403308,841	5	80661,76	543097,488	0,000
Stablo / Tree	17,304	29	0,59	4,017	0,000
Populacija*stablo / Population*tree	30,778	145	0,212	1,429	0,001
<b>Duljina plojke (mm) / Leaf lamina length (mm)</b>					
Populacija / Population	238990,849	5	47798,170	167973,620	0,000
Stablo / Tree	22,076	29	0,761	2,675	0,000
Populacija*stablo / Population*tree	96,407	145	0,665	2,337	0,000
<b>Širina plojke (mm) / Leaf lamina width (mm)</b>					
Populacija / Population	47947,238	5	9589,448	337244,857	0,000
Stablo / Tree	0,129	29	0,004	0,156	1,000
Populacija*stablo / Population*tree	1,446	145	0,010	0,351	1,000
<b>Udaljenost prve desne razvijene žile od baze lista (mm) / Distance of the first right developed nerve from the leaf base (mm)</b>					
Populacija / Population	34,463	5	6,893	26783,565	0,000
Stablo / Tree	0,002	29	0,075	0,292	1,000
Populacija*stablo / Population*tree	0,011	145	0,076	0,295	1,000
<b>Kut prve desne razvijene žile sa središnjom žilom (°) / Angle of the first right developed nerve with the central nerve (°)</b>					
Populacija / Population	2053,169	5	410,634	2985387,686	0,000
Stablo / Tree	0,005	29	0,000	1,140	0,276
Populacija*stablo / Population*tree	0,023	145	0,000	1,140	0,123
<b>Duljina središnje žile (mm) / Central nerve length (mm)</b>					
Populacija / Population	125520,734	5	25104,147	2103474,339	0,000
Stablo / Tree	0,803	29	0,028	2,321	0,000
Populacija*stablo / Population*tree	4,404	145	0,030	2,545	0,000

nastavak na sljedećoj stranici / continued

nastavak Tabele 3 / continuation of Table 3

Izvor varijabilnosti / Source of variability	Suma kvadrata / Sum of Squares	Stupnjevi slobode / Degrees of freedom	Sredina kvadrata / Mean Square	F	Značajnost / Significance
<b>Duljina/širina plojke / Leaf blade length/Leaf blade width</b>					
Populacija / Population	14,097	5	2,819	57979,805	0,000
Stablo / Tree	0,003	29	0,000	2,352	0,000
Populacija*stablo / Population*tree	0,014	145	0,098	3,344	0,000
<b>Širina/duljina plojke / Leaf blade width/Leaf blade length</b>					
Populacija / Population	5,362	5	1,072	36535,128	0,000
Stablo / Tree	0,003	29	0,000	3,447	0,000
Populacija*stablo / Population*tree	0,014	145	9,644E-5	1,983	0,000
<b>Ukupna duljina središnje žile sa peteljkom (mm) / Total length of central nerve with petiole (mm)</b>					
Populacija / Population	176550,020	5	35310,004	230091,850	0,000
Stablo / Tree	15,247	29	0,526	3,426	0,000
Populacija*stablo / Population*tree	32,522	145	0,224	1,462	0,000
<b>Duljina središnje žile/duljina peteljke / Central nerve length/Petiole length</b>					
Populacija / Population	5122,492	5	1024,498	935686,428	0,000
Stablo / Tree	0,110	29	0,004	3,472	0,000
Populacija*stablo / Population*tree	0,222	145	0,002	1,401	0,001
<b>Duljina peteljke/ukupna duljina središnje žile i peteljke / Petiole length/ Total length of central nerve with petiole</b>					
Populacija / Population	18,313	5	3,663	470509,292	0,000
Stablo / Tree	0,000	29	0,016	1,991	0,001
Populacija*stablo / Population*tree	0,002	145	0,013	1,643	0,000
<b>Broj primarnih zubaca po jednom cm ruba / Number of primary teeth per 1 cm of the leaf edge</b>					
Populacija / Population	1200,000	5	240,000	.	.
Stablo / Tree	0,000	29	0,000	.	.
Populacija*stablo / Population*tree	0,000	145	0,000	.	.

Multipli test Dankan po populacijama je proveden kako bi se utvrdilo postoji li grupiranje populacija sa zajedničkim srednjim vrijednostima za pojedina svojstva lista. Dankanov test je pokazao razdva-

janje svih populacija u zasebne skupine po većini svojstava lista, osim za svojstvo udaljenosti prve desne razvijene žile od baze lista, gdje populacije Vojskova (dolina Sane) i Mrakovica (Kozarac) čine

**Tabela 4.** Grupiranje populacija prema Dankan testu sa srednjim vrijednostima za svojstvo udaljenost prve desne razvijene žile od baze lista / **Table 4.** Grouping of populations with mean values for the trait of Distance of the first right developed nerve from the leaf base (mm)

Populacija	N	Subset for alpha = 0,05				
		1	2	3	4	5
Zimlje (Mostar)	900	0,2000				
Donje Selo Konjic	900		0,2092			
Fruška gora – Letenka	900			0,2928		
Fruška gora – Jabuka	900				0,3000	
Vojskova (dolina Sane)	900					0,4000
Mrakovica Kozarac	900					0,4000



jednu skupinu, kako je prikazano u Tabeli 4; kut prve desne razvijene žile sa središnjom žilom, gdje populacije Donje Selo (Konjic) i Zimlje (Mostar)

tvore jednu skupinu (Tabela 5), te duljina središnje žile, gdje populacije Fruška gora – Jabuka i Fruška gora – Letenka čine jednu skupinu (Tabela 6).

**Tabela 5.** Grupiranje populacija prema Dankan testu sa srednjim vrijednostima za svojstvo kut prve desne razvijene žile sa središnjom žilom / **Table 5.** Grouping of populations with mean values for the trait of Angle of the first right developed nerve with the central nerve (°)

Populacija	N	Subset for alpha = 0,05				
		1	2	3	4	5
Dolina Sane	900	47,2000				
Dolina Sane – brda	900	47,2909				
Fruška gora – Jabuka	900	47,3000				
Fruška gora – Letenka	900	47,4000				
Dolina Neretve – obala	900	48,6000				
Dolina Neretve – stijene	900	48,6000				

**Tabela 6.** Grupiranje populacija prema Dankan testu sa srednjim vrijednostima za svojstvo duljina središnje žile (mm) / **Table 6.** Grouping of populations with mean values for the trait of Central nerve length (mm)

Populacija	N	Subset for alpha = 0,05				
		1	2	3	4	5
Vojskova (dolina Sane)	900	84,2654				
Zimlje Mostar	900	89,2974				
Donje Selo Konjic	900	89,4000				
Fruška gora – Jabuka	900	89,5006				
Fruška gora – Letenka	900	89,5039				
Mrakovica Kozarac	900	100,3000				

#### 4. RASPRAVA / DISCUSSION

Dosadašnja istraživanja *T. tomentosa* oslanjaju se na rezultate morfoloških istraživanja, uz pretpostavku da one populacije koje pokazuju visok indeks unutarpopulacijske varijabilnosti sa morfološkog aspekta predstavljaju potencijalne kvalitetne populacije za buduće aktivnosti na oplemenjivanju, jer su izvori genetske varijabilnosti. Isto preporučuje Binder (2016), oslanjajući se na nalaze Bartha (1995), Dinić et al. (1999), Gülz et al. (1988), Grigoriadis & Petermann (1995), Horvat et al. (1974), Korkut (2011), Maedel (1977), Rodoglou et al. (2009), te Roloff et al. (2008).

Yücedağ et al. (2019) su istraživali karakteristike rasta srebrnolisne lipice u različitim područjima u Turskoj, te utvrdili statistički značajne razlike između područja po svim analiziranim svojst-

vima, što smo otkrili i u našem istraživanju, jer imamo veliku varijabilnost. Razloge treba tražiti u veličini populacije (Ballian & Kajba, 2011) – u pitanju su male, zatvorene populacije sa malim brojem stabala, koja su vjerojatno u srodničkim odnosima.

Ivanov et al. (2014) istraživali su morfološka svojstva vrsta lipa (*Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Tilia tomentosa*) u Rumunjskoj. Morfološke značajke vrsta roda *Tilia* istraživali su Phuekvilai & Wolff (2013), te utvrdili postojanje signifikantnih razlika između vrsta *Tilia cordata* i *Tilia platyphyllos*, tvrdeći da je iste često nemoguće uočiti ukoliko na stablima nema cvjetova, što je posljedica historijskih hibridizacija između ovih vrsta. Slična situacija je i sa srebrnolisnom lipom kada je miješana sa krupnolisnom i malolisnom

lipom, te se javljaju hibridne individue koje manje ili više liče na jednog ili drugog roditelja. Stoga smo vrlo obazrivo pristupili selekciji materijala za istraživanje.

Filiz et al. (2015) istraživali su genetsku varijabilnost srebrnolisne lipe u urbanim i šumskim ekosustavima korištenjem RAPD markera. Njihovi rezultati pokazali su visoku genetsku sličnost između uzoraka iz gradskih i šumskih ekosustava (28% do 92%) i nisu se razdvajali na UPGMA dijagramu, te su se grupirali zajedno prilikom PCA analize. Razlog tome je jak tok gena koji imaju lipe, jer je oplodnja vezana za entomofiliju, najčešće pčelama, koje znaju letjeti i više kilometara da opraše drugu biljku. Također, ovdje se treba osvrnuti i na plod lipe, koji je prilagođen za rasijavanje vjetrom (Jovanović 2000), te ga jači vjetrovi raznose kilometrima daleko.

Weryszko-Chmielewska & Sadowska (2010) istraživale su fenologiju cvjetanja i otpuštanje peludi četiri vrste lipa, uključujući i *T. tomentosa*. Cvatnja prve tri vrste trajala je 16 dana, dok je za *T. tomentosa* trajala 12 dana. Ovdje je jako značajno da su fenologije sukladne, odnosno da se preklapaju, što za posljedicu ima pojavu hibrida.

U istraživanju koje su proveli Ivanov et al. (2014) na vrstama lipa u Rumunjskoj, prosječna vrijednost duljine plojke za srebrnolisnu lipu bila je 91,7 mm, što je manje od prosječne vrijednosti za populacije u ovom istraživanju (ukupan prosjek 111,0 mm). Širina plojke u istraživanju Ivanov et al. (2014) iznosila je 90,6 mm, što je viša vrijednost od prosjeka za populacije u ovom istraživanju, koji je iznosio 87,5 mm. Prosječna duljina peteljke u istraživanju Ivanov et al. (2014) bila je 42,5 mm (40,3 mm u ovom istraživanju). Ovi prikazani rezultati nas upućuju na to da srebrnolisne lipe sa područja Rumunjske rastu u optimalnijim uvjetima, ali u slučaju kada su selekcionirane čiste individue za istraživanje, jer se prilikom hibridizacije javljaju heterotični efekti (Ballian, 2008).

Dobijena prosječna vrijednost duljine plojke lista u našem istraživanju u skladu je sa navodima Rushforth (1999) i Mitchell (1974), prema kojima listovi ove vrste dostižu duljinu do 12 cm,

razvijajući dlakavost cijelom gornjom stranom lista, uz izraženu nazubljenost cijelim obodom lista, dok peteljka naraste do 4 cm. Ako pak ove rezultate usporedimo sa rezultatima Ivanov et al. (2014), razlike možemo povezati sa ekološkim uvjetima iz kojih potječe istraživani materijal.

Mjerenja morfoloških parametara lista kod vrste *Tilia cordata* var. *Aureo-Variegata* (Beissner et al. 1903, Santamour & McArdle, 1985) ukazuju na to da je duljina plojke lista u prosjeku 6–7 cm kraća u odnosu na plojku lista *T. tomentosa* i da ima dužu peteljku, što je inače i osnovna razlika između ovih vrsta (Jovanović, 2000). Jones (2011) navodi kako širina lista *Tilia tomentosa* var. *rhodopetala* iznosi najviše 8 cm, a njena peteljka može narasti najviše do 3 cm, što je manje od dobijenih prosječnih vrijednosti u ovom istraživanju (širina lista 90,7 mm, duljina peteljke 40,3 mm).

Tošković & Veličković (2013) su, između ostalih morfoloških parametara, prikazali koeficijent koji pokazuje odnos širine lista prema njegovoj duljini i dobili su rezultate koji ukazuju na izometričnost ovog svojstva za sve listove analizirane pod uticajem različitih ekoloških parametara. Ako detaljnije analiziramo naša istraživanja, možemo reći da imamo izometričnost, koja je u skladu sa dobijenim rezultatima koje navode Tošković & Veličković (2013).

Prema Jones (2011), duljina peteljke kod vrste *Tilia americana* iznosi 0,5 do 0,3 ukupne duljine lista, dok kod analiziranih populacija iz Bosne i Hercegovine i Srbije odnos duljine središnje žile lista prema duljini peteljke iznosi 2,5.

Prema Rushforth (1999) i Mitchel (1974), peteljka kod *Tilia tomentosa* iznosi oko jedne četvrtine dužine lista, a prema Nagy & Kerri (1984), peteljka *Tilia tomentosa* f. *rhodopetala* čini nešto više od jedne trećine širine lista i nešto manje od jedne trećine dužine lista, što je djelomično u skladu sa navodima Jones (2011). Nagijeve navode citira i Jablonski (2011). U našem istraživanju prosječan odnos duljine peteljke prema ukupnoj duljini središnje žile sa peteljkom iznosio je od 0,18 za populaciju Mrakovica do 0,34 za populacije Donje Selo, Fruška gora – Letenka i Fruška gora – Jabuka.

Kad se radi o broju primarnih zubaca po 1 cm ruba lista, u ovom istraživanju populacije Vojskova i Mrakovica imaju po jedan zubac, a ostale populacije 2 zupca na 1 cm ruba lista. Prema Jones (2011), broj primarnih zubaca na 1 cm oboda lista *Tilia americana* iznosi 1, dok je duljinom oboda lista moguće izbrojati 50 do 80 zakrivljenih zubaca, ovisno o veličini lista. Tako su rezultati koje navodi Jones (2011), iako je on analizirao *Tilia americana*, djelomično sukladni sa našim rezultatima koje imamo kod populacija sa padina Kozare, dok ostale populacije imaju dva

zupca. Kako te druge dvije populacije dolaze iz nešto kserotermnijih uvjeta, za pretpostaviti je da kserotermnost uvjetuje pojavu više zubaca.

Na temelju dobijenih rezultata iz morfoloških istraživanja srebrnolisne lipe možemo reći da će oni poslužiti kao podloga za buduća morfološka i genetička istraživanja, koja će imati značaj u oplemenjivanju i očuvanju lipa, a samim time i u planiranju buduće proizvodnje sadnica za pošumljavanje i sadnju u parkovima te urbanim ekosistemima, osobito imajući u vidu prilagodljivost ove vrste klimatskim promjenama.

## 5. ZAKLJUČCI / CONCLUSIONS

U ovom istraživanju mjerena su i analizirana svojstva lista srebrnolisne lipe sa šest lokaliteta, četiri lokaliteta u Bosni i Hercegovini i dva lokaliteta u Srbiji. Mjereno je šest svojstava, a obuhvaćena su još i četiri izvedena svojstva i jedno brojano.

Prosječna vrijednost duljine peteljke za sve populacije iznosi 40,3 mm, duljine plojke lista 111,0 mm, širine plojke 90,7 mm, udaljenosti prve desne razvijene žile od baze plojke lista 0,3 mm, kut prve desne razvijene žile sa centralnim 47,7°, duljina središnje žile 90,4 mm, odnos duljina/širina plojke 1,3, odnos širina/duljina plojke 0,8, ukupna duljina središnje žile sa petiolom 130,7 mm, duljina središnje žile/duljina peteljke 2,5. Najveći broj jedinki imao je dva primarna zupca po 1 cm duljine ruba lista.

Analiza varijance po izvorima varijabilnosti pokazala je da za sva istraživana svojstva postoje statistički značajne razlike između populacija. Prema stablu kao izvoru varijabilnosti, statistički značajne razlike su utvrđene za većinu svojstava (osim širine plojke, udaljenosti prve desne razvijene žile od baze lista [mm] i kut prve desne razvijene žile sa središnjom žilom [°]), kao i prema interakciji populacija\*stablo kao izvoru varijabilnosti.

S obzirom na značaj srebrnolisne lipe kao vrste prilagodljive na klimatske promjene, kao i medonosne i vrste cijenjene u hortikulturi, te mali broj dosadašnjih istraživanja ove vrste, potrebno je proširiti istraživanja na veći broj populacija, te provesti istraživanja na molekularnoj razini.

## Literatura / References

- Ballian D. (2008). *Genetika sa oplemenjivanjem šumskog drveća – priručnik sa teorijskim osnovama*. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, INGB Sarajevo: 235 str.
- Ballian D., Kajba D. (2011). *Oplemenjivanje šumskog drveća i očuvanje njegove genetske raznolikosti*. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu - Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Sarajevo-Zagreb: 299 str.
- Bartha D. (1995). *Tilia tomentosa* MOENCH. U: Schuett, P. et al. (Ur.), *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. ECOMED Verlagsgesellschaft, Landsberg: 3/95: 1–7 str.
- Beissner L., Schelle E., Zabel H. (1903). *Handbuch der Laubholz-Benennung: systematische und alphabetische Liste aller in Deutschland ohne oder unter leichtem Schutz im freien Lande ausdauernden Laubholzarten und Formen mit ihren Synonymen*. Parey, Berlin: 625 str.
- Binder F. (2015). Silberlinde - Baumart mit Chancen im Klimawandel? *AFZ-Der Wald* 70(16): 23–27.
- Binder F. (2016). Kurzportrait Silberlinde (*Tilia tomentosa*). Preuzeto 10. decembra 2021. sa <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/kurzportrait-silberlinde>

- Dinić A., Mišić V., Savić D. (1999). Silver Linden (*Tilia tomentosa* Moench) in the community of sessile oak and hornbeam (*Rusco-Quercu-Carpinetum* B. Jov. 1979 *tiletosum tomentosae subass. nova*) on the Fruska Gora Mountain. *Matica Srpska Proceedings for Natural Sciences* 97: 63–78.
- Filiz E., Birbilener S., Ozyigit I.I., Kulac S., Sakinoglu Oruc F.C. (2015). Assessment of genetic variations of silver lime (*Tilia tomentosa* Moench.) by RAPD markers in urban and forest ecosystems. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 29(4): 631–636. doi:10.1080/13102818.2015.1042049
- Gülz P.G., Müller E., Noog B. (1988). Epicuticular leaf waxes of *Tilia tomentosa* Moench. and *Tilia x europaea* L., *Tiliaceae*. *Zeitschrift fuer Naturforschung, Section C, Biosciences* 43(3–4): 173–176.
- Grigoriadis N., Petermann J. (1995). Die Wälder zwischen Nestons und Bulgarien. *Forstarchiv* 66: 240–246.
- Horvat I., Glavač V., Ellenberg H. (1974). *Vegetation Südosteuropas*. Fischer, Stuttgart: 768 str.
- Ivanov P., Loghin C., Enescu C.M. (2014). Morphological differentiation between Romanian lime species (*Tilia* spp.): A case study. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering* 7 (56): 21–28.
- Jablonski E. (2011). Kultivierte Linden (*Tilia* L., *Malvaceae* Juss.) in Mitteleuropa. *Mitteilungen der Deutschen dendrologischen gesellschaft* 96: 33–56.
- Jones G. N. (2011). *Taxonomy of American species of linden (Tilia)*. University of Illinois Press, Urbana, Chicago and London, Illinois biological monographs 39(24): 46–47.
- Jovanović B. (2000). *Dendrologija*. Univerzitetaska štampa, Beograd: 536 str.
- Korkut S. (2011). Physical and mechanical properties and the use of lesser-known native Silver Lime (*Tilia argentea* Desf.) wood from Western Turkey. *African Journal of Biotechnology* 10(76): 17458–17465. doi:10.5897/AJB11.2915
- Logan S.A., Phuekvilai P., Wolff, K. (2015). Ancient woodlands in the limelight: delineation and genetic structure of ancient woodland species *Tilia cordata* and *Tilia platyphyllos* (*Tiliaceae*) in the UK. *Tree Genetics & Genomes* 11(3): 52. doi:10.1007/s11295-015-0872-z
- Naggy M., Kerri A. (1984). Role of the embryo in the cyto-analysis of the endosperm cells during the germination of the seeds of *Tilia platyphyllos* Scop. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen* 179(1/2): 145–148.
- Madel G. (1977). Vergiftungen von Hummeln durch den Nektar der Silberlinde *Tilia tomentosa* Moench. *Bonner zoologische Beiträge* 28: 149–154.
- Mitchell A. F. (1974). *A Field Guide to the Trees of Britain and Northern Europe*. Collins, London: 415 str.
- Phuekvilai P., Wolff K. (2013). Characterization of Microsatellite Loci in *Tilia platyphyllos* (*Malvaceae*) and Cross-Amplification in Related Species. *Applications in Plant Sciences* 1(4): 1200386. doi:10.3732/apps.1200386
- Pigott C.D. (1991). Biological flora of the British Isles: *Tilia cordata* Miller. *Journal of Ecology* 79: 1147–1207.
- Radoglou K., Dobrowolska D., Spyrogrou G., Nicolescu V.N. (2008). *A review on the ecology and silviculture of limes (Tilia cordata Mill., Tilia platyphyllos Scop. and Tilia tomentosa Moench.) in Europe*: 29 str. Preuzeto 16. decembra 2021. godine sa <https://bit.ly/322jVZ5>
- Rushforth K. (1999). *Trees of Britain and Europe*. Harper Collins Publishers, London: 1336 str.
- Roloff A., Bonn S., Gillner S. (2008). *Klimawandel und Baumartenwahl in der Stadt – Entscheidungsfindung mit der Klima-Arten-Matrix (KLAM)*. Institut für Forstbotanik und Forstzoologie der TU Dresden, Tharandt: 9 str. Preuzeto 16. decembra 2021. sa <https://bit.ly/3merIPT>
- Santamour F.S., McArdle A. (1985). Checklists of cultivars of Linden (*Tilia*) species. *Journal of Arboriculture* 11: 157–164.
- Stefanović V. (1986). *Fitocenologija sa pregledom šumskih fitocenoza Jugoslavije, II prošireno i dopunjeno izdanje*. Svjetlost, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo: 269 str.
- Tošković D., Veličković M. (2013). Comparison of allometric relationship and morphological differences in *Tilia cordata* Mill. outer leaves exposed to different environmental conditions. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 147(3): 611–619. doi:10.1080/11263504.2012.760496
- Weryszko-Chmielewska E., Sadowska D.A. (2010). The Phenology of Flowering and Pollen Release in Four Species of Linden (*Tilia* L.). *Journal of Apicultural Science* 54(2): 99–108.
- Yücedağ C., Özel H. B., Ayan S., Ducci F., Isajev V., Šeho M. (2019). Growth characteristics of *Tilia tomentosa* Moench. from different districts in the regions of Marmara and Western Black Sea in Turkey. *Genetika*: 51(2): 731–742. doi:10.2298/GENSR1902731Y

## Summary

Silver-leaf linden (*Tilia tomentosa* Moench.) is considered as a valuable tree species in the context of climate change due to its adaptation to dry and warm conditions in Central and Southeastern Europe. It is also highly valued in horticulture. The study aims to determine the interpopulation and intrapopulation variability of leaves of silver-leaf linden in Bosnia and Herzegovina and Serbia.

In this research, we collected silver-leaf linden leaves from the Sana river valley (two localities), the Neretva river canyon (two localities), and “Fruška Gora” National Park (two localities), including thirty trees per locality, and thirty leaves per tree. We measured: petiole length, leaf lamina length, leaf lamina width, the distance of the first right developed nerve from the base of the leaf lamina, angle of the first right nerve with the central nerve, central nerve length. We calculated traits of leaf lamina length/ leaf lamina width ratio, leaf lamina width/ leaf lamina length ratio, total length of central nerve and petiole, central nerve length/ petiole length ratio, petiole length/total length of central nerve and petiole, and counted the number of primary teeth per 1 cm of leaf length.

The average value of the petiole length for all populations was 40.3 mm, leaf lamina length 111.0 mm, leaf lamina width 90.7 mm, the distance of the first right developed nerve from the base of the leaf 0.3 mm, angle of the first right developed nerve with central nerve 47.7°, length of central nerve 90.4 mm, leaf lamina length/ leaf lamina width 1.3, leaf lamina width/ leaf lamina length 0.8, the total length of central nerve with petiole 130.7 mm, central nerve length/ petiole length 2.5, petiole length/total length of central nerve and petiole 0.3 (Table 1). The most had two primary teeth per 1 cm of leaf edge length (Table 2). Analysis of variance showed statistically significant differences among populations for all researched traits (Table 3), while Duncan’s test showed the separation of populations into separate groups for most traits.

Baring in mind that silver-leaf linden is a species adaptable to climate change, melliferous and valued in horticulture, it is necessary to expand morphological research to a higher number of populations and conduct research at the molecular level.

**Key words:** morphological traits of leaves, *Tilia tomentosa*, variability