

ВАРИЈАБИЛНОСТ МОРФОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ЛИСТОВА ЦРНЕ ТОПОЛЕ (*Populus nigra* L.) ИЗ ДВЕ ПОПУЛАЦИЈЕ СА ПОДРУЧЈА ВОЈВОДИНЕ

ДИЈАНА ЧОРТАН¹
МИРЈАНА ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ¹
РАДМИЛА КНЕЖЕВИЋ¹

Извод: Истраживање морфолошке варијабилности црне тополе је спроведено на подручју Војводине, у оквиру две популације, у долини Саве и долини горњег тока Дунава. Морфолошка истраживања унутарпопулацијске и међупопулацијске варијабилности урађена су на основу 9 морфометријских карактеристика листа: дужина листа, ширина листа, дужина петељке, угао између првог нерва и хоризонтале, ширина листа на 1 cm од самог врха листа, растојање између основе листа и најширег дела листа, дужина целог листа (листа и петељке), број нерава са леве и број са десне стране листа. На основу добијених података и урађених статистичких анализа, може се констатovati да постоје значајне статистичке унутарпопулационе и међупопулационе разлике. С обзиром на то да су еколошки фактори истраживаних локалитета прилично уједначени, можемо претпоставити да је утврђена варијабилност последица специфичности анализираног генофонда истраживаних популација.

Кључне речи: црна топола, варијабилност, конзервација, генофонд

VARIABILITY OF LEAVES MORPHOLOGICAL TRAITS IN BLACK POPLAR
(*Populus nigra* L.) FROM TWO POPULATIONS IN VOJVODINA

Abstract: The study of black poplar morphological variability was conducted in Vojvodina, in two populations, in the valley of the Sava river and the valley of the upper Danube river. Morphological study of intra and interpopulation variability was performed based on 9 leaf morphometric parameters : length of leaflet, width of leaflet, length of leaf stalk, angle between the first nerve and horizontal line, width of leaflet 1 cm from the top, distance between the base of leaflet and the widest part of leaflet, length of the whole leaf (leaflet and stalk), number of nerves on the left side of the leaf and number of nerves on the right side of the leaf. Based on the obtained data and performed statistical analyzes, it can be concluded that there were significant differences in each individual population and between populations. Considering that environmental factors of these populations are fairly homogeneous, we can assume that determined variability is consequence of the specific gene pool that these populations have.

Key word: Black poplar, variability, conservation, gene pool

1. УВОД

Црна топола је пионирска врста плавних екосистема, једног од најугроженијих екосистема дуж многих река Европе и шире. Њена регенерација

¹ Дијана Чортан, мастер инж. – студент; др Мирјана Шијачић-Николић, ред. проф.; др Радмила Кнежевић, лаборант; Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

је уско повезана са динамиком плавлјења, новоформираним наносима и присуством директне светлости, међутим, ови услови су максимално редуктовани. С обзиром на тренутно стање у популацијама црне тополе и на константно уништавање њеног природног ареала потребно је хитно извршити заштиту њеног преосталог генофонда, чији је опстанак и више него угрожен.

Многа истраживања, спроведена у протеклих 30 година, имала су за циљ утврђивање фактора који угрожавају опстанак црне тополе на подручју Европе (Alba, N. *et al.*, 2001; Brus, R., *et al.*, 2010; Kajba, D. *et al.*, 2001, 2005; Krstinić, A. *et al.*, 1997; Орловић, С. *et al.*, 2005; Lefevre, F. *et al.*, 1999, 1998; Gebhardt, K. *et al.*, 2001; Pospíškova, M. *et al.*, 2004). У оквиру пројекта EUROPOP финансираног од стране европске уније и EUFORGEN - *Populus nigra* Network у којима је учествовао велики број Европских земаља, дошло се до значајних резултата. У извештајима са састанака EUFORGEN *Populus nigra* Network, за многе земље се наводи различито стање, значајно смањење природних популација или потпуни нестанак црне тополе, присуство појединачних старих стабала без потомства, промењени услови природних станишта и превелика заступљеност плантажа хибридних топола, док неке земље (Бугарска, Пољска, Румунија и Хрватска) наводе да имају добро очуване, изоловане популације на добро очуваним природним стаништима, где реке и даље редовно плаве (Brus, R. *et al.*, 2010).

Генерално, црна тополя је угрожена прекомерном сечом у 20. веку, подизањем плантажа клонова или хибрида на њеним природним стаништима, одсуством природне обнове, урбанизацијом природних станишта (Vanden Broeck, A. *et al.*, 2004, 2003; Van Dam, B.C., 2002), променом динамике плавлјења праћеном спуштањем нивоа подземних вода (Lefevre, F. *et al.*, 2001), интрогресијом гена алохтоних топола које расту у непосредној близини. Недостатак регенерације, велика старост индивидуа, слаба виталност и мале популације основни су демографски индикатори за слабо здравствено стање преосталих популација црне тополе (Lefevre, F. *et al.*, 1999 6).

Веома је битно знати тренутну присутност генетичке варијабилности црне тополе дуж сликова различитих река (Крстинић, А. *et al.*, 2007; Arens, P. *et al.*, 1998; Van Dam, B. C. *et al.*, 2002; Vanden Broeck, A. *et al.* 2004; Brus, R. *et al.*, 2010; Kajba, D. *et al.*, 2001; Gebhardt, K. *et al.*, 2001; Pospíškova, M. *et al.*, 2004) широм Европе. Велика генетичка разноврсност значајна је за дугорочан опстанак популације и њене способности прилагођавања променама животне средине.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

Лисни полиморфизам било које врсте је у вези са различитим еколошким условима који постоје око стабла и под утицајем одређених генетичких фактора. Лист црне тополе је врло променљив према врсти грана (краткораст или дугораст), а и на истој грани, према месту на коме се налази (Туцовић, А., 1965; Zsuffa, L., 1974; Самарџић, Ј. 1996; Романић, Б. 2000; Alba, N. *et al.*, 2001).

Туцовић, А., 1965, по облику и димензијама издваја листове границе

дугораста, где посебно истиче листове са средњег дела гранчице као најважније за карактерисање појединих систематских категорија.

У циљу проучавања степена унутарпопулационе и међупопулационе варијабилности морфометријских својстава листова, обављена је селекција тест стабала две популације у делу природног ареала.

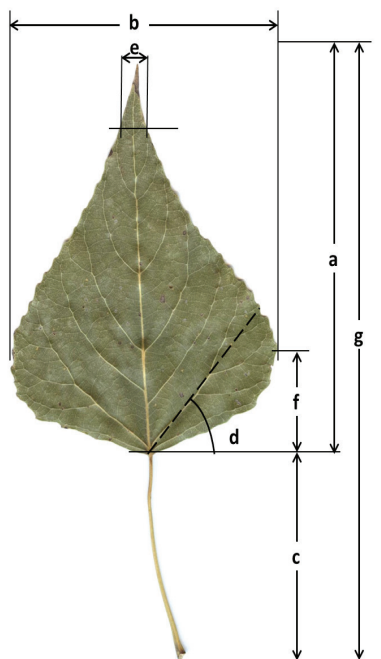
Анализирани материјал потиче из популација црне тополе које припадају Сремском шумском подручју и Севернобачком шумском подручју. Једна популација се налази на обали Саве на локалитету Грабовци, у ГЈ 'Грабовачко-Витојевачко острво - Витојевачки атар' и припада ШУ Кленак, док се друга налази на обали Дунава, локалитет Острво, у ГЈ 'Карапанца' и припада ШУ Бачки Моноштор.



Слика 1. Локалитет Грабовци (лево), локалитет Острво (десно)
Figure 1. Locality Grabovci (left), Locality Ostrvo (right)

У оквиру сваке популације селекционисано је по 10 тест стабала. Сакупљање узорка на терену обављено је методом случајног узорка са тест стабала у току вегетационог периода када су листови потпуно развијени (август-новембар 2012.). Листови су узети са истог дела стабла (вањског, листови светлости, јужна страна) и са приближно исте висине крошње (4-6 m), са гранчице дугораста, и то са средњег дела гранчице, због мање израженог полиморфизма у односу на базалне и вршне листове (Туцовић, А., 1965).

Анализа морфометријских карактеристика урађена је на узорку од 100 здравих неоштећених листова по тест стаблу, односно на укупно 1.000 листова по једном локалитету. По сакупљању листови су хербаризовани, а потом измерени са прецизношћу до 1 mm. На сваком листу је анализирано укупно 9 морфометријских карактеристика, односно обављено је укупно 18.000 мерења.



Слика. 2. Анализиране морфометријске карактеристике листа
Figure 2. Analysed morphometric characters of leaves

Анализом су обухваћени следећи параметри:

- a – дужина листа (mm),
- b – ширина листа (mm),
- c – дужина петељке (mm),
- d – угао између првог нерва и хоризонтале ($^{\circ}$),
- e – ширина листа на 1 cm од самог врха листа (mm),
- f – растојање између основе листа и најширег дела листа (mm),
- g – дужина целог листа (листа и петељке) (mm),
- h – број нерава са леве стране листа,
- i – број нерава са десне стране листа.

Измерени морфометријски параметри су статистички обрађени у статистичком програмском пакету *Statistica 6.0.*, при чему је приказана дескриптивна статистика (минимална, максимална, средња вредност, стандардна девијација), једнофакторијална анализа варијансе (ANOVA), LSD тест (*Fisher's least significant difference test*).

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Варијабилност морфометријских параметара листова црне тополе на два испитивана локалитета приказана је у табели 1.

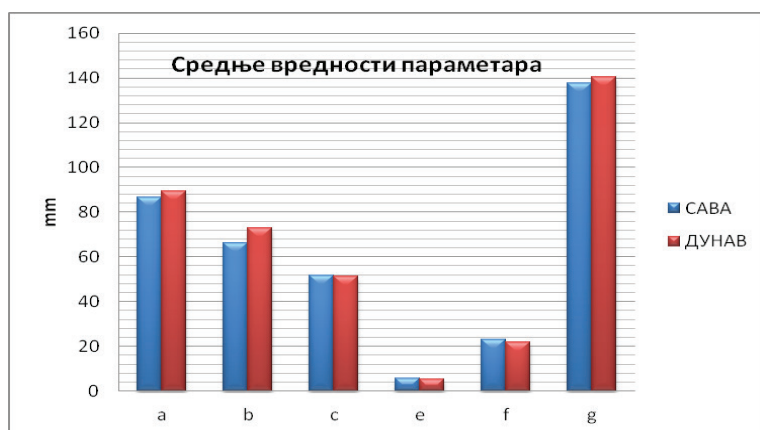
На основу добијених резултата (табела 1, графикон 1) може се констатovati да су у просеку вредности параметара листова са локалитета Острво на Дунаву већи.

Просечне вредности параметра **a** – дужина листа, **b** – ширина листа и **g** – дужина целог листа, веће су на локалитету Острво, на обали Дунава (**a** 74,1-98,2 mm, просечно 89,18 mm; **b** 69,98-76,22 mm, просечно 72,96 mm; **g** 117,58-161,0 mm, просечно 140,52 mm), за разлику од локалитета Грабовци на обали Саве где је просечна вредност параметра **a** 86,65 mm, **b** 66,40 mm и **g** 137,82 mm.

Остале вредности параметара су, у просеку, веће код листова на локалитету Грабовци (**c** 36,38-68,64 mm, просечно 51,47 mm; **d** 36,94-47,1 $^{\circ}$, просечно 42,36 $^{\circ}$; **e** 3,34-7,51 mm, 5,67 mm; **f** 19,04-25,9 mm, 23,03 mm; број нерава са леве и десне стране у просеку је 6), док код локалитета Острво просечна вредност параметра **c** износи 51,33; **d** 37,72 $^{\circ}$; **e** 5,24 mm; **f** 21,77 mm; број нерава са леве и десне стране у просеку 5.

Табела 1. Дескриптивна статистика за морфометријска својства листа
Table 1. Descriptive statistical parameters for the measured leaf morphological traits

дескриптивни	популација	a		b		c		d	
min-max		min	max	min	max	min	max	min	max
	Сава	52	120	20	86	27	97	22	56
	Дунав	61	115	60	97	32	93	23	62
$\bar{X}$	Сава	86,636		66,354		51,486		42,361	
	Дунав	89,184		72,959		51,334		38,722	
S	Сава	10,1315		6,49653		10,428		5,47637	
	Дунав	9,44973		5,77032		9,79706		6,42729	
		e		f		g			
min-max		min	max	min	max	min	max		
	Сава	2	11	15	32	85	196		
	Дунав	2	15	14	31	98	197		
$\bar{X}$	Сава	5,668		23,033		137,804			
	Дунав	5,242		21,773		140,518			
S	Сава	1,54666		3,32821		18,689			
	Дунав	2,06875		3,06365		15,7932			
		h		i					
min-max		min	max	min	max				
	Сава	4	9	4	8				
	Дунав	2	7	3	8				
$\bar{X}$	Сава	6,067		6,186					
	Дунав	5,072		5,317					
S	Сава	0,864441		0,877596					
	Дунав	0,925025		0,919433					



Графикон 1. Средње вредности мерених параметара
Diagram 1. Mean values of measured parameters

Табела 2. Резултати анализе варијансе (ANOVA)
Table 2. Results of the analysis of variance (ANOVA)

својство листа	mean square		F-ratio		P-Value	
популација	Сава	Дунав	Сава	Дунав	Сава	Дунав
a	9430,24	4422,9	139,31	88,63	0,0000	0,0000
b	2196,92	429,294	107,24	14,46	0,0000	0,0000
c	7317,79	4433,41	169,37	78,4	0,0000	0,0000
d	1376,37	240,182	77,54	112,49	0,0000	0,0000
e	133,34	336,396	110,95	52,96	0,0000	0,0000
f	414,65	414,65	55,97	55,97	0,0000	0,0000
g	23260,5	13789,9	162,51	109,16	0,0000	0,0000
h	12,19	20,7379	18,95	31,21	0,0000	0,0000
i	10,85	29,5129	15,99	49,59	0,0000	0,0000

Добијене разлике између средњих вредности анализираних својстава листова унутар сваке испитиване популације (табела 2), статистички су значајне за сва анализирана својства ($P\text{-Value} < 0,05$).

На основу урађеног *LSD* теста констатовало се постојање различитих хомогених група које указују на јасно диференцирање између анализираних тест стабала унутар сваке популације на основу морфометријских карактеристика листова. *LSD* тест јасно издваја и сваку популацију у посебну групу (табела 3).

Табела 3. *LSD*-тест за морфолошка својства листова
Table 3. *LSD*-test for different leaf morphological traits

No	средња вредност	хомогене групе	No	средња вред- ност	хомогене групе	No	средња вред- ност	хомогене групе
a			b			c		
Сава	86,636	X	Сава	66,354	X	Дунав	51,334	X
Дунав	89,184	X	Дунав	72,959	X	Сава	51,486	X
d			e			f		
Дунав	38,722	X	Дунав	5,242	X	Дунав	21,773	X
Сава	42,361	X	Сава	5,668	X	Сава	23,033	X
g			h			i		
Сава	137,804	X	Дунав	5,072	X	Дунав	5,317	X
Дунав	140,518	X	Сава	6,067	X	Сава	6,186	X

4. ДИСКУСИЈА

Анализа морфометријских параметара листова тест стабала две популације црне тополе у делу њеног природног ареала, на Сремском и Севернобачком шумском подручју (локалитет Грабовци и Острво), обављена је у циљу утврђивања унутарпопулационе и међупопулационе варијабилности морфометријских својстава листова, као и могућности упоредне анализе са подацима који постоје за друге природне популације (Туцовић, А., 1965; Јовановић, Б., 2000; Романић, Б., 2001; Кајба, Д., et al., 2001; Крстић, А. et al., 1997; Brus, R. et al., 2010; Alba, N. et al., 2000).

На основу великих дијапазона вредности измерених морфолошких параметара листова унутар сваке популације, може се констатовати висока унутарпопулациона варијабилност, док је међупопулациона варијабилност посматрано на основу средњих вредности измерених параметара и LSD теста, знатно мања, иако су јасно издвојене у две хомогене групе.

Ако добијене податке упоредимо са подацима Јовановић, Б., 2000, који наводи да је дужина листа црне тополе 50-100 mm, а ширина 25-60 mm, можемо констатовати да су листови испитиваних популација на подручју Војводине већих димензија. Док се по Туцовић, А., 1965, дужина листа креће у дијапазону од 89,28 – 94,80 mm, а ширина 98,73 – 116,19 mm, и када упоредимо са испитиваним популацијама, добијена просечна дужина се уклапа у поменут дијапазон, док је ширина знатно мања.

Ако добијене податке упоредимо са подацима Brus, R. et al., 2010, који је испитивао популације дуж Саве и Муре у Словенији и са подацима Романић, Б., 2001, који је испитивао морфолошку варијабилност листа црне тополе на подручју реке Драве у Хрватској, можемо констатовати да су вредности морфолошких параметара листа испитиваних популација црне тополе у Војводини у просеку веће. Овде се мора узети у обзир да разлог за ове разлике, поред генетског и станишног фактора, може бити и положај листа на стаблу, јер су за своја истраживања наведени аутори узимали листове искључиво са кратких избојака.

5. ЗАКЉУЧАК

Резултати истраживања показују да између истраживаних популација, као и унутар истих, у погледу анализираних морфометријских својстава листова постоје статистички значајне разлике. С обзиром на велике дијапазоне вредности измерених морфолошких параметара листова унутар сваке популације констатована је висока унутарпопулациона варијабилност, док је варијабилност између истраживаних популација знатно мања, али довољна да се јасно издвоје у две хомогене групе. Како да су еколошки фактори истраживаних локалитета прилично уједначени, можемо претпоставити да је утврђена варијабилност последица специфичности анализираног генофонда истраживаних популација.

Постојање генетичког диверзитета представља основу за даљу конзервацију и усмерено коришћење генетичких ресурса. Конзервацију генофон-

да треба посматрати као напоре у циљу очувања специфичних генотипова или популација и карактеристичних комбинација гена у њима, док сам циљ управљања генетичким ресурсима јесте унапређење услова за континуирано еволуирање врста, које представља одбрамбени механизам организма у борби са променама средине (Шијачић-Николић, М., 2010).

ЛИТЕРАТУРА

- Alba, N., Maestro, C., Agundez, D., Notivol, E. (2001): Advances in the preservation of genetic resources in *Populus nigra* L. In Spain. In: Van Dam, B.C., Bordacs, S. (Eds.), Genetic diversity in river population of European black poplar implications for riparian eco-system management, Proceedings of the International Symposium Held in Szekszard, May 16-20, 2001, Hungary
- Arens, P., Coops, H., Jansen, J., Vosman, B. (1998): Molecular genetic analysis of Black poplar (*Populus nigra* L.) along Dutch rivers. *Molecular Ecology* 7.
- Brus, R., Galien, U., Božič, G., Jarni, K. (2010). Morphological study of the leaves of two European black poplar (*Populus nigra* L.) population in Slovenia. *Zagreb: Periodicum Biologorum* Vol.112, No3, 317-325
- Gebhardt, K., Pohl, A., Vornam, B. (2001): Genetic inventory of black poplar populations in the Upper Rhine floodplains: conclusions for conservation of an endangered plant species. In: Proceed. of the Int. Symposium: „Genetic diversity in river populations of European Black Poplar“. Szekszárd, Hungary, 16-20 May 2001, Eds. B.C. Van Dam, and S. Bordács, Verlag C.Nyomda, Budapest
- Kajba, D., Romanić, B. (2001): Morphological leaf variability of the European black poplar (*Populus nigra* L.) in natural population in Drava river basin in Croatia, In: Van Dam, B.C., Bordacs, S. (Eds.), Genetic diversity in river population of European black poplar implications for riparian eco-system management, Proceedings of the International Szmposium Held in Szekszard, May 16-20, 2001, Hungary
- Kajba, D., Anić, I., Pfeifer, D. (2005): Potrajnost i očuvanje genofonda s posebnim osvrtom na evropsku crnu topolu (*Populus nigra* L.). *Šumarski list* br. 5-6, CXXIX (str. 271-278)
- Krstinić, A., Trinajstić, I., Kajba, D., Samardžić, J. (1997): Morphological variability of the leaves of black poplar (*Populus nigra* L.) in natural stands along Sava river (Croatia). In: Turok, J., Lefèvre, F., de Vries, S., Alba, N., Heinze, B., Van Slycken, J.: *Populus nigra* Network, Report of the Fourth meeting, October 3-5, 1997, Geraardesbergen, Belgium. International Plant Genetic Resources Institute, Rome. Italy
- Lefèvre, F., Kajba, D. (1999): Indicators for monitoring the evolution of *Populus nigra* genetic diversity in situ. In: Turok, J., Lefèvre, F., de Vries, S., Heinze, B., Volosyanchuk, R., Lipman, E. (Eds). *Populus nigra* Network, Report of the fifth meeting, 5–8 May 1999, Kyiv, Ukraine. International Plant Genetic Resources Institute, Rome
- Lefèvre, F., Barsoum, N., Heinze, B., Kajba, D., Rotach, P., De Vries, S M G., Turok, J. (2001): EUFORGEN Technical Bulletin: In situ conservation of *Populus nigra*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- Lefèvre, F., Légionnet, A., de Vries, S., Turok, J. (1998): Strategies for the conservation of a pioneer tree species, *Populus nigra* L., in Europe. *Genetics Selection Evolution*. 30(Suppl.1), S181-S196, Paris
- Орловић, С., Пилиповић, А., Пап, П., Радосављевић, Н., Дрекић, М. (2005): Генетички ресурси европске црне тополе (*Populus nigra* L) и топола из секције *Leuce Duby* у

- природним популацијама у Србији и Црној Гори. Топола, бр. 175-176, стр. 5-8
- Pospiškova, M., Bartakova, I. (2004): Genetic diversity of a black poplar in the Morava river basin assessed by microsatellite analysis. *Forest Genetics* 11 (3-4):257-262.
- Van Dam, B.C., Vornam, B., Pohl, A., Smulders, M.J.M., Bovenschen, J., Hattemer, H.H., Ziehe, M. (2002): Conserving genetic variation of Black poplar along the Rhine river. In: Van Dam, B.C., Bordacs, S. (Eds.), Genetic diversity in river population of European black poplar implications for riparian eco-system management, Proceedings of the International Symposium Held in Szekszard, May 16-20, 2001, Hungary
- Vanden Broeck, A. (2003): EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European black poplar (*Populus nigra*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome
- Vanden Broeck, A. (2003): EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European black poplar (*Populus nigra*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages.
- Vanden Broeck, A. (2005): Potential gene flow from cultivated poplar into native European Black polar (*Populus nigra* L.) in Belgium. PhD, Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Belgium
- Vanden Broeck, A., Cox, K., Quataert, P., Van Bock-Staele, E., Van Slycken, J. (2003): Flowering phenology of *Populus nigra* L., *P. nigra* cv. *italica* and *P. canadensis* Moench. and the potential for natural hybridisation in Belgium. *Silvae Genetica* 52: 280-283
- Vanden Broeck, A., Storme, V., Cottrell, J. E., Boerjan, W., Van Bock-Staele, E., Quataert, P., Van Slycken, J. (2004): Gene flow between cultivated poplars and native black poplar (*Populus nigra* L.): a case study along the river Meuse on the Dutch-Belgian border. *Forest Ecology and Management* 197: 307-310
- Шијачић-Николић, М., Миловановић, Ј. (2010): Конзервација и усмерено коришћење шумских генетичких ресурса. Универзитета у Београду - Шумарски факултет, Београд. Београд (1-200)

VARIABILITY OF LEAF MORPHOLOGICAL TRAITS OF BLACK POPLAR
(*Populus nigra* L.) FROM TWO POPULATIONS IN VOJVODINA

Dijana Čortan
Mirjana Šijačić-Nikolić
Radmila Knežević

Summary

Black poplar (*Populus nigra* L.) is a pioneer species in riparian ecosystems, some of the most endangered ecosystems along many rivers in Europe and beyond. Its regeneration is closely related to the flooding dynamics, to newly formed alluviums and the presence of direct light, but these conditions are maximally reduced.

Leaf polymorphism of any species is in relation to different environmental conditions that exist around the tree and it is under the influence of genetic factors. By the shape and the size, Tucović (1965) distinguished leaves of long shoot, where he stands out that the leaves from the middle part of the twig are the most important for the characterization of the same systematic categories.

In order to study the level of inter and intrapopulation morphometric variability of leaves, test trees were selected in two populations in Vojvodina, in the valley of the river Sava and in the upper Danube valley. 10 test trees were selected in each population. The samples were collected in the field by random sampling of test trees during the growing season, when the leaves are fully developed. After collecting and drying, the leaves were measured with an accuracy of 1 mm. On each leaf, 9 morphometric parameters were analyzed (leaflet length, leaflet width, length of leaf stalk, angle between the first nerve and the horizontal line, width of leaflet 1 cm from the top, distance between the leaflet base and the widest part of leaflet, length of the whole leaf (leaflet and stalk), number of nerves on the left side of the leaf, and number of nerves on the right side of the leaf), which amounts to a total of 18,000 measurements.

The statistical analysis was performed using software Statistika 6.0. Statistical data were analysed using descriptive statistics (min, max, mean value, standard deviation), one-way analysis of variance (ANOVA), and LSD test (*Fisher's least significant difference test*).

The study results revealed significant differences in the values of the analysed characters in each individual population and between populations. Based on the results of descriptive statistics, it can be concluded that the average value of leaf parameters in Danube populations is higher. The differences between the mean values of analysed leaf parameters within each of the test populations are statistically significant for all analyzed traits ($P\text{-Value} < 0.005$). On the basis of the completed LSD test, it was found that the existence of different homogeneous groups showed clear differentiation between the analyzed test trees within each population based on morphological parameters of leaves. LSD test clearly separates each population in distinct group.

The results show that among the studied populations as well as within them, in terms of the analyzed leaf morphometric parameters, there are statistically significant differences. Given that environmental factors of the investigated locations are fairly homogeneous, we can assume that the determined variability is the consequence of the specific gene pool.

High genetic diversity is important for the long-term survival of the population and its ability to adopt the changes in the environment.