

ГЛАСНИК ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА, БЕОГРАД, 2014, бр. 109, стр. 63-72

BIBLID: 0353-4537, (2014), 109, p 63-72

Čortan D., Šijačić-Nikolić M., Knežević R. 2014. *Variability of morphometric leaf characteristics of Black poplar from the area of Vojvodina*. Bulletin of the Faculty of Forestry 109: 63-72.

Дијана Чортан

Мирјана Шијачић-Николић

Радмила Кнежевић

UDK: 630*165.5:582.681.81 Populus nigra(497.113)

Оригинални научни рад

DOI: 10.2298/GSF1409063C

ВАРИЈАБИЛНОСТ МОРФОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ЛИСТА ЦРНЕ ТОПОЛЕ СА ПОДРУЧЈА ВОЈВОДИНЕ

Извод: Морфолошка истраживања унутарпопулационе и међупопулационе варијабилности листа црне тополе урађена су на нивоу две природне популације са подручја Војводине. Анализирано је 9 морфометријских карактеристика листа. Добијени резултати указују да у оквиру популација као и између њих постоји значајана варијабилност. Морфолошка диференцираност је јасно видљива у просечним вредностима анализираних параметара и статистички значајним разликама између средњих вредности. Запажено је и да је варијабилност унутар популација знатно више изражена од варијабилности између популација. Уједначеност еколошких услова истраживаних популација наводи на претпоставку да је утврђена варијабилност последица специфичности анализираних генофонда истраживаних популација.

Кључне речи: црна топола, Војводина, природне популације, лист, морфометријске карактеристике, варијабилност

VARIABILITY OF MORPHOMETRIC LEAF CHARACTERISTICS OF BLACK POPLAR FROM THE AREA OF VOJVODINA

Abstract: A morphological study of intra and interpopulation variability of black poplar leaves was conducted in two populations in the area of Vojvodina. Nine morphometric parameters of leaves have been analyzed. The results indicate that there is considerable variability within and between the populations. Morphological differentiation is clearly represented with the average values of analyzed parameters and a statistically significant difference between the mean values. On the basis of the obtained data, it has been concluded that the variability within the two populations is much more expressed than the variability between them. The uniformity of

маст. инж. шум. Дијана Чортан, докторанд, Универзитет у Београду – Шумарски факултет
др Мирјана Шијачић-Николић, редовни професор, Универзитет у Београду – Шумарски факултет
др Радмила Кнежевић, стручни сарадник, Универзитет у Београду – Шумарски факултет

environmental conditions of the studied locations indicates that this variability is a consequence of the specific gene pool of the studied populations.

Key words: Black poplar, Vojvodina, natural populations, leaf, morphometric parameters, variability

1. УВОД

Црна топола представља једну од најзначајнијих пионирских дрвенастих врста плавних екосистема која насељава сиромашна песковита земљишта дуж обала река. Имајући у виду да је динамика плављења последњих година измењена, њено природно станиште је нарушено што доводи у питање опстанак расположивог генофонда ове врсте.

Генетички диверзитет, који се у конзервационој биологији помиње од 1970. године, основ је за дугорочан опстанак угрожених врста (Frankel и Bennett, 1970). Генетичка варијабилност је кључни фактор у прилагођавању врста променама животне средине, из чега следи да мала варијабилност одређених врста доводи у питање њен опстанак. Стратегија конзервације расположивог генофонда базира се на процени стања и распрострањењу генетичког диверзитета у постојећим природним популацијама (Flush *et al.*, 2002). Конзервационе мере су неопходне како би се неутралисали губици и сачувао преостало генофонд, коме прети нестајање.

Проценом генетичке варијабилности црне тополе дуж многих великих река Европе, применом морфолошких и генетичких маркера бавили су се бројни истраживачи (Cottrell *et al.*, 1997; Arens *et al.*, 1998; Van Dam *et al.*, 2002; Romanić, 2000; Krstinić *et al.*, 1997; Vanden Broeck *et al.*, 2004; Brus *et al.*, 2010; Kajba *et al.*, 2001; Gebhardt *et al.*, 2001; Pospíškova *et al.*, 2004). У прилог познавању ове варијабилности, спроведена су истраживања варијабилности морфометријских карактеристика листа црне тополе из дела њеног природног ареала на подручју Војводине, чији резултати су приказани у овом раду.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА

Процена варијабилности морфометријских параметара листа црне тополе обављена је на нивоу две популације које припадају Банатском и Јужнобачком шумском подручју, у делу природног ареала на подручју Војводине. Прва популација се налази на обали Дунава на локалитету Ковин, док се друга налази на обали Тисе на локалитету Бачко Петрово село (слика 1).

Анализа морфометријских карактеристика листа обављена је на нивоу 10 тест стабала по популацији. Сакупљање узорака (листова) са тест стабала обављено је методом случајног узорка у току вегетационог периода када је лист потпуно развијен (август-новембар). Листови су узети са истог дела крошње (спољног, лист



Слика 1. Локалитет Ковин – популација Дунав (лево), Локалитет Бачко Петрово село – популација Тиса (десно)

Figure 1. Locality Kovin – Danube population (Left), Locality Bačko Petrovo selo – Tisa population (Right)

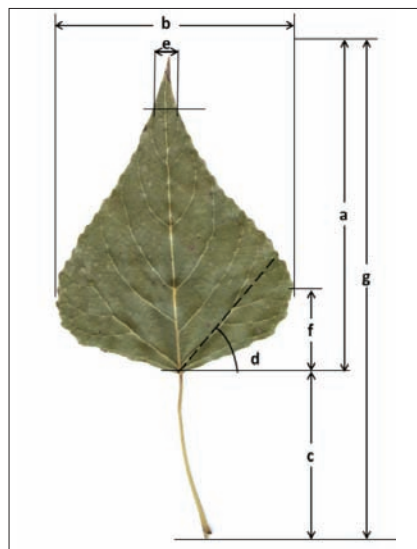
светлости, јужна страна) и са приближно исте висине крошње (4-6 m), са средњег дела гранчице дугораста, због мање израженог полиморфизма у односу на базалне и вршне листове дугораста (Tucović, 1965).

Истраживања су спроведена на узорку од 100 здравих неоштећених листова по једном тест стаблу, односно на укупно 1000 листова по једном локалитету, што је укупно 2000 измерених листова. Сакупљени листови су хербаризовани, а потом су параметри мерени са прецизношћу до 1 mm. Анализирано је укупно 9 морфометријских параметара по листу, односно обављено је укупно 18.000 мерења.

Резултати мерења морфометријских параметара листа су статистички обрађени применом компјутерског програма *Statistica 6.0*. У раду је приказана дескриптивна статистика (минимална-min, максимална-max, средња вредност-X, распон варијације-R, стандардна девијација-Sd и коефицијент варијације-Cv), тестирана је разлика између средњих вредности унутар и између популација применом једнофакторијалне анализе варијансе (One-Way ANOVA), а хомогеност група на међу популационом нивоу испитана је применом post hoc LSD теста (Fisher's least significant difference test).

Анализом су обухваћени следећи морфометријски параметри:

- a – дужина листа (*mm*)
- b – ширина листа (*mm*)
- c – дужина петељке (*mm*)
- d – угао између првог нерва и хоризонтале (°)
- e – ширина листа на 1 *cm* од врха (*mm*)
- f – растојање између основе 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



Слика 2. Анализирани морфометријски параметри листа
Figure 2. Analyzed morphometric characteristics of leaves

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Морфолошка варијабилност параметара листа црне тополе из две истраживане популације приказана је у табели 1.

Табела 1. Дескриптивна статистика и резултати LSD теста за девет анализираних морфометријских својстава листа из две анализирани популације означене као Тиса и Дунав

Table 1. Descriptive statistics and results of an LSD test for 9 analyzed morphometric leaf parameters from two studied populations marked Tisa and Danube

Морфолошки параметар Morphological parameters	Популација Population	a		b		c	
		min	max	min	max	min	max
min-max	Тиса	71	121	55	90	38	88
	Дунав	53	115	40	83	30	78
R	Тиса	50		35		50	
	Дунав	62		43		48	
\bar{X}	Тиса	93,432 ^b		73,393 ^b		55,008 ^b	
	Дунав	91,002 ^a		68,711 ^a		50,185 ^a	
Sd	Тиса	9,73942		5,4988		9,25114	
	Дунав	9,39885		5,61418		7,73515	
Cv (%)	Тиса	10,42		7,49		16,82	
	Дунав	10,33		8,17		15,41	

ВАРИЈАБИЛНОСТ МОРФОМЕТРИЈСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ЛИСТА ЦРНЕ...

Морфолошки параметар Morphological parameters	Популација Population	a		b		c	
Статистички показатељ Statistical parameters		d		e		f	
min-max	Тиса	min 30	max 60	min 2	max 11	min 15	max 47
	Дунав	25	65	2	12	15	40
R	Тиса	30		9		32	
	Дунав	40		10		25	
\bar{X}	Тиса	45,552 ^a		5,154		24,926 ^b	
	Дунав	49,121 ^b		5,249		24,433 ^a	
Sd	Тиса	5,59111		1,47935		3,98276	
	Дунав	5,4439		1,29177		3,64071	
Cv (%)	Тиса	12,27		28,70		15,98	
	Дунав	11,08		24,61		14,90	
min-max	Тиса	min 111	max 203	min 4	max 8	min 4	max 8
	Дунав	47	174	4	7	4	7
R	Тиса	92		4		4	
	Дунав	127		3		3	
\bar{X}	Тиса	148,44 ^b		5,799 ^b		5,773 ^b	
	Дунав	140,88 ^a		5,581 ^a		5,56 ^a	
Sd	Тиса	12,6551		0,750441		0,744329	
	Дунав	14,2799		0,581186		0,573349	
Cv (%)	Тиса	8,53		12,94		12,89	
	Дунав	10,14		10,41		10,31	

Листови из популације Тиса показују веће вредности мерених параметара, осим за угао између првог нерва (d) и хоризонтале и ширину листа на 1 cm од врха (e). Највећа варирања су примећена код три параметра, ширина листа на 1 cm од врха (e), дужина петелке (c) и код растојања између основе и најширег дела листа (f), док су остали параметри имали знатно мање вредности коефицијента варијације.

Табела 2. Резултати анализе варијансе (ANOVA) унутар и између истраживаних популација
 Table 2. Results of the analysis of variance (ANOVA) within and between populations

Својство листа Leaf parameters	Mean square			F-ratio			P-Value		
	Унутар популације Within populations		Између популација Between populations	Унутар популације Within populations		Између популација Between populations	Унутар популације Within populations		Између популација Between populations
	Дунав	Тиса		Дунав	Тиса		Дунав	Тиса	
a	6050,46	61110,3	2952,45	177,24	152,11	32,23	0,0000	0,0000	0,0000
b	1550,92	1107,11	10960,56	87,59	54,14	354,96	0,0000	0,0000	0,0000
c	2196,16	3295,37	11630,66	54,34	58,42	159,96	0,0000	0,0000	0,0000
d	1173,88	1544,09	6368,88	61,03	88,2	209,17	0,0000	0,0000	0,0000
e	61,24	114,32	4,51	54,33	97,79	2,34	0,0000	0,0000	0,1263
f	536,5	696,7	121,52	63,13	72,03	8,35	0,0000	0,0000	0,0039
g	10875,1	5083,3	6216,34	131,16	44,05	175,08	0,0000	0,0000	0,0000
h	14,53	27,17	23,76	69,6	84,59	52,75	0,0000	0,0000	0,0000
i	13,02	29,15	22,68	61,04	99,11	51,39	0,0000	0,0000	0,0000

Резултати анализе варијансе (ANOVA) унутар и између популација приказани су у табели 2. На основу истих може се констатовати да постоје статистички значајне разлике између стабала унутар популација и између самих популација, једино својство е-ширина листа на 1 *cm* од врха, где је P-Value (0,1263) > 0,01, не показује статистички значајну разлику између популација.

Статистички значајне разлике између средњих вредности анализираних морфометријских параметара између популација су потврђене и резултатима *post hoc* LSD теста, који групише истраживане популације у посебне хомогене групе (а и b), осим за својство ширине листа на 1 *cm* од врха (е), што је већ показано у оквиру анализе варијансе.

4. ДИСКУСИЈА

Анализа морфометријских карактеристика листа црне тополе на нивоу две популације у делу њеног природног распрострањења на подручју Војводине рађена

је са циљем да се утврди варијабилност између и унутар истраживаних популација, као и да се упореди са подацима који постоје за друге природне популације (Tucović, 1965; Krstinić *et al.*, 1997; Romanić, 2000; Kajba *et al.*, 2001; Brus *et al.*, 2010).

Просечне вредности параметара а–дужина листа (93,432 mm), b–ширина листа (73,393 mm), с–дужина петелке (55,008 mm), f–растојање између основе листа и најширег дела листа (24,926 mm), g–дужина целог листа (листа и петелке, 148,44 mm), h–број нерава са леве стране листа (5,799 ком), и–број нерава са десне стране листа (5,773 ком) веће су у популацији Тиса, док су у популацији Дунав веће вредности параметра d–угао између првог нерва и хоризонтале (49,121°), e–ширина листа на 1 cm од самог врха листа (5,773 mm). Листови из популације Тиса показују веће вредности већине мерених параметара.

Туцовић (1965) на основу резултата анализе морфометријских карактеристика листова црне тополе у околини Београда, у популацијама дуж Дунава, Саве, Аде Циганлије и Аде Хује, наводи да се црне тополе у околини Београда одликују крупним листовима. По њему просечна дужина листа у овом подручју је 89,28–94,80 mm, просечна вредност ширине листа 98,73–116,19 mm, дужина петелке 47,79–55,29 mm. Ако упоредимо са овим подацима вредности параметара истраживаних популација увидећемо да се просечна вредност дужине листа (93,432 и 91,002 mm) и петелке (55,008 и 50,185 mm) уклапа у поменуте опсеге, док је просечна ширина (73,393 и 68,711 mm) знатно мања од поменутог опсега.

Морфолошки параметри листа истраживаних популација дуж Тисе и доњег тока Дунава у делу њеног природног ареала у Војводини, знатно су већи од популација дуж Саве и Муре у Словенији (Brus *et al.*, 2010), дуж Драве (Romanić, 2000) и Саве (Krstinić *et al.*, 1997) у Хрватској. Међутим овде морамо узети у обзир да разлог овим разликама, поред евидентног генетског и станишног фактора, може бити и тај да су Brus (2010) и Romanić (2000) за своја истраживања узимали листове искључиво са гранчица краткораста.

Анализом су добијене сигнификантне разлике на унутарпопулационом и међупопулационом нивоу, с тим да су разлике на унутарпопулационом нивоу веће него оне на међупопулационом нивоу. Коефицијент варијације мерених параметара је нешто виши у оквиру популације дуж реке Тисе него дуж доњег тока Дунава, што је вероватно узроковано различитим станишним условима и специфичношћу генофонда ових популација.

5. ЗАКЉУЧАК

Упоредна анализа девет морфометријских карактеристика листа црне тополе, из две природне популације на територији Војводине, обављена је у циљу утврђивања варијабилности на унутарпопулационом и међупопулационом нивоу. На

основу резултата спроведених истраживања, у оквиру популација и између њих, констатован је статистички значајан полиморфизам. Морфолошка диференцираност, као резултат узајамног деловања генетичких и еколошких фактора, је представљена просечним вредностима анализираних параметара и статистички значајним разликама.

Констатовано је да се популације међу собом статистички значајно разликују за већину анализираних морфометријских својстава, што показују резултати анализе варијансе (ANOVA) и *post hoc* LSD теста. Морфометријска анализа података показала је да су најваријабилнија својства у истраживаним популацијама: ширина листа на 1 *cm* од врха (e), дужина петељке (c) и растојање између основе и најширег дела листа (f). Вредности коефицијента варијације за остале параметре су знатно ниже, што указује на извесну униформност истраживаних параметара.

Запажено је и да је варијабилност унутар популација знатно више изражена од варијабилности између популација. С обзиром да су еколошки услови унутар истраживаних популација мање-више уједначени може се претпоставити да је констатована варијабилност последица специфичности генофонда истраживаних популација, што представља добру полазну основу за даљи процес оплемењивања врсте и конзервације расположивог генофонда.

ЛИТЕРАТУРА

- Arens, P., Coops, H., Jansen, J., Vosman, B. (1998): *Molecular genetic analysis of Black poplar (Populus nigra L.) along Dutch rivers*, Molecular Ecology 7.(11–18)
- Brus, R., Galien, U., Božič, G., Jarni, K. (2010): *Morfological study of the leaves of two European black poplar (Populus nigra L.) population in Slovenia*, Zagreb: Periodicum Biologorum 112 (3), (317-325)
- Cottrell, L E., Forrest, G.I., White, I.M.S. (1997): *The use of RAPD analysis to study diversity in British black poplar (Populus nigra L. Subsp. Betulifolia (Pursh) W. Wettst. (Salicaceae) in Great Britain*, Watsonia 21,(305-312)
- Flush, S., Krystufek, V., Burg, K. (2002): *A chloroplast marker system for studying genetic variation in P. nigra*, 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,(33- 38)
- Frankel, O.H., Bennett, E. (1970): *Genetic resources in Plants*, IBP Handbook 11, Blackwell Scientific Publ., Oxford and Edinburgh
- Gebhardt, K., Pohl, A., Vornam, B. (2002): *Genetic inventory of black poplar populations in the Upper Rhine floodplains: conclusions for conservation of an endangered plant species*, 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,(145-156)

- 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 Symposium Held in Szekszard, May 16-20, 2001, Hungary, (221-228)
- 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., Lefevre, F., de Vries, S., Alba, N., Heinze, B., Van Slycke, J.: Populus nigra Network, Report of the Fourth meeting, October 3-5, 1997, Geraardesbergen, Belgium. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, (71-77)
- 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., Vorman, B., Pohl, A., Smudlers, M.J.M., Bovenschen, J., Hattemer, H.H. (2002): *Conserving genetic variation of Black poplar along the river Rhine*, 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, (117-124)
- Vanden Broeck, A., Storme, V., Cottrell, J. E., Boerjan, W., VanBock-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)
- Romanić, B. (2000): *Morfološka varijabilnost lista evropske crne topole (Populus nigra) u prirodnim populacijama na području reke Drave u Hrvatskoj*. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Tucović, A. (1965): *Sistematika i bioekološka istraživanja crne topole (Populus nigra L.) u Srbija*, Doktorska disertacija, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu.

Dijana Čortan
 Mirjana Šijačić-Nikolić
 Radmila Knežević

VARIABILITY OF MORPHOMETRIC LEAF CHARACTERISTICS OF BLACK POPLAR FROM THE AREA OF VOJVODINA

Summary

Black poplar is one of the most important tree species of riparian ecosystems whose natural habitats are disturbed and that compromises the survival of the remaining gene pool of this species.

Morphometric parameters of the leaf are the expression of genetic variation, but the environmental factor also has a great impact. In order to examine the degree of variability of leaf morphometric parameters of black poplar within and between trees, the two populations investigated were selected in their natural site. A total of 10 test trees whose leaves were collected during the growing season were selected within each selected population for morphometric analysis. The

leaves come from the same part of the crown and approximately the same height of the crown, from the middle parts of long shoots (Тучовић, 1965).

The analysis of morphometric parameters included a sample of 2000 leaves. A total of 9 morphometric parameters of leaves were analyzed (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 the leaflet and the widest part of the 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 is 18.000 measurements.

The statistical analyses were performed with the appropriate Statistica 6.0 software. Descriptive statistics (min, max, variation range, mean value, standard deviation, coefficient of variation), one-way analysis of variance (ANOVA) and post hoc *LSD* test (*Fisher's least significant difference test*) were used for the statistical analyses.

On the basis of a large range of measured values of morphological parameters (table 1) within each population, it is evident that there is great intrapopulation variability. However, if we look at the variability between populations on the basis of mean values of measured parameters and ANOVA and *LSD* tests (table 1), we can see that this variability is much smaller. This test clearly distinguishes each population in a particular homogeneous group, except within parameters where these populations make one group.

The results indicate considerable polymorphism between the studied populations. Morphological differentiation is clearly represented in the average value of the analyzed parameters and in evident statistically significant differences between the mean values. Since environmental conditions of these locations are uniform, it can be assumed that the variabilities observed are a consequence of the specific gene pool of the studied populations.