

ВАРИЈАБИЛНОСТ СВОЈСТАВА ЖИРА КОД ПОПУЛАЦИЈА КИТЊАКА (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) У СРБИЈИ

ВЛАДАН ПОПОВИЋ¹
АЛЕКСАНДАР ЛУЧИЋ
ЉУБИНКО РАКОЊАЦ
САЊА ЈОВАНОВИЋ

Извод: Циљ овог истраживања био је да се утврди ниво и образац фенотипске варијабилности за морфолошка својства жира китњака, а разматрана је и могућност повезаности обрасца фенотипске варијабилности са генетском диференцијацијом провенијенција. За потребе истраживања у октобру 2019. године сакупљен је жир у 13 природних популација. Анализирано је пет морфолошких својстава жира. Најмање варијабилним показало се својство индекс облика ($CV = 11,82\%$), док је најваријабилније својство била маса жира ($CV = 43,08\%$). Анализом варијансе утврђено је да су се популације међусобно статистички значајно разликовале по свим истраживаним морфолошким својствима жира ($p < 0,01$; $\alpha = 0,05$). Образац диференцијације између популација утврђен је корелацијском анализом просечних вредности морфолошких својстава са климатско-географским параметрима њихових изворних састојина. Индекс облика и запремина жира су се показали као корисна дијагностичка својства. Добијени резултати су показали екоклинални образац фенотипске диференцијације популација с обзиром на надморску висину станишта и са њом корелираним климатским параметрима. С обзиром на то да су истраживања обухватила фенотипску варијабилност жира из природних популација, добијени резултати највероватније указују на генетску диференцијацију популација у односу на надморску висину. Ово се може употребити као препорука вертикалног семенског зонирања китњака и на основу тога употребити репродуктивног материјала. За потврду добијених резултата овог истраживања и прецизнијег утврђивања генетске структуре природних популација, неопходно је наставити истраживања фенотипских својстава у тестовима потомства и анализама коришћењем одговарајућих DNK маркера.

Кључне речи: жир, диференцијација популација, генетска структура

VARIABILITY OF SESSILE OAK (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) ACORN TRAITS IN SERBIAN POPULATIONS

Abstract: This research aimed to determine the level and the pattern of phenotypic variability of morphological traits of sessile oak acorns; the potential link between the phenotypic variability pattern and provenance genetic differentiation was also discussed. The acorns required for the research were collected in 13 natural sessile oak provenances in October 2019.

¹ др Владан Пойовић, виши научни сарадник; др Александар Лучић, виши научни сарадник; др Љубинко Ракоњац, научни савешник, Сања Јовановић, истраживач сарадник, Институт за шумарство, Београд

Five morphological traits of acorns were analysed. The least variable characteristic was shape index ($CV = 11.82\%$), while the acorn mass proved to be the most variable one. The analysis of variance showed statistically significant differences between populations relating to all morphological traits of acorns that were examined ($p < 0.01$; $\alpha = 0.05$). The interpopulation differentiation pattern was determined by correlating the morphological trait mean values to climate-geographic parameters of their original stands. Shape index and seed volume were confirmed to be useful diagnostic features. The obtained results demonstrated an ecocline pattern of population phenotypic differentiation, considering the site elevation and climatic parameters that correlate with it. Given that the research included phenotypic variability of acorns from natural populations, the obtained results most likely indicate genetic population differentiation in relation to elevation. This can be used as a reference for sessile oak vertical seed zoning, and subsequent use of reproductive material in reforestation and natural regeneration. In order to confirm the obtained results of this research and determine natural populations' genetic structure more precisely, it is necessary to continue the research on phenotypic characteristics in progeny tests and adequate DNA markers analysis.

Keywords: acorn, differentiation, population, genetic structure

1. УВОД

Храст китњак (*Quercus petraea* /Matt./ Leibl.) у шумском фонду Републике Србије друга је највреднија врста храста, са учешћем од 5,9% у укупној запремини. Шуме храста китњака заузимају површину од 173.200 ха. По пореклу су доминантне изданачке састојине, које се јављају на 75% површине (Банковић, С. *et al.*, 2009). Састојине китњака се углавном јављају изнад климатогене шуме сладуна и цера у оквиру посебног ороклиматогеног висинског појаса, на надморским висинама 300-1300 m (Стојановић, Љ. *et al.*, 2005). Углавном се јавља на топлијим, јужним експозицијама у оквиру свезе *Quercion petraeae-cerris* Lakš. *et* Jov. 1980. Процеси сушења и пропадања китњакових састојина су присутни последњих неколико деценија, највероватније под утицајем комплекса фактора чији је ефекат кумулативан (Маринковић, П. *et al.*, 1990). Претопставља се да је сушење последица климатских промена, биљних болести, градација инсеката, промена популационе структуре, аерозагађења, итд. (Исајев, В. *et al.*, 2005).

Због великог економског значаја храста китњака и његових популација, високог степена рањивости, услед различитих фактора абиотичке и биотичке природе, потребно је истражити генетску варијабилност, како би се дефинисале адекватне мере очувања и употребе генетичких ресурса. У последњих неколико векова присутан је негативан утицај на биодиверзитет, услед константног притиска на шуме, промена услова спољашње средине и нестајања природних шума (Carabeo, М. *et al.*, 2016). У измењеним условима спољашње средине виталност и опстанак популација шумских дрвенастих врста условљени су очувањем високог нивоа њихове генетске разноликости. Такође, висок ниво генетске разноликости је основа за адаптивност и неометане еволуционе процесе (Šijačić Nikolić, М., Milovanović, Ј. 2012). Разноликост станишта, бројност врста и разноликост генетичких ре-

сурса шуме сврстава у најкомплексније екосистеме на Земљи (Geburek, T., Konrad, H., 2008). Дугорични опстанак врста уско је повезан са њиховом генетичком разноликошћу (Garage, W.J., 2014). Под утицајем промењених услова спољашње средине, биотичких проузроковача болести и оштећења опстанак и еволуција врста зависе од нивоа генетичке разноврсности (Reed, D.H., Frankham, R., 2003). На смањење ризика од губитка биодиверзитета позитивно делују истраживања у којима се идентификују популације са високим степеном генетичке варијабилности (Souto, C. *et al.*, 2015).

Величина и облик жира много варирају међу врстама, подврстама, унутар исте популације, зависно од таксона и њиховог окружења (Bonito, A., *et al.*, 2011; Dufour-Dror, J.M., Ertaş, A., 2002; Ramirez-Valiente, J.A. *et al.*, 2009). Варијабилност врста у оквиру рода, заснована на карактеристикама плода, значајно се разликује у односу на варијабилност засновану на карактеристикама листа (Jensen, R.J., 1989, 1992). Постоји врло мало истраживања заснованих на морфолошким карактеристикама жирева. У истраживањима морфологије жирева неке особине показале су се корисним у идентификовању врста храста. Карактеристика жирева, попут дужине, ширине и масе, истраживане су у различитим радовима (Barzdajn, W., 2002; Ivanković, M. *et al.* 2011, Major, S., 2002). Употреба морфометријских маркера семена и плода за процену унутарпопулационе и међупопулационе варијабилности потврђена је код различитих врста шумског дрвећа (Šijačić Nikolić, M. *et al.*, 2010; Лучић, А. *et al.*, 2011, Поповић, В. *et al.*, 2012, 2015а, 2020а, 2020б, 2020с; Нонић, М. *et al.*, 2013). Истраживањима варијабилности обилности, редовности уroda и квалитета плодова и семена различитих врста шумског дрвећа (Туцовић, А., Стилиновић, С. 1982; Туцовић, А., Исајев, В., 1985; Исајев, В. *et al.*, 2004; Тошић, М., 1991, Матаруга, М., 2003; Лучић, А., 2007) поступно се унапређују знања о вези генетичке конституције стабала, морфолошких и физиолошких својстава плода и семена, као и интеракције генофонда популација и услова средине.

Циљ овог истраживања био је да се утврди ниво и образац фенотипске варијабилности морфолошких својстава жира у природним популацијама китњака у Србији, и тиме допринесе познавању варијабилности природних популација у делу природног ареала. Добијени резултати могу бити основа за даља истраживања генетске разноликости, зачетак оплемењивања врсте, потпомогнута миграцију и очување расположивог генофонда.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Жир је сакупљен у 13 природних популација храста китњака у Србији (Табела 1) из урода 2019. године. Око 5 kg окуларно здравог и неоштећеног жира, без обзира на димензије, сакупљено је у свакој популацији. Након сакупљања жир је допремљен у лабораторију где је извршена дорада која се састојала у чишћењу и сушењу до 35% влажности. Након тога извршено је складиштење у хладњачи на температури 3-5 °C.

Табела 1. Основни подаци о истраживаним популацијама китњака.
Table 1 Basic data of the sessile oak populations studied

Ознака популације / Population Mark	Популација / Population	Средња надморска висина / Mean elevation (m)	Географска ширина / Latitude WGS84	Географска дужина / Longitude WGS84
I	Радан	700	43.352555	21.412182
II	Каменичка река	420	44.545262	22.395384
III	Црни врх	420	44.369294	22.218743
IV	Злот	670	44.106751	21.957849
V	Тупижница	630	43.591872	22.046457
VI	Столови	600	43.646506	20.609851
VII	Јухор	240	44.003736	21.552275
VIII	Рудник	600	43.951103	20.904883
IX	Ујевац	350	44.415991	21.857706
X	Бучје	900	42.553271	21.812068
XI	Јастребац	950	43.407063	21.47609
XII	Ајкобила	810	42.749984	21.492247
XIII	Цер	390	44.626395	19.41422

На случајном узорку од 50 жирева по популацији извршено је мерење морфомеријских параметара. Мерени су: дужина (mm), ширина на најширем делу (mm) и маса жирева (g). Дужина и ширина мерени су помичним кљунастим мерилом са тачношћу од 0,01 mm, а маса електронском вагом са тачношћу од 0,01 g. На основу измерених вредности израчуната су изведена својства: индекс облика, запремина жирева и просечан број жирева у једном килограму. Индекс жира израчунат је као количник дужине и ширине жира. Запремина жира израчуната је по формули за запремину ваљка (облик жира апроксимиран је ваљком). Просечан број жирева у једном килограму израчунат је на основу просечне масе једног жира, посебно за сваку узорковану популацију.

Нормалност мерених и изведених параметара анализирана је Kolmogorov-Smirnov тестом, а хомогеност варијансе Levene тестом у R-у. Дескриптивна статистика проведена је употребом процедуре MEANS у SAS-у у циљу израчунавања: аритметичких средина (\bar{x}), стандардних девијација (SD) и коефицијената варијације (CV %). У циљу утврђивања статистички значајних разлика између популација, урађена је једнофакторијална анализа варијансе (ANOVA) употребом процедуре MIXED у SAS-у. Анализирани извор варијабилности била је популација. Додатно је урађено тестирање Fisherovim мултиплим тестовима сигнификантности најмањих квадратних разлика (LSD) у циљу утврђивања популација које се статистички значајно разликују. Pearson-ов коефицијент корелације израчунат је

употребом Hmisc пакета у R-у (Harrell, F.E.Jr. *et al.*, 2019) како би се утврдила повезаност између анализираних својстава и климатских параметара станишта изворних популација. Улазни подаци за наведене анализе су биле аритметичке средине за анализирана својства по популацијама и климатски параметри изворних састојина. Коришћени су подаци о клими за референтно раздобље 1981-2009 који су генерисани софтвером ClimateEU (Hamann, A., Wang T., Spittlehouse DL, Murdock T.Q. 2013: ClimateEU).

Наведене статистичке анализе урађене су коришћењем програма RStudio ver. 1.2.5001 (RStudio Team 2019) и програма STATISTICA 7.0 (StatSoft Inc. 2004).

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

Табела 2. приказује описну статистику пет различитих карактеристика случајно одабраних узорака жира сладуна из девет различитих популација. Просечна вредност дужине жира на нивоу истраживаних популација износи 27,47 mm. Највећа просечна вредност је утврђена код популације Бучје (32,37 mm), а најмања код популације Тупижница (22,55 mm). Највећа вредност дужине жира је измерена код популације Каменичка река (40,01 mm), а најмања код популације Тупижница (16,92 mm). Најмањи коефицијент варијабилност имала је популација Бучје (6,28%), а највећи популација Злот (14,93%). Просечна вредност дебљине жира износи 14,68 mm. Највећу просечну вредност дебљине жира имала је популација Бучје (17,74 mm), а најмању популација Цер (11,76 mm). Највећа вредност дебљине жира је измерена код популације Радан (22,00 mm), а најмања такође код популације Цер (9,64 mm). Коефицијент варијабилности се кретао од 6,03% код популације Бучје до 15,06% код популације Злот. Просечна вредност масе жира износи 3,38 g. Највећу просечну вредност масе жира имала је популација Радан (4,99 g), а најмању популација Тупижница (1,90 g). Највећа вредност масе жира измерена је код популације Радан (8,31 g), а најмања код популације Столови (0,81 g). Коефицијент варијабилности био је највећи код популације Столови (39,26%), а најмањи код популације Бучје (18,27%). Просечна вредност индекса облика износи 1,89. Највећа просечна вредност индекса облика је утврђена код популације Црни врх (2,06), а најмања код популације Столови (1,76). Највећа вредност индекса облика је измерена код популације Ујевац (2,57), а најмања код популација Столови (1,27). Највећа вредност коефицијента варијабилности је утврђена код популације Ујевац (14,41%), а најмања код популације Бучје (7,03%). Просечна вредност запремине жира износи 4,89 cm³. Највећа просечна вредност запремине жира је утврђена код популације Бучје (8,05 cm³), а најмања код популације Тупижница (2,53 cm³). Највећа вредност запремине жира је измерена код популације Радан (11,51 cm³), а најмања код популације Тупижница (1,39 cm³). Највећа вредност коефицијента варијабилности је утврђена код популације Злот (40,95%), а најмања код популације Бучје (15,35%). Просечан број жирева у једном ки-

лограму на нивоу истраживаних популација износи 295 комада/kg, креће се у распону од 170 комада/kg (Бучје) до 526 комада/kg (Тупижница).

Табела 2. Основни показатељи дескриптивне статистике морфолошких параметара жира на нивоу популације

Table 2 Basic indicators of descriptive statistics of acorn morphological parameters at the level of population

Дескриптивни Показатељи / Descriptive parameters	Популација / Population	Својство/ Trait				
		Дужина / Length (mm)	Ширина / Width (mm)	Маса / Mass (g)	Индекс облика / Shape index	Запремина / Volume (cm ³)
x	I	29,89	16,98	4,99	1,77	6,85
	II	28,02	15,26	3,43	1,84	5,25
	III	30,07	14,66	3,33	2,06	5,23
	IV	28,99	15,51	4,04	1,88	5,77
	V	22,55	11,82	1,90	1,91	2,53
	VI	25,68	14,62	2,87	1,76	4,41
	VII	27,39	14,85	2,95	1,86	4,85
	VIII	27,03	15,31	3,00	1,78	5,03
	IX	25,48	13,42	2,42	1,92	3,67
	X	32,37	17,74	5,86	1,83	8,05
	XI	29,17	14,44	3,62	2,02	4,83
	XII	27,08	14,48	3,28	1,88	4,54
	XIII	23,42	11,76	2,20	2,01	2,62
	Mean	27,47	14,68	3,38	1,89	4,89
min	I	25,28	14,90	3,13	1,38	4,84
	II	22,78	11,77	1,45	1,49	2,53
	III	24,43	11,40	1,16	1,72	2,62
	IV	20,81	11,19	1,43	1,35	2,31
	V	16,92	9,87	1,02	1,66	1,39
	VI	19,08	11,66	0,81	1,27	2,32
	VII	20,34	12,04	0,93	1,44	2,94
	VIII	21,83	12,69	1,44	1,46	3,30
	IX	21,42	10,36	1,13	1,54	1,86
	X	28,62	15,33	3,93	1,57	5,62
	XI	21,74	11,53	2,08	1,55	2,66
	XII	22,08	11,88	1,17	1,63	2,45
	XIII	18,60	9,64	1,23	1,54	1,56
	mean	16,92	9,64	0,81	1,27	1,39

max	I	36,67	22,00	8,31	2,21	11,51
	II	40,01	17,80	5,33	2,56	7,67
	III	36,74	17,48	5,75	2,32	8,41
	IV	36,17	20,30	7,08	2,21	10,89
	V	28,35	14,66	3,00	2,29	4,39
	VI	34,71	20,20	5,74	2,25	8,71
	VII	32,27	18,30	4,84	2,27	8,09
	VIII	32,13	18,46	5,11	2,18	8,25
	IX	31,53	17,34	3,91	2,57	6,29
	X	36,96	20,14	7,59	2,10	10,87
	XI	33,76	16,51	6,32	2,35	7,22
	XII	29,96	16,59	5,11	2,32	6,40
	XIII	31,10	16,63	4,76	2,55	5,56
	mean	40,01	22,00	8,31	2,57	11,51
sd	I	2,67	1,58	1,16	0,18	1,58
	II	3,91	1,63	1,08	0,23	1,54
	III	3,41	1,65	1,20	0,16	1,64
	IV	4,33	2,34	1,50	0,20	2,36
	V	2,94	0,96	0,45	0,18	0,69
	VI	3,81	1,57	1,13	0,23	1,41
	VII	2,93	1,68	0,92	0,23	1,39
	VIII	2,55	1,41	0,95	0,21	1,19
	IX	2,53	1,67	0,74	0,28	1,02
	X	2,03	1,07	1,07	0,13	1,24
	XI	2,43	1,05	0,87	0,17	0,95
	XII	2,36	1,40	1,07	0,17	1,09
	XIII	2,72	1,57	0,76	0,27	0,91
	mean	3,99	2,23	1,45	0,22	1,99
CV (%)	I	8,92	9,29	23,24	10,20	23,06
	II	13,94	10,65	31,50	12,27	29,38
	III	11,35	11,25	35,84	7,86	31,37
	IV	14,93	15,06	37,25	10,81	40,95
	V	13,06	8,13	23,91	9,23	27,46
	VI	14,85	10,72	39,26	13,18	32,05
	VII	10,71	11,29	31,16	12,17	28,70
	VIII	9,44	9,19	31,87	11,82	23,63
	IX	9,94	12,42	30,41	14,41	27,84
	X	6,28	6,03	18,27	7,03	15,35
	XI	8,33	7,28	23,98	8,18	19,72
	XII	8,71	9,69	32,47	8,79	24,08
	XIII	11,60	13,34	34,49	13,19	34,62
	mean	14,53	15,19	43,08	11,82	40,57

Стандардна девијација показује највећа одступања за особину дужине жи́ра, и она просечно износи 3,99. Највеће одступање је установљено у популацији Злот и износи 4,33, док је најмање у популацији Бучје, вредности 2,03. Најмања одступања стандардне девијације су утврђена за изведену карактеристику индекс облика, при чему је највеће одступање у популацији Ујевац и износи 0,28, а најмање у популацији Бучје, 0,13.

Маса жи́ра је карактеристика која показује највећу варијабилност, просечне вредности 43,08%. Популација Столови показује највећу вредност овог коефицијента и износи 39,26%, док је најмања у популацији Бучје (18,27%). Најмањи коефицијент варијабилности установљен је за изведену особину индекс облика, при чему је највећа вредност од 14,41% забележена у популацији Ујевац, а најмања у популацији Бучје и износи 7,03%. Просечна вредност је 11,82%.

Табела 3. Анализа варијансе за морфолошка својства жи́ра
Table 3 Analysis of variance of acorn morphological traits

Популација / Population	Својство/ Trait				
	Дужина / Length (mm)	Ширина / Width (mm)	Маса / Mass (g)	Индекс облика / Shape index	Запремина / Volume (cm ³)
I	29,89 ^f	16,98 ^g	4,99 ^h	1,77 ^a	6,85 ^g
II	28,02 ^{de}	15,26 ^{def}	3,43 ^{ef}	1,84 ^{abc}	5,25 ^{ef}
III	30,07 ^f	14,66 ^{cde}	3,33 ^{def}	2,06 ^{ef}	5,23 ^{def}
IV	28,99 ^{ef}	15,51 ^f	4,04 ^g	1,88 ^{bc}	5,77 ^f
V	22,55 ^a	11,82 ^a	1,90 ^a	1,91 ^c	2,53 ^a
VI	25,68 ^{bc}	14,62 ^{cde}	2,87 ^{cd}	1,76 ^a	4,41 ^c
VII	27,39 ^d	14,85 ^{cdef}	2,95 ^{de}	1,86 ^{abc}	4,85 ^{cde}
VIII	27,03 ^f	15,31 ^{ef}	3,00 ^{de}	1,78 ^{ab}	5,03 ^{cde}
IX	25,48 ^b	13,42 ^b	2,42 ^{bc}	1,92 ^{cd}	3,67 ^b
X	32,37 ^g	17,74 ^g	5,86 ⁱ	1,83 ^{abc}	8,05 ^h
XI	29,17 ^{ef}	14,44 ^c	3,62 ^{fg}	2,02 ^{de}	4,83 ^{cde}
XII	27,08 ^{cd}	14,48 ^{cd}	3,28 ^{def}	1,88 ^{bc}	4,54 ^{cd}
XIII	23,42 ^a	11,76 ^a	2,20 ^{ab}	2,01 ^{de}	2,62 ^a
P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Резултати проведене анализе варијансе (ANOVA) показују да се популације сигнификантно разликују према свим истраживаним својствима. Популације показују статистички значајне разлике, на нивоу сигнификантности 0,01 за сва посматрана морфолошка својства семена (Табела 3). Најмање разлике за својство дужине семена показују популације Тупижница и Цер, затим Радан, Црни врх и Рудник, као и Злот и Јастребац. За својство ширине семена, најмање разлике су показане у популацијама Радан и Бучје, затим Тупижница и Цер. Популације Јухор и Рудник су најсличније за својство масе жи́ра. Установљене су сличности популација Радан и Столови, за-

тим Каменичка река, Јухор и Бучје; Злот и Ајкобила, као и Јастребац и Цер за индекс облика. На основу запремине жира, најмање разлике утврђене су међу популацијама Тупижница и Цер и Јухор, Рудник и Јастребац.

Табела 4. Пирсонови коефицијенти корелације између популацијских просека за истраживана својства и климатских (географских) параметара њихових изворних састојина

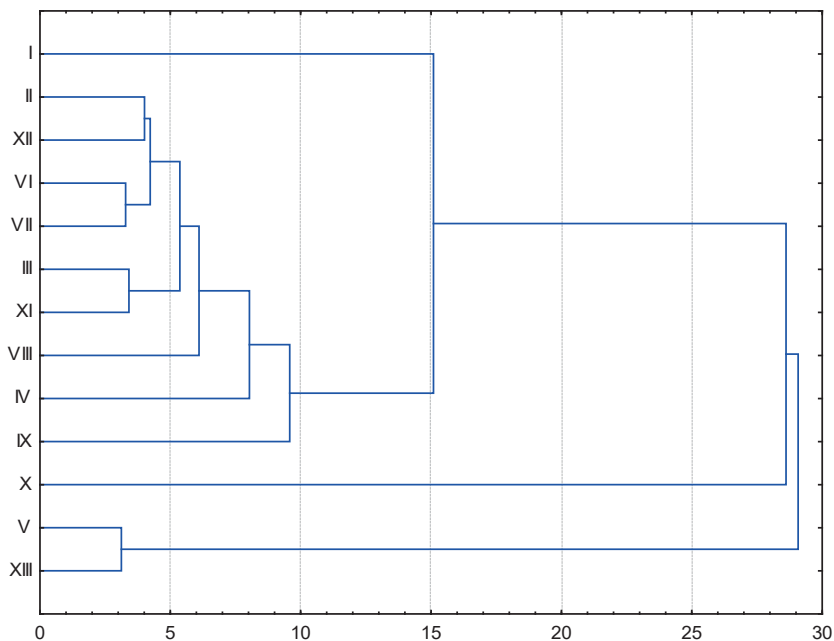
Table 4 Pearson's correlation coefficients of interpopulation means for the researched traits and climatic (geographic) parameters of their original stands.

	Дужина / Length (mm)	Ширина / Width (mm)	Маса / Mass (g)	Индекс облика / Shape index	Запремина / Volume (cm ³)
Lat	0,28	0,00	0,36	0,08	-0,11
Long	-0,46	-0,00	-0,36	-0,92	0,54
Elev	-0,43	0,10	-0,32	-0,95	0,63
MAT	-0,36	0,05	-0,31	-0,83	0,44
MWMT	-0,35	0,14	-0,20	-0,72	0,69
MCMT	-0,31	-0,06	-0,29	-0,20	0,38
TD	-0,53	0,08	-0,45	-0,52	0,75
MAP	0,16	0,02	0,20	-0,26	-0,11
MSP	0,40	-0,07	0,37	0,16	-0,53
AHM	0,39	0,12	0,32	0,80	-0,37
SHM	-0,46	0,04	-0,35	-0,95	0,60
DD_0	0,45	0,06	0,36	0,90	-0,51
DD5	-0,46	0,10	-0,35	-0,95	0,62
DD_18	-0,47	0,03	-0,36	-0,94	0,61
DD18	-0,44	0,08	-0,32	-0,93	0,64
NFFD	0,49	-0,13	0,36	0,97	-0,76
bFFP	-0,35	0,02	-0,27	-0,84	0,45
eFFP	0,38	0,08	0,28	0,86	-0,44
FFP	0,34	-0,12	0,31	0,16	-0,55
PAS	0,28	0,00	0,36	0,08	-0,11
CMD	-0,46	-0,00	-0,36	-0,92	0,54

Lat – географска ширина; Long – географска дужина; Elev – надморска висина; MAT – просечна годишња температура; MWMT – средња температура јула; MCMT – средња температура јануара; TD – индекс континенталности; MAP – годишња количина падавина; MSP – количина падавина у летњем периоду; AHM – годишњи однос температуре и падавина; SHM – летњи однос температуре и падавина; DD_0 – број дана са темперетуром испод 0 °C; DD5 – број дана са темперетуром >5°C; DD_18 – број дана са темперетуром <18°C; DD18 – број дана са темперетуром >18°C; NFFD – број дана без мрза; bFFP – почетак периода без мрза; eFFP – завршетак периода без мрза; PAS – количина снежних падавина; CMD – Hargreaves-ov индекс дефицита влаге.

Lat – latitude; Long – longitude; Elev – elevation; MAT – mean annual temperature; MWMT – mean July temperature; MCMT – mean January temperature; TD – continentality index; MAP – mean annual precipitation; MSP – mean summer precipitation; AHM – annual heat-to moisture index; SHM – summer heat-to-moisture index; DD_0 – sum of degree-days <0°C; DD5 – sum of degree-days >5°C; DD_18 – sum of degree-days <18°C; DD18 – sum of degree-days >18°C; NFFD – number of frost free days; bFFP – beginning of frost free period; eFFP – end of frost free period; PAS – precipitation as snow; CMD – climate moisture deficit.

У покушају утврђивања обрасца у варијацијама истраживаних својстава између популација, провели смо Пеарсон-ову корелацијску анализу између просечних вредности популација и климатско-географских параметара њихових изворних састојина (Табела 4). Статистички значајне корелације утврђене су код изведених својства, индекса облика и запремине жира. Запремина жира је била сигнификантно позитивно корелирана са надморском висином, географском дужином, средњом темепратуром у јулу, индексом континенталности, а негативно корелирана са количином падавина у летњем периоду и бројем мразних дана. Индекс облика је био негативно сигнификантно корелиран са надморском висином, географском дужином, просечном годишњом температуром, средњом температуром у јулу, летњим односом темпратуте и падавина, а позитивно корелиран са годишњим односом температуре и падавина, бројем дана без мраза и завршетком периода без мраза.



Графикон 1. Дендрограм кластер анализе за анализирана својства жира
Graph 1. Cluster analysis dendrogram for analyzed acorn traits

Анализиране популације групушу се на релативно великој дистанци, што говори о високом степену варијабилности између њих (графикон 1). Популације V, X и XIII образују један подкластер и знатно су удаљене од осталих популација које образују други подкластер. Највећу сличност показују популације VI и VII, III и IX, V и XIII.

Добијени резултати указују на постојање значајног нивоа фенотипске варијабилности популација китњака у Србији, с обзиром на истраживана морфолошка својства жира (Табела 2). Истраживане популације китњака одликује задовољавајући степен генетичке варијабилности те се могу користити у процесима оплемењивања и потенцијални су извори квалитетног репродуктивног материјала. За потребе пошумљавања и помоћних мера природне обнове китњакових састојина користе се жир и саднице производе генеративним начином, због чега су особине жира један од кључних фактора за постизање успеха у овим пословима. Потенцијалне састојине, у којима се може производити семе одговарајућих карактеристика веома су значајне за пошумљавање и обнову шума, па је познавање њихових фенотипских и генотипских својства веома значајно.

Предуслов за очување и унапређење генофонда неке врсте је познавање генетске разноликости и структуре популација. На утврђивању генетске разноликости популација китњака у Србији до сада су обављена скромна истраживања и постоји потреба да се на томе ради. Анализе количине и дистрибуције генетичке варијабилности унутар и међу популацијама може се користити за утврђивање генетичког диверзитета и за успостављање програма за конзервацију генетичких ресурса (Dumolin-Lapégue, S. *et al.*, 1997). Дистрибуција генетичког диверзитета унутар и међу популацијама је функција стопе протока гена међу популацијама, а ниво протока гена зависи од просторног распореда станишта, величине и степена изолације популација, од кретања полена и семена између популација (Bruschi, P., *et al.*, 2003).

Клинални образац варијабилности, смањење варијабилности са повећањем истраживаног подручја резултат је истраживања генетске разноликости популација китњака (Zanetto, A., Kremer, A., 1995). Прилагођавање генотипа сопственом окружењу може утицати на неке морфолошке разлике (Abrams, M. D., 1990). Варијабилност неких морфолошких особина повезаних са географском ширином и надморском висином вероватно је последица адаптивног одговора на окружење (Kleinschmit J., 1993). Статистички значајне корелације морфолошких обележја са климатским параметрима сугеришу на прилагођавање локалним климатским условима без повезаности са удаљеношћу популација (Jurkšiene, G., Baliuckas, V., 2014). Наша истраживања су показала да постоји повезаност морфолошких обележја жира са климатским условима изворних састојина (табела 4), па се може констатовати да постоји адаптивност популација на локалне климатске услове. Велика генетичка разноликост код тестираних популација је веома значајна за опстанак и стабилност, али је и поред тога неопходно адекватно

еколошко управљање за њихово очување и *in situ* конзервацију (Bruschi, P. *et al.* 2003). Прилагодљивост популација шумског дрвећа на климатске промене у великој мери одређена је индивидуалним нивоима сродства (Lloret, F., García, C. 2016). Неконтролисано коришћење ресурса и сеча стабала, које за последицу имају смањење величине популације, повећају ризик губитака генетичких ресурса и дугорочни опстанак (Gilpin, M.E., Soule, M.E. 1986). У популацијама мале величине смањена генетска разноликост може бити резултат генетског дрефта, па у наредним генерацијама губитак хетерозиготичности појава и инбридинга може довести до смањене кондиције у овим иначе стабилним популацијама (Bruschi, P. *et al.* 2003). За превазилажење проблема насталих под утицајем климатских промена, у процесима пошумљавања, као изворе репродуктивног материјала треба користити популације које одликује висока генетска разноликост, повећан раст и бољи квалитет дрвета (Šeho, M. *et al.*, 2019). Пажњу треба посветити периферним или изолованим популацијама, које се разликују, између осталог, и по еколошким условима, и могу послужити као извор репродуктивног материјала у процесима адаптивности на промењене услове спољашње средине (Lessica, P., Allendorf, F.W., 1995). Употреба оваквих популација треба да се заснива на производњи семена, јер је то најмање штетно за постојеће популације, а притом укључује најшири опсег генетичке варијабилности (Bruschi, P. *et al.*, 2003). Генетски побољшане састојине и популације, које се одликују толеранцијом на сушу, биће високо цењене у будућности (Apostol, E.N. *et al.*, 2020).

Велика варијабилност димензија жирева утврђена је унутар врста, али и на нивоу целог рода *Quercus* (Giertych, M.J., Chmielarz, P., 2019). Величина жира може бити одређена популацијом (Ramírez-Valiente, J.A. *et al.* 2009) и материнским ефектом (Gonzalez-Rodriguez, V. *et al.* 2011). Крупна семена су се показала као адаптирана на топлу и суву климу, као нпр. код *Q. suber* и могу модулисати физиологију листа (Rodríguez-Calcerrada, J. *et al.* 2011). Величина семена код многих врста има пресудни утицај на иницијални развој садница (Castro, J., 1999; Howe, H.F., Richter, W.M. 1982; Kennedy, P.G. *et al.* 2004). Такође, код многих врста храстова, маса и висина садница су уско повезани са масом семена. (Bonito, A. *et al.* 2011; Clark, S., Schlarbaum, S.E., 2018; Iakovoglou, V. *et al.* 2007; Bonito, A. *et al.* 2011; Perez-Ramos, I.M. *et al.* 2010; Sage, R.D. *et al.* 2011; Popović, V. *et al.* 2015b; Popović, V. *et al.* 2018). Крупноћа жира позитивно корелирана са процентом исклијалих жирева, наглим развојем избојка (надземног дела), процентом преживљења садница, већом биомасом корена, повољнијим односом масе корена и масе надземног дела (Roth, V. *et al.*, 2009; Ivanković, M. *et al.* 2011).

Код *Q. petraea* утврђене су екстремне вредности дужине жирева између 8 и 35mm, а пречника између 6 и 20 mm (Goetz, J., 1931). Barzdajn, W. (1993) установио је да дужина жира варира од 19.9 до 33.4 mm, а пречник од 13.6 до 17.7 mm. Дужина жира китњака креће се у опсегу од 14 до 32 mm, интервал између минималног и максималног пречника износи 12.8 mm, а

екстремне вредности пречника износе 9 и 21,8 mm (Major, S., 2002). Маса 1000 жирева се креће од 1.5 до 5 kg (Tyszkiewicz, S., 1949, Suszka, B. *et al.* 1994), односно, од 2400 до 4800 g (Major, S., 2002). Резултати морфолошких својстава добијени у овом истраживању (табела 2) слични су по вредности-ма из литературних навода.

4. ЗАКЉУЧЦИ

Резултати овог истраживања показали су висок ниво међупопулационе варијабилности морфолошких својстава жира и диференцијацију између популација. Идентификован је еоклинални образац диференцијације популација, повезан са станишним условима у односу на надморску висину. Ово указује на генетску диференцијацију популација хтаста китњака у Србији, али то се овим истраживањем није могло потврдити, јер су анализе вршене на биљним узорцима из природних популација. Раздвајање популација у односу на надморску висину даје основу за вертикално семенско зонирање ареала храста китњака у Србији, те у односу на то употребу репродуктивног материјала у пошумљавању и приликом примене помоћних мера при природном обнављању.

Разумевање образаца диференцијације популације и генетске варијабилности својстава храста китњака обезбедиће полазну основу за програм очувања и коришћења генофонда према пројекцијама климатских промена за подручје Балканског полуострва.

Даља истраживања разноликости и генетске структуре популација применом анализа разноврсних фенотипских својстава на нивоу провенијентних тестова и тестови потомства, као и анализе одговарајућих DNA маркера, неопходни су ради очувања генетске варијабилности и стабилности популација у промењеним условима средине.

Напомена: Овај рад реализован је у оквиру Уговора о реализацији и финансирању научноистраживачког рада НИО у 2021. години, које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, бр. 451-03-9/2021-14/200027 од 05.02.2021. године.

ЛИТЕРАТУРА

- Abrams, M. D. (1990): Adaptation and responses to drought in *Quercus* species of North America. *Tree Physiology* 7: 227-238.
- Apostol, E.N., Stuparu, E., Scarlatescu, V., Budeanu, M. (2020): Testing Hungarian oak (*Quercus frainetto* Ten.) provenances in Romania, *iForest*, 13: 9-15
- Банковић, С., Медаревић, М., Пантић, Д., Петровић, Н., Шљукић, Б., Обрадовић, С. (2009): Шумски фонд Републике Србије - стање и проблеми. Гласник Шумарског факултета бр. 100, стр. 7-30, Београд.
- Barzdajn, W. (2002): The variability of dimensions of *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. acorns in Poland. *Dendrobiology*, Vol. 47: 21-24.

- Barzdajn W. (1993): Preliminary results of an experiment with Polish provenances of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and sessile oak (*Q. petraea* [Matt] Liebl). *Ann. Sci. For.*: 1–6.
- Bonito, A., Varone, L., Gratani, L. (2011): Relationship between acorn size and seedling morphological and physiological traits of *Quercus ilex* L. from different climates. *Photosynthetica*, Vol. 49. No. 1: 75-86
- Bruschi, P, Vendramin, G., Bussotti, F., Grossoni, P. (2003): Morphological and Molecular Diversity Among Italian Populations of *Quercus petraea* (Fagaceae), *Annals of Botany* 91: 707-716.
- Carabeo, M., Simeone, M.C., Cherubini, M., Mattia, C., Chiocchini, F., Bertini, L., Caruso, C., La Mantia, T., Villani, F., Mattionia, C. (2016): Estimating the genetic diversity and structure of *Quercus trojana* Webb populations in Italy by SSRs: implications for management and conservation. *Can J Forest Res*, Vol. 47. No. 3: 331-339.
- Castro, J. (1999): Seed mass versus seedling performance in Scots pine: a maternally dependent trait. *New Phytol.* Volume: 144:153–161.
- Clark, S.L., Schlarbaum, S.E. (2018): Effects of acorn size and mass on seedling quality of northern red oak (*Quercus rubra*). *New For.* Vol. 49:571–583.
- Dufour-Dror, J.M., Ertas, A. (2002): Cupule and acorn basic morphological differences between *Quercus ithaburensis* Decne.subsp. *ithaburensis* and *Quercus ithaburensis* subsp. *Macrolepis* (Kotschy) Hedge et Yalt. *Acta Botanica Malacitana*, Vol. 27: 237-294.
- Dumolin-Lapegue, S., DDemasure, B., Fineschi, S., Le Corre, V., Petit, R.J. (1997): Phylogeographic structure of white oaks throughout the European continent. *Genetics*. Vol. 146: 1475-1487.
- Gapare, W.J. (2014): Merging applied gene conservation activities with advanced generation breeding initiatives: a case study of *Pinus radiata* D. Don. *New Forests*, Vol. 45. No. 3: 311–331.
- Geburek, T., Konrad, H. (2008): Why the conservation of forest genetic resources has not worked. *Conserv. Biol.* Vol. 22. No. 2: 267–274.
- Goetz, J. (1931): Zmienność owoców dębu szypułkowego (*Q. pedunculata* Ehrh.) [Variability of acorn of common oak]. *Rocz. Pol. Tow. Dendrol.* Vol. 4: 3–12.
- Giertych, M.J., Chmielary, P. (2019): Size variability in embryonic axes, cotyledons, acorns and seedlings in fifteen species of the genus *Quercus*. *Trees*. Vol. 34: 593-601.
- Gilpin, M.E., Soule, M.E. (1986): Minimum viable populations processes of species extinctions. In: Soule ME, ed. *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sunderland: Sinauer, 19-34.
- Gonzalez-Rodriguez, V., Villar, R., Navarro-Cerrillo, R.M. (2011): Maternal influences on seed mass effect and initial seedling growth in four *Quercus* species. *Acta Oecol* Vol. 37:1–9
- Harrell F.E. Jr. *et al.* (2019): Hmisc: Harrell Miscellaneous. R package version 4.3-0. <https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc>
- Howe, H.F., Richter, W.M. (1982): Effects of seed size on seedling size in *Virola surinamensis*; a within and between tree analysis. *Oecologia*. Volume: 53:347–351.
- Iakovoglou, V., Misra, M.K., Hall, R.B., Knapp, A.D. (2007): The effect of seed size and parent tree on seed variables and seedling growth of *Quercus macrocarpa* and *Q. alba*. *Seed Sci Technol*. Vol. 35:771–777.
- Исајев, В., Иветић, В., Вукин, М. (2005): Вештачко обнављање шума хрста китњака. Шумарство бр. 3, УШИТС, стр. 37-51, Београд.
- Isajev, V., Fady, B., Semercy, H., Andonovski, V. (2004): EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European black pine (*Pinus nigra*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages
- Ivanković, M., Popović, M., Bogdan, S. (2011): Acorn Morphometric Traits and Seedling Heights Variation of Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.) from the Seed Stands in Croatia. *J. For. Soc. Croatia*. Vol. 135, 13: 46-57.

- Jurkšienė, G., Baliuckas, V. (2014): Leaf morphological variation of sessile oak (*Quercus Petraea* (matt.) Liebl.) and pedunculate oak (*Quercus Robur* L.) in Lithuania, Research for rural development 2014, volume 2, 63-69.
- Kennedy, P.G., Hausmann, N.J., Wenk, E.H., Dawson, T.E. (2004): The importance of seed reserves for seedling performance: an integrated approach using morphological, physiological, and stable isotope techniques. *Oecologia*. Volume: 141:547–554.
- Kleinschmit J. (1993): Intraspecific variation of growth and adaptive traits in European oak species. *Annales des Sciences Forestieres* 50 (Suppl. 1): 166-185.
- Lessica, P., Allendorf, F.W. (1995): When are peripheral populations valuable for conservation? *Conservation Biology* 9: 753-760.
- Lloret, F., García, C. (2016): Inbreeding and neighbouring vegetation drive drought induced die off within juniper populations, *Functional Ecology*, Vol. 30, No. 10: 1696-1704.
- Lučić, A. (2007): Primena markera kao osnov za izdvajanje regiona provenijencija crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) u Srbiji. Magistarski rad. Šumarski fakultet. Beograd.
- Лучић, А., Ракоњац, Љ., Исајев, В., Живадиновић, В. (2011): Варијабилност морфометријских својстава шишарица белог бора (*Pinus sylvestris* L.) у Србији, Шумарство бр.1-2, УШИТС, стр. 83-94.
- Majur, S. (2002): Variability of *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. Acorn size in the region of the Pomeranian plains. *Dendrobiology*. Vol. 47: 25-31.
- Маринковић, П., Поповић, Ј., Караџић, Д. (1990): Узроци епидемијског сушења храста, значај и могућности санирања жаришта заразе. Шумарство бр. 2-3, УШИТС, стр. 7-17, Београд.
- Mataruga, M. (2003): Genetičko selekcionarne osnove unapređenja proizvodnje sadnica crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) različitih provenijencija. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet. Beograd.
- Нонић, М., Поповић, В., Керкез, И., Шијачић Николић, М. (2013): Варијабилност морфометријских карактеристика семена различитих тест стабала дивље трешње (*Prunus avium* L.) са подручја Београда, Шумарство бр. 1-2, УШИТС, стр. 113-123.
- Perez-Ramos, I.M., Gomez-Aparicio, L., Villar, R., Garcia, L.V., Maranon, T. (2010): Seedling growth and morphology of three oak species along field resource gradients and seed mass variation: a seedling age-dependent response. *J Veg Sci*. Vol: 21:419–437.
- Поповић, В., Шијачић Николић, М. (2015а): Анализа квалитета и морфометријских карактеристика семена букве (*Fagus moesiaca*/Domin, Maly/Czeczott) у Србији, Шумарство бр. 1-2, УШИТС, стр: 109-120.
- Роповић, В., Шијачић-Николић, М., Ракоњас, Лј., Јокановић, Д. (2012): Variability in cone morphometric characters among test trees of bald cypress (*Taxodium distichum* L. Rich.) in seed stand near Ваџка Palanka. *Sustainable Forestry*, 65-66: 15-27.
- Поповић, В., Лучић, А., Ракоњац, Љ., Керкез Јанковић, И. (2020а): Варијабилност морфометријских својстава жира и једногодишњих садница храста лужњака (*Quercus robur* L.) на нивоу семенске састојине RS-2-2-qro-11-828, Шумарство бр. 1-2, стр. 1-11.
- Роповић, В., Луџић, А., Ракоњас, Лј., Јовановић, С., Лазаревић, И. (2020б): Variability of morphometric characteristics of Hungarian oak (*Quercus frainetto* Ten.) acorn. *Sustainable Forestry*, 81-82: 19-28.
- Роповић, В., Луџић, А., Керкез Јанковић, И., Ракоњас, Лј., Богдан, С. (2020с): Varijabilnost svojstava plodova kod provenijencija divlje trešnje (*Prunus avium* L.) u Srbiji, Šumarski list br. 11-12, str. 585-596.
- Роповић, В., Луџић, А., Ракоњас, Лј., Ћирковић-Митровић, Т., Брашанас Босанас, Лј. (2015б): Influence of acorn size on morphological characteristics of one-year-old Northern red oak (*Quercus rubra* L.) seedlings, *Archives of Biological Sciences, Belgrade*, Vol. 67, br. 4, str. 1357-1360, DOI:10.2298/ABS150121113P

- Поповић, В., Лучић, А., Ракоњац, Љ. (2018): Утицај крупноће жира на морфолошке особине једногодишњих садница храста лужњака (*Quercus robur* L.) у расаднику. Шумарство 1-2. УШИТС. Стр. 91-98. ISSN 0350-1752
- Ramírez-Valiente, J.A., Valladares, F., Gil, L., Aranda, I. (2009): Population differences in juvenile survival under increasing drought are mediated by seed size in Cork oak (*Quercus suber*, L.). For Ecol Manag Vol. 257:1676–1683.
- Reed, D.H., Frankham, R. (2003): Correlation between fitness and genetic diversity. Conserv. Biol. Vol. 17. No. 1: 230–237.
- Rodríguez-Calcerrada, J. Nanos, N., Aranda, I. (2011): The relevance of seed size in modulating leaf physiology and early plant performance in two tree species. Trees. Vol.: 25:873–884.
- Roth, V., Dubravac, T., Pilaš, I., Dekanić, S., Brekalo, Z. (2009): Acorn size of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and sessile oak (*Quercus petraea* Liebl.) as a factor in growth and development of seedlings. Šum. list 133(5–6): 257–266.
- RStudio Team 2019. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>
- Sage, R.D., Koenig, W.D., McLaughlin, B.C. (2011): Fitness consequences of seed size in the valley oak *Quercus lobata* Née (Fagaceae). Ann For Sci. Volume: 68:477–484.
- Souto, C., Mathiasen, P., Acosta, M. (2015): Identifying genetic hotspots by mapping molecular diversity of widespread trees: when commonness matters. J. Hered. Vol. 106. No. 1:537–545. StatSoft Inc., 2004. STATISTICA, version 7.
- Стојановић, Љ., Крстић, М., Бјелановић, И. (2005): Проредне сече у шумама храста китњака на подручју североисточне Србије. Шумарство бр. 3, УШИТС, стр. 1-24, Београд.
- Suszka B., Muller C., Bonnet Masimbert, M. (1994): Nasiona leśnych drzew liściastych – od zbioru do siewu [Seeds of Broadleaved trees – from collection to sowing]. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa–Poznań.
- Šeho, M., Ayan, S., Huber, G., Kahveci, G. (2019): A Review on Turkish Hazel (*Corylus colurna* L.): A Promising Tree Species for Future Assisted Migration Attempts. South-east Eur for, Vol.10. No. 1: 53-63.
- Šijačić Nikolić, M., Milovanović, J., Knežević, R. (2010): Variability of cone morphological traits and seed quality parameters of Norway spruce sample genotypes from Kopaonik mountain – First Serbia Forestry Congress - Future with Forests, 11-13 November, 2010, Faculty of Forestry Belgrade, Serbia, Congress Abstracts, 157.
- Šijačić Nikolić, M., Milovanović, J. (2012): Conservation and sustainable use of forest genetic resources through an example of wetland ecosystems. Agriculture and Forestry, Vol. 57. No. 1: 23-31.
- Tošić, M. (1991): Genetički varijabilitet belog bora (*Pinus sylvestris* L.) u Zapadnoj Srbiji kao osnova za utvrđivanje kriterijuma za nove selekcije. Doktorska disertacija u rukopisu. Unierzitet u Beogradu Šumarski fakultet. Beograd.
- Tucović, A., Isajev, V. (1985): Spontana i indukovana varijabilnost klijavaca omorike iz semenskog objekta „Bela Zemlja” u regionu Titovog Užica. Glasnik Šumarskog fakulteta, Beograd, br. 64, str. 47-65.
- Tucović, A., Stilinović, S. (1982): Stanje i problemi u proizvodnji genetski kvalitetnog semena u SR Srbiji iz semenskih plantaža. Glasnik Šumarskog fakulteta, Beograd, br. 58, str. 3-21.
- Tyszkiewicz, S. (1949): Nasiennictwo leśne [Forest seed]. Inst. Bad. Leśnictwa, Warszawa
- Wang, T., A., Hamann, D.L., Spittlehouse, T.Q., Murdock (2012): ClimateWNA – Highresolution spatial climate data for western North America. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 51: 16-29.
- Zanetto, A., Kremer, A. 1995. Geographical structure of gene diversity in *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. I. Monolocus patterns of variation. Heredity 75: 506-517.

VARIABILITY OF SESSILE OAK (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl)
ACORN TRAITS IN SERBIAN POPULATIONS

Vladan Popović
Aleksandar Lučić
Ljubinko Rakonjac
Sanja Jovanović

Summary

Sessile oak (*Quercus petraea* /Matt./ Leibl.) is the second most valuable oak species in the growing stock of the Republic of Serbia, with a share of 5,9% in the total volume distributed on an area of 173 200 ha. This research aimed to determine the level and the pattern of phenotypic variability of morphological traits of sessile oak acorns; the possible link between the phenotypic variability pattern and the provenance genetic differentiation was also discussed. The results of the analysis of morphological traits of sessile oak acorns from thirteen natural populations in the Republic of Serbia are presented in this paper. The analysis of measured and derived morphometric characteristics was conducted using a random sample of 50 acorns per population. The length, width of the widest part, and acorn mass were measured. The obtained values were used to calculate the following characteristics: shape index, acorn volume, and the mean number of acorns in a kilogram. On the population level, the following mean values were determined: acorn length 22.47 mm, acorn width 14.68 mm, acorn mass 3.38g, shape index 1.89, volume 4.89 cm³, and 295 acorns per kilogram. The shape index (CV = 11.82%) was the least and the acorn mass (CV = 43.08%) the most variable trait. The analysis of variance showed statistically significant differences between populations regarding all morphological traits of acorns that were examined ($p < 0.01$; $\alpha = 0.05$). The differentiation pattern between populations was determined by correlating the morphological trait mean values to climate-geographic parameters of their original stands. The shape index and seed volume were confirmed to be useful diagnostic features. The acorn volume was significantly positively correlated with elevation, longitude, mean July temperature, continentality index, and negatively correlated with the amount of summer precipitation and the number of frost days. The shape index was significantly negatively correlated with elevation, longitude, mean annual temperature, mean July temperature, the relation of summer temperature to precipitation, while it was positively correlated with the annual correlation between temperature and precipitation, the number of frost-free days, and ending of the frost-free season. The results of this research demonstrate a high level of interpopulation variability of acorn morphological traits and differentiation between populations. The ecoclimatic pattern of population differentiation was identified concerning site conditions related to elevation. This pattern shows that there is genetic differentiation between sessile oak populations in Serbia. However, it cannot be confirmed by this research since the analyses were conducted on plant samples from natural populations. The population separation by elevation represents the basis for vertical seed zoning of the range of sessile oak distribution in Serbia and, subsequently the use of reproductive material in reforestation and natural regeneration. Knowledge about the population differentiation pattern and genetic variability of sessile oak acorn traits will provide a starting point for preservation program and gene pool usage according to climate change projections for the area of the Balkan peninsula. Further research of the diversity and population genetic structure is necessary in order to conserve the genetic variability and stability of the populations in changing environmental conditions by applying different analyses of phenotypic characteristics on the level of provenance and progeny tests and analysing the adequate DNA markers.