

ВАРИЈАБИЛНОСТ МОРФОМЕТРИЈСКИХ СВОЈСТАВА ШИШАРИЦА БЕЛОГ БОРА (*Pinus sylvestris* L.) У СРБИЈИ

АЛЕКСАНДАР ЛУЧИЋ¹, ВАСИЛИЈЕ ИСАЈЕВ²
ЉУБИНКО РАКОЊАЦ¹, ВЛАДАН ЖИВАДИНОВИЋ³

Извод: У оквиру овог рада приказани су резултати анализе варијабилности морфометријских карактеристика шишарица белог бора (*Pinus sylvestris* L.) седам популација у Србији. На терену је издвојено 98 стабала са којих су сакупљене шишарице. Узорак је чинило 20 шишарица са сваког стабла, при чему су мерене дужине, ширине шишарица и број семенки. Том приликом је извршено близу 6000 мерења. Анализа добијених вредности је урађена у програмском пакету Статистика. На основу добијених резултата уочене су значајне разлике у вредностима посматраних својстава за сваку популацију понаособ. Утврђивана је само међузависност (корелација) а не и директан утицај поменутих својстава једног на друго (регресија). Такође, утврђени су и различити степени хомогености за свако анализирано својство унутар популација. У раду је урађена кластер анализа за сва три посматрана својства заједно, као и за свако од њих појединачно. Овом анализом проверена је међусобна биолошка блискост или удаљеност по питању ова три својства, при чему је дошло до значајне диференцијације популација. Добијени резултати представљени у овом раду дају допринос бољем разумевању веза анализираних својстава, као и значају анализираних својстава на диференцијацију популација, дајући прелиминарно упознавање генетичког варијабилитета проучаваних популација.

Кључне речи: Бели бор, шишарице, семе, анализа.

VARIABILITY OF MORPHOMETRIC CHARACTERS OF SCOTS PINE (*PINUS sylvestris* L.)
CONES IN SERBIA

Abstract: Variability of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) cone morphometric characters were analysed for seven populations in Serbia. 98 trees were selected in the field and the cones were collected. The sample consisted of 20 cones from each tree, and included almost 6000 measurements of cone length, cone diameter and seed number. The statistical analysis was performed using software Statistika. The study results showed significant differences in the values of the analysed characters for each individual population. We determined the interdependence (correlation) of the analysed characters and not also the direct character interaction (regression). Also, different degrees of homogeneity were determined for each analysed character within the populations. Cluster analysis was made for all three characters together, and individually for each character. The analysed biological similarity or distance regarding these three characters showed a significant population differentiation. By presenting the preliminary knowledge on the genetic variability of the study populations, the reported results will contribute to better understanding of the correlation of the analysed characters and to underlining the significance of the study characters in the population differentiation.

Key words: Scots pine, cone, seed, analysis.

1 мр Александар Лучић, истраживач сарадник; др Љубинко Ракоњац, виши научни сарадник; Институт за шумарство, Београд

2 др Василије Исајев, редовни професор; Универзитет у Београду - Шумарски факултет

3 Владан Живадиновић, дипл. инж.; ЈП „Србијашуме“ Београд

1. УВОД

Варијабилитет обилности урода и квалитета семена свих важнијих врста шумског дрвећа већ одавно је предмет проучавања шумске научне и стручне јавности. Бројни су радови у земљи и иностранству који обрађују ову, за шумарство веома важну научну област. Међутим, степен истражености генетичке варијабилности квантитета и квалитета урода семена наших најважнијих врста шумског дрвећа и могућности адекватног коришћења истог у нашим условима, још увек је испод стварних потреба и није у складу са економским значајем. Захваљујући резултатима истраживања Туцовић, А. (1975), Мрва, Ф. (1976, 1984), Попникола, Н. (1978), Туцовић, А., Стилиновић, С. (1982), Туцовић, А., Исајев, В. (1985), Исајев, В. (1987), Тошић, М. (1991), Матаруга, М. (2003), Лучић, А. (2007) и др., поступно се употпуњују знања и ближе објашњава веза између генетичке конституције популација и услова средине, као и морфолошких и физиолошких својстава семена.

Вишедеценијско проучавање природне променљивости шишарица, имало је за циљ дефинисање ниже таксономске припадности у оквиру врсте, везе између провенијенција, услова средине и одређивање генетичке конституције родитељских индивидуа. Проучавањем особина шишарица борова бавили су се многи аутори (Арнаутовић, Ф., 1949; Вићентић, А. М., 1954; Чабрајић, Т., 1958, 1960; Видаковић, М., 1960; Марковић, Љ. *et al.*, 1990), док се у новије време запаженим резултатима издвајају истраживања Матаруга, М. (2003) Резултати њиховог рада показују велику различитост. Занимљива су истраживања Видаковић М. (1960), који је дошао до закључка да је дужина и ширина шишарица зависна од станишних услова и да особине шишарица нису карактеристичне за поједине подврсте. Међутим, облик шишарице је веома карактеристична ознака за поједине подврсте. Варијабилност величине шишарице, у зависности од популација, генотипа и године сакупљања, код белог бора проучавао је Тошић, М. (1991), код црног бора Лучић, А. (2007), а код оморике Исајев, В. (1987); Туцовић, А. *et al.* (1982); Шијачић - Николић, М. (2000). Добијени резултати указују на велику међупопулацијску и индивидуалну варијабилност ових својстава и генетичку детерминисаност ове променљивости.

Добијени резултати у истраживању варијабилности морфометријских својстава шишарица, служе за прелиминарно упознавање генетичког варијабилитета проучаваних популација.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

На сваком од седам локалитета (табела 1), сакупљено је по 100 шишарица за свако стабло, које су стављене у посебне џакове. Укупан број стабала је био 98, по 15 стабала за сваки локалитет, осим код популације ГЈ „Буковик-Алексиначки“, ШГ „Ниш“, где је одабрано 8 стабала (мали број стабала на терену). Затим је методом случајног узорка узето по двадесет шишарица по сваком стаблу за дораду у Лабораторији Института за шумарство.

Отварање шишарица је вршено у сушницама на температури од 40°C. Обескриљивање семена је вршено ручно, док је чишћење семена од инертних материја

рађено у "вејалици". Након тога, семе је груписано по стаблима и локалитетима и складиштено у фрижидер на температури од 3°C до 5°C.

За ово време у Лабораторији Института за шумарство извршено је мерење величине шишарица помичним мерилом са тачношћу 1 mm. Мерени су основни морфометријски параметри шишарица, дужина и ширина шишарице. Такође, одређиван је број семенки за сваку шишарицу.

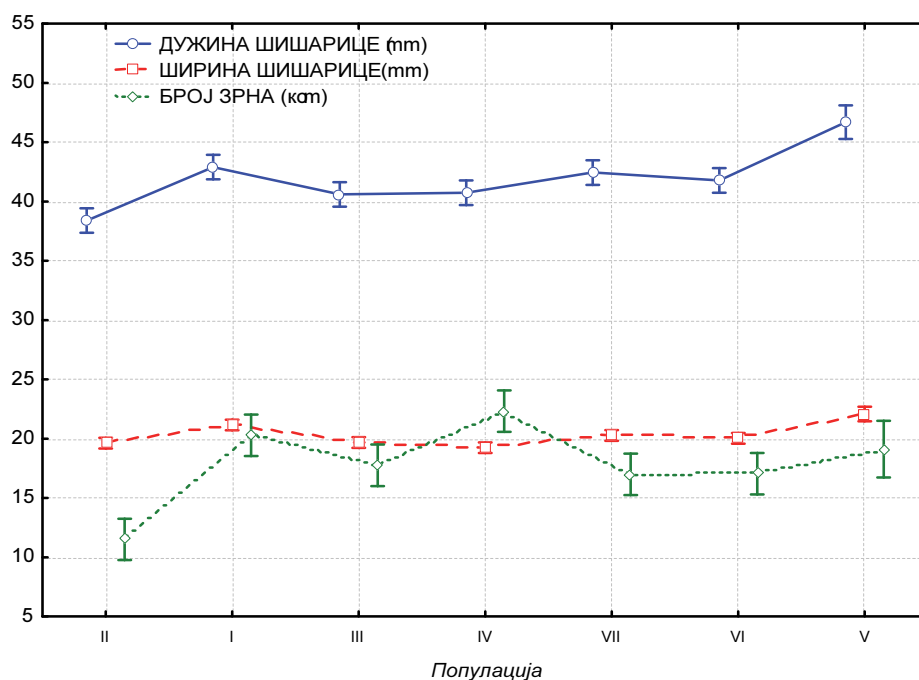
3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

Након извршених мерења дужина и ширина шишарица, као и броја зрна, извршене су анализе у програмском пакету Статистика. У табели 1 приказане су основни статистички показатељи анализираних својстава.

Табела 1. Средње вредности основних статистичких показатеља, као и минималне и максималне вредности шишарица белог бора (*Pinus sylvestris* L.)

Table 1. Mean values of basic statistical parameters, minimal and maximal values of Scots pine cones

Популација		Параметар	аритметичка средина	мин	мах	стандардна девијација	кофицијент варијације	Σ семена
I	ГЈ „Дубочица Барс“ 60 а. ШГ „Голија“ Ивањица	Дужина шишарица (mm)	42.92	28	60	5.49	12.79	
		Ширина шишарица (mm)	21.16	2	30	2.77	13.09	
		Број семенки (ком.)	20.34	0	44	10.26	50.44	6103
II	ГЈ "Шарган", 25 б. ШГ "Ужице" Ужице	Дужина шишарица (mm)	38.66	26	57	5.99	15.49	
		Ширина шишарица (mm)	19.69	2	26	2.56	13.00	
		Број семенки (ком.)	11.68	0	40	7.74	66.27	3457
III	ГЈ "Радочело-Црепуљник" 46. ШГ "Столони" Краљево	Дужина шишарица (mm)	40.75	30	55	5.00	12.27	
		Ширина шишарица (mm)	19.24	2	25	2.33	12.11	
		Број семенки (ком.)	22.34	4	42	8.75	39.17	6701
IV	ГЈ "Јабланичка река" 33 д. ШГ "Расина" Крушевац	Дужина шишарица (mm)	40.75	30	55	5.00	12.27	
		Ширина шишарица (mm)	19.24	2	25	2.33	12.11	
		Број семенки (ком.)	22.34	4	42	8.75	39.17	6701
V	ГЈ "Буковик-Алексиначки", 236, 24г, ШГ "Ниш", Ниш	Дужина шишарица (mm)	46.67	31	63	6.27	13.43	
		Ширина шишарица (mm)	22.08	17	29	2.43	11.01	
		Број семенки (ком.)	19.09	0	52	11.99	62.81	3055
VI	ГЈ "Калуђерске баре", 1а НП Тара, Бајина Башта	Дужина шишарица (mm)	41.79	3	66	6.03	14.43	
		Ширина шишарица (mm)	20.03	2	29	2.56	12.78	
		Број семенки (ком.)	17.05	0	47	9.82	57.60	5138
VII	ГЈ "Златар Г", 22а, ШГ "Пријепоље", Пријепоље	Дужина шишарица (mm)	42.48	28	66	5.73	13.49	
		Ширина шишарица (mm)	20.28	2	29	2.64	13.02	
		Број семенки (ком.)	17.01	0	47	10.48	61.61	3502



Графикон 1. Средње вредности основних статистичких параметара
Diagram 1. Mean values of basic statistical parameters

На основу анализираних основних статистичких параметара посматраних својстава, може се констатовати да је највећу средњу вредност дужине и ширине шишарице има популација V ГЈ „Буковик-Алексиначки“, ШГ „Ниш“, Ниш (46,67 mm, односно 22,08 mm), најмања дужина шишарице је у популацији II ГЈ „Шарган“; ШГ „Ужице“ Ужице (38,66 mm), а најмања ширина шишарице је у популацији IV ГЈ „Јабланичка река“, ШГ „Расина“ Крушевац (19,24 mm). Највећи средњи број зрна има популација IV ГЈ „Јабланичка река“, ШГ „Расина“ Крушевац (22,34 ком.), а најмањи II ГЈ „Шарган“, ШГ „Ужице“ Ужице (11,68 ком.), графикон 1.

Анализирањем коефицијента варијације, као релативног показатеља степена хомогености статистичког скупа, уочавамо да су за својство дужина шишарице најхомогеније популације III ГЈ „Радочело-Црепуљник“, ШГ „Столови“ Краљево и IV ГЈ „Јабланичка река“, ШГ „Расина“ Крушевац ($B = 12,27$), док је најхетерогенија популација II ГЈ „Шарган“, ШГ „Ужице“ Ужице ($B = 15,49$). За ширину шишарице најхомогенија је популација V ГЈ „Буковик-Алексиначки“, ШГ „Ниш“, Ниш ($B = 11,01$), а најхетерогенија популација I ГЈ „Дубочица Баре“, ШГ „Голија“ Ивањица ($B = 13,09$). Када је реч о броју зрна, најхомогеније су популације III ГЈ „Радочело-Црепуљник“, ШГ „Столови“ Краљево и IV ГЈ „Јабланичка река“, ШГ „Расина“ Крушевац ($B = 39,17$), а најхетерогенија је популација II ГЈ „Шарган“, ШГ „Ужице“ Ужице ($B = 66,27$).

**МЕЂУПРОВЕНИЈЕНИЧНА АНАЛИЗА ВАРИЈАНСЕ
(Фишеров тест хомогености)**

1. ДУЖИНА ШИШАРИЦЕ

Табела 2. Анализа варијансе за својство дужина шишарице

Table 2. Analysis of variance for cone length

II	ГЈ "Шарган", 25 б. ШГ "Ужице" Ужице	38,39778	****			
III	ГЈ "Радочело-Црепуљник" 4б. ШГ "Столови" Краљево	40,60267		****		
IV	ГЈ "Јабланичка река" 33 д. ШГ "Расина" Крушевац	40,73778		****		
VI	ГЈ "Калуђерске баре", 1а НП Тара, Бајина Башта	41,78178		****	****	
VII	ГЈ "Златар I", 22а, ШГ "Пријеполје", Пријеполје	42,44378			****	
I	ГЈ „Дубочица Баре“ 60 а. ШГ „Голија“ Ивањица	42,90178			****	
V	ГЈ "Буковик-Алексиначки", 23б, 24г, ШГ "Ниш", Ниш	46,69500				****

Фишеров тест хомогености, табела 2, указује на постојање четири групе хомогености, при чему у две засебне групе спадају популације II (ГЈ „Шарган“, ШГ „Ужице“ Ужице) и V (ГЈ „Буковик-Алексиначки“, ШГ „Ниш“ Ниш), које и мају најмању и највећу просечну вредност дужине шишарице. То указује на постојање статистички значајних разлика између средњих вредности посматраног параметра ових популација, како међусобно, тако и у односу на друге.

2. ШИРИНА ШИШАРИЦЕ

Табела 3. Анализа варијансе за својство ширина шишарице

Table 3. Analysis of variance for cone diameter

IV	ГЈ "Јабланичка река" 33 д. ШГ "Расина" Крушевац	19,23311	****				
II	ГЈ "Шарган", 25 б. ШГ "Ужице" Ужице	19,62178	****	****			
III	ГЈ "Радочело-Црепуљник" 4б. ШГ "Столови" Краљево	19,68178	****	****	****		
VI	ГЈ "Калуђерске баре", 1а НП Тара, Бајина Башта	20,02400		****	****		
VII	ГЈ "Златар I", 22а, ШГ "Пријеполје", Пријеполје	20,27178			****		
I	ГЈ „Дубочица Баре“ 60 а. ШГ „Голија“ Ивањица	21,16067				****	
V	ГЈ "Буковик-Алексиначки", 23б, 24г, ШГ "Ниш", Ниш	22,07875					****

Анализа варијансе за својство ширина шишарице (табела 3) показује да су разлике у средњим вредностима популација V (ГЈ „Буковик-Алексиначки“, ШГ „Ниш“, Ниш) и I (ГЈ „Дубочица Баре“, ШГ „Голија“ Ивањица) статистички значајне, како у међусобном поређењу тако и у поређењу, са осталим, при чему се може констатовати да су ове две популације имале веће средње вредности ширине шишарица у односу на остале.

3. БРОЈ ЗРНА

Табела 4. Анализа варијансе за својство број зрна

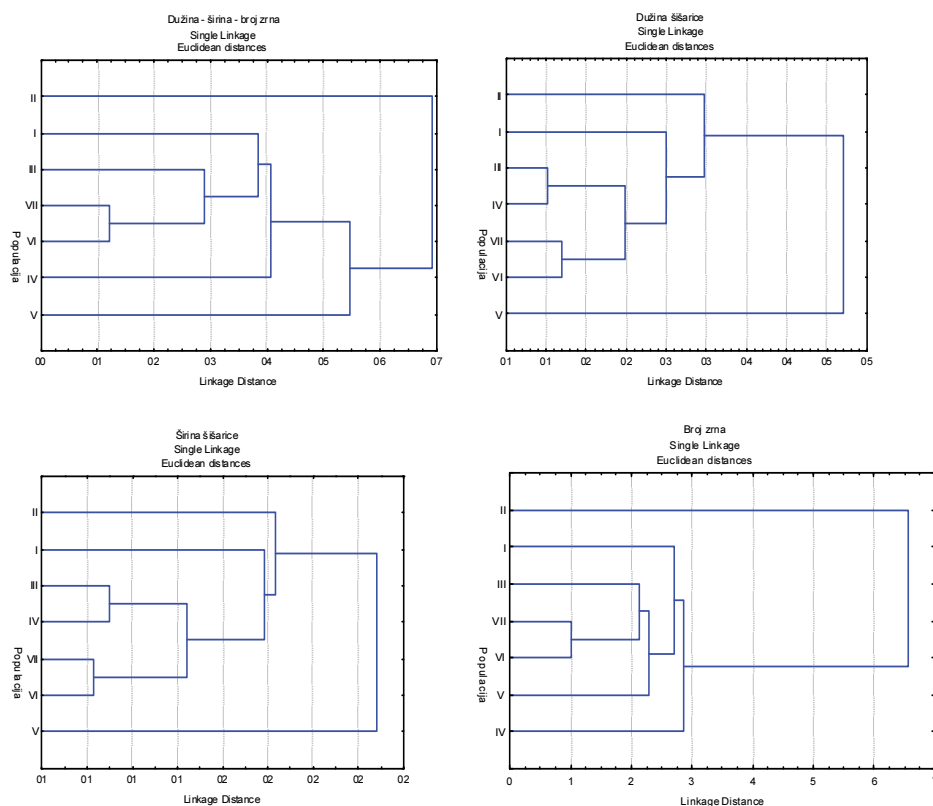
Table 4. Analysis of variance for grain number

II	ГЈ "Шарган", 25 б. ШГ "Ужице" Ужице	11,50200	****			
VII	ГЈ "Златар I", 22а, ШГ "Пријепоље", Пријепоље	16,98400		****		
VI	ГЈ "Калуђерске баре", 1а НП Тара, Бајина Башта	17,04756		****		
III	ГЈ "Радочело-Црепуљник" 4б. ШГ "Столови" Краљево	17,75556		****		
V	ГЈ "Буковик-Алексиначки", 23б, 24г, ШГ "Ниш", Ниш	19,11875		****	****	
I	ГЈ „Дубочица Баре“ 60 а. ШГ „Голија“ Ивањица	20,28400			****	****
IV	ГЈ "Јабланичка река" 33 д. ШГ "Расина" Крушевац	22,31711				****

На основу анализе варијансе за својство број зрна (табела 4) може се указати на издвајање популације II (ГЈ „Шарган“, ШГ „Ужице“ Ужице), са минималном средњом вредношћу овог својства, у посебну групу хомогености. Овим се показује да је разлика у средњим вредностима броја зрна статистички значајна само у наведеном случају, односно да су неки други фактори били од пресудног значаја за стварање разлика између других популација.

Класстер анализа је урађена за сва три посматрана својства заједно, као и за свако од њих појединачно (графикон 2). Овом анализом проверена је међусобна биолошка блискост или удаљеност по питању ова три својства, чиме је констатовано следеће:

- У случају када су посматрана сва три својства заједно, на највећој удаљености се повезују популације II (ГЈ „Шарган“, ШГ „Ужице“ Ужице) и V (ГЈ „Буковик-Алексиначки“, ШГ „Ниш“), док су међусобно најближе VII (ГЈ „Златар I“, ШГ „Пријепоље“ Пријепоље) и VI (ГЈ „Калуђерске баре“, НП „Тара“ Бајина Башта);
- Ако се узме у обзир дужина шишарице као фактор варијабилности, најудаљеније су популације II (ГЈ „Шарган“, ШГ „Ужице“ Ужице) и V (ГЈ „Буковик-Алексиначки“, ШГ „Ниш“), док се на најмањим дистанцама међусобно повезују популације III (ГЈ „Радочело-Црепуљник“, ШГ „Столови“ Краљево) и IV (ГЈ „Јабланичка река“, ШГ „Расина“ Крушевац), као и VII (ГЈ „Златар I“, ШГ „Пријепоље“ Пријепоље) и VI (ГЈ „Калуђерске баре“, НП „Тара“ Бајина Башта);



Графикон 2. Дендрограми кластер анализе за посматрана својства
Diagram 2. Dendrograms of cluster analysis of the study characters

- Што се тиче ширине шишарице као фактора варијабилности, ситуација је идентична као и када је разматрана дужина шишарице, тј. на највећим дистанцама се повезују популације II (ГЈ „Шарган“, ШГ „Ужице“ Ужице) и V (ГЈ „Буковик-Алексиначки“, ШГ „Ниш“), а најмањим популације III (ГЈ „Радочело-Црепуљник“, ШГ „Столови“ Краљево) и IV (ГЈ „Јабланичка река“, ШГ „Расина“ Крушевац), као и VII (ГЈ „Златар I“, ШГ „Пријепоље“ Пријепоље) и VI (ГЈ „Калуђерске баре“, НП „Тара“ Бајина Башта);
- Када се у разматрање узме број зрна по шишарици, запажа се велика удаљеност популације II (ГЈ „Шарган“, ШГ „Ужице“ Ужице) у односу на остале, као и повезивање популација VII (ГЈ „Златар I“, ШГ „Пријепоље“ Пријепоље) и VI (ГЈ „Калуђерске баре“, НП „Тара“ Бајина Башта) на најмањој дистанци.

Из наведеног се јасно може констатовати велика биолошка удаљеност популације II (ГЈ „Шарган“, ШГ „Ужице“ Ужице) и V (ГЈ „Буковик-Алексиначки“, ШГ „Ниш“), како међусобна тако и у односу на остале, а са супротне стране изражена блискост стабала VII (ГЈ „Златар I“, ШГ „Пријепоље“ Пријепоље) и VI (ГЈ „Калуђерске баре“, НП „Тара“ Бајина Башта).

Табела 5. Регресиона анализа за посматрана својства
Table 5. Regression analysis of the study characters

Популације		Променљиве	r	r ²	t	p	N
I	ГЈ „Дубочица Баре“ 60 а. ШГ „Голија“ Ивањица	дужина шишарице x број семенки	0,403097	0,162487	7,60364	0,000000	300
		ширина шишарице x број семенки	0,384578	0,147900	7,19195	0,000000	300
II	ГЈ "Шарган", 25 б. ШГ "Ужице" Ужице	дужина шишарице x број семенки	0,612905	0,375652	13,39022	0,000000	300
		ширина шишарице x број семенки	0,475739	0,226328	9,33681	0,000000	300
III	ГЈ "Радочело-Црепуљник" 4б. ШГ "Столови" Краљево	дужина шишарице x број семенки	0,548699	0,301070	11,32988	0,000000	300
		ширина шишарице x број семенки	0,435438	0,189606	8,35000	0,000000	300
IV	ГЈ "Јабланичка река" 33 д. ШГ "Расина" Крушевац	дужина шишарице x број семенки	0,559374	0,312899	11,64931	0,000000	300
		ширина шишарице x број семенки	0,431704	0,186369	8,26191	0,000000	300
V	ГЈ "Буковик-Алексиначки", 23б, 24г, ШГ "Ниш", Ниш	дужина шишарице x број семенки	0,408433	0,166818	5,62444	0,000000	160
		ширина шишарице x број семенки	0,442792	0,196065	6,20752	0,000000	160
VI	ГЈ "Калуђерске баре", 1а НП Тара, Бајина Башта	дужина шишарице x број семенки	0,551200	0,303821	11,40399	0,000000	300
		ширина шишарице x број семенки	0,564583	0,318754	11,80820	0,000000	300
VII	ГЈ "Златар I", 22а, ШГ "Пријеполје", Пријеполје	дужина шишарице x број семенки	0,446307	0,199190	8,60949	0,000000	300
		ширина шишарице x број семенки	0,375384	0,140913	6,99142	0,000000	300

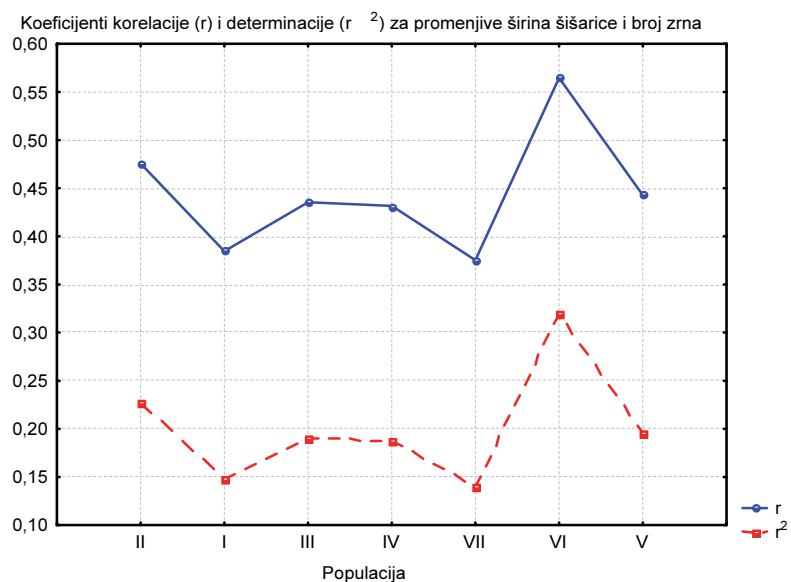
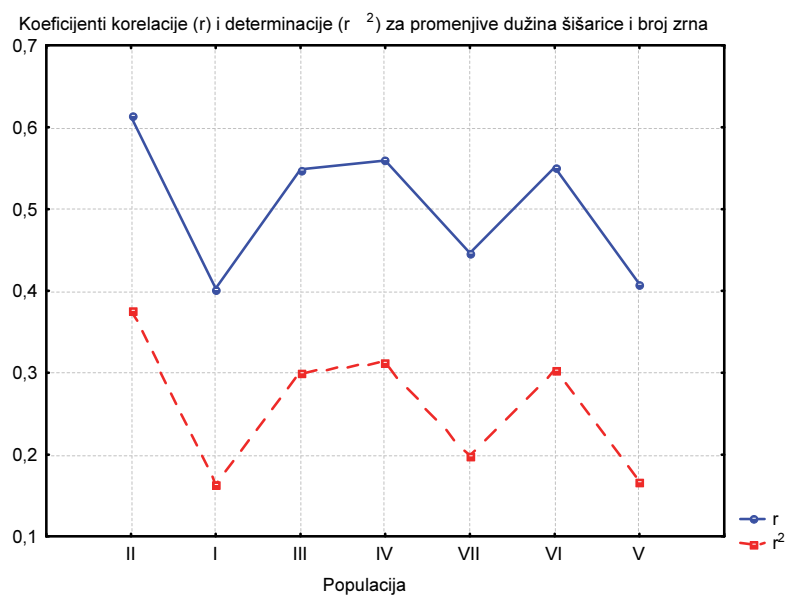
Регресионом анализом су покушане да се доведу у везу дужина шишарице и број семенки, као и ширина шишарице и број семенки, при чему је утврђивана само међузависност (корелација) а не и директан утицај поменутих својстава једног на друго (регресија). За ову прилику рачунати су, као показатељи јачине линеарне корелације, коефицијенти линеарне корелације – коефицијент корелације (r) и коефицијент детерминације (r²), а резултати анализе су приказани табеларно и графички (табела 5 и графикон 3).

Анализа је показала да су сви коефицијенти статистички значајни, за праг значајности од 5%.

Позитивне вредности коефицијената корелације (r), који показује степен линеарног подударанја у свим случајевима, указују на позитивну линеарну међузависност посматраних обележја, што нам говори да повећање вредности једног својства доводи до повећања вредности другог. Коефицијент детерминације (r²) као релативан показатељ служи и за упоређивање јачине везе променљивих у различитим скуповима. На основу тога се може закључити да је веза између дужине шишарице и броја зрна најјача у популацији II (ГЈ „Шарган“, ШГ „Ужице“ Ужице) (r² = 0,375652) а најслабија у популацији I (ГЈ „Дубочица Баре“, ШГ „Голија“ Ивањица) (r² = 0,162487). Овде треба имати у виду да је поређење релативно и може се користити само у смислу рангирања јачине везе међу популација, тј. да се не сме извући закључак да је веза између дужине шишарице и броја зрна на Шаргану „два пута јача“ него у Дубочица Барама.

Такође, када се узме у разматрање веза између ширине шишарице и броја зрна, веза између посматраних својстава је најјача код VI (ГЈ „Калуђерске баре“, НП „Тара“ Бајина Башта) (r² = 0,318754) а најслабија код VII (ГЈ „Златар I“, ШГ „Пријеполје“ Пријеполје) (r² = 0,140913).

Вредности варијансе објашњеног одступања стварних вредности од линије регресије изражене кроз коефицијенте корелације (што не доводи у питање њихову статистичку сигнификантност), указују на то да веза између посматраних обележја није потпуно функционална, већ да на њу утичу и неки други фактори који овом приликом нису узети у разматрање.



Графикон 3. Коефицијенти линеарне корелације за посматране променљиве
Diagram 3. Coefficients of linear correlation of the study variables

4. ЗАКЉУЧЦИ

Добијени резултати анализе варијабилности морфометријских карактеристика шишарица белог бора (*Pinus sylvestris* L.) седам популација у Србији, представљени у овом раду, дају допринос бољем разумевању веза анализираних својстава као и значају анализираних својстава на диференцијацију популација. На основу добијених резултата уочене су значајне разлике у вредностима посматраних својстава за сваку популацију понаособ. Такође, утврђени су и различити степени хомогености за свако анализирано својство унутар популација. Регресионом анализом покушано је да се доведу у везу дужина шишарице и број зрна, као и ширина шишарице и број зрна, при чему је утврђивана само међузависност (корелација), а не и директан утицај поменутих својстава једног на друго (регресија). У раду је урађена кластер анализа за сва три посматрана својства заједно, као и за свако од њих појединачно. Овом анализом проверена је међусобна биолошка блискост или удаљеност по питању ова три својства, при чему је дошло до значајне диференцијације популација. Добијени резултати указују на велику међупопулацијску и индивидуалну варијабилност ових својстава и генетичку детерминисаност ове промењивости.

ЛИТЕРАТУРА

- А р н а у т о вић, Ф. (1949): Статистички подаци о шумском сјемени. Народни шумар. Бр. 11-12, Сарајево.
- Ч а б р а ј ић, Т. (1958а): Утицај експозиције на развој шишарица и сјемена црног бора. Народни шумар. Бр. 7-9. Сарајево, стр. 511-517.
- Ч а б р а ј ић, Т. (1958б): Извештај о испитивењу семена црног бора (*Pinus nigra* Arn.). Народни шумар. Бр. 7-9. Сарајево, стр. 537-541.
- Ч а б р а ј ић, Т. (1960): Неке особине сјемена црног бора. Народни шумар. Бр. 3-5. Сарајево, стр. 141-144
- И с а ј е в, В. (1987): Оплемињавање оморике (*Picea omorika* Panč) на генетичко-селекционим основама, Докторска дисертација, Београд.
- Л у ч ић, А. (2007): Примена маркера као основ за издвајање региона провенијенција црног бора (*Pinus nigra* Arn.) у Србији. Магистарски рад. Шумарски факултет. Београд.
- М а р к о вић, Љ., Г р б о вић, Б., Т о б о р о вић, Д., (1990): О неким особеностима фруктификације црног бора (*Pinus nigra* Arn.) из младих састојина. Унапређивање шума и шумарства региона Титово Ужице. Књига II. Шумарски факултет. Београд, стр. 19-26.
- М а т а р у г а, М. (2003): Генетичко селекционе основе унапређења производње садница црног бора (*Pinus nigra* Arn.) различитих провенијенција. Докторска дисертација. Шумарски факултет. Београд.
- М р в а, Ф. (1976): Квантитативне карактеристике цватња и приноса чешера у клоналној семенској плантажи европског ариша. Реферат у секцији за генетику и оплемињавање дрвећа.
- М р в а, Ф. (1984): Сјеменске плантаже четињача у Хрватској. Шумарски преглед, 1-2 и 3-4; стр. :65-77. Скопје.
- П о п н и к о л а, Н. (1978): Производство на квалитетно семе во експериментална плантажа од бели бор (*Pinus sylvestris* L.) во Крушево. Годишен зборник на Шумарски факултет том 28, стр. 113-122. Скопје.

- Шијачић-Николић, М. (2000): Анализа генетског потенцијала генеративне семенске плантаже оморике (*Picea omorika* Рапч) применом контролисане хибридизације линија полусродника. Докторска дисертација у рукопису, одбрањена на Шумарском факултету у Београду.
- Тошић, М. (1991): Генетички варијабилитет белог бора (*Pinus sylvestris* L.) Западној Србији као основа за утврђивање критеријума за нове селекције. Докторска дисертација. Шумарски факултет. Београд.
- Тучовић, А. (1975): Практикум из генетике са оплемењивањем биљака. Издавачко предузеће 'Грађевинска књига'. Београд, стр. 1-233.
- Тучовић, А., Стилиновић, С. (1982): Стање и проблеми у производњи генетски квалитетног семена у СР Србији из семенских плантажа. Гл. Шумарског факултета, Београд, Бр. 58; стр. 3-21.
- Тучовић, А., Исајев, В. (1985): Спонтана и индукована варијабилност клијаваца оморике из семенског објекта "Бела Земља" у региону Титовог Ужица. Гласник Шумарског факултета, Београд, Бр. 64; стр. 47-65.
- Видаковић, М. (1960): Значење чешера, сјеменки и њихових крилаца за систематику и за одређивање провенијенције црног бора. Гласник шум. пок.14, Загреб; стр. 383-437.
- Вићентић, А.М. (1954): О неким особеностима фруктификације *Pinus nigra* Arn. Шумарство, број 9-10. Београд, стр. 522-536.
- Вићентић, А.М. (1954): Проучавање приноса семена главних типова шума у Србији. Зборник радова Института за научна истраживања у шумарству Србије, књига III, Београд.

VARIABILITY OF MORPHOMETRIC CHARACTERS OF SCOTS PINE
(*PINUS sylvestris* L.) CONES IN SERBIA

Aleksandar Lučić
Vasilije Isajev
Ljubinko Rakonjac
Vladan Živadinović

Summary

Variability of cone morphometric characters of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) was researched in seven populations in Serbia. 98 trees were selected in the field and the cones were collected. The sample consisted of 20 cones from each tree, and included almost 6000 measurements of cone length, cone diameter and seed number. The statistical analysis was performed using software Statistika.

- The study results revealed significant differences in the values of the analysed characters in each individual population. Mean values of cone length and cone diameter were the highest in the population in FMU "Bukovik-Aleksinački"; FE "Niš", Niš (46.67 mm and 22.08 mm, respectively), The smallest cone length was measured in FMU "Šargan"; FE "Užice" Užice (38.66 mm) and the smallest cone diameter was measured in FMU "Jablanička Reka"; FE "Rasina" Kruševac (19.24 mm). The mean number of grains was the highest in the population in FMU "Jablanička Reka"; FE "Rasina" Kruševac (22.34 pcs.) and it was the lowest in FMU "Šargan"; FE "Užice" Užice (11.68 pcs.).
- Also, different degrees of homogeneity were determined for each analysed character within the population. Based on the analysis of the coefficient of variation, as the relative indicator of

the degree of homogeneity of a statistical set, it can be seen that regarding cone length, the most homogeneous populations were FMU "Radočelo-Crepuljnik"; FE "Stolovi" Kraljevo and FMU "Jablanička Reka"; FE "Rasina" Kruševac ($V = 12.27$), and the most heterogeneous population was FMU "Šargan"; FE "Užice" Užice ($V = 15.49$). As for cone diameter, the most homogeneous population was FMU "Bukovik-Aleksinački"; FE "Niš", Niš ($V = 11.01$), and the most heterogeneous population was FMU "Dubočica Bare"; FE „Golija“ Ivanjica ($V = 13.09$). The most homogeneous populations regarding the number of seeds were FMU "Radočelo-Crepuljnik"; FE "Stolovi" Kraljevo and FMU "Jablanička Reka"; FE "Rasina" Kruševac ($V = 39.17$), and the most heterogeneous population was FMU "Šargan"; FE "Užice" Užice ($V = 66.27$)

- Interdependence (correlation) was determined and not also the direct interaction of the characters (regression).
- Cluster analysis was made for all three analysed characters together, and individually for each character. The analysed biological similarity or distance regarding these three characters showed a significant population differentiation. In the case when all three characters were observed collectively, the greatest distance occurred between the populations FMU "Šargan"; FE "Užice" Užice and FMU "Bukovik-Aleksinački"; FE "Niš", and the shortest distance occurred between FMU "Zlatar I"; FE "Prijepolje" Prijepolje and FMU "Kaluderske Bare"; NP "Tara" Bajina Bašta.

The study results of the analysis of variability of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) cone morphometric characters in seven populations in Serbia, by presenting the preliminary knowledge on the genetic variability of the study populations, will contribute to better understanding of the correlation of the analysed characters and to emphasizing the significance of the study characters in the population differentiation.