

ВАРИЈАБИЛНОСТ МОРФОЛОШКИХ И ФИЗИОЛОШКИХ ОДЛИКА ПОЛЕНА РАМЕТА У КЛОНСКОЈ СЕМЕНСКОЈ ПЛАНТАЖИ БЕЛОГ БОРА (*Pinus sylvestris* L.) НА ЛОКАЛИТЕТУ СТАНОВИ КОД ДОБОЈА

ВАЊА ДАНИЧИЋ¹
ВАСИЛИЈЕ ИСАЈЕВ²
МИЛАН МАТАРУГА¹
АЛЕКСАНДАР ЛУЧИЋ³

Извод: Анализама варијабилности морфолошких и физиолошких одлика полена рамета у клонској семенској плантажи белог бора (*Pinus sylvestris* L.) на локалитету Станови код Добоја, прикупљени су подаци које су од значаја за планирање активности за унапређење производње семена и за спровођење међуклонске контролисане хибридизације. Морфолошка анализа полена је показала да постоји унутарклонска и међуклонска варијабилност димензија поленових зрна. Утврђено је да бели бор спада у врсте са крупнијим поленом, што потврђују и резултати добијени на нивоу семенске плантаже 65,48 / 35,61 микрометар. Физиолошка анализа полена, при којој је коришћен стандардни метод наклијавања полена у раствору сахарозе и метод бојења, показала је да полен поседује неопходну клијавост и виталитет за нормално земање семена. „Средња клијавост“ утврђена методом наклијавања износила је 57,82% док је просечна вредност за виталитет полена за семенску плантажу износила 83,65%.

Кључне речи: бели бор, клонска семенска плантажа, особине полена.

VARIABILITY OF POLLEN MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL TRAITS
OF RAMETS IN SCOTS PINE (*Pinus sylvestris* L.) CLONAL SEED ORCHARD
AT THE LOCALITY STANOVI NEAR DOBOJ

Abstract: The analysis of variability in pollen morphological and physiological traits of ramets in the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) clonal seed orchard at Stanovi near Doboј, resulted in the data significant for planning the seed production development and for the application of controlled interclonal hybridisation. The morphological analysis of pollen shows that there is an intraclonal and interclonal variability of pollen grain dimensions. It was found that Scots pine was a species with large pollen, which was also confirmed by the results obtained at the level of seed orchard 65.48 / 35.61 micrometer. The physiological analysis of pollen, applied by the standard pollen germination in sucrose solution and staining technique, shows that pollen is characterised by the required germinability and viability for normal seed setting. “Mean germinability” determined by germination method accounted for 57.82% and the average value of pollen viability in the seed orchard accounted for 83.65%.

Key words: Scots pine, clonal seed orchard, pollen traits.

- 1 *мр Вања Даничић, виши асистент; др Милан Матаруга, ванредни професор; Шумарски факултет Универзитета у Бањој Луци*
- 2 *др Василије Исајев, редовни професор, Шумарски факултет Универзитета у Београду*
- 3 *мр Александар Лучић, истраживач сарадник, Институт за шумарство Београд*

1. УВОД

У природним састојинама и културама белог бора у Босни и у западној Србији утврђена је његова велика генетска диференцијација и знатан морфолошки варијабилитет (Т о ш и ћ, М., 1991, 1997; М и к и ћ, Т., 1984; Б а л и а н, Д., *et al.*, 2004, 2006). Резултати обављених истраживања били су основа за подизања експерименталних популација. Експерименталне популације, које се састоје од одабраних генотипова испитаног порекла, основане су: у циљу очувања евидентиране генетске варијабилности, за потребе даљих oplemenjivačkih активности и производњу семена и садног материјала побољшаних својстава. У раду са дрвенастим биљкама постоји предност, а то је да се селекционисани генотипови могу очувати „заувек“ путем вегетативног умножавања, оснивањем клонских тестова и клонских семенских плантажа. У клонским семенским плантажама, међу најважнијим чиниоцима који утичу на својства произведеног семена су, број уграђених клонова, број рамета по сваком клону, постојање и карактеристике међуклонске варијабилности у редовности и обилности семеношења односно плодоношења, унутар и међуклонски просторни распоред рамета и интеракције рамета са станишним одликама локације где је плантажа подигнута (Т у ц о в и ћ, А. *et al.*, 1988). На основу упознате варијабилности у репродуктивном циклусу, са великом сигурношћу могу се идентификовати стабла која су добри полинатори (М и к и ћ, Т., 1979; М р в а, Ф., 1990). Познавањем ових чињеница, знатно се може унапредити редовност и обилност производње квалитетног семена за даљу наменску производњу садног материјала.

Истраживања у овом раду су спроведена у клонској семенској плантажи белог бора (*Pinus sylvestris* L.), како би се детаљније упознали генетски поотенцијал уграђених клонова и њихов утицај на одлике репродуктивног процеса ове врсте. Анализама варијабилности морфолошких и физиолошких одлика полена рамета у клонској семенској плантажи белог бора на локалитету Станови код Добоја, прикупљене су информације које су од значаја за планирање активности за унапређење производње семена, и за спровођење међуклонске контролисане хибридизације. Проучавањем варијабилности више морфолошко-физиолошких особина полена клонова, може се утврдити:

- степен међуклонске и унутарклонске варијабилности за испитивана квантитативна и физиолошка својства полена;
- потенцијална вредност полена при спонтаној и контролисаној унутар и међуклонској хибридизацији.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

2.1. Општи подаци о објекту истраживања

Клонска семенска плантажа белог бора налази се у непосредној близини Добоја, у расаднику Станови (слика 1). Основана је у јесен 1968. године у Озимци, да би у пролеће 1972. године била пресађена у расадник Станови. Применом метода индивидуалне селекције на подручју Кнежински Палеж на планини Романији, ШГ „Романија“ Соколац, селекционисано је 20 ортета, односно „плус“ стабала.

Плантажа је основана од 20 клонова на површини од 1ha, на надморској висини од 155 m. Растојање рамета појединих клонова у реду је 5 m, а растојане између редова је 4,5 m.

Површина плантаже је редукована и смањен је броја рамета у односу на површину и број рамета приликом оснивања плантаже, због рата на овим просторима. Тоталним премером свих стабала у плантажи утврђен је укупан број рамета и број понављања по клоновима, табела 1.



Слика 1. Семенска плантажа белог бора у расаднику Станови
Figure 1. Scots pine seed orchard in the nursery Stanovi

Табела 1. Број понављања клонова у плантажи
Table 1. Number of clone replicates in the seed orchard

Клон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Број рамета	11	11	8	12	12	11	8	12	14	9
Клон	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Број рамета	11	8	11	14	10	13	8	13	10	8

Од 400 уграђених рамета двадесет клонова при оснивању семенске плантаже 1968. године, до данас је пропало 186 рамета, тј. 46,5% стабала. С обзиром на то да је сваки клон био заступљен са 20 копија тј. рамета при оснивању, садашње стање процентуалног учешћа сваког клона је следеће: клонови 3, 7, 12 и 17 заступљени су са 40%, клон 10 са 45%, клонови 15 и 19 са 50%, клонови 1, 2, 6, 11 и 13 са 55%, клонови 4 и 5 са 60%, 18 и 16 са 65%, док су клон 9 и 14 најзаступљенији, са 70%. Редукција броја рамета нарушава пројектован систем укрштања клонова у семенској плантажи, што истовремено има и неповољан утицај на квалитет семена.

На основу података метеоролошке станице Добој, приказани су климатски параметари подручја у коме се плантажа налази. На основу средњих месечних

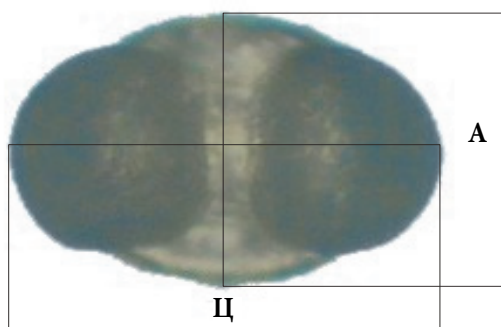
температура и средњих месечних падавина, за период 1990-2006. године, методом америчког климатолога THORNTWEIT-а, утврђени су остали климатски елементи који карактеришу климу овог подручја, а то су: средња месечна температура ваздуха, потенцијална евапотранспирација количина падавина, стварна евапотранспирација и индекс климе. На основу климатског индекса за податке са метеоролошке станице Добој, за период 1990-2006. године, клима у подручју је умерено хумидна у коме се налази плантажа (Д а н и ч и ћ, В., 2008).

На површини на којој је основана клонска семенска плантажа белог бора извршена су теренска и лабораторијска испитивања земљишта. Локација плантаже је на равном терену, због чега су при теренском испитивању отворена два педолошка профила, до дубине 90 cm и до дубине 71 cm, услед појаве подземне воде. Педолошке анализе су обављене у педолошкој лабораторији Шумарског факултета у Београду. Резултати обављене лабораторијске анализе су показали да је плантажа подигнута на псеудоглеју који је настао таложењем слојева различитог састава (шљунци, пескови, глине). Плантажа се налази на примарном псеудоглеју са типом профила $A_{oh}-A/I_g-II_g-C$ (Д а н и ч и ћ, В., 2008).

2.2 Узимање узорака за потребе лабораторијских анализа морфолошке и физиолошке варијабилности полена

Гранчице са полузрелим микростробилама скидане су непосредно пред полинацију из средњег дела крошње са јужне стране и из њих је методом водених култура сакупљан полен за даље лабораторијске анализе. Гранчице су скидане са три рамете за сваки клон. Полен је из микростробила екстракован методом водених култура. Претходно очишћени полен од механичких нечистоћа, просушен је у термостату на температури од 30°C, у трајању 4-9 дана. У зависности од количине полена и степена његове влажности, трајало је и време сушења. Епрувете са просушеним и чистим поленом су остављене, до даљих анализа, у ексикатор са $CaCl_2$.

Анализа морфолошке варијабилности полена обављена је мерењима димензија поленових зрна у хидратисаном стању са размакнутим мехуровима. Мерењима је обухваћен полен свих 20 клонова. Сваки клон је био заступљен са три репетиције, а мерене су димензије на 24 поленова зрна у оквиру сваке репетиције. Мерене су ширина поленовог зрна (А) и тотална дужина поленовог зрна (Ц), слика 2. У статистичкој обради коришћен је коефицијент облика који је дат као процентуални однос ширине поленовог зрна и дужине поленовог зрна, однос је $A/C \times 100$.



Слика 2. Мерене димензије поленовог зрна
Figure 2. Measured pollen grain dimensions

Анализама клијавости и виталитета полена проучена је међуклонска варијабилност у функционалности микроспора. Клијавост поленових зрна испитивана је по Кобеловом методу, засејавањем поленових зрна на лежећу кап хранљиве подлоге. Као хранљива подлога коришћен је раствор сахарозе у дестилованој води различите концентрације. Пре постављања огледа са поленом свих 20 клонова, урађен је пробни тест са поленом 5 клонова, који су изабрани случајним узорком. Полен ових клонова је засејан на подлогама са концентрацијама сахарозе од: 1%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 50% и 60%. Најбољи резултати су добијени на хранљивој подлози концентрација сахарозе 25%, 30% и 35%. Ове концентрације су коришћене у даљим анализама. Узорак за испитивање физиолошких својстава полена изабран је истим поступком који је примењен у анализама променљивости морфолошких својстава поленовог зрна. Клијавост полена је израчунавана као процентуални однос између исклијалих зрна и укупног броја поленових зрна у видном пољу микроскопа (Ис а је в, В. *et al.*, 2003).

Виталитет полена рађен је ТТЗ методом. Као реагенс коришћен је раствор 2, 3, 5-трифенил-тетразолијумхлорид, (М а r t i n e l l i, А. *et al.*, 2003). Полен је у епруветама третиран са 0,5% раствором ТТЗ, у термостату на 30°C. Време третмана је 8 часова. На светлосним микроскопима, при увећању 200 пута, евидентирана су обојена и необојена поленова зрна. Виталитет полена је израчунаван као процентуални однос обојених и необојених зрна у видном пољу.

За обраду прикупљених података коришћене су статистичке методе: метод анализе варијансе, статистички тестови и дескриптивна статистика (Х а џ и в у к о в и ћ, С., 1991; К о п р и в и ц а, М., 1997). У оквиру дескриптивне статистике рађене су граничне вредности обележја, аритметичка средина, стандардна девијација и коефицијент варијације, као показатељи мере варијабилитета.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

3.1. Морфолошка варијабилност полена

Резултати обављене анализе морфометријских својстава полена приказани су на графиконима 1 и 2. Статистички параметри анализираних својстава полена показују постојање међуклонске променљивости за просечну вредност димензија поленових зрна. Просечна вредност, на нивоу семенске плантаже, за ширину поленовог зрна износи 35,61µм и за дужину поленовог зрна 54,42µм.

Варијабилност величине полена, унутар и међу клоновима приказани су на графиконима 1 и 2. Клонови 9, 10, 11, 13, 15, 17 и 20 имају најкрупнији полен са вредностима изнад просека семенске плантаже.

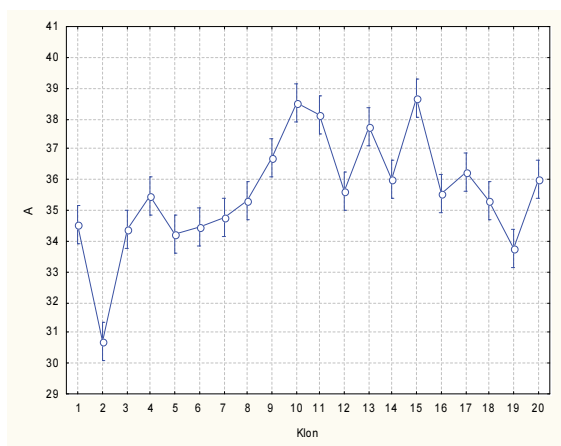
Спроведена анализа варијансе показује постојања статистички значајних разлика између клонова за сва анализирана обележја (табела 2).

Варијабилност величине полена је потврђена Данкан тестом који је приказан у табели 3, под а, б, и ц. Морфометријски карактери полена, који су анализирани, груписани су у 10 хомогених група, што указује на постојање значајних разлика између клонова.

Обављене анализе променљивости димензија полена у семенској плантажи белог бора „Раковица“ код Сарајева, указале су на постојање разлика у величини

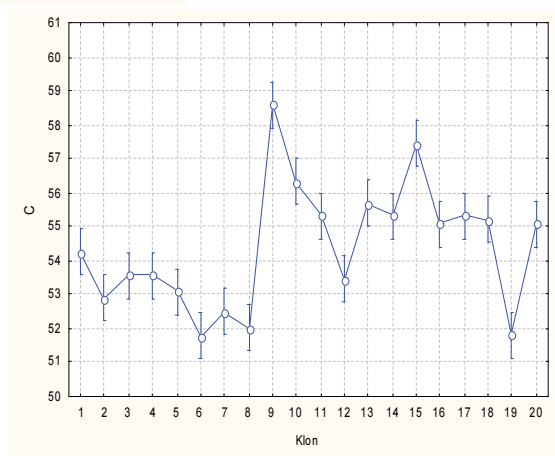
поленових зрна између клонова и унутар клонова (М и к и ћ, Т., 1979). Разлике у димензијама поленових зрна унутар клонова могу се сматрати последицом утицаја средине, тј. различитим размештајем прашника дуж вретена цвасти, као и различитим размештајем цвасти на гранама. Према истом аутору, наводи се да су разлике у величини поленових зрна унутар једног стабла вероватно последица различитих услова исхране у време када се мушке цвасти формирају на гранама.

Према Г и г о в, А., И л и ћ, В. (1957) констатовано је да су код белог бора разлике у величини поленовог зрна условљене различитим еколошким условима под којим расту стабла.



Графикон 1. Променљивост средњих вриједности ширине поленовог зрна
Diagram 1. Variability of mean values of pollen grain length

Графикон 2. Променљивост средњих вриједности дужине поленовог зрна
Diagram 2. Variability of mean values of pollen grain diameter



Приликом сакупљања узорака за анализу, материјал је код свих стабала узиман из средњег дела крошње и са јужне стране, чиме се утицај средине свео на минималну меру. Семенска плантажа је мале површине на равном терену, тако да су станишне разлике минималне, због чега се може сматрати да су разлике у величини поленових зрна код клонова белог бора под генетском контролом. Ова констатација треба да се провери анализама сакупљањем полена из више узастопних година када клонови цветају.

Табела 2. Анализа варијансе за морфометријске карактеристике полена
Table 2. Analysis of variance in pollen morphometric characters

Анализиране особине	Извори варијације	Степени слободе	Σ квадрата	Средина квадрата	F рачунско	F таблично
Ширина	Клон	19	4671	246	33,9	1,57
	Погрешка	1420	10299	7		
	Укупно	1439	14970			
Тотална дужина	Клон	19	4701	247	28,9	1,57
	Погрешка	1420	12153	9		
	Укупно	1439	16854			
Коефицијент облика	Клон	19	8053	424	16,1	1,57
	Погрешка	1420	37479	26		
	Укупно	1439	45532			

Табела 3. Данкан тест за евидентирање статистички значајних разлика између клонова

Table 3. Duncan test for the assessment of statistically significant differences between the clones

3а. Данкан тест за ширину поленовог зрна

Клон	Хомогене групе										
	А арит. сред.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	30,68	****									
19	33,77		****								
5	34,23		****	****							
3	34,40		****	****	****						
6	34,49		****	****	****	****					
1	34,53		****	****	****	****					
7	34,80			****	****	****	****				
8	35,29				****	****	****	****			
18	35,32				****	****	****	****			
4	35,47					****	****	****			
16	35,54						****	****			
12	35,59							****	****		
14	36,02								****	****	
20	36,05									****	****
17	36,28										****
9	36,73										****
13	37,72										****

11	38,12	****	****
10	38,49	****	****
15	38,68		****

3б. Данкан тест за дужину поленовог зрна

Клон	Ц арит. сред.	Хомогене групе										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
6	51,77	****										
19	51,82	****										
8	52,01	****	****									
7	52,49	****	****	****								
2	52,90		****	****	****							
5	53,11			****	****							
12	53,47			****	****	****						
4	53,56				****	****						
3	53,58				****	****						
1	54,23					****	****					
16	55,09						****	****				
20	55,09						****	****				
18	55,21						****	****				
11	55,32							****	****			
17	55,32							****	****			
14	55,34							****	****			
13	55,69							****	****			
10	56,32								****			
15	57,44									****		
9	58,57										****	

3ц. Данкан тест за коефицијент облика поленовог зрна

Клон	Ко арит. сред.	Хомогене групе										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2	58,08	****										
9	62,78		****									
1	63,78		****	****								
18	64,07		****	****								
3	64,31		****	****								
5	64,55		****	****	****							
16	64,65		****	****	****	****						

14	65,25	****	****	****	****		
19	65,27	****	****	****	****		
20	65,57	****	****	****	****	****	
17	65,70	****	****	****	****	****	
4	66,36		****	****	****	****	****
7	66,36		****	****	****	****	****
12	66,60			****	****	****	****
6	66,71				****	****	****
15	67,38					****	****
13	67,85					****	****
8	68,07					****	****
10	68,51						****
11	69,02						****

Табела 4. Груписање клонова по вредносним нивоима за клијавост на разичитим хранљивима подлогама

Table 4. Clone grouping by levels of germinability on different germination media

Подлога	Клијавост (%)	Ниске вредности < 40	Средње вредности 40-60	Високе вредности >60
25%	Ознака клона	5, 6, 7, 8, 12,15, 18, 20	1, 2, 4, 9,10,11, 13, 14, 16, 17, 19	3
	Н	20	8	11
	%	100	40	55
30%	Ознака клона	--	8, 9, 15, 20	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17,18,19
	Н	20	0	4
	%	100	0	20
35%	Ознака клона	2	7, 16, 17, 20,	1, 3, 4, 5, 6, 8, 9,10, 11, 12, 13, 14, 15, 18,19
	Н	20	1	4
	%	100	5	20

3.2. Физиолошке карактеристике полена

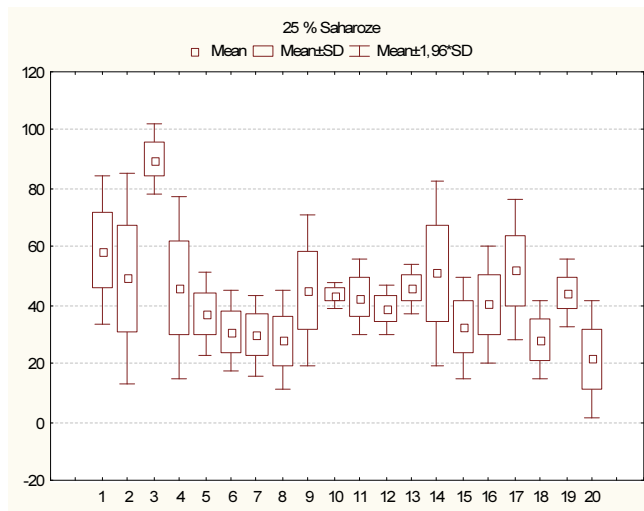
Клијавост полена

Екстраховани и просушен полен засејан је на капи сахарозе са три различите концентрације - 25%, 30% и 35%. Микроспоре код којих је полена цевчица достигла једну половину ширине тела полена евидентиране су као проклијале. Као показатељ клијавости коришћен је проценат клијалих зрна у односу на укупан број зрна у видном пољу микроскопа.

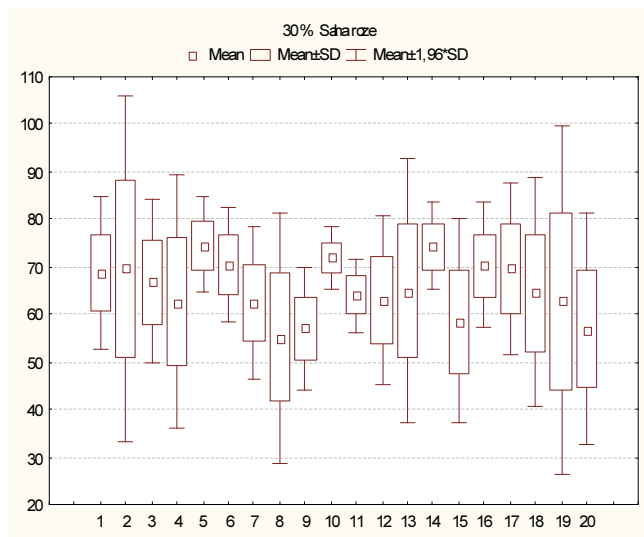
Просечне вредности клијавости полена по концентрацијама, за сваки клон приказане су у табели 4. У испитивању просечне клијавости полена на нивоу плантаже резултати су следећи: при концентрацији сахарозе од 25% она је 42,78%; на подлози од 30% сахарозе је 65,42%, а за концентрацију сахарозе од 35%, клијавост

је 64,97%. Средња клијавост полена израчуната је као просек добијених резултата при испитивању клијавости на наведеним концентрацијама сахарозе и њена вредност је 57,72%. Према литературним подацима (К и р б у, Е.Г. *et al.*, 1974) доња граница клијавости полена, *in vitro* тестовима, за обезбеђење нормалног оплођења је 40%, на основу чега се може закључити да тестирана семенска плантажа белог бора производи функционалан полен неопходан за продукцију семена.

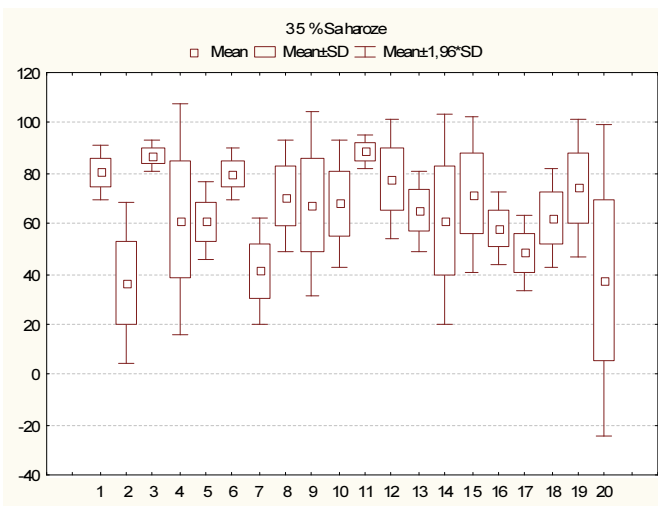
Вредности стандардне девијације као и вредности коефицијента варијације илуструју изражену међуклонску варијабилност за клијавост полена на све три хранљиве подлоге (графикони 3, 4, 5).



Графикон 3. Променљивости средњих вредности и стандардне девијације за клијавост полена - концентрација сахарозе 25%
Diagram 3. Variability of mean values and standard deviation of pollen germinability - sucrose concentration 25%



Графикон 4. Променљивости средњих вредности и стандардне девијације за клијавост полена - концентрација сахарозе 30%
Diagram 4. Variability of mean values and standard deviation of pollen germinability - sucrose concentration 30%



Графикон 5. Промјенљивости средњих вредности и стандардне девијације за клијавост полена -концентрација сахарозе 35%
Diagram 5. Variability of mean values and standard deviation of pollen germinability - sucrose concentration 35%

Највеће унутарклонско варирање евидентирано је код клона 20, у дијапазону од 9,68% до 40,32%. Полен клона 3 има високе вредности клијавости, са ниским коефицијентом варијације на све три хранљиве подлоге. На хранљивој подлози од 30% клон 5, 10 и 14 су са високим вредностима клијавости, а за 35%-ну сахарозу клонови 1, 3 и 11.

У циљу утврђивања међуклонске варијабилности у клијавости полена, при тестирању на различитим концентрацијама сахарозе, извршена је анализа варијансе, табела 5. Пошто је анализа варијансе показала да код све три концентрације сахарозе постоји статистички значајна разлика у проценту клијања између клонова, приступило се Данкан тесту са циљем да се утврди између којих клонова постоје статистички значајне разлике (табела 6).

Табела 5. Анализа варијансе за различите концентрације сахарозе

Table 5. Analysis of variance for different sucrose concentrations

Анализиране особине	Извори варијације	Степени слободе	Σ квадрата	Средина квадрата	F рачунско	F таблично
25%	Клон	19	36582,6	1925,4	18,68	1,88
	Погрешка	160	16491,4	103,1		
	Укупно	179	53074			
30%	Клон	19	5675,3	298,7	2,642	1,88
	Погрешка	160	18087,1	113		
	Укупно	179	23762,4			
35%	Клон	19	39015,2	2053,4	10,121	1,88
	Погрешка	160	32461,2	202,9		
	Укупно	179	71476,4			

Према резултатима Данкан теста, за хранљиву подлогу 25% сахарозе, клонови су се груписали у 10 хомогених група, што показује постојање велике и значајне разлике између клонова за испитивану особину. За хранљиву подлогу концентрације од 35% сахарозе, Данкан тест је груписао клонове у 8 хомогених група, а за концентрацију од 30%, сахарозе, клонови су груписани у 5 хомогених група. На основу спроведеног Данкан теста може се констатовати да при наклијавању полена на хранљивој подлози од 30% постоје мање значајне разлике између клонова. Резултати су показали да полен клона 20 има најниже вредности клијавости на све три хранљиве подлоге. Полазећи од претпоставке да разлике између клонова и различите концентрације сахарозе утичу на клијавост полена, спроведена је анализа варијансе са два фактора варијабилитета (табела 7).

Табела 6. Данкан тест за клијавост полена на нивоу плантаже
Table 6. Duncan test for pollen germinability at the seed orchard level

Клон	Клијавост арит. сред.	Хомогене групе						
		1	2	3	4	5	6	7
20	38,64	****						
7	44,43	****						
8	51,37		****					
18	51,69		****					
2	51,81		****					
15	54,29		****	****				
16	56,28		****	****	****			
9	56,64		****	****	****			
17	56,69		****	****	****			
4	56,76		****	****	****			
5	57,56		****	****	****			
13	58,54		****	****	****	****		
12	59,84			****	****	****		
6	60,34			****	****	****		
19	60,44			****	****	****		
10	61,12			****	****	****		
14	62,20				****	****		
11	65,18					****	****	
1	69,38						****	
3	81,20							****

Табела 7. Анализа варијансе са два фактора варијабилитета
Table 7. Analysis of variance with two variability factors

Извори варијације	Степени слободе	Σ квадрата	Средина квадрата	F рачунско	F таблично
Клон	19	39510	2079	14,89	1,57
Сахароза	2	60318	30159	215,94	2,99
Клон*Сахароза	38	41763	1099	7,87	1,46
Погрешка	480	67040	140		
Укупно	539	208631			

Добијени резултати наведени у табели 7 показују да су разлике између клонова значајне као и да различите концентрације сахарозе имају статистички значајан утицај на клијање полена.

Приликом утврђивања клијавости полена, евидентирана су и абнормална зрна, чије учешће смањује укупну клијавост и утиче на квалитет полена, јер су таква поленова зрна по правилу стерилна. У просеку на нивоу плантаже, учешће абнормалних зрна је 1,01%, а вредности присуства абнормалних зрна просечно за клон се крећу од 0,0% до 2,9% (графикон 20). Висок проценат присуства абнормалних зрна није утврђен ни за један клон. Функционалност абнормалних зрна није испитивана у овом раду већ је само констатовано њихово присуство. На основу ниског процента присуства (око 3%) абнормалних поленових зрна, може се сматрати да њихово учешће није утицало на укупну клијавост.

4. ЗАКЉУЧЦИ

Морфолошка анализа полена белог бора показала је да постоји унутарклонска и међуклонска варијабиланост димензија поленових зрна. Утврђено је да полен белог бора спада у врсте са крупнијим поленом, што потврђују и резултати добијени на нивоу семенске плантаже од 65,48/35,61 микрометара. Најкрупнији полен са вредностима изнад просека популације имали су клонови 9, 10, 11, 13, 15 и 20. Постојање разлика у димензијама поленових зрна унутар клонова може се објаснити различитим размештајем микростробила на гранама стабла, као и различитим размештајем прашника дуж вретена стробила.

Резултати анализе клијавости полена, за које је коришћен стандардни метод наклијавања полена у раствору сахарозе, показују да је на нивоу семенске плантаже средња клијавост 57,82%, а виталитет полена 83,65%. Статистичким анализама утврђено је да су разлике између клонова за испитивану клијавост значајне и да постоји зависност између клијавости полена и хранљиве подлоге. Хранљива подлога на којој је полен најбоље клијао је раствор сахарозе од 30%. Клон 3 издваја се као клон високе вредности клијавости, док клон 20, као клон чији полен поседује ниске вредности клијавости.

ЛИТЕРАТУРА

- Bal li an, D., Bo ž i ć, G. (2004): Kontrola morfološke identifikacije klonova iz sjemenske plantaže bijelog bora "Koziji grm" pomoću izoenzimskih markera. Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, br.1, Sarajevo, p: 47-56.
- Bal li an, D., Kon nert, M., Bo gu ni ć, F. (2006): Uspoređivanje molekularno genetičkih svojstava sjemenskih plantaža običnog bora (*Pinus silvestris L.*) u Bosni i Hercegovini. Radovi, vol. 41, br. 1-2, Šumarski institut, Jastrebarsko, p: 7-16.
- Ха ци ву ко ви ћ, С. (1991): Статистички методи с применом у пољопривредним и биолошким истраживањима. Друго проширено издање, Пољопривредни факултет, Нови Сад, стр:1-517.
- Gi go v, A., Ilić, V. (1957): Rezultati analize polena na tresavama planine Ostrozuba. Zbornik radova, knjiga 5, Srpska akademija nauka, Institut za ekologiju i biogeografiju, Beograd.
- Да ни чи ћ В. (2008): Међу клонски варијабилитет у семенској плантажи бијелога бора (*Pinus silvestris L.*) на локалитету „Станови“ Добој. Магистарски рад, рукопис. Шумарски факултет, Београд, стр.1-105.
- И са је в, В., Ши ја чи ћ - Ни ко ли ћ, М. (2003): Практикум из генетике са оплемењавањем биљака. Шумарски факултет Универзитета у Београду и Бањалуци.
- Kir by, E.G., Stan ley, R.G. (1974): Modern Methodes in Forest Genetics, Pollen Handling Techniques in Forest .Genetics with Special Reference to Incompatibility, New York, p: 228-242.
- Ко при ви ца, М., (1997): Шумарска биометрика, Институт за шумарство, Београд.
- Ма р т и н е л л и, А., До н, R. (2003): ISTA Working Sheet on Tetrazolium Testing. volume II, Tree and Shrub Species, ISTA, Basserdorf, Switzerland.
- Ми ки ć, Т. (1979): Proučavanje modifikacione i genetičke promenljivosti morfološko-fizioloških karakteristika polena klonova B. bora (*Pinus silvestris L.*) iz semenske plantaže u Rakovici. Магистарски рад, рукопис, Шумарски факултет, p:1-70.
- М р в а, F. (1990): Produktivnost klonova u cvatnji i urodu češera u sjemenskim plantažama. Radovi, vol.25, br. 2, Zagreb, p:261-275.
- Ту ц о ви ћ, А., И са је в, В. (1988): Практикум из генетике са оплемењавањем биљака. Научна књига, Београд.
- То ши ћ, М. (1991): Генетички варијабилитет белог бора (*Pinus silvestris L.*) у западној Србији као основа за утврђивање критеријума за нове селекције. Докторска дисертација, Београд, стр:149-162.
- То ши ћ, М. (1997): Заштита и унапређивање генофонда бијелог бора (*Pinus silvestris L.*) у Србији. Савремена пољопривреда, вол.46, бр.3-4, Нови Сад, стр:153-159.

VARIABILITY OF POLLEN MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL TRAITS OF RAMETS
IN SCOTS PINE (*Pinus sylvestris* L.) CLONAL SEED ORCHARD AT THE LOCALITY STANOVI
NEAR DOBOJ

Vanja Daničić
Vasilije Isajev
Milan Mataruga
Aleksandar Lučić

S u m m a r y

The analysis of variability in pollen morphological and physiological traits of ramets in the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) clonal seed orchard at Stanovi near Doboj, resulted in the information significant for planning the seed production development and for the application of controlled interclonal hybridisation.

The morphological analysis of pollen shows that there is an intraclonal and interclonal variability of pollen grain dimensions. It was found that Scots pine was a species with large pollen, which was also confirmed by the results obtained at the level of seed orchard 65.48 / 35.61 micrometer. The largest pollen grains with the values above the population average were measured in the clones 9, 10, 11, 13, 15 and 20. The differences in pollen grain sizes within the clones can be explained by different distribution of inflorescences on the tree branches, as well as by the different distribution of stamens along the microstrobile.

The physiological analysis of pollen, applied by the standard pollen germination in sucrose solution and staining technique, shows that pollen is characterised by the required germinability and viability for normal seed setting. "Mean germinability" determined by germination method accounted for 57.82% and the average value of pollen viability in the seed orchard accounted for 83.65%. Statistical analysis shows that the differences in germinability of the study clones are significant and that the growing medium affects pollen germination percentage. The best pollen germination medium was 30% sucrose solution. Regression analysis shows that the optimal germinability would be achieved by pollen germination on 32% sucrose solution. Clone 3 is high values of pollen germination percentage and clone 20 is characterised by low values of pollen germination percentage.

