

Радмила Кнежевић  
Мирјана Шијачић-Николић

UDK: 630\*165.3:582.732  
Оригинални научни рад

## ПРОМЕНЉИВОСТ ДВОГОДИШЊИХ САДНИЦА 13 ЛИНИЈА ПОЛУСРОДНИКА ЈАВОРОЛИСНОГ ПЛАТАНА

**Извод:** У раду су приказани резултати анализе променљивости осам анализираних морфометријских параметара код двогодишњих садница 13 линија полусродника на различитим нивоима. Евидентирана генетичка и негенетичка променљивост, условњена је деловањем већег броја различитих фактора. Важни узроци генетичке променљивости су: делимична инкомпатибилност родитељских стабала, делимична хибридна стерилност, преовлађујуће размножавање у сродству, учестале мутације са узрастом родитељских стабала, веома обилне рекомбинације гена и др. Узроци негенетичке променљивости садница су: услови спољашње средине (супстрат, влажност, услови гајења, сивитехничке интервенције и др.) и унутрашња или соматска средина садница.

**Кључне речи:** јаворолисни платан, линије полусродника, променљивости

### GENETIC AND NONGENETIC VARIABILITY OF TWO-YEAR OLD SEEDLINGS OF 13 HYBRID PLANE HALF-SIB LINES

**Abstract:** This paper presents the results of the analysis of variability of 8 analysed morphometric parameters in two-year old seedlings of 13 half-sib lines at different levels. The recorded genetic and nongenetic variability is conditioned by numerous different factors. The important causes of genetic variability are: partial incompatibility of parent trees, partial hybrid sterility, predominant inbreeding, frequent mutations with the growth of parent trees, very abundant gene recombinations, etc. The causes of nongenetic seedling variability are: external environmental conditions (soil, humidity, conditions of cultivation, sylvotechnical interventions, etc.) and the internal or the somatic environment of seedling.

**Key words:** hybrid plane, half-sib lines, variability

*дипл. инж. Радмила Кнежевић, лаборант, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд*

*др Мирјана Шијачић-Николић, доцент, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд*

## 1. УВОД

Врсте рода платана (*Platanus* L.) имају посебну улогу у шумским културама и гајеним заједницама дрвећа у насељима, због могућности интензивног или екстезивног гајења и велике разноврсности производа који се могу добити од дрвета ове врсте. Унапређење гајења платана омогућава задовољење све већих потреба за дрветом, боље коришћење земљишта и унапређење животне средине.

У области наменске расадничке производње дрвећа и жбуња од огромне је важности одређивање тачног доприноса наслеђа и средине поједином својству. Зато је потребно експериментално утврдити у коликој мери су посматране разлике између фенотипова разних јединки условљене наслеђем, а у коликој мери су настале под утицајем фактора спољашње средине. Наменским размножавањем, могуће је побољшати нека својства која су од практичног интереса. За успех стабилизације тих својстава од пресудног је значаја избор полазног материјала са којим ће се радити. Одабрани материјал треба да поседује извесну, по могућности, што већу генетску варијабилност нарочито економски важних својстава. У том случају, избор полазног материјала са жељеним особинама може дати брзе и врло практичне резултате. Са таквим материјалом у даљем раду могу се постићи још значајнија побољшања одабраних својстава уз помоћ хибридизације и других сложених техника биолошке репродукције.

## 2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

За објекат истраживања одабран је јаворолисни платан (*Platanus* × *acerifolia* Willd.), тј. гајена стабла ове врсте на подручју Београда. *Platanus* × *acerifolia* Willd. је субспонтани међуврсни хибрид између *Platanus occidentalis* L. и *Platanus orientalis* L. (Јовановић, 1991, Туцовић *et al.*, 1998, Вукићевић, 1987, Ђукић, 1994), који је климатски много отпорнији од оба родитеља и спада у мезофилно-ксеротермну врсту (Летић, 2002). Добро подноси градске услове и прашину. Јаворолисни платан је доказ за оправданост планског укрштања страних врста са домаћим, мање-више, блиским врстама дрвећа.

У раду је примењена упоредно-морфолошка анализа гајених састојина на стаништима Београда, у којима је обављена фенотипска индивидуална селекција 13 тест стабала (Кнежевић, 2002, 2005). Од одгојених једногодишњих садница 13 линија полусродника основан је пољски оглед у расаднику на окућници Шумарског факултета у Београду (Кнежевић, 2005). Примењена метода генетичке анализе одгајених линија полусродника у старости биљака од две године, открива систем потенцијалне генетичке променљивости. Метода генетичке анализе материнских стабала омогућила је евидентирање генетичких механизма хомологе и аналоге генетичке променљивости на различитим нивоима генетичке организације јаворолисног платана.

Учесталост родитељских особина евидентирана је поређењем материнских стабала са особинама линија полусродника и њиховој заступљености у гајеним популацијама (онтогенетски метод генетичке анализе).

Одређивање променљивости анализираних линија полусродника, на различитим нивоима, обављена је путем анализе фенотипске варијабилности осам морфометријских карактеристика за које су, после премера, израчунати основни статистички показатељи: средња вредност ( $\bar{x}$ ), стандардна девијација ( $S$ ), варијациони коефицијент ( $V$ ) као и њихове грешке ( $S_x$ ,  $S_s$  и  $S_v$ ). Оправданост разлика између утврђених средњих вредности одређена је Студентовим  $t$ -тестом на нивоу  $t_0$ , с обзиром на број и варијабилност узорака (Исајев, Шијачић-Николић, 2003).

### 3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ

Развитак садница у одрасла стабла јаворолисног платана је сложен процес који се испољава у расту у три димензије. Од сваке тачке раста издужују се гране, круна и корен и увећава се њихов пречник. Комбинација ових процеса раста даје свакој врсти дрвећа карактеристичну надземну и подземну структуру и форму.

Унутарлинијска варијабилност осам анализираних особина веома је изражена и евидентирана у свим линијама полусродника јаворолисног платана на врло високим нивоима (табела 1). Екстремну варијабилност у висинском прирасту показују саднице 5. и 13. линије, по дебљинском прирасту 3., 5. и 13. линије, по броју грана 2., 9., 10. и 13. линије, по броју листова 3., 4., 6. и 13. линије, по укупној дужини кореновог система 3., 8., 10. и 13. линије, по ширини кореновог система 5., 6., 10., 12. и 13. линије, по маси надземних органа 3., 4., 5., 6., 10., 12. и 13. линије и маси коренова 3., 5., 12. и 13. линије.

Оправданост међулинијске променљивости 13 линија полусродника за 8 анализираних својстава на нивоу тачности од  $V_1=0,95$  односно  $t_1=cca 2,00$  није евидентирана за висински и дебљински прираст као и за број грана по садници (табела 2). Утврђена је ниска статистичка оправданост од  $t=2,96$  за ширину кореновог система за 30,7% комбинација, тј. за 24 од 78. Ниска оправданост за масу надземних органа од  $t=3,8$  утврђена је за 27 од 78 комбинација, тј. код 34,61% комбинација, и за масу коренова од  $t=3,60$  за 37 од 78 комбинација, тј. 47,4% комбинација. Како је при узимању узорака из теренског огледа за упоредно-морфолошку анализу кореновог система у лабораторији, могућ већи број грешака (оштећивање при вађењу садница, евапорација кореновог система, грешке у мерењу и др.), оправданост утврђених разлика може да се релативизовати.

Расположиви докази о унутарлинијској варијабилности двогодишњих линија и садница сагласни су са претпоставком да континуирана (слика 1) и дисконтинуирана променљивост садница, (слика 2) имају, у принципу, исту генетичку основу, без обзира на евидентирану различитост видљивих феномена. Ипак, постоји извесна разлика. У проучавању дисконтинуиране варијабилности (полиморфизма), највероватније,

можемо открити деловање једног индивидуалног гена на фенотип садница јаворолисног платана.

**Табела 1.** Варијабилност анализираних својстава двогодишњих садница 13 линија полусродника јаворолисног платана

**Table 1.** Variability of characters of two-year old seedlings of 13 hybrid plane half-sib lines

Линија пс Line ps	Граничне вред. Limiting values	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$S \pm S_s$	$V \pm S_v$
<b>Висина садница у cm Seedling height in cm</b>				
1	14,0-50,0	31,81±8,21	11,46±2,09	36,04±6,58
2	17,0-51,0	30,12±7,78	9,20±1,68	30,55±5,58
3	14,0-70,0	39,43±10,18	17,54±3,20	44,50±8,12
4	14,0-65,0	36,15±9,33	15,41±2,81	42,63±7,78
5	8,0-70,0	30,72±7,93	19,53±3,57	63,58±11,61
6	6,0-55,0	29,33±7,57	10,18±1,86	34,72±6,34
7	9,0-37,0	20,73±5,35	6,23±1,14	30,06±5,49
8	9,0-26,0	17,06±4,40	3,92±0,71	22,97±4,19
9	10,0-24,0	16,59±4,28	4,40±0,80	26,54±4,84
10	15,0-44,0	21,89±5,65	7,09±1,29	32,38±5,91
11	17,0-40,0	23,95±6,18	6,74±1,23	28,17±5,14
12	11,0-44,0	21,72±5,61	7,66±1,40	35,26±6,44
13	12,0-55,0	28,21±7,28	14,14±2,58	50,13±9,15
<b>Пречник кореновог врата у mm Root diameter in mm</b>				
1	3,8-9,9	6,28±1,62	1,61±0,29	25,68±4,69
2	3,5-11,7	6,11±1,58	2,05±0,37	33,62±6,14
3	1,0-10,0	6,30±1,63	2,38±0,43	37,73±6,89
4	3,4-10,7	6,65±1,72	2,12±0,39	31,84±5,81
5	1,7-10,0	4,92±1,27	2,04±0,37	41,46±7,57
6	1,9-9,8	5,45±1,41	1,80±0,33	33,10±6,04
7	2,0-6,8	4,60±1,19	1,26±0,23	27,38±5,00
8	1,4-4,2	3,01±0,78	0,86±0,16	28,52±5,21
9	1,5-4,4	2,99±0,77	0,83±0,15	27,92±5,10
10	2,0-7,4	4,07±1,05	1,34±0,24	33,08±6,04
11	3,2-8,2	4,65±1,20	1,11±0,20	23,92±4,37
12	1,9-7,9	4,33±1,12	1,48±0,27	34,09±6,22

**Табела 1.** Варијабилност анализираних својстава двогодишњих садница 13 линија полусродника јаворолисног платана**Table 1.** Variability of characters of two-year old seedlings of 13 hybrid plane half-sib lines

Линија пс Line ps	Граничне вред. Limiting values	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$S \pm S_s$	$V \pm S_v$
13	2,2-9,4	5,10±1,32	2,20±0,40	43,16±7,88
<b>Број листова (пупољака) по садници</b> <b>Number of leaves (buds) per seedling</b>				
1	11,0-21,0	14,13±3,65	2,47±0,45	17,50±3,19
2	8,0-20,0	15,25±3,94	3,06±0,56	20,06±3,66
3	5,0-18,0	11,45±2,96	3,36±0,61	29,35±5,36
4	6,0-23,0	11,78±3,04	3,72±0,68	31,62±5,77
5	6,0-16,0	10,36±2,67	2,61±0,48	25,21±4,60
6	4,0-19,0	12,08±3,12	3,39±0,62	28,07±5,12
7	6,0-15,0	11,02±2,85	2,46±0,45	22,36±4,08
8	7,0-14,0	10,44±2,70	2,15±0,39	20,57±3,75
9	5,0-16,0	10,47±2,70	2,81±0,51	26,83±4,90
10	8,0-14,0	11,50±2,97	1,50±0,27	13,09±2,39
11	10,0-15,0	12,58±3,25	1,68±0,31	13,33±2,43
12	8,0-17,0	11,75±3,03	2,25±0,41	19,12±3,49
13	7,0-26,0	13,04±3,37	4,92±0,90	37,73±6,89
<b>Број грана по садници</b> <b>Number of branches per seedling</b>				
1	0,0-7,0	0,93±0,24	1,73±0,32	185,02±33,78
2	0,0-3,0	0,34±0,09	0,70±0,13	203,83±37,21
3	0,0-13,0	1,88±0,48	3,00±0,55	160,02±29,21
4	0,0-12,0	3,00±0,77	3,45±0,63	115,10±21,01
5	0,0-6,0	1,16±0,30	1,91±0,35	164,47±30,03
6	0,0-10,0	1,49±0,38	2,15±0,39	144,60±26,40
7	0,0-2,0	0,41±0,11	0,74±0,13	178,66±32,62
8	-	-	-	-
9	0,0-3,0	0,47±0,12	1,01±0,18	214,06±39,08
10	0,0-4,0	0,28±0,07	0,96±0,17	344,98±62,98
11	0,0-4,0	1,26±0,33	1,37±0,25	108,30±19,77
12	0,0-6,0	1,00±0,26	1,67±0,30	167,33±30,55
13	0,0-7,0	1,12±0,29	2,11±0,38	187,76±34,28

**Табела 1.** Варијабилност анализираних својстава двогодишњих садница 13 линија полусродника јаворолисног платана

**Table 1.** Variability of characters of two-year old seedlings of 13 hybrid plane half-sib lines

Линија пс Line ps	Граничне вред. Limiting values	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$S \pm S_s$	$V \pm S_v$
<b>Дужина коренова у см</b> <b>Root length in cm</b>				
1	15,0-50,0	28,58±7,38	7,78±1,42	27,23±4,97
2	16,0-47,0	28,25±7,29	6,98±1,27	24,72±4,51
3	15,0-69,0	36,00±9,29	11,37±2,08	31,59±5,77
4	16,0-57,0	35,48±9,16	9,79±1,79	27,58±5,04
5	14,0-43,0	28,44±7,34	7,57±1,38	26,61±4,86
6	7,0-40,0	27,36±7,06	7,96±1,45	29,09±5,31
7	8,0-35,0	22,71±5,86	6,64±1,21	29,27±5,34
8	9,0-25,0	16,67±4,30	5,69±1,04	34,13±6,23
9	11,0-27,0	17,82±4,60	4,86±0,89	27,29±4,98
10	6,0-46,0	24,78±6,40	9,35±1,71	37,75±6,89
11	19,0-33,0	25,53±6,59	4,39±0,80	17,19±3,14
12	15,0-41,0	24,58±6,35	6,17±1,13	25,10±4,58
13	9,0-36,0	24,04±6,21	8,45±1,54	35,15±6,42
<b>Ширина кореновог система у см</b> <b>Width of root system in cm</b>				
1	4,0-37,0	11,48±2,98	6,74±1,23	58,71±10,72
2	4,0-33,0	14,78±3,82	6,80±1,24	46,04±8,40
3	2,0-30,0	14,75±3,81	7,90±1,44	53,55±9,78
4	2,0-28,0	14,00±3,61	7,66±1,40	54,72±9,99
5	2,0-36,0	13,24±3,42	9,40±1,72	71,00±12,96
6	2,0-29,0	10,13±2,61	6,63±1,21	65,50±11,96
7	2,0-14,0	7,07±1,83	3,64±0,66	51,50±9,40
8	1,0-5,0	3,61±0,93	1,61±0,29	44,69±8,16
9	2,0-5,0	3,06±0,79	1,34±0,24	43,97±8,03
10	1,0-13,0	4,33±1,12	2,83±0,52	65,27±11,92
11	3,0-13,0	7,21±1,86	3,10±0,57	43,01±7,85
12	2,0-18,0	5,33±1,38	4,10±0,75	76,85±14,03
13	2,0-17,0	7,12±1,84	4,97±0,91	69,78±12,74

Табела 1. Варијабилност анализираних својстава двогодишњих садница 13 линија полусродника јаворолисног платана

Table 1. Variability of characters of two-year old seedlings of 13 hybrid plane half-sib lines

Линија пс Line ps	Граничне вред. Limiting values	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$S \pm S_s$	$V \pm S_v$
<b>Маса надземних органа у g</b> <b>Mass of overground organs in g</b>				
1	0,7-8,6	3,96±1,02	2,56±0,47	64,59±11,79
2	0,9-9,2	3,20±0,83	2,22±0,40	69,49±12,69
3	0,4-16,8	6,59±1,70	6,51±1,19	98,82±18,04
4	0,5-15,8	5,91±1,53	4,74±0,87	80,27±14,65
5	0,4-20,9	4,63±1,19	5,70±1,04	123,13±22,48
6	0,2-18,5	3,65±0,94	3,56±0,65	97,70±17,84
7	0,3-5,2	1,61±0,41	1,09±0,20	67,90±12,40
8	0,2-1,4	0,73±0,19	0,33±0,06	45,35±8,28
9	0,2-1,4	0,69±0,18	0,38±0,07	55,21±10,08
10	0,5-6,8	1,54±0,40	1,50±0,27	97,34±17,77
11	0,9-5,6	1,84±0,47	1,14±0,21	62,10±11,34
12	0,2-10,0	1,79±0,46	1,78±0,32	99,51±18,17
13	0,3-11,2	3,08±0,80	3,56±0,65	115,47±21,08
<b>Маса коренова у g</b> <b>Mass of root in g</b>				
1	1,1-19,8	8,46±2,18	5,64±1,03	66,60±12,16
2	1,0-19,1	6,04±1,56	4,34±0,79	71,95±13,14
3	0,6-39,6	14,95±3,86	13,98±2,55	93,54±17,08
4	0,4-40,4	14,70±3,79	11,55±2,11	78,60±14,35
5	0,3-42,7	9,92±2,56	10,71±1,95	107,99±19,72
6	0,1-29,9	7,09±1,83	5,82±1,06	82,20±15,01
7	0,2-10,4	3,48±0,90	2,42±0,44	69,36±12,66
8	0,1-2,1	1,02±0,26	0,66±0,12	64,15±11,71
9	0,2-3,2	1,03±0,27	0,91±0,17	88,06±16,08
10	0,2-10,9	3,34±0,86	2,94±0,54	88,11±16,09
11	0,9-16,4	4,19±1,08	3,30±0,60	78,57±14,34
12	0,2-19,1	3,66±0,95	3,72±0,68	101,67±18,56
13	0,2-23,2	6,27±1,62	7,91±1,44	126,22±23,04

**Табела 2.** Статистичка оправданост разлика између средњих вредности анализираних особина садница јаворолисног платана -  $V_1=0,95$ ;  $t_1=2,00$

**Table 2.** Statistical justification of differences between the mean values of hybrid plane seedling characters -  $V_1=0.95$ ;  $t_1=2.00$

Лин. пс Line ps	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Висина двогодишњих садница Height of two-year old seedling</b>													
1	–												
2	0,15	–											
3	0,58	0,73	–										
4	0,34	0,50	0,24	–									
5	0,10	0,05	0,67	0,44	–								
6	0,22	0,08	0,80	0,57	0,13	–							
7	1,13	0,99	1,63	0,50	1,04	0,93	–						
8	1,58	1,46	2,02	1,85	1,51	1,40	0,53	–					
9	1,64	1,48	2,07	1,11	1,78	1,47	0,60	0,08	–				
10	0,99	0,86	1,51	1,31	0,78	0,95	0,15	0,67	0,82	–			
11	0,77	0,62	1,30	1,09	0,67	0,56	0,39	0,91	0,98	0,25	–		
12	0,15	0,87	1,48	1,37	0,93	0,81	0,13	0,63	0,73	0,02	0,27	–	
13	0,33	0,18	0,82	0,67	0,23	0,11	0,83	1,31	1,38	0,69	0,47	0,71	–
<b>Пречник у кореновом врату Root diameter</b>													
1	–												
2	0,56	–											
3	0,08	0,08	–										
4	0,01	0,23	0,15	–									
5	0,17	1,08	0,66	0,83	–								
6	0,66	0,32	0,35	0,54	0,29	–							
7	0,39	0,76	0,84	0,98	0,18	0,46	–						
8	0,83	1,76	1,76	1,92	1,60	1,49	1,12	–					
9	1,82	1,78	1,84	1,95	1,30	1,53	1,14	0,02	–				
10	1,84	1,07	1,15	1,28	0,52	0,78	0,33	1,34	0,83	–			
11	1,14	0,74	0,86	0,95	0,15	0,43	0,03	1,15	1,17	0,36	–		
12	0,81	0,91	0,99	1,13	0,31	0,62	0,16	0,97	0,98	0,22	0,19	–	
13	0,93	0,49	0,57	0,72	0,03	0,18	0,28	1,37	1,38	0,25	0,25	1,02	–



**Табела 2.** Статистичка оправданост разлика између средњих вредности анализираних особина садница јаворолисног платана -  $V_1=0,95$ ;  $t_1=2,00$ **Table 2.** Statistical justification of differences between the mean values of hybrid plane seedling characters -  $V_1=0.95$ ;  $t_1=2.00$ 

Лин. пс Line ps	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Дужина корена</b> <b>Root length</b>													
1	–												
2	0,03	–											
3	0,62	0,66	–										
4	0,59	0,62	0,04	–									
5	0,01	0,02	0,64	0,60	–								
6	0,11	0,09	0,74	0,70	0,11	–							
7	0,61	0,59	1,21	1,12	0,61	0,51	–						
8	1,40	1,43	1,89	1,86	1,38	1,29	0,83	–					
9	1,24	1,21	1,75	1,74	1,34	1,25	0,79	0,18	–				
10	0,39	0,35	0,99	0,96	0,36	0,27	0,24	1,57	0,88	–			
11	0,31	0,28	0,92	0,88	0,28	0,19	0,32	1,12	0,96	0,08	–		
12	0,41	0,38	1,02	0,98	0,40	0,29	0,22	1,03	0,86	0,02	0,10	–	
13	0,47	0,44	1,07	1,04	0,42	0,35	0,16	0,98	0,80	0,08	0,16	0,06	–
<b>Ширина кореновог система</b> <b>Width of root system</b>													
1	–												
2	0,78	–											
3	0,68	0,01	–										
4	0,53	0,15	0,14	–									
5	0,39	0,30	0,30	0,15	–								
6	0,34	0,99	1,00	0,87	0,72	–							
7	1,26	1,82	1,58	1,71	1,59	0,96	–						
8	2,52	2,84	2,84	2,78	2,72	2,35	1,69	–					
9	2,73	3,00	3,00	2,96	2,90	2,60	2,01	0,45	–				
10	2,14	2,62	2,62	2,56	2,47	2,02	1,25	0,57	0,89	–			
11	1,22	1,78	1,78	1,67	1,55	0,91	0,05	1,73	2,05	1,24	–		
12	1,87	2,33	2,34	2,25	2,14	1,65	0,73	1,04	1,43	0,56	0,81	–	
13	1,24	1,81	1,81	1,70	1,58	0,94	0,02	1,35	2,03	1,34	0,03	0,43	–

**Табела 2.** Статистичка оправданост разлика између средњих вредности анализираних особина садница јаворолисног платана -  $V_1=0,95$ ;  $t_1=2,00$

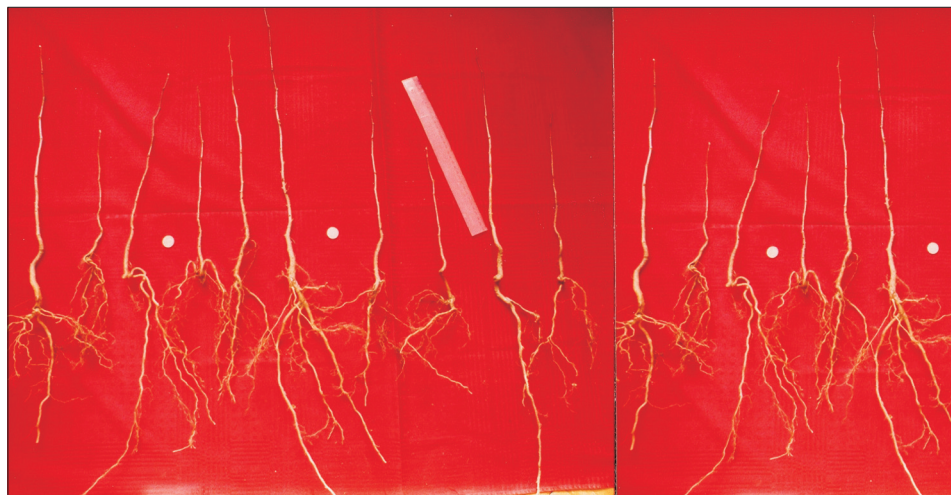
**Table 2.** Statistical justification of differences between the mean values of hybrid plane seedling characters -  $V_1=0.95$ ;  $t_1=2.00$

Лин. пс Line ps	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Маса надземних органа Mass of overground organs</b>													
1	–												
2	0,58	–											
3	1,33	1,78	–										
4	1,06	1,56	0,17	–									
5	0,55	1,36	0,50	0,26	–								
6	0,22	0,36	0,55	1,26	0,64	–							
7	2,14	1,71	1,32	2,74	2,40	2,00	–						
8	3,10	2,90	1,56	2,78	3,80	3,04	1,91	–					
9	3,17	2,95	1,57	3,39	3,28	3,09	2,00	0,57	–				
10	2,20	1,80	1,32	2,76	2,45	2,07	0,12	1,84	1,98	–			
11	1,89	1,43	1,26	2,54	2,18	1,72	0,37	2,18	2,30	0,48	–		
12	1,93	1,30	1,25	2,57	2,20	1,77	0,29	2,12	2,24	0,41	0,08	–	
13	0,68	0,10	0,91	1,63	1,08	0,46	1,63	2,84	2,68	1,73	1,44	1,40	–
<b>Маса корена Mass of root</b>													
1	–												
2	0,90	–											
3	1,37	2,14	–										
4	1,43	2,11	0,05	–									
5	0,43	1,29	1,09	1,04	–								
6	0,48	0,44	1,84	1,81	0,90	–							
7	2,11	1,43	2,89	2,86	2,38	1,77	–						
8	3,40	3,17	3,60	3,60	3,46	1,64	2,64	–					
9	3,39	3,16	3,60	3,60	3,45	1,66	2,63	0,03	–				
10	2,19	1,52	2,94	2,93	2,44	1,02	0,11	2,58	2,57	–			
11	1,76	0,97	2,59	2,67	2,06	1,36	0,50	2,95	2,85	0,54	–		
12	2,02	1,31	2,84	2,82	2,30	1,66	0,14	2,69	2,68	0,23	0,37	–	
13	0,81	0,10	2,08	2,05	1,20	0,34	1,51	3,20	3,25	1,55	1,07	1,39	–

Мултифакторијални генетички ефекти који се испољавају при континуираној варијабилности, с друге стране, изгледа да се састоје више у интеракцији гена, него у њиховим индивидуалним акцијама. То, дакле, представља ниво комплексности виши него што су ефекти појединачних гена. Мада је ово раздвајање вештачко (нема гена који не ступају у интеракције), ова два вида акције гена биће употребљени као оријентационе произвољне категорије. Један карактер са континуираном варијабилношћу, као што је висина, пречник у основи кореновог врата, дужине појединих органа, имаће веома комплексну генетичку основу, док ће дисконтинуирана променљивост неког својства бити контролисана само једним или са неколико гена, у ствари, обично алелима на једном једином локусу, тзв. мултиалелима.

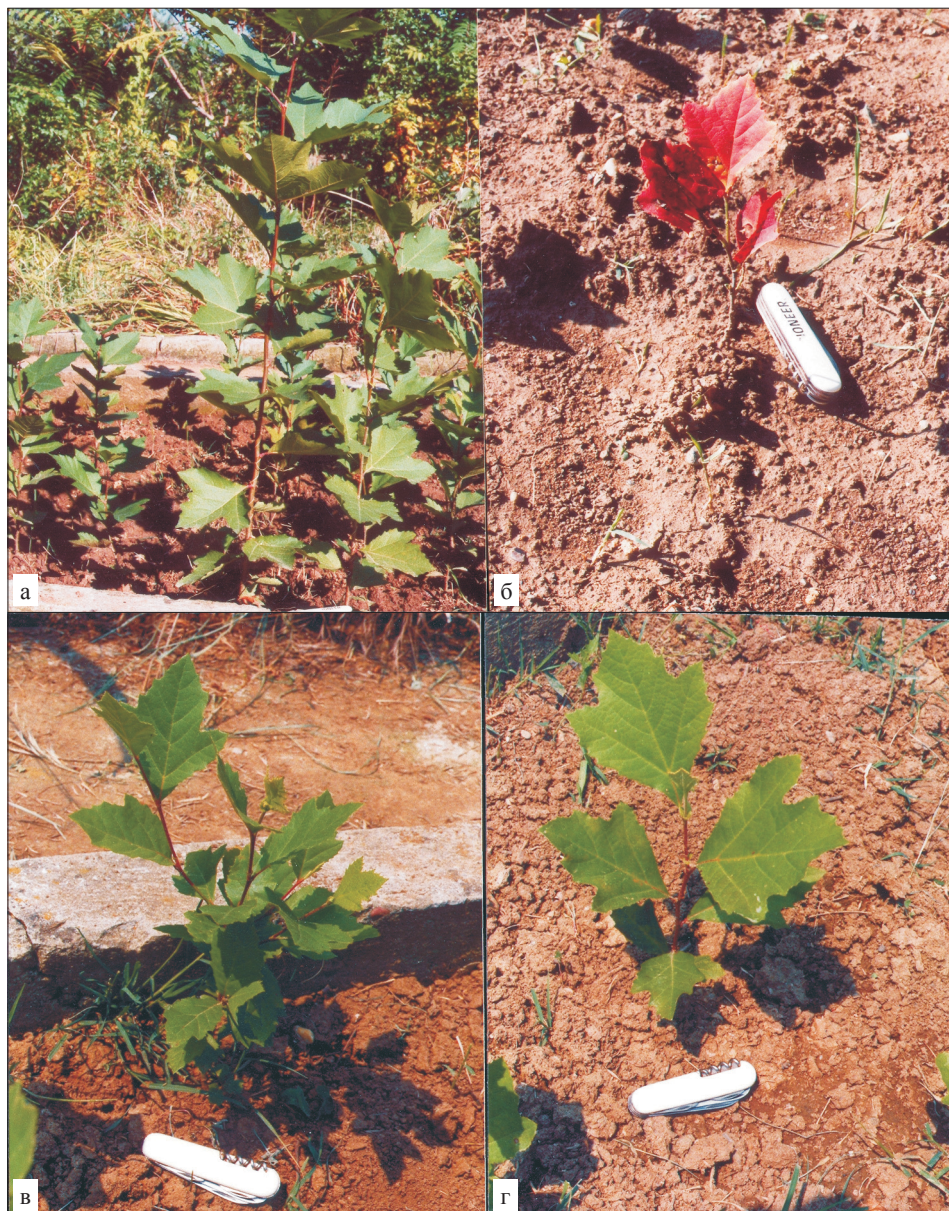
Просечне вредности анализираних морфометријских својстава на нивоу просека 13 линија полусродника, приказане су у табели 3. Добијени подаци показују:

1. просечну висину садница од  $26,75 \pm 6,91$  *cm* са граничним вредностима од 16,6-39,4 *cm*;
2. просечни пречник у кореновом врату је  $4,96 \pm 1,28$  *mm* са граничним вредностима од 3,0-6,7 *mm*. Прираст по пречнику карактерише само један годишњи прстен чија ширина, углавном, зависи од услова гајења. Саднице су редовно окопаване, заливане, али нису уопште прихрањиване током огледа. У линијама садница са вишефазним растом, односно појавом хетерокарпије, нису уочена одступања у дебљинском расту. Ширина пречника у кореновом врату тесно је у вези са количинама регулатора растења, а не само директно са количином влаге у земљишту;



Слика 1. Континуирана варијабилност анализираних својстава двогодишњих садница јаворисног платана

Figure 1. Continuous variability of the analysed characters of two-year old hybrid plane seedlings



Слика 2. Дисконтинуирана варијабилност садница јаворлисног платана: а - тип *acerifolia*, б - тип *purpurea*, в - тип ракљавог стабалцета и г - тип полупатуљка  
Figure 2. Discontinuous variability of hybrid plane seedlings: а - type *acerifolia*, б - type *purpurea*, в - forked tree type and г - semidwarf type

3. просечан број грана од  $1,03 \pm 0,26$  по садници онемогућава у овом узрасту сагледавање форме круна будућих садница, мада се ова особина налази под јаком генетичком контролом. Код двогодишњих садница висински раст још доминира од раста латералних грана садница. Учесталост латералних грана има тренд раста са узрастом садница. На бочним гранама рани листови обично су распоређени у основи, а доцније и на вршним деловима грана;
4. просечни број листова, односно пупољака, је од  $11,99 \pm 3,09$  по садници са граничним вредностима од 10,4-15,3 листа - пупољка;
5. просечна дужина кореновог система износи  $26,17 \pm 6,79$  cm са граничним вредностима од 16,7-36,0 cm;

Табела 3. Просечне вредности анализираних својстава двогодишњих садница јаворолисног платана

Table 3. Average values of the study characters of two-year old hybrid plane seedlings

Тест стабла Test tree	Граничне вред. Limiting values	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	$S \pm S_s$	$V \pm S_v$
<b>Висина садница у cm</b> <b>Height of seedling in cm</b>				
1-13	16,6-39,4	$26,75 \pm 6,91$	$7,08 \pm 1,29$	$26,45 \pm 4,83$
<b>Пречник кореновог врата у mm</b> <b>Root diameter in mm</b>				
1-13	3,0-6,7	$4,96 \pm 1,28$	$1,19 \pm 0,22$	$24,06 \pm 4,39$
<b>Број грана по садници</b> <b>Number of branches per seedling</b>				
1-13	0,0-3,0	$1,03 \pm 0,26$	$0,80 \pm 0,15$	$78,07 \pm 14,25$
<b>Број пупољака</b> <b>Number of buds</b>				
1-13	10,4-15,3	$11,99 \pm 3,09$	$1,46 \pm 0,27$	$12,17 \pm 2,22$
<b>Дужина корена у cm</b> <b>Root lenhth in cm</b>				
1-13	16,7-36,0	$26,17 \pm 6,79$	$5,64 \pm 1,03$	$21,54 \pm 3,93$
<b>Укупна ширина кореновог система у cm</b> <b>Width of root system</b>				
1-13	3,1-14,8	$8,93 \pm 2,31$	$4,35 \pm 0,79$	$48,68 \pm 8,89$
<b>Маса надземних органа у g</b> <b>Mass of overground organs in g</b>				
1-13	0,7-6,6	$3,02 \pm 0,78$	$1,89 \pm 0,34$	$62,57 \pm 11,42$
<b>Маса корена у g</b> <b>Mass of root in g</b>				
1-13	1,0-15	$6,47 \pm 1,67$	$4,54 \pm 0,83$	$70,12 \pm 12,80$

6. просечна ширина кореновог система, после вађења садница, износи око  $8,93 \pm 2,31$  cm, са граничним вредностима од 3,1-14,8 cm. Главна маса крупних и ситних коренова двогодишњих садница распрострањена је у површинском слоју, са уочљивим опадањем крупних и ситних коренова одраслим на већим дубинама земљишта. Дубина продирања кореновог система у супстрат условљена је динамиком раста, уколико је садница крупнија, утолико ће код једнаких услова корен достићи већу дубину;
7. просечна маса надземних органа (стабалаца и латералних грана, без лишћа) износи  $3,02 \pm 0,78$  g одмах после вађења из земљишног супстрата са граничним вредностима од 0,7-6,6 g по садници;
8. просечна маса корена двогодишњих садница износи  $6,47 \pm 1,67$  g, са граничним вредностима од 1,0-15,0 g по садници.

Постигнуте средње вредности особина двогодишњих садница јаворолисног платана, углавном, крећу се у границама које се налазе у литератури. Елементе растења двогодишњих садница јаворолисног платана (висински раст, дебљински раст, број асимилационих органа, дужина и ширина кореновог система, маса надземних органа и маса коренова) карактеришу високе вредности коефицијената варијације, која износи за висински раст  $26,45 \pm 4,83$ , за дебљински раст у кореновом врату  $24,06 \pm 4,39$ , за број грана по садници  $78,07 \pm 14,25$ , за укупну дужину кореновог система  $21,54 \pm 3,93$ , ширину  $48,68 \pm 8,89$ , масу надземних органа  $62,57 \pm 11,42$  и масу коренова  $70,12 \pm 12,80$ . Највеће вредности утврђене су за број грана, дужину и ширину кореновог система, масу надземних органа и масу коренова. Развијеност и варијабилност кореновог система је једна од најзначајнијих одлика садница јаворолисног платана и објашњава адаптивност одраслих сабала, како на мезофилна, тако и на ксеротермна шумска станишта Београда и околине.

Мезофилност и ксеротермност садница јаворолисног платана објашњава комбинација својстава сабалаца, кореновог система, грађа листова и заштита лисних пупољака у проширеним основама лисних дршки листова. То потврђује и чињеница да је маса коренова за 214% већа у односу на масу надземних органа двогодишњих садница. Просечна дужина кореновог система двогодишњих садница одговара просечној висини садница, а дужина коренова најразвијенијих садница слична је висини најразвијенијих садница.

Развијеност кореновог система корелира са уочљивом појавом разноврсности дебљина жила, мада је количина малих коренова у тесној вези са месним еколошким условима. При неповољним условима (суша, недостатак асимилата и др.) мали коренови брзо одумиру, али се брзо и обнављају непосредно после пресадање. Форма и структура кореновог система јаворолисног платана се у знатној мери контролише, како на нивоу врсте, тако и на нивоу појединих садница.

#### 4. ЗАКЉУЧАК

Евидентирана генетичка и негенетичка променљивост двогодишњих садница 13 линија полусродника јаворолисног платана условњена је деловањем већег броја различитих фактора. Важни узроци евидентирани генетичке променљивости линија полусродника јаворолисног платана су: делимична инкомпатибилност родитељских стабала, делимична хибридна стерилност, преовлађујуће размножавање у сродству, учестале мутације са узрастом родитељских стабала (Ђукић *et al.*, 1993, 1994), веома обилне рекомбинације гена и др. Континуирана или полигенетска варијабилност типична је за већину анализираних својстава. Она се објашњава истовременом сегрегацијом и мање-више хармоничном сегрегацијом многих гена, који делују на анализирана својства и континуирану променљивост, условљену деловањем средине. Само мали број особина контролише се малим бројем гена, са моно или дихибридном контролом, али са већим бројем ефеката (патуљаст раст и др.) који после клијања обично гину у природним условима услед конкуренције са другим садницама. Рекомбинације су, свакако, најважнији извор генетичке променљивости анализираних линија. Оне обезбеђују изразиту варијабилност погодну за деловање природне и умерене селекције.

Поред генетичких и негенетички (фактори околне средине), управљају формирањем и развићем садница јаворолисног платана. Извори негенетичке променљивости садница су: услови спољашње средине (супстрат, влажност, услови гајења, силвитехничке интервенције и др) и унутрашња или соматска средина садница. Код анализираних линија негенетичка променљивост има улогу обезбеђивања адаптивности у јувенилним етапама раста.

Безпредметно је говорити о томе који фактори, генетички или околне средине, управљају формирањем и развићем садница јаворолисног платана. Увек и једни и други одређују природу фенотипа. Фактори спољашње средине, уочљиви и лако доступни су најочигледнији, и због тога је разумљиво што им највећи број стручњака даје значајнију улогу у односу на друге факторе. Платан не може опстати без усмеравајућег механизма биохемијске и физиолошке контроле, која се образује из генерације у генерацију за очување врсте, а организам не може бити независан од околне средине. Генетички фактори су потпуније сагледани тек последњих неколико деценија и њихова примена на шумско дрвеће у знатном је закашњењу у односу на једногодишње врсте биљака (Туцовић, 1990, Исајев, Туцовић, 1997, Шијачић-Николић, 2001).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Ђукић Е. (1987): *Декоративна дендрологија*, Научна књига, Београд (1-585)  
 Ђукић М. (1994): *Могућности коришћења нових култивара јаворолисног платана*, Зборник радова „Зеленило у урбанистичком развоју Београда“, Београд (241-246)

- Ђукић М., Обратов Д. (1994): *Генетска специфичност морфолошких својстава халф-сиб популација хибридне илаиана*, I Конгрес генетичара Србије, Врњачка Бања (123)
- Ђукић М., Туцовић А. (1993): *Прилози истраживању утицаја старости родитеља на квалитет садница хибридне илаиана*, X Симпозијум Југословенског друштва за физиологију биљака, Земун Поље, Београд (86)
- Исајев В., Туцовић А. (1997): *Диверзитет и коришћење генетичких ресурса рвећа и жбуња Југославије*, Савремена пољопривреда, XX, Нови Сад (185-195)
- Исајев В., Шијачић-Николић М. (2003): *Практикум из генетике са ошлењивањем биљака*, Шумарски факултет Београд и Шумарски факултет Бања Лука, Београд - Бања Лука (1-240)
- Јовановић Б. (1991): *Род Platanus L.*, Дендрологија, Научна књига, Београд (177-180)
- Кнежевић Р. (2002): *Морфолошка модификациона променљивост 13 линија полусродника хибридне илаиана*, Proceedings of 7<sup>th</sup> Symposium of flora of Southern Serbia and Neighboring Regions, Димитровград (159-164)
- Кнежевић Р. (2005): *Ушлењивање механизма фенолошке стабилности наменских садница шумског дрвећа*, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд (1-99)
- Летић Љ. (2002): *Каталог најчешће примењиваних зеластих и дрвенастих биљака у биомелиорацијама*, Биорегулације, Универзитетско издање, Београд (239-270)
- Туцовић А. (1990): *Генетика са ошлењивањем биљака*, Научна књига, Београд (1-596)
- Туцовић А., Исајев В., Шијачић-Николић М. (1998): *Variability of growth and productivity of hybrid plane progeny on meadow black soil in Serbia*, Proceedings of the 1st Balkan Botanical Congress: Progress in Botanical Research, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht - Boston - London (577-580)
- Шијачић-Николић М. (2001): *Анализа генетског потенцијала генеративне семенске линије аморике (Picea omorika/Pap.č./Pyrkune) применом контролисане хибридизације линија полусродника*, докторска дисертација у рукопису, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд (1-170)

Radmila Knežević  
Mirjana Šijačić-Nikolić

#### GENETIC AND NONGENETIC VARIABILITY OF TWO-YEAR OLD SEEDLINGS OF 13 HYBRID PLANE HALF-SIB LINES

##### Summary

The species of the genus *Platanus* L. have a special role in forest plantations and cultivated tree communities in towns, thanks to the possibility of intensive or extensive cultivation and a high diversity of products that can be manufactured from the wood. In the nursery production of trees and shrubs, it is very important to determine the exact contribution of the inheritance and of the environment to individual characters. So it is necessary to identify experimentally how much the study differences between phenotypes of different individuals are conditioned by inheritance and to which extent they are the result of the effect of environmental factors.

The comparative-morphological analysis of cultivated stands was performed at the sites of Belgrade. 13 test trees were subjected to phenotype individual selection. A field test was established by the cultivated one-year old seedlings in the nursery of the Faculty of Forestry in Belgrade. The



applied method of genetic analysis of half-sib lines at the age of two years revealed the system of potential genetic variability. The method of genetic analysis of mother trees enabled the recording of genetic mechanisms of homologous and analogous genetic variability at different levels of the hybrid plane genetic organisation. The frequency of parental characters was recorded by the comparison of mother trees with the characteristics of half-sib lines and their percentage in the cultivated populations (ontogenetic method of genetic analysis).

The genetic and nongenetic variability of two-year old seedlings of 13 hybrid plane half-sib lines was conditioned by the effect of numerous different factors. The important causes of genetic variability are: partial incompatibility of parent trees, partial hybrid sterility, predominant inbreeding, frequent mutations with the growth of parent trees, very abundant gene recombinations, etc.

Along with the genetic factors, the nongenetic environmental factors affect the formation and development of hybrid plane seedlings. The sources of nongenetic seedling variability are: external environmental conditions (soil, humidity, conditions of cultivation, sylvotechnical interventions, etc.) and the internal or the somatic environment of seedling. In the analysed lines, the nongenetic variability plays the role of enabling the adaptation during the juvenile stages of growth.

