

## GENETSKA ANALIZA MORFOLOŠKIH SVOJSTAVA SUNCOKRETA (*Helianthus annuus* L.)

Nada Hladni, Dragan Škorić, Marija Kraljević-Balalić

Između šest ispitivanih inbred linija i hibrida u  $F_1$  i  $F_2$  generaciji postojale su značajne razlike u srednjim vrednostima za dužinu lisne drške i ukupan broj listova po biljci. U  $F_1$  generaciji lisna drška se najčešće nasleđivala dominantno, a ređe intermedijarno, parcijalno dominantno i superdominantno. Dužina lisne drške u  $F_2$  generaciji se nasleđivala dominantno osim u četiri kombinacije gde se ispoljila intermedijarnost. Broj listova se u obe generacije ( $F_1$  i  $F_2$ ) nasleđivao intermedijarno, parcijalno dominantno, dominantno i superdominantno. Glavni deo genetske varijanse čini aditivna komponenta, a način nasleđivanja je parcijalna dominacija u nasleđivanju dužine lisne drške i ukupnog broja listova po biljci uzevši u obzir sve kombinacije ukrštanja u obe generacije ( $F_1$  i  $F_2$ ).

**Ključne reči:** suncokret, morfološka svojstva, način nasleđivanja, efekat gena, heritabilnost

## GENETIC ANALYSIS OF MORPHOLOGICAL TRAITS IN SUNFLOWER (*Helianthus annuus* L.)

Significant differences in the mean values of petiole length and total leaf number per plant were found among the six inbreds and hybrids we studied in the  $F_1$  and  $F_2$  generations. In the  $F_1$  generation, the most common mode of inheritance of petiole length was dominance, while intermediacy, partial dominance, and superdominance were rarer. In the  $F_2$  generation, petiole length was inherited dominantly except for four combinations where the mode of inheritance was intermediacy. Leaf number was inherited by intermediacy, partial dominance, dominance, and superdominance in both generations. The additive component accounted for the bulk of genetic variance. Looking at all combinations in both generations, the mode of inheritance of petiole length and total leaf number per plant was partial dominance.

**Key words:** sunflower, morphological traits, mode of inheritance, gene effects, heritability.

### UVOD

Suncokret (*Helianthus annuus* L.) je naša najvažnija gajena uljarica jer preko 85% jestivog ulja u našoj zemlji dobija se iz njegovog semena (1).

Jedan od glavnih pravaca u oplemenjivanju suncokreta kako u svetu tako i kod nas je stvaranje hibrida sa visokim genetskim potencijalom za prinos semena i sadržaj ulja, a time i prinosa ulja po jedinici površine.

Gornje granice genetskog potencijala rodnosti hibrida suncokreta nisu dostignute i kreiranje linija i hibrida suncokreta usmereno je na stvaranje hibrida promenjenog izgleda tj. geometrije biljke koji treba da omoguće u uslovima visoke agrotehnikе povećanje broja biljaka po jedinici površine.

Da bi model biljke bio funkcionalan potrebno je posvetiti više pažnje arhitekturi biljnih organa koji direktno utiču na izmenu fotosintetičkog aparata i omogućavaju što bolje korišćenje sunčeve energije, temperature, vlage, hranljivih materija, a i tolerantiji su na bolesti. Velik uticaj na izmenu fotosintetičkog aparata ima dužina lisne drške i ukupan broj listova po biljci.

---

*Mr Nada Hladni, Dr Dragan Škorić, red. prof., Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Dr Marija Kraljević, red. prof., Poljoprivredni fakultet, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*

Da bi se iz postojećeg genetskog materijala mogli izdvojiti genotipovi koji bi služili za hibridizaciju važno je za ukrštanje imati roditelje koji poseduju željena svojstva, a zatim je potrebno proučiti način nasleđivanja, efekat gena i heritabilnost dužine lisne drške i ukupnog broja listova po biljci u  $F_1$  i  $F_2$  generaciji suncokreta.

Način nasleđivanja dužine lisne drške kod suncokreta u  $F_1$  generaciji je veoma važan, a još uvek nije dovoljno proučen. Smatra se da nasleđivanje dužine lisne drške kontroliše delovanje dva nezavisna komplementarna gena (2). Nasuprot tome rezultati drugih autora pokazuju da najmanje dva dominantna gena sa kumulativnim efektom kontrolišu kratku lisnu dršku (3).

Kod ukrštanja kulturnog sa divljim formama suncokreta utvrđena je parcijalna dominacija i dominacija kao način nasleđivanja (4), dok je kod kulturnog suncokreta konstatovana parcijalna dominacija i superdominacija i veći udeo gena sa aditivnim efektom u ekspresiji ovog svojstva u  $F_1$  generaciji (5).

Velik broj istraživača je proučavao kod različitog materijala način nasleđivanja broja listova po biljci u  $F_1$  generaciji. Utvrđeno je aditivno delo-

vanje gena i intermedijarnost kao način nasleđivanja (6) dok su drugi autori uočili aditivno delovanje gena, a način nasleđivanja broja listova po biljci bio je parcijalna dominacija, dominacija i superdominacija (7).

Mnogi autori su ustanovili dominaciju i superdominaciju kao način nasleđivanja ukupnog broja listova po biljci kod suncokreta (8, 9,10,11). Utvrđen je veći udeo gena sa aditivnim efektom u ekspresiji ovog svojstva (12).

Cilj istraživanja u ovom radu je bio da se ispita način nasleđivanja, oceni efekat gena i heritabilnost dužine lisne drške i ukupnog broja listova po biljci u  $F_1$  i  $F_2$  generaciji kod hibrida nastalih ukrštanjem šest genetski divergentnih inbred linija suncokreta.

## MATERIJAL I METOD RADA

U cilju utvrđivanja načina nasleđivanja, efekta gena i heritabilnosti dužine lisne drške i ukupnog broja listova po biljci suncokreta u  $F_1$  i  $F_2$  generaciji urađena su dialelna ukrštanja isključujući recipročna sa šest genetski divergentnih inbred linija suncokreta (OCMS<sub>1</sub>, NS-204B, NS-22B, NS-BD, NS-NDF, NS-K) koje su stvorene u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad. Osnovne karakteristike inbred linija date su u radu Hladni (13). U ogledu je bilo uključeno 6 inbred linija, 15 hibrida  $F_1$  i  $F_2$  generacija. Za ocenjivanje načina nasleđivanja kvantitativnih svojstava primenjen je test značajnosti srednjih vrednosti  $F_1$  i  $F_2$  generacija u odnosu na roditeljski prosek (14).

Radi dobijanja potpunije informacije o komponentama genetske varijanse i efektu gena za izučavana svojstva primenjena je analiza dialelnih ukrštanja za kombinacione sposobnosti. Analiza je rađena po Griffing-u (15) metod 2 model I.

Za ocenu komponenti genetske varijanse podataka korišćen je metod Mather i Jinks (16). Heritabilnost u užem smislu izračunata je po formuli Mather i Jinks (17).

## REZULTATI I DISKUSIJA

### Srednje vrednosti i način nasleđivanja dužine lisne drške

Od inbred linija najnižu srednju vrednost dužine lisne drške imala je linija NS-NDF (5.2 cm), a najvišu linija OCMS<sub>1</sub> (24.2cm). U  $F_1$  i  $F_2$  generaciji najnižu srednju vrednost imala je kombinacija ukrštanja NS-22B×NS-NDF (15.6 cm, 14.8 cm), a najvišu OCMS<sub>1</sub>×NS-K (23.4cm, 22.3 cm), tab.1. Intermedijaran način nasleđivanja dužine lisne drške ustanovljen je kod dve kombinacije (OCMS<sub>1</sub>×NS-BD, NS-22B×NS-BD), parcijalna dominacija roditelja sa većom srednjom vrednosti ustanovljena je kod kombinacija OCMS<sub>1</sub>×NS-204B i OCMS<sub>1</sub>×NS-NDF, a puna dominacija roditelja sa većom srednjom vrednosti ustanovljena je kod devet kombinacija. Pozitivan heterozis se konstatuje kod dve kombinacije (NS-204B×NS-K, NS-BD×NS-K), tab. 1.

U  $F_2$  generaciji intermedijaran način nasleđivanja je evidentiran kod četiri ukrštanja, parcijalna dominacija roditelja veće srednje vrednosti registrovana je kod sedam ukrštanja, a kod dva ukrštanja srednje vrednosti hibrida se nisu značajno razlikovale od srednjih vrednosti roditelja. Pozitivan heterozis se ispoljio samo u jednoj kombinaciji NS-BD×NS-K (tab. 1).

Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati da su se u  $F_1$  generaciji ispoljili sledeći načini nasleđivanja dužine lisne drške: intermedijarnost, parcijalna dominacija, dominacija i superdominacija, a u  $F_2$  generaciji intermedijarnost i parcijalna dominacija.

Kod ukrštanja kulturnog sa divljim formama suncokreta utvrđena je parcijalna dominacija i dominacija kao način nasleđivanja (4), dok je kod kulturnog suncokreta konstatovana parcijalna dominacija i superdominacija i veći udeo gena sa aditivnim efektom u ekspresiji ovog svojstva u  $F_1$  generaciji (15).

Tabela. 1. Srednje vrednosti i način nasleđivanja dužine lisne drške suncokreta  
Table. 1. Mean values and inheritance of petiole length in sunflower

Roditelji Parents	OCMS <sub>1</sub>	NS-204B	NS-22B	NS-BD	NS-NDF	NS-K
OCMS <sub>1</sub>	24.2	23.3 <sup>pd+</sup>	21.2 <sup>pd+</sup>	21.2 <sup>i</sup>	17.1 <sup>pd+</sup>	23.4 <sup>pd+</sup>
NS-204B	22.2 <sup>pd+</sup>	19.3	18.2 <sup>pd+</sup>	20.3 <sup>pd+</sup>	17.3 <sup>pd+</sup>	22.3 <sup>h</sup>
NS-22B	20.1 <sup>i</sup>	17.8 <sup>i</sup>	15.9	17.3 <sup>i</sup>	15.6 <sup>d</sup>	19.4 <sup>d</sup>
NS-BD	20.9 <sup>i</sup>	19.5	16.9	18.2	18.1 <sup>pd+</sup>	22.4 <sup>h</sup>
NS-NDF	16.7 <sup>pd+</sup>	16.5 <sup>pd+</sup>	14.8 <sup>pd+</sup>	17.2 <sup>pd+</sup>	5.2	18.4 <sup>d</sup>
NS-K	22.3 <sup>pd+</sup>	21.0 <sup>pd+</sup>	18.7 <sup>pd+</sup>	21.4 <sup>h</sup>	17.1 <sup>pd+</sup>	19.4

\*Iznad dijagonale su srednje vrednosti  $F_1$  generacije, a ispod dijagonale su srednje vrednosti  $F_2$  generacije

\* $F_1$  means are above the diagonal and  $F_2$  means below the diagonal

### Srednje vrednosti i način nasleđivanja ukupnog broja listova po biljci

Između inbred linija i njihovih hibrida u  $F_1$  i  $F_2$  generaciji postoje značajne razlike u ukupnom broju

listova po biljci. Od roditeljskih linija najmanji prosečan broj listova imala je linija NS-22B (18.2), a najveći linija NS-BD (43.4). Prosečan broj listova u  $F_1$  i  $F_2$  generaciji bio je najmanji kod kombinacije NS-22B×NS-NDF (21.2, 20.7), a najveći kod kom-

binacije NS-22B×NS-BD (32.2, 31.8), tab.2.U F<sub>1</sub> generaciji intermedijarno nasleđivanje je zastupljeno kod kombinacije NS-22B×NS-BD. Parcijalna dominacija roditelja sa manjom srednjom vrednosti se ispoljila kod dve kombinacije (OCMS<sub>1</sub>×NS-BD i NS-204B×NS-BD), a parcijalna dominacija roditelja sa većom srednjom vrednosti kod kombinacija OCMS<sub>1</sub>×NS-22B i NS-22B×NS-NDF. Dominacija roditelja manje srednje vrednosti konstatovana je kod dve hibridne kombinacije (NS-BD×NS-NDF i NS-BD×NS-K), a dominacija roditelja veće srednje vrednosti kod tri kombi-nacije. Kod tri kombinacije registrovana je superdominacija, a značajnih razlika između srednjih vrednosti hibrida u odnosu na njihove roditelje nije bilo kod dve kombinacije (OCMS<sub>1</sub>×NS-K i NS-NDF×NS-K) (tab. 2).

U F<sub>2</sub> generaciji intermedijaran način nasleđivanja pojavio se kod kombinacija NS-22B×NS-BD i NS-22B×NS-NDF, parcijalna dominacija roditelja sa manjom srednjom vrednosti kod kombinacija

NS-204B×NS-BD, NS-BD×NS-NDF, a parcijalna dominacija roditelja sa većom srednjom vrednosti kod kombinacije OCMS<sub>1</sub>×NS-22B. Dominacija roditelja manje srednje vrednosti zastupljena je kod kombinacija OCMS<sub>1</sub>×NS-BD, NS-BD×NS-K, a dominacija roditelja sa većom srednjom vrednosti zastupljena je kod kombinacija OCMS<sub>1</sub>×NS-204B, NS-204B×NS-K, dok se superdominacija konstatovala kod tri kombinacije ukrštanja. Nije bilo značajnih razlika između srednjih vrednosti hibrida i njihovih roditelja kod tri ukrštanja (tab. 2).

Ukupan broj listova po biljci se nasleđivao u F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub> generaciji intermedijarno, parcijalno dominantno, dominantno i superdominantno. Intermedijarnost kao način nasleđivanja konstatuje (6) dok su drugi autori uočili parcijalnu dominaciju, dominaciju i superdominaciju (7) kao način nasleđivanja ukupnog broja listova po biljci. Mnogi autori su ustanovili dominaciju i superdominaciju kao način nasleđivanja ukupnog broja listova po biljci kod suncokreta (8, 9, 10, 11).

Tabela. 2. Srednje vrednosti i način nasleđivanj ukupnog broja listova po biljci suncokreta  
Table 2. Mean values and inheritance of total leaf number per plant in sunflower

Roditelji Parents	OCMS <sub>1</sub>	NS-204B	NS-22B	NS-BD	NS-NDF	NS-K
OCMS <sub>1</sub>	<u>24.0</u>	25.3 <sup>d+</sup>	23.2 <sup>pd+</sup>	26.3 <sup>pd-</sup>	24.4 <sup>d+</sup>	25.2
NS-204B	24.3 <sup>d+</sup>	<u>20.2</u>	25.4 <sup>h</sup>	24.4 <sup>pd-</sup>	25.2 <sup>h</sup>	24.2 <sup>d+</sup>
NS-22B	21.9 <sup>pd+</sup>	24.8 <sup>h</sup>	<u>18.2</u>	32.3 <sup>i</sup>	21.2 <sup>pd+</sup>	26.8 <sup>h</sup>
NS-BD	24.7 <sup>d-</sup>	24.0 <sup>pd-</sup>	31.8 <sup>i</sup>	<u>43.3</u>	27.2 <sup>d-</sup>	26.2 <sup>d-</sup>
NS-NDF	23.2	24.3 <sup>h</sup>	20.7 <sup>i</sup>	26.1 <sup>pd-</sup>	<u>22.2</u>	23.6
NS-K	24.7	24.0 <sup>d+</sup>	26.4 <sup>h</sup>	25.6 <sup>d-</sup>	22.3	<u>24.2</u>

\* Iznad dijagonale su srednje vrednosti F<sub>1</sub> generacije, a ispod dijagonale su srednje vrednosti F<sub>2</sub> generacije

\* F<sub>1</sub> means are above the diagonal and F<sub>2</sub> means below the diagonal

### Komponente genetske varijanse dužine lisne drške

Iz podataka se vidi da je za dužinu lisne drške aditivna komponenta genetske varijanse (D) veća od dominantne (H<sub>1</sub> i H<sub>2</sub>) što je u saglasnosti sa rezultatima (5), tab. 3.

Vrednost F je pozitivna što znači da su preovladali dominantni geni u odnosu na recesivne. Ovo potvrđuje frekvencija dominantnih alela (u) u odnosu na recesivne alele (v), a i odnos ukupnog broja dominantnih gena prema recesivnim genima Kd/Kr.

Dominantni i recesivni geni nisu bili podjednako raspoređeni kod roditelja, frekvencija dominantnih gena je bila veća od frekvencije recesivnih gena, što je u skladu sa izračunatom F vrednosti. Prosečan stepen dominacije (H<sub>1</sub>/D)<sup>1/2</sup> je manji od jedinice u obe generacije, što ukazuje da se u nasleđivanju dužine lisne drške radi o parcijalnoj dominaciji uzevši u obzir sve kombinacije ukrštanja (tab. 3). Heritabilnost u užem smislu dužine lisne drške iznosi 85% što govori o velikom udelu aditivne varijanse u nasleđivanju ovog svojstva (tab. 3).

### Komponente genetske varijanse ukupnog broja listova po biljci

Aditivna komponenta genetske varijanse (D) je bila veća od dominantne (H<sub>1</sub> i H<sub>2</sub>), te se može zaključiti da je aditivan efekat gena od većeg značaja u nasleđivanju ukupnog broja listova po biljci suncokreta. Ova istraživanja su u u saglasnosti sa rezultatima (6, 7, 12), a u suprotnosti sa rezultatima Marinkovića (10), koji tvrdi da dominantni efekat gena ima veći uticaj na nasleđivanje broja listova po biljci suncokreta.

Vrednost F je pozitivna što znači da su preovladali dominantni u odnosu na recesivne gene što potvrđuje i izračunata frekvencija dominantnih (u) i recesivnih gena (v) u obe generacije. Kada su dominantni i recesivni aleli podjednako, simetrično raspoređeni kod roditelja (H<sub>1</sub>=H<sub>2</sub> tj u=v) vrednost izraza H<sub>2</sub>/4H<sub>1</sub> iznosi 0.25. U slučaju broja listova kao što se vidi iz podataka dominantni i recesivni aleli nisu bili podjednako raspoređeni kod roditeljskih linija pošto se vrednost H<sub>2</sub>/4H<sub>1</sub> razlikuje od 0.25 u obe generacije. Izračunata vrednost stepena dominacije (H<sub>1</sub>/D)<sup>1/2</sup> je manja od jedinice, što govori da se u nasleđi-

vanju broja listova radi o parcijalnoj dominaciji uzevši u obzir sve kombinacije. Odnos ukupnog broja dominantnih prema recesivnim alelima kod svih roditelja (Kd/Kr) je veći od jedinice što pokazuje da su preovladali dominantni u odnosu na

recesivne gene (tab. 3). Heritabilnost u užem smislu, kao odnos aditivne komponente genetske varijanse i ukupne fenotipske varijabilnosti za ukupan broj listova po biljci iznosi 52% .

Tabela 3. Komponente varijanse dužine lisne drške i ukupnog broja listova po biljci suncokreta  
Table 3. Variance components of petiole length and total number of leaves per plant in sunflower

Komponente Components	Dužina lisne drške Petiole length		Ukupan broj listova po biljci Total number of leaves per plant	
	Vrednosti Values		Vrednosti Values	
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
D	41.45	41.21	83.60	83.25
H <sub>1</sub>	16.10	12.05	59.43	62.05
H <sub>2</sub>	11.52	7.84	36.43	38.00
F	23.53	23.88	85.62	86.36
E	0.01	0.04	0.03	0.03
H <sub>2</sub> /4H <sub>1</sub>	0.18	0.16	0.15	0.14
u	0.77	0.80	0.81	0.82
v	0.23	0.20	0.19	0.18
(H <sub>1</sub> /D) <sup>1/2</sup>	0.62	0.54	0.84	0.86
Kd/Kr	2.69	3.31	4.09	4.01
h <sup>2</sup> <sub>n</sub>		85%		52%

## ZAKLJUČAK

Na osnovu obavljenih ispitivanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Između šest ispitivanih inbred linija postojale su značajne razlike u dužini lisne drške i ukupnom broju listova po biljci
  - Najkraću srednju dužinu lisne drške imala je linija NS-NDF (5.2 cm), a najdužu OCMS<sub>1</sub> (24.2 cm)
  - Najmanji prosečan ukupan broj listova po biljci imala je linija NS-22B (18.2), a najveći NS-BD (43.4)
  - U F<sub>1</sub> generaciji lisna drška se najčešće nasleđivala dominantno, a ređe intermedijarno, parcijalno dominantno i superdominantno. Dužina lisne drške u F<sub>2</sub> generaciji se nasleđivala dominantno osim u četiri kombinacije gde se ispoljila intermedijarnost
  - Ukupan broj listova po biljci se u obe generacije (F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub>) nasleđivao intermedijarno, parcijalno dominantno, dominantno i superdominantno
  - U F<sub>1</sub> i u F<sub>2</sub> generaciji vrednost aditivne komponente (D) je znatno veća od dominantne komponente (H<sub>1</sub> i H<sub>2</sub>) što znači da glavni deo genetske varijanse čini aditivna komponenta u nasleđivanju dužine lisne drške i ukupnog broja listova po biljci uzevši u obzir sve kombinacije ukrštanja
- Prosečan stepen dominacije (H<sub>1</sub>/D)<sup>1/2</sup> je manji od jedinice u obe generacije, što ukazuje da se u nasleđivanju dužine lisne drške i ukupnog broja listova po biljci radi o parcijalnoj dominaciji uzevši u obzir sve kombinacije ukrštanja
  - Heritabilnost u užem smislu za dužinu lisne drške iznosi (85%), a za ukupan broj listova po biljci (52%).

## LITERATURA

1. Škorić, D., Glavne proizvodne osobine novo-priznatih hibrida suncokreta, 38 Savetovanje industrije ulja: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp. 6-15, Budva, 1997.
2. Luczkiewicz, T., Inheritance of some characters and properties in sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Genetica Polonica*, 16: 167-184 (1975)
3. Vranceanu, A.V., Iuoras, M. and Stoenescu, F.M., Genetic study of short petiole trait and its use in sunflower breeding, Proc. of XII Inter. Sunfl. Conf., Vol. II, pp. 429-434, Novi Sad, Yugoslavia, 1988.
4. Atlagić, J., Inheritance of some quantitative characters in F1 interspecific sunflower hybrids, *Uljarstvo*, 28: 39-45 (1991)
5. Marinković, R., Joksimović, J., Dozet, B., Ocena naslednosti prečnika stabla i dužine lisne drške kod suncokreta (*Helianthus annuus* L.) na osnovu dialelnog ukrštanja, *Uljarstvo*, 30: 41-45 (1993)
6. Kovačik, A., The effect of intervarietal hybridization on methodological properties of F1 and F2 generation sunflower, *Zbornik československe akademie zemedelskych ved, Praha*, 4, pp. 447-466 (1960)
7. Nedeljković, S., Stanojević, D., Jovanović, D., Nasleđivanje broja listova i dinamike gubitka fiziološke aktivnosti kod inbred linija i F1 hibrida suncokreta, 33 Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, pp. 57-62, 1992.
8. Morozov, V.K., Selekcija podsolnečnika v SSSR, Moskva, 1947.
9. Sindagi, S.S., Rao, A.R.K. and Seetharam, A., Analysis in sunflower component of genetic variation, Proc. of IX Inter. Sunfl. Conf., pp. 432-437, Torremolinos, 1980.
10. Marinković, R., Inheritance of plant height and leaf number in diallel crossing of sunflower inbreds, Proc. of X Inter. Sunfl. Conf., pp. 232-233, Australia, 1982.
11. Chaudhary, S.K. and Anand, I.J., Heterosis for seeds yield traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Genetika*, 17: 35-42 (1985)
12. Kummara, A.A., Ganes, M., Janila, P., Combining ability analysis for yield and yield contributing characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Agr. Research*, 19: 437-440 (1998)
13. Hladni, N., Nasleđivanje arhitekture biljke suncokreta (*Helianthus annuus* L.) u F1 i F2 generaciji suncokreta, Magistarska teza, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 1999.
14. Borojević, S., Način nasleđivanja i heritabilnost kvantitativnih svojstava u ukrštanjima raznih sorti pšenice, *Savremena polj.*, 7-8, 587-606, (1965)
15. Griffing, B., A generalised treatment of the use of diallel cross in quantitative inheritance, *Heredity*, 10: 31-50 (1956)
16. Mather, K. and Jinks, J.L., *Biometrical genetics*, Third Edition, pp. 65-83, Chapman and Hall, London, England, 1982.
17. Mather, K. and Jinks, J.L., *Biometrical genetics*, Second Edition, pp. 249-271, Chapman and Hall, London, England, 1971.