

Efekat gena za ugao i dužinu lisne drške u F₁ i F₂ generaciji suncokreta (*Heliantus annuus* L.)

Nada Hladni, Dragan Škorić, Marija Kraljević-Balalić

Za stvaranje novih SC-hibrida suncokreta sa većim genetskim potencijalom rodnosti, sa povoljnim dobra morfo-fiziološkim svojstvima, od velikog je značaja stvaranje inbred linija koje poseduju visoke vrednosti kombinacionih sposobnosti. Između šest ispitivanih inbred linija i hibrida u F₁ i F₂ generaciji postojale su signifikantne razlike za ugao lisne drške i dužinu lisne drške. Ugao lisne drške i dužina lisne drške uslovljeni su aditivnim i neaditivnim delovanjem gena uz preovladavanje aditivnog što pokazuje odnos OKS/PKS. Pronađene su linije sa negativnim vrednostima OKS, ali dobri opšti kombinatori za smanjenje ugla lisne drške (NS-BD) i skraćenje lisne drške (NS-NDF).

Ključne reči: suncokret, morfo-fiziološka svojstva, način nasleđivanja, kombinacione sposobnosti

GENE EFFECT OF LEAF ANGLE AND PETIOLE LENGTH IN THE F₁ AND F₂ GENERATIONS IN SUNFLOWER (*Heliantus annuus* L.)

The development of inbred lines with high combining abilities is of great importance in developing SC hybrids with both as high a potential for yield as possible and good morpho-physiological traits. In the present study, significant differences were found among six inbreds and hybrids in the F₁ and F₂ generations regarding petiole angle and petiole length. Petiole angle and petiole length are determined by additive and non-additive gene effects, where additive ones are the predominant type, as shown by the GCA/SCA ratio. In our study, we found lines with negative GCA values but good GCA for reduced petiole angle (NS-BD) and petiole length (NS-NDF).

Key words: sunflower, morpho-physiological traits, mode of inheritance, combining abilities.

UVOD

Glavni cilj gajenja suncokreta je visok i stabilan prinos semena odnosno prinos ulja, a samim tim pri preradi dobijanje optimalne količine ulja. Da bi se obezbedio progres u oplemenjivanju suncokreta mora se sve više poklanjati pažnja morfo-fiziološkim svojstvima koji značajno utiču na prinos. Povećanje broja biljaka po jedinici površine nameće potrebu za hibridima koji bi ekonomičnije koristili sunčevu energiju, vlažnost, temperaturu, hranjive materije i bili tolerantiji na bolesti. Da bi se kod suncokreta povećao broj biljaka po jedinici površine neophodno je izmeniti arhitekturu biljke. Pre svega neophodno je ići na manju visinu biljke, erektofilne listove, kratku lisnu dršku, pogodan ugao okretanja glave i na nepostojanje listova na stablu ispod glave (1). Veliki uticaj na izmenu arhitekture biljke suncokreta ima ugao lisne drške i dužina lisne drške jer su u odnosu na ostale delove biljke listovi suncokreta glavni izvor fotosintata. Smanjenjem lisne drške i ugradnjom gena za uspravan položaj lista moguće je povećati populaciju za 20-30% i to bez smanjenja veličine glave i apsolutne mase semena (2).

Jeđan od novijih pravaca u oplemenjivanju suncokreta koji treba da doprinese povećanju broja biljaka po hektaru, a samim tim i prinosa se-

Nada Hladni, Dragan Škorić, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Marija Kraljević-Balalić, Poljoprivredni fakultet, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

mena i sadržaja ulja je stvaranje suncokreta erektoidnog položaja listova i skraćene dužine lisne drške kako bi se omogućio što bolji transport mineralnih materija iz stabla u lisku i fotosintata iz liske u stablo.

Proučavanje načina nasleđivanja ugla i dužine lisne drške kod suncokreta u F₁ generaciji, iako veoma važno, još uvek nije dovoljno proučeno. Za stvaranje novih SC-hibrida sa što većim genetskim potencijalom rodnosti uz povoljna morfo-fiziološka svojstva, od velikog je značaja stvaranje inbred linija koje poseduju visoke vrednosti kombinacionih sposobnosti. Kod nas je prvi ispitivao kombinacione sposobnosti suncokreta Škorić (3) i dao ocenu OKS i PKS različitih svojstava suncokreta.

Cilj istraživanja u ovom radu je da se utvrdi način nasleđivanja i kombinacione sposobnosti za ugao lisne drške i dužinu lisne drške u F₁ i F₂ generaciji kod genetski divergentnih inbred linija suncokreta.

MATERIJAL I METOD RADA

U cilju praćenja načina nasleđivanja i kombinacionih sposobnosti ugla lisne drške i dužine lisne drške u F₁ i F₂ generaciji odabrano je šest genetski divergentnih inbred linija suncokreta (OCMS₁, NS-204B, NS-22B, NS-BD, NS-NDF, NS-K) koje su stvorene u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad pod rukovod-

stvom prof. dr Dragana Škorića. Ogljed je posavljen po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja na lokalitetu Rimski Šančevi. U ogled je bilo uključeno 6 inbred linija, 15 F₁ hibrida i 15 F₂ generacija. Za analizu su iz ogleda uzimane biljke iz središnjih redova bez rubnih biljaka na sledeći način: za roditeljske linije i F₁ generaciju 5 biljaka po ponavljanju, a za F₂ generaciju 30 biljaka po ponavljanju. Analiza dobijenih podataka vršena je određivanjem srednjih vrednosti i standardne greške aritmetičke sredine (4).

Za ocenu načina nasleđivanja kvantitativnih svojstava primenjen je test signifikantnosti srednjih vrednosti F₁ i F₂ generacija u odnosu na roditeljski prosek (5). 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 (6) metod 2 model I.

Primenjen je matematički model I za analizu kombinacionih sposobnosti:

$$X_{ij} = \mu + g_i + g_j + S_{ij} + e$$

gde je:

- X_{ij} srednja vrednost ukrštanja linija $i \times j$
 μ – opšta sredina
 g_i, g_jefekat opštih kombinacionih sposobnosti ukrštanja $i \times j$
 S_{ij}efekat posebnih kombinacionih sposobnosti ukrštanja $i \times j$
 epogreška

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Osnovni preduslov za stvaranje modela biljke suncokreta koja podnosi gustu setvu u uslovima savremene tehnologije proizvodnje je dobijanje roditeljskih linija koje poseduju svojstva smanjenog ugla i dužine lisne drške. Ukoliko linije služe za proizvodnju hibrida kao što je to slučaj kod suncokreta važno je ispitati kombinacione sposobnosti inbred linija.

Između šest ispitivanih inbred linija i hibrida u F₁ i F₂ generaciji postojale su signifikantne razlike za ispitivana svojstva ugla lisne drške i dužine lisne drške.

Srednja vrednost roditeljskih linija za ugao lisne drške kretala se od 24,2° kod inbred linije NS-BD do 56,1° kod inbred linije NS-22B (Tab. 1). Najniža srednja vrednost u F₁ i F₂ generaciji utvrđena je kod hibridne kombinacije OCMS₁ x NS-BD (33°, 32,4°) a najviša kod kombinacije NS-BD x NS-NDF (53°, 50,5°).

Od roditeljskih inbred linija najnižu srednju vrednost dužine lisne drške imala je linija NS-NDF (5,2 cm), a najvišu linija OCMS₁ (24,2cm). Najnižu srednju vrednost u F₁ i F₂ generaciji imala je kombinacija ukrštanja NS-22B x NS-NDF (15,6cm, 14,8cm), a najvišu OCMS₁ x NS-K (22,3cm, 23,4cm) (Tab 1).

U ovim istraživanjima u nasleđivanju ugla lisne drške u F₁ i F₂ generaciji ispoljila se intermedijarnost, parcijalna dominacija i dominacija što je u saglasnosti sa istraživanjima ugla lista iznad klipa kukuruza (7).

Za dužinu lisne drške u F₁ generaciji ispoljili su se sledeći načini nasleđivanja: intermedijarnost, parcijalna dominacija, dominacija i superdominacija, a u F₂ generaciji intermedijarnost i parcijalna dominacija. Ukrštanjem kulturnog suncokreta sa divljim formama Atlagić (8) je utvrdila parcijalnu dominaciju i dominaciju u nasleđivanju dužine lisne drške, dok Marinković i sar. (9) kod kulturnog suncokreta konstatuje parcijalnu dominaciju i superdominaciju u nasleđivanju dužine lisne drške u F₁ generaciji.

Analiza varijanse dialelnih ukrštanja za kombinacione sposobnosti pokazala je visoko signifikantne razlike u opštim kombinacionim sposobnostima (OKS) i posebnim kombinacionim sposobnostima (PKS) u obe ispitivane generacije (F₁ i F₂). Kako se smatra da je opšta kombinaciona sposobnost pokazatelj aditivne genetske varijanse, a posebna kombinaciona sposobnost pokazatelj neaditivne genetske varijanse tj. dominacije i epistaze može se reći da su ugao i dužina lisne drške uslovljeni aditivnim i neaditivnim delovanjem gena. Odnos OKS / PKS je znatno veći od jedinice, što ukazuje da predominantnu ulogu u nasleđivanju ugla i dužine lisne drške imaju geni sa aditivnim efektom (Tab. 2).

Ova istraživanja su u saglasnosti sa istraživanjima ugla lista iznad klipa kukuruza (7) i dužine lisne drške suncokreta (9).

Pronalaženje inbred linija koje poseduju visoke vrednosti OKS ima velik značaj za stvaranje novih hibrida suncokreta. Ukoliko želimo u oplemenjivanju suncokreta da idemo na promenu arhitekture lisnog aparata odnosno smanjenje ugla i dužine lisne drške favorizovaćemo linije sa signifikantno negativnim OKS.

Najveću značajnu pozitivnu vrednost za ugao lisne drške imala je linija NS-22B, odnosno linija sa najvećim uglom lisne drške. Najbolji opšti kombinator je linija NS-BD sa najvećom negativnom vrednošću OKS, a najmanjim uglom lisne drške (Tab. 3).

Ako se na osnovu dosadašnjih istraživanja kod kukuruza (10, 11, 12) kod pšenice (5, 13) i kod suncokreta (1) prihvati činjenica da erektofilni položaj listova ima prednost nad horizontalnim onda linije sa negativnim OKS ne daju lošeg, nego dobrog opšteg kombinatora za manji ugao lista.

Najveću pozitivno signifikantnu vrednost za dužinu lisne drške imala je linija OCMS₁, to je linija sa najdužom lisnom drškom. Najnižu signifikantno negativnu vrednost za dužinu lisne drške imala je linija NS-NDF koja se smatra najboljim opštim kombinatorom za dužinu lisne drške (Tab.3). Jedan od zadataka oplemenjivanja suncokreta je smanjenje lisne drške pa su linije sa negativnim vrednostima OKS za ovo svojstvo

poželjne u programima oplemenjivanja. Ova istraživanja su u saglasnosti sa istraživanjima Marin-kovića (14) koji smatra da kod proučavanja pojedinih svojstava prednost ima ona linija koja je najbolji kombinator za to svojstvo, bez obzira da li ima pozitivnu ili negativnu vrednost što zavisi od smera selekcije za to svojstvo. Pored toga dobijeni rezultati treba da su uvek ograničeni samo na one roditeljske linije koje su korišćene u ukrštanjima na osnovu kojih je vršeno istraživanje kombinacionih sposobnosti (15).

Hibrid NS-NDF x NS-K svojim morfo-fiziološkim karakteristikama odgovara optimalnom modelu NS-hibrida suncokreta sa izmenjenom arhitekturom biljke pogodnom za gajenje sa većim brojem biljaka po jedinici površine (16).

Ova istraživanja će naći primenu za stvaranje novih genotipova sa izmenjenom arhitekturom biljke odnosno izmenjenom arhitekturom listova (smanjenim uglom lista i dužinom lisne drške), što bi dovelo do veće izloženosti lisne površine sunčevoj svetlosti i doprinelo povećanju efikasnosti fotosinteze u većoj gustini useva, a sve to bi direktno uticalo na povećanje prinosa suncokreta

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata u ovim istraživanjima mogu se izvesti sledeći zaključci:

- postignute su signifikantne razlike u srednjim vrednostima za oba ispitivana svojstva.
- najzastupljeniji način nasleđivanja ugla lisne drške u F₁ i F₂ generaciji je intermedijaran i dominantan.
- u F₁ generaciji lisna drška se najčešće nasleđivala dominantno, a ređe intermedijarno, parcijalno dominantno i superdominantno. Dužina lisne drške u F₂ generaciji nasleđivala se dominantno, osim u četiri kombinacije gde se ispoljila intermedijarnost.
- ugao lisne drške i dužina lisne drške uslovljeni su aditivnim i neaditivnim delovanjem gena uz preovladavanje aditivnog što pokazuje odnos OKS/PKS.
- utvrđene su visoko značajne vrednosti OKS i PKS za ugao lisne drške i za dužinu lisne drške.
- pronađene su linije sa negativnim vrednostima OKS, ali dobri opšti kombinatori za smanjenje ugla lisne drške (NS-BD) i skraćivanje lisne drške (NS-NDF).
- hibrid NS-NDF x NS-K svojim morfo-fiziološkim karakteristikama odgovara optimalnom modelu NS-hibrida suncokreta sa izmenjenom arhitekturom biljke pogodnom za gajenje sa većim brojem biljaka po jedinici površine.

LITERATURA

1. Škaloud V., V. Kovačik. Study of inheritance of progressive sunflower plant traits in relation to stand density. *Helia*, 15, 25-30, 1992.
2. Miller J.F. Update on inheritance of sunflower characteristic. 14th Sunfl. Conf. 905-944, Pisa, Italija, 1992.
3. Škorić D. Mogućnost korišćenja heterozisa na bazi muške sterilnosti kod suncokreta. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 1975.
4. Hadživuković S. Statistički metodi. Radnički univerzitet Radivoj Čirpanov, Novi Sad, 1973.
5. Borojević S. Način nasleđivanja i heritabilnost kvantitativnih svojstava u ukrštanjima raznih sorti pšenice. *Savremena polj.*, 7-8, 587-606, 1965.
6. Griffing B. A generalised treatment of the use of diallel cross in quantitative, 1956.
7. Kojić L. Nasleđivanje ugla lista i komponenti prinosa zrna kukuruza (*Zea mays* L.). Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 1982.
8. Atlagić J. Inheritance of some quantitative characters in F₁ interspecific sunflower hybrids. *Uljarstvo*, 28, 39-45, 1991.
9. 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.
10. Russel W.A. Effect of leaf angle on hybrids performance in maize (*Zea Mays* L.). *Crop. Sci.*, 12., 92-99, 1972.
11. Winter S.R., A.J. Ohlhogge. Leaf angle, leaf area and corn (*Zea Mays* L.) yield. *Agron. J.* 65., 395-397. 1973.
12. Mason L., M.S. Zuber. Diallel analysis of maize for leaf angle, yield and yield components. *Crop. Sci.*, 16, 693-696, 1976.
13. Kraljević-Balalić M., S. Borojević. Nasleđivanje položaja listova pšenice. *Genetika*, 15, 9-19, 1983.
14. Marinković R. Inheritance of plant height and leaf number in diallel crossing of sunflower inbreds. X Inter. Sunfl. Conf. Australia, 232-233, 1982.
15. Mihaljev I. Ispitivanje opštih i posebnih kombinacionih sposobnosti različitih genotipova pšenice. *Genetika*, 9, 185-192, 1977.
16. Škorić D., Vrebalov T., Čupina T., Turkulov J., Marinković R., Maširević S., Atlagić J., Tadić L., Sekulić R., Stanojević D., Kovačević M., Jančić V., Sakač Z. Suncokret (monografija), Nolit, 613 str, 198

Tabela 1. Srednje vrednosti ugla lisne drške (°) i dužine lisne drške (cm) suncokreta
 Table 1. Mean values and inheritance of petiole angle and petiole length in sunflower

| Genotipovi Genotypes | | Ugao lisne drške Petiole angle $\bar{X} \pm s \bar{x}$ | Dužina lisne drške Petiole length $\bar{X} \pm s \bar{x}$ |
|-----------------------------|----------------|--|---|
| OCMS ₁ | P-1 | 43.0±0.966 | 24.2±0.747 |
| OCMS ₁ x NS-204B | F ₁ | 45.1±0.982 | 23.3±0.600 ^{pd+} |
| OCMS ₁ x NS-204B | F ₂ | 44.3±1.181 | 22.2±0.389 ^{pd+} |
| OCMS ₁ x NS-22B | F ₁ | 50.0±0.952 ⁱ | 21.2±0.996 ^{pd+} |
| OCMS ₁ x NS-22B | F ₂ | 49.2±1.341 ⁱ | 20.1±0.548 ⁱ |
| OCMS ₁ x NS-BD | F ₁ | 33.0±0.878ⁱ | 21.2±0.657 ⁱ |
| OCMS ₁ x NS-BD | F ₂ | 32.4±1.163ⁱ | 20.9±0.447 ⁱ |
| OCMS ₁ x NS-NDF | F ₁ | 44.0±0.849 ^d | 17.1±0.570 ^{pd+} |
| OCMS ₁ x NS-NDF | F ₂ | 43.1±1.060 ^d | 16.7±0.455 ^{pd+} |
| OCMS ₁ x NS-K | F ₁ | 42.0±0.853 ^{d+} | 23.4±0.755 ^{d+} |
| OCM2S ₁ x NS-K | F ₂ | 41.0±0.966 ^{d+} | 22.3±0.340 ⁱ |
| NS-204B | P-2 | 46.0±0.960 | 19.3±0.810 |
| NS-204B x NS-22B | F ₁ | 48.0±0.982 ^d | 18.2±0.541 ^{d+} |
| NS-204B x NS-22B | F ₂ | 46.5±1.096 ^d | 17.8±0.317 ⁱ |
| NS-204B x NS-BD | F ₁ | 40.0±0.865 ^{pd+} | 20.3±0.745 ^{d+} |
| NS-204B x NS-BD | F ₂ | 38.7±1.136 ⁱ | 19.5±0.208 |
| NS-204B x NS-NDF | F ₁ | 47.0±0.919 | 17.3±0.858 ^{d+} |
| NS-204B x NS-NDF | F ₂ | 46.7±1.085 | 16.5±0.473 ^{pd+} |
| NS-204B x NS-K | F ₁ | 45.0±0.850 ^{d+} | 22.3±0.851 ^h |
| NS-204B x NS-K | F ₂ | 44.9±1.242 ^{d+} | 21.0±0.318 ^{d+} |
| NS-22B | P-3 | 56.1±0.899 | 15.9±0.695 |
| NS-22B x NS-BD | F ₁ | 43.0±0.837 ⁱ | 17.3±0.592 ⁱ |
| NS-22B x NS-BD | F ₂ | 42.4±1.487 ⁱ | 16.9±0.418 |
| NS-22B x NS-NDF | F ₁ | 53.0±0.954 ⁱ | 15.6±0.461 ^d |
| NS-22B x NS-NDF | F ₂ | 50.5±1.056 ^d | 14.8±0.356 ^{pd+} |
| NS-22B x NS-K | F ₁ | 46.0±0.972 ⁱ | 19.4±0.448 ^{d+} |
| NS-22B x NS-K | F ₂ | 45.2±1.081 ⁱ | 18.7±0.349 ^{pd+} |
| NS-BD | P-4 | 24.2±0.593 | 18.2±0.716 |
| NS-BD x NS-NDF | F ₁ | 43.0±0.869 ^{pd+} | 18.1±0.915 ^{d+} |
| NS-BD x NS-NDF | F ₂ | 42.0±1.122 ^{pd+} | 17.2±0.437 ^{pd+} |
| NS-BD x NS-K | F ₁ | 36.0±0.894 ^{d+} | 22.4±0.798 ^h |
| NS-BD x NS-K | F ₂ | 35.6±1.246 ^{d+} | 21.4±0.416 ^h |
| NS-NDF | P-5 | 48.1±0.974 | 5.2±0.441 |
| NS-NDF x NS-K | F ₁ | 46.0±0.799 ^{d+} | 18.4±0.888 ^h |
| NS-NDF x NS-K | F ₂ | 45.7±1.095 ^{d+} | 17.1±0.521 ^{pd+} |
| NS-K | P-6 | 34.0±0.928 | 19.4±0.606 |

Tabela 2. Anova za kombinacione sposobnosti ugla lisne drške i dužine lisne drške suncokreta
 Table 2. Anova for combining abilitys petiole angle and petiole length in sunflower

| Generacija Generation | Izvori varijacije Sources of variance | Stepeni slobode Degree of freedom | Sredina kvadrata Means of squares | |
|--------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | | | ugao lisne drške petiole angle | dužina lisne drške petiole length |
| F ₁ | OKS (GCA) | 5 | 178,43 | 52,65 |
| | PKS (SCA) | 15 | 7,17 | 4,31 |
| | E | 40 | 0,01 | 0,01 |
| | OKS / PKS | | 24,87 | 12,20 |
| F ₂ | OKS (GCA) | 5 | 172,73 | 51,34 |
| | PKS (SCA) | 15 | 6,81 | 2,89 |
| | E | 40 | 0,01 | 0,01 |
| | OKS / PKS | | 25,36 | 17,78 |

*, ** Significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively

Tabela 3. Procena OKS ugla lisne drške i dužine lisne drške suncokreta
 Table 3. Gca values for petiole angle and petiole length in sunflower

| Roditelji Parents | Ugao lisne drške Petiole angle | | | | Dužina lisne drške Petiole length | | | |
|----------------------|-----------------------------------|--------------|-----------------|--------------|--------------------------------------|--------------|----------------|--------------|
| | F ₁ | rang rank | F ₂ | rang rank | F ₁ | rang rank | F ₂ | rang rank |
| OCMS ₁ | -0.458 | 4 | -0.525 | 4 | 2.77** | 1 | 2.79** | 1 |
| NS-204B | 1.667** | 3 | 1.658** | 3 | 0.89** | 3 | 0.85** | 3 |
| NS-22B | 5.917** | 1 | 5.746** | 1 | -1.19 | 5 | -1.08 | 5 |
| NS-BD | -7.583** | 6 | -7.533** | 6 | 0.46** | 4 | 0.49** | 4 |
| NS-NDF | 3.042** | 2 | 3.063** | 2 | -4.51** | 6 | -4.48** | 6 |
| NS-K | -2.583 | 5 | -2.408 | 5 | 1.58** | 2 | 1.43** | 2 |
| SE (gi) | 0.019 | | 0.0472 | | 0.02 | | 0.02 | |
| LSD 5% | 0.059 | | 0.1582 | | 0.06 | | 0.06 | |
| 1% | 0.079 | | 0.212 | | 0.08 | | 0.09 | |

*, ** Significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively