

ANALIZA ODNOSA VISINE BILJKE I DUŽINE METLICE U NS-KOLEKCIJI LINIJA OPRAŠIVAČA SIRKA ZA ZRNO

Anja Dolapčev¹, Slaven Prodanović², Vladimir Sikora¹, Tomislav Živanović²,
Sanja Vasiljević¹, Đura Karagić¹, Snežana Katanski¹

Izvod: Pri stvaranju eksperimentalnih hibrida sirka za zrno odgovarajućih performansi bitan je izbor roditeljskih komponenti koje su za odabrane agronomske osobine superiorne „per se“. Cilj rada je da se odredi da li je odnos visine biljke (M1) i dužine metlice (M2) stabilan kod različitih R linija sirka za zrno u NS-kolekciji i da li su najviše vrednosti ovog odnosa karakteristične za niže ili za više genotipove. Utvrđeno je da viši genotipovi imaju manje vrednosti odnosa M2/M1, kao i da odnos vrednosti visine biljke i dužine metlice varira 14,9%. Ispitivana populacija predstavlja dobar osnov za dobijanje novih interesantnih genskih rekombinacija za promene arhitekture biljke.

Gljučne reči: sirak, R linija, visina biljke, dužina metlice

Uvod

Sirak (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) je biljka koja dobija sve više na značaju u poljoprivredi, posebno u kontekstu klimatskih promena (Sikora i Berenji, 2011.). Radi se o biljnoj vrsti koja ima visoke potrebe za toplotom (Tadesse i sar., 2008.; Đukić, 2002.) i odlikuje je tolerantnost na sušu. Sirak u uslovima stresa izazvanog sušom uspeva da ostvari relativno visoke prinose. Za gajenje ove biljne vrste potrebna su relativno mala ulaganja. Sirak je moguće gajiti na različitim tipovima zemljišta. Na marginalnim zemljištima lošijeg mehaničkog sastava i lošijih vodnih osobina (slatine i peskovi), sirak za zrno ostvaruje bolje rezultate od kukuruza (Sikora i Berenji, 2005.). Zato se oplemenjivanju sirka posvećuje sve veća pažnja u Srbiji.

Danas se proizvode hibridi sirka, kod kojih se koristi heterozis, pojava da su potomci boljih osobina od roditelja (Liang i sar., 1972.). Za proizvodnju hibridnog sirka, koriste se linije majke i linije oprašivači koji sadrže gene za restauraciju muške fertilitnosti, i obeležavaju se kao R linije (Murty i sar., 1994.). Za oprašivače je bitno da imaju odgovarajuću visinu biljke u odnosu na majke, kao i da imaju što razvijeniju metlicu, kako bi proizveli dovoljnu količinu polena. Osnovna komponenta i uslov dobre razvijenosti metlice je dužina metlice.

Brojni naučnici analizirali su genetičku osnovu visine biljke sirka i identifikovali gene koji kontrolišu ekspresiju ove osobine (Quinby i Karper, 1954.; Ben-Israel i sar., 2012.). Packer i Rooney (2014.) utvrdili su da postoji genska interakcija između visine biljke sirka, fotoperioda i prinosa zrna. Dužini metlice posvećena je manja pažnja u istraživanjima, a najmanje je proučavan odnos visine biljke i dužine metlice sirka.

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija (anja.dolapcev@nsseme.com);

²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Srbija.

U ovom radu postavljeno je za cilj da se odredi da li je odnos visine biljke i dužine metlice stabilan kod različitih R linija sirka za zrno u NS-kolekciji, da li su najviše vrednosti ovog odnosa karakteristične za niže ili za više genotipove i ima li ispitivana populacija potencijal za dobijanje novih rekombinacija.

Materijal i metode rada

Genetički materijal koji je korišćen u ovom istraživanju činilo je 30 linija sirka za zrno (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Svih 30 linija spada u grupu R linija, odnosno, linija oprašivača sirka za zrno. Odabrane linije su iz kolekcije Gen banke Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, Odeljenja za alternativne kulture u Bačkom Petrovcu.

Ogledi sa izabranim sortimentom postavljani su na poljima Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, lokalitet Bački Petrovac, tokom 2015. godine. Oglednu parcelu činile su linije sirka za zrno posejane u redove dužine 8 m iz kojih su uzimane biljke za ispitivanje. Međuredni razmak iznosio je 0,7 m, a razmak između biljaka u redu bio je 0,1 m. Tokom istraživanja na ogledu je bila primenjena standardna agrotehnika za sirak. Predusev je bila soja. Za predsetveno đubrenje korišćen je NPK 15:15:15 u količini od 250 kg ha⁻¹. Tip zemljišta na lokalitetu Bački Petrovac je černoziem.

Analizom su obuhvaćene dve kvantitativne agronomske osobine: visina biljke (M1, cm) i dužina metlice (M2, cm). Njihov odnos M2/M1 izračunat je za svaki genotip, na osnovu prosečnih vrednosti.

Statistička analiza podataka, obuhvatila je dobijanje sledećih deskriptivnih parametara za ispitivane osobine: prosečna vrednost, maksimalna vrednost, minimalna vrednost, interval variranja, standardna devijacija i koeficijent varijacije. Za određivanje odnosa vrednosti osobina korišćeni su prosti koeficijenti korelacije.

Rezultati istraživanja i diskusija

Statistički parametri dve merene agronomске osobine i njihovog odnosa kod svih ispitivanih R linija sirka za zrno u NS-kolekciji prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Statistički parametri osobina linija oprašivača sirka za zrno
Table 1. Statistical parameters of traits in grain sorghum pollinator lines

Parametar <i>Parameter</i>	Osobina <i>Trait</i>		
	Visina biljke M1 <i>Plant height M1</i> (cm)	Dužina metlice M2 <i>Panicle length M2</i> (cm)	Odnos M2/M1 <i>Ratio M2/M1</i>
Prosečna vrednost <i>Average value</i>	89,2	20,1	0,229
Maximalna vrednost <i>Maximum</i>	120,3	24,0	0,304
Minimalna vrednost <i>Minimum</i>	61,7	16,7	0,173
Interval variranja <i>Range</i>	58,6	7,3	0,131
Standardna devijacija <i>Standard deviation</i>	15,4	2,2	0,034
Koeficijent varijacije (%) <i>Coefficient of variation (%)</i>	17,3	10,9	14,9

Uočava se da interval variranja za visinu biljke iznosi 58,6 cm, a što je približno visini najnižeg genotipa, odnosno najviši genotip (120,3 cm) je gotovo duplo veći od najnižeg (61,7 cm). Relativno variranje genotipova po visini biljke (17,3%) je veće nego po dužini metlice (10,9%). To ukazuje da je visina biljke osobina sa većim diverzitetom u NS-kolekciji linija oprašivača, odnosno sa različitim genskim osnovama, u odnosu na dužinu metlice. Pri promeni odnosa M2/M1 kod rekombinanata, pažnju bi trebalo usmeriti pre svega na izbor roditeljskih linija sa različitim visinama.

Odnos M2/M1 ima vrednost relativnog variranja (14,9%) između dve morfološke osobine od kojih zavisi, što je i logično. Srednja vrednost odnosa M2/M1 (0,229) ukazuje da 22,9% vršnog dela biljke zauzima metlica.

Prosečne vrednosti za dve merene osobine i njihov odnos kod R linija sirka za zrno predstavljene su u tabeli 2.

Tabela 2. Prosečne vrednosti osobina linija oprašivača sirka za zrno
 Table 2. Average values of traits in grain sorghum pollinator lines

Linija <i>Line</i>	Visina biljke M1 <i>Plant height M1</i> (cm)	Dužina metlice M2 <i>Panicle length M2</i> (cm)	Odnos M2/M1 <i>Ratio M2/M1</i>
Re 101	96,7	19,7	0,204
Re 102	108,3	21,0	0,194
Re 127	61,7	16,7	0,271
Re 130	106,0	22,3	0,210
Re 132	120,3	22,0	0,183
Re 139	106,7	23,7	0,222
Re 142	89,0	24,0	0,270
Re 147	116,7	21,7	0,186
Re 174	71,0	17,0	0,239
Re 175	75,3	18,3	0,243
Re 176	86,7	23,0	0,265
Re 177	91,3	21,0	0,230
Re 178	78,3	17,3	0,221
Re 181	78,7	19,7	0,250
Re 182	87,0	22,7	0,261
Re 183	74,0	18,0	0,243
Re 184	83,3	19,7	0,236
Re 185	86,3	17,7	0,205
Re 216	96,3	20,3	0,211
Re 217	112,0	20,7	0,185
Re 223	77,7	18,0	0,232
Re 224	64,7	19,7	0,304
Re 225	69,0	19,0	0,275
Re 234	77,3	19,3	0,250
Re 236	110,0	19,0	0,173
Re 264	89,3	22,3	0,250
Re 265	85,7	23,3	0,272
Re 275	95,0	19,7	0,207
Re 276	90,7	18,7	0,206
Re 279	92,0	16,7	0,182

Najveća vrednost odnosa M2/M1 (0,304) zabeležena je kod niske linije Re 224 (64,7 cm), a najmanja vrednost (0,173) kod visoke linije Re 236 (110,0 cm). Visoke vrednosti M2/M1 (0,275 i 0,272) imaju i genotipovi Re 225 i Re 265, koji su relativno niski (69,0 i 85,7 cm). Ovo ukazuje, na prvi pogled, da linije niže po visini imaju veću vrednost odnosa M2/M1 u odnosu na visoke. Ova tvrdnja je proverena korelativnom analizom, korišćenjem prostih korelacionih koeficijenata. Utvrđeno je da postoji negativna korelacija (-0,781**) između visine biljke i odnosa M2/M1. U oplemenjivanju sirka to znači da se za povećanje učešća metlice u ukupnoj visini moraju vršiti ukrštanja u kojima učestvuju niže biljke. Dužina metlice nije značajno uticala na odnos M2/M1, odnosno korelacija je bila vrlo slaba (0,122). Između visine biljaka i dužine metlice postojala je srednje jaka i statistički vrlo značajna pozitivna

korelacija (0,507**). Takva korelacija ukazuje da su ove dve osobine regulisane sličnim ili istim genima.

Iz prethodnih istraživanja poznato je da visinu biljke sirka kontrolišu četiri gena, *Dw1* – *Dw4* (Quinby i Karper, 1954.). Ova četiri gena nisu vezana i selekcionisana su fenotipski. Na svakom od četiri lokusa, alel za visoke biljke dominira nad drugim alelom.

Brown i sar. (2008.) su mapirali *Dw1* gen na hromozomu 9, a Morris i sar. (2013.) gen *Dw2* na hromozomu 6. Molekularna karakterizacija jednog od alela pokazala je da se radi o genu koji kodira za P-glikoproteinski transporter auksina (Multani i sar., 2003.). Li i sar. (2015.) koristili su rekombinovanu populaciju inbred linija i identifikovali poseban lokus kvantitativnih osobina (QTL) za visinu biljaka (*qHT7.1*) koji se nalazi blizu genomskog regiona u kojem je gen za transport auksina *Dw3*.

Zaključak

U procesu oplemenjivanja sirka potrebno je obratiti pažnju na činjenicu da su brojni autori istakli značaj gena koji učestvuju u prenosu auksina za ekspresiju visine biljaka. Auksini su hormoni rasta, te je logično da utiču ne samo na visinu biljke, nego istovremeno i na dužinu stabla, dužinu internodija i dužinu metlice. Drugim rečima, postoji biološka povezanost visine biljke i dužine metlice kod sirka, a što je potvrđeno i u ovom radu. Određeno je da se ispitivana populacija oprašivača odlikuje znatnom varijabilnošću odnosa M2/M1 (14,9%). Najveće vrednosti odnosa M2/M1 bile su karakteristične za niže linije oprašivače. Identifikovani su genotipovi (Re 224, Re 225 i Re 265) kod kojih je vrednost odnosa M2/M1 najveća i koji mogu biti potencijalni donori gena za ovu karakteristiku u narednim oplemenjivačkim programima. Može se zaključiti da ispitivana populacija predstavlja dobar osnov da se kroz odgovarajuće oplemenjivačke programe dobiju nove interesantne genske rekombinacije za promene arhitekture biljke.

Literatura

- Ben-Israel I., Kilian B., Nida H., Fridman E. (2012). Heterotic Trait Locus (HTL) Mapping Identifies Intra-Locus Interactions That Underlie Reproductive Hybrid Vigor in *Sorghum bicolor*. PLoS ONE 7(6): e38993.
- Brown P.J., Rooney W.L., Franks C., Kresovich S. (2008). Efficient Mapping of Plant Height Quantitative Trait Loci in a Sorghum Association Population With Introgressed Dwarfing Genes. Genetics 180 (1): 629-637.
- Đukić D.J. (2002). Biljke za proizvodnju stočne hrane. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad. 242-249.
- Li X., Li X., Fridman E., Tesso T.T., Yu J. (2015). Dissecting repulsion linkage in the dwarfing gene *Dw3* region for sorghum plant height provides insights into heterosis. Proc Natl Acad Sci USA 112 (38): 11823-11828.
- Liang G.H., Reddy C.R., Dayton A.D. (1972). Heterosis, Inbreeding Depression, and Heritability Estimates in a Systematic Series of Grain Sorghum Genotypes. Crop Sci 12 (4): 409-411.

- Morris G.P., Ramu P., Deshpande S.P., Hash C.T., Shah T., Upadhyaya H.D., Riera-Lizarazu O., Brown P.J., Acharya C.B., Mitchell S.E., Harriman J., Glaubitz J.C., Buckler E.S., Kresovich S. (2013). Population genomic and genome-wide association studies of agroclimatic traits in sorghum. *Proc Natl Acad Sci USA* 110 (2): 453–458.
- Multani D.S., Briggs S.P., Chamberlin M.A., Blakeslee J.J., Murphy A.S., Johal G.S. (2003). Loss of an MDR transporter in compact stalks of maize *br2* and sorghum *dw3* mutants. *Science* 302 (5642): 81–84.
- Murty D.S., Tabo R., Ajayi O. (1994). Sorghum Hybrid Seed Production and Management. ICRISAT: 1-14.
- Packer D.J., Rooney W.L. (2014). High-parent heterosis for biomass yield in photoperiod-sensitive sorghum hybrids. *Field Crops Research* 167: 153–158.
- Quinby J.R., Karper R.E. (1954). Inheritance of height in sorghum. *Agron J* 46(5): 211–216.
- Sikora V., Berenji J. (2005). Perspektive gajenja sirka za zrno u nas. Zbornik radova, Sveska 41. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. 451-458.
- Sikora V., Berenji J. (2011). Sirak za zrno i sirak metlaš kao alternativne kulture. Zbornik referata sa 45. Savetovanja agronoma Srbije. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. 171-180.
- Tadesse T., Tesso T., Ejeta G. (2008). Combining ability of introduced sorghum parental lines for major morpho-agronomic traits. *Journal of SAT Agricultural Research* 6: 1-7.

ANALYSIS OF PLANT HEIGHT AND PANICLE LENGTH RATIO IN NS GRAIN SORGHUM POLLINATOR LINE COLLECTION

Anja Dolapčev¹, Slaven Prodanović², Vladimir Sikora¹, Tomislav Živanović², Sanja Vasiljević¹, Đura Karagić¹, Snežana Katanski¹

Abstract

Development of experimental hybrids of grain sorghum requires the selection of „per se“ superior parental components of certain agronomic traits. The aim of the research was to determine whether the ratio between plant height (M1) and panicle length (M2) is stable in different R lines of grain sorghum within the collection of NS cultivars, and if the highest values are typical for shorter or taller genotypes. Lower M2/M1 ratio was confirmed in taller genotypes, while plant height and panicle length variation was 14.9%. The tested population established a solid foundation for obtaining new, interesting genetic recombinations for plant architecture change.

Key words: sorghum, R line, plant height, panicle length

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia (anja.dolapcev@nsseme.com);

²University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Serbia.