

UDK: 631.524; 633.11

EFEKAT HETEROZISA ZA BROJ LJUSKI I PRINOS SEMENA PO BILJCI KOD ULJANE REPICE (*Brassica napus* L.)

MARJANOVIĆ-JEROMELA ANA, ŠKORIĆ D., MARINKOVIĆ R.¹

IZVOD: Efekat heterozisa za broj ljuski i prinos semena po biljci proučavan je kod hibridnih kombinacija F₁ generacije dobijenih ukrštanjem pet sorata ozime uljane repice po dialnoj šemi. Ogljed sa roditeljskim linijama i F₁ hibridima postavljen je na Ogljednom polju Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad na R. Šančevima. Setva eksperimentalnog materijala vršena je ručno, po slučajnom blok sistemu u tri ponavljanja. Veličina uzorka za analizu navedenih svojstava iznosila je 33 biljke po tretmanu (roditelji i F₁ hibrid). Efekat heterozisa računat je u odnosu na roditeljski prosek po formuli $H_1 = F_1 / (P_1 + P_2) \times 100$ i u odnosu na boljeg roditelja po formuli $H_2 = F_1 / BP \times 100$.

Efekat heterozisa za broj grana ispoljio se kod većeg broja kombinacija. Najveće vrednosti heterozisa u odnosu na roditeljski prosek je kod kombinacije Jet Neuf x Banačanka (67,78%). Vrednost heterozisa u odnosu na boljeg roditelja kretala se od -20,22 do 48,52%.

Vrednosti heterozisa za prinos po biljci bile su kod većine kombinacija ukrštanja visoke i pozitivne, osim kod kombinacije Sremica x Banačanka. Vrednosti su se kretale od 17,61 do 159,68% u poređenju sa roditeljskim prosekom, a u odnosu na boljeg roditelja 3,40 do 149,00%.

Ključne reči: uljana repica, heterozis, broj ljuski, prinos po biljci

UVOD: Uljana repica, po svom obimu proizvodnje, spada među najvažnije uljane biljke u svetu. Soja, palma, suncokret i uljana repica daju 72% ukupne svetske proizvodnje biljnih ulja (Lühs and Friedt, 1994). Raznolikost njenih formi i sortimenta omogućava joj uzgajanje u skoro svim klimatskim područjima. U Evropi je najviše zastupljena ozima forma jer je znatno rodnija od jare. Gaji se prvenstveno radi semena koje sadrži 40-48% ulja i 18-25% belančevina.

U cilju dobijanja visokoproduktivnih sorata, sa visokim sadržajem kvalitetnog ulja osamdesetih godina započeta su opsežna istraživanja na iskorištavanju heterozisa kod uljane repice. U F₁ hibridnim sortama efekat heterozisa na prinos semena kreće se od 4 do 63% (Becker, 1987). Pored iznalaženja stabilnog sistema sterilnosti i restauracije fertilitnosti, uspeh oplemenjivanja hibridnih sorti zavisi isto tako i od odgovarajućih početnih populacija iz kojih se mogu dobiti roditeljske linije dobrih kombinacionih sposobnosti. Proizvodnja visoko prinosnih roditeljskih, inbred linija, po pravilu, ne predstavlja problem, jer se kod uljane repice može računati sa visokim procentom samooplodnje. Pored toga oplemenjivači imaju na raspolaganju niz in vitro

tehnik za dobjanje dihaploidnih linija, kao što su kultura antera i mikrospora (Lichter, 1982).

Fenomen heterozisa prinosa semena je posledica heterozisa pojedinih komponenti prinosa. Stoga je potrebno poznavati strukturu prinosa i optimalan odnos pojedinih komponenti pri njegovom formiranju (Grosse et al., 1992). Broj ljuski po biljci, kao i broj i masa semena po ljusci, predstavlja krajnju komponentu prinosa uljane repice, koja zavisi od razvoja mnogih komponentata u ranijim fazama ontogeneze (Habekotté, 1993) i u visokoj je korelaciji sa prinosom (Zuberi and Ahmed, 1973; Campbell and Kondra, 1978). Prinos semena po biljci je svojstvo izražene varijabilnosti. Ovo je kompleksno svojstvo, kontrolisano velikim brojem gena, a na njihovu ekspresiju jak uticaj imaju i uslovi spoljne sredine. Analiza varijanse ukazuje na izuzetno visoko variranje ovog svojstva kada se pored roditelji sa njihovim hibridima (Kudla, 1997).

Materijal i metod

Istraživanje je izvedeno sa pet sorata ozime uljane repice (Sremica, Banačanka, Samuray, Falcon i Jet Neuf). Materijal je bio zasejan u tri ponavljanja po

Izvorni naučni rad (Original scientific paper)

¹ Mr ANA MARJANOVIĆ-JEROMELA, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, dr DRAGAN ŠKORIĆ, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, dr RADOVAN MARINKOVIĆ, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad

slučajnom blok sistemu na Oglednom polju Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim Šančevima, 1996/97. i 1997/98. godine. Rastojanje između redova bilo je 50 cm, a unutar reda 5 cm i tokom vegetacije primenjena je uobičajena agrotehnika za ovu biljnu vrstu. Kastracija biljaka, koje su u korišćene kao majke, prikupljanje polena sa izplovanih biljaka – očeva i ukrštanja po metodi dialela, vršena su ručno.

Broj ljuski i prinos po biljci (g) određeni su u fazi pune zrelosti, na uzorku od 33 biljke po tretmanu, u svakom ponavljanju

Izračunavanje efekta heterozisa urađeno je prema Jinks (1954).

1. Heterozis u odnosu na srednju vrednost roditelja (H_1) izračunat je po formuli:

$$H_1 = F_1 - MP \quad MP = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

gde je: F_1 - srednja vrednost F_1 generacije;

P_1 - srednja vrednost jednog roditelja;

P_2 - srednja vrednost drugog roditelja; i

MP - srednja roditeljska vrednost.

Značajnost F_1 generacije u odnosu na MP je testirana t-testom:

$$t = \frac{F_1 - MP}{SE_{(d_1)}}$$

2. Heterozis u odnosu na boljeg roditelja (H_2) izračunat je po formuli:

$$H_2 = F_1 - BP$$

gde je: F_1 - srednja vrednost F_1 generacije;

BP - srednja vrednost boljeg roditelja.

Značajnost F_1 generacije u odnosu na BP testirana je t-testom:

$$t = \frac{F_1 - BP}{SE_{(d_2)}}$$

Rezultati diskusija

Ispitivane sorte su se međusobno veoma razlikovale u broju ljuski po biljci. Najmanju srednju vrednost za ovo svojstvo imala je sorta Jet Neuf (80,06), a najveću sorta Sremica (183,91). Sorta Jet Neuf se i u istraživanjima Triboi-Blondel (1988), pokazala kao sorta sa najmanjim brojem ljuski. Međutim, ljuske su bile velike i sa semenom velike težine, što objašnjava prinos ove sorte. Sorta Sremica je osim najviše srednje vrednosti imala i vrlo visoke pokazatelje varijabilnosti broja ljuski. Ostale ispitivane sorte imale su ujednačenu, nižu varijabilnost.

Hibridi su imali nešto veći broj ljuski po biljci u poređenju sa ispitivanim sortama i vrednosti su se kretale od 145,31 (Falcon x Samuray) do 199,52 (Banačanka x Samuray). Varijabilnost hibrida za ovo svojstvo bila je uglavnom niska.

U F_1 generaciji četiri hibridne kombinacije ispoljile su pozitivan heterozis, veći od 60%, u odnosu na roditeljski prosek (Falcon x Jet Neuf, Jet Neuf x Banačanka, Jet Neuf x Samuray, Banačanka x Samuray). U poređenju sa boljim roditeljem efekat

Tab. 1. Srednje vrednosti, pokazatelji varijabilnosti i procenat heterozisa broja ljuski po biljci kod uljane repice
Tab. 1. Mean value, variability indicators and percentage of heterosis for number of hull per plant in oil rape

Roditelji i kombinacije Parents and combinations	$\bar{x} \pm S_x$	S	V	procenat heterozisa percentage of heterosis	
				H_1	H_2
Falcon	146,82 ± 0,36	2,10	2,02		
Falcon x Sremica	146,73 ± 0,95	5,46	3,72	-11,27**	-20,2**
Falcon x Banačanka	160,22 ± 0,27	1,57	0,98	27,87**	9,13**
Falcon x Samuray	145,31 ± 0,53	3,05	2,09	1,00	-1,03
Falcon x Jet Nef	182,58 ± 3,13	17,98	9,85	69,95**	24,36**
Jet Nef	80,06 ± 0,14	0,84	1,05		
Jet Nef x Sremica	176,43 ± 0,31	1,77	1,00	33,67**	-4,07
Jet Nef x Banačanka	154,06 ± 4,91	28,22	18,32	67,78**	48,52**
Jet Net x Samuray	178,79 ± 6,35	1,22	0,68	61,92**	26,88**
Sremica	183,91 ± 7,81	44,84	30,54		
Sremica x Banačanka	162,79 ± 6,35	36,47	22,40	13,92**	11,49*
Sremica x Samuray	183,79 ± 0,01	0,01	0,01	13,16**	-0,06
Banačanka	103,73 ± 0,54	3,11	2,21		
Banačanka x Samuray	199,24 ± 0,24	1,40	0,70	63,52**	11,08**
Samuray	140,91 ± 2,66	15,28	8,31		

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$

heterozisa ima daleko niže vrednosti, nego prethodni pokazatelj. Nešto višu pozitivnu vrednost (48,52%) ima samo kombinacija ukrštanja Jet Neuf x Banačanka. Sorta Sremica, koja ima najvišu srednju vrednost broja ljuski, nije dala ni u jednoj kombinaciji ukrštanja pozitivan heterozis u odnosu na boljeg roditelja (Tab. 1.). Do sličnih, relativno niskih efekta heterozisa za ovo svojstvo dolazi i Schuster (1985), pri čemu su ovi efekti niži kod jarih nego kod ozimih formi uljane repice.

Prinos semena po biljci, jedno je od najčešće proučavanih kvantitativnih svojstava. Kod sorata ispitivanih u ovom istraživanju težina semena po biljci bila je relativno niska i kretala se od 7,19g (Samuray) do 10,28g (Sremica). Ovakve vrednosti mogu se objasniti izuzetno nepovoljnim klimatskim uslovima u godini izvođenja ovog oglada. Korficienti

($H_1=159,68\%$; $H_2=149,00\%$), čije su roditeljske komponente imale malu težinu semena po biljci. U ukrštanju Sremica x Banačanka utvrđen je najniži efekat heterozisa za prinos po biljci u odnosu na roditeljski prosek, dok je u poređenju sa boljim roditeljem ova vrednost bila negativna. Sorta Sremica je i drugim kombinacijama ukrštanja davala hibride sa niskim efektom heterozisa. Sorta Jet Neuf najnižeg prinosa po biljci u svim kombinacijama ispoljava vrlo visok pozitivan heterotičan efekat. (Tab. 2.) Izuzetno dobre kombinacione sposobnosti sorte Jet Neuf u dvogodišnjem istraživanju heterozisa komponenti prinosa uljane repice utvrdio je i Léon (1989). Ovo upućuje na potrebu proveru svake kombinacije ukrštanja u pogledu heterotičnih efekata na prinos semena i njegovih komponenti, kao i sadržaj i kvalitet ulja.

Tab. 2. Srednje vrednosti, pokazatelji varijabilnosti i procenat heterozisa broja ljuski po biljci kod uljane repice
Tab. 2. Mean value, variability indicators and percentage of heterosis for number of hull per plant in oil rape

Roditelji i kombinacije Parents and combinations	$\bar{x} \pm S_x$	S	V	procenat heterozisa percentage of heterosis	
				H_1	H_2
Falcon	8,46±0,58	3,33	45,14		
Falcon x Sremica	11,65±0,12	3,98	34,16	24,33**	13,33*
Falcon x Banačanka	13,99±1,03	5,95	42,53	77,54**	65,37**
Falcon x Samuray	10,69±0,36	2,09	9,35	31,53	6,06
Falcon x Jet Nef	14,37±0,02	0,13	0,90	83,31**	69,86**
Jet Nef	17,19±4,48	1,65	0,23		
Jet Nef x Sremica	13,73±1,55	8,89	64,75	57,16**	39,56**
Jet Nef x Banačanka	13,25±0,47	2,72	20,53	82,87**	81,51**
Jet Net x Samuray	13,22±0,06	0,32	2,42	76,50**	69,70**
Sremica	10,28±0,02	1,17	13,83		
Sremica x Banačanka	9,27±0,51	2,92	31,49	5,46**	-9,82*
Sremica x Samuray	10,63±0,01	0,01	0,10	17,61**	3,40
Banačanka	7,30±0,58	2,77	0,35		
Banačanka x Samuray	19,399±0,45	2,59	13,36	159,68**	149,00**
Samuray	7,79±0,01	0,01	0,10		

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$

varijacije bili su ujednačeni i niski, osim kod sorte Falcon (45%).

Sve hibridne kombinacije imale su veću težinu semena od roditeljskih linija i ona se kretala od 9,27g (Sremica x Banačanka) do 19,39g (Banačanka x Samuray). Slične razlike u prinosu po biljci između sorata i hibrida nalazimo i radovima drugih autora (Kudla, 1994; Pospišil i Mustapić, 1995). Hibridi su imali i veće vrednosti pokazatelja varijabilnosti.

Heterozis prinosa po biljci ima je daleko veće vrednosti nego za broj ljuski po biljci, kako u poređenju F_1 generacije sa roditeljskim prosekom tako i u odnosu na boljeg roditelja. Najvišu pozitivnu vrednost imla je kombinacija Banačanka x Samuray

Pojava heterozisa kod hibrida uljane repice je u visokoj pozitivnoj međuzavisnosti sa genetičkom distancom roditeljskih linija (Ali et al., 1995). Primena molekularnih markera za utvrđivanje razlika između inbred linija i njihovo grupisanje, značajno olakšava izbor roditeljskih komponenti (Diers et al., 1996).

Zaključak

Srednje vrednosti za broj ljuski i prinos semena po biljci značajno su varirali između ispitivanih sorata i njihovih F_1 hibrida.

Kod broja ljuski po biljci za 80% hibrida pojavio se visoko signifikantan heterozis u odnosu na

roditeljski prosek, a u odnosu na boljeg roditelja kod 50 % hibrida.

Kod primosa po biljci razlike između roditelja i njihovih hibrida bile su veće nego kod broja ljuski, tako da su i vrednosti heterozisa vrlo visoke. Visoko značajan efekat heterozisa utvrđen je kod 70%, odnosno 60% hibrida u poređenju sa roditeljskim prosekom, odnosno boljim roditeljem.

Rezultati ovih istraživanja, kao i podaci koje iznose drugi autori upućuju na značaj oplemenjivanja hibridnih sorti uljane repice, uz primenu savremenih biotehničkih metoda.

LITERATURA

- ALI, M., COPERLAND, ELIAS, S. G., KELLY, J. D. (1995): Relationship between genetic distance and heterosis for yield and morphological traits in winter canola (*Brassica napus* L.). *Theor. Appl. Genet.*, 91: 118-121.
- BECKER, H. C. (1987): Quantitative Genetik und Züchtungsmethodik bei Raps – Versuch einer Literaturübersicht. *Ber. Arbeitstagung 1987, AG Saat-züchtleiter, Gumpenstein*, 67-82.
- CAMPBELL, D. C., KONDRA, Z. P. (1978): Relationships among growth patterns, yield components and yield of rapeseed. *Can. J. Plant Sci.*, 58, 87-93.
- DIERS, B. W., MCVETTY, P. B. E., OSBORN, T. C. (1996): Relationship between heterosis and genetic distance based on restriction fragment length polymorphism markers in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Crop Science*, 36 (1): 79-83.
- GROSSE, F., LÉON, J., DIEPENBROCK, W. (1992): Ertragsbildung und Ertragsstruktur bei Winterrops (*Brassica napus* L.). II. Vergleich zwischen Elternlinien und deren F₁ – und F₂ – Generationen. *J. Agronomy & Crop Science*, 169, 94-103.
- HABEKOTTÉ, B. (1993): Quantitative analysis of pod formation seed set and seed filling in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) under field conditions. *Field Crops Research*, 35, 21-33.
- JINKS, I. L. (1954): The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. *Genetics*, 34: 765-789.
- KUDLA, M. (1994): Comparative analysis of winter oilseed rape genotypes. *Biul. IHAR*, 109, 99-107.
- KUDLA, M. (1997): General and specific combining ability of inbred lines and cultivars of winter oilseed rape. *Biul. IHAR*, 201, 361-371.
- LÉON, J. (1989): Heterosis of yield components of winter rape (*Brassica napus* L.). *Book of poster abstracts*, 11-4, XXII Eucarpia Congress, 17.02-04.03.1989. Göttingen, Germany.
- LICHTER, R. (1982): Induction of haploid plants from isolated pollen of *Brassica napus*. *Z. Pflanzenphysiol.*, 105, 427-434.
- LUHS, W., FRIEDT, W. (1994): Designer oil crops. *WCH, Weinheim*, 5-171.
- POSPIŠIL, M., MUSTAPIĆ, Z. (1995): Evaluacija novih 00-kultivara uljane repice. *sjemenarstvo*, 12 (4-5): 273-282
- SCHUSTER, W., ZSCHOCHE, K. H., LEONHAUSER, H., KLUGE, T. (1985): Untersuchungen zum Verhalten von synthetischen Sorten und deren Komponenten in verschiedenen Generationen bei Winter- und Sommerrops (*B. napus oleifera*) sowie Gelbsenf (*Sinapis alba*) unter unterschiedlichen Anbaubedingungen. *Institute für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung*. 1-318.
- TRIBOI-BLONDEL, A. (1998): The yield-elaboration of different winter-rape seed varieties. *Physiologie et élaboration du rendement du colza d'hiver*. Paris, France: 130-133.
- ZUBERI, M. I., AHMED, S. U. (1973): Genetic Study of yield and some its components in *Brassica campestris* L. Var "Toria". *Crop. Sci.*, 13, 13-15.

HETEROSIS FOR HULL NUMBER AND SEED YIELD PER PLANT IN OIL RAPE (*Brassica napus* L.)

by

MARJANOVIĆ-JEROMELA ANA, ŠKORIĆ D., MARINKOVIĆ R.

SUMMARY

Heterosis for hull number and seed yield per plant was studied in the hybrid combinations of the F₁ generation obtained by diallel-crossing five cultivars of winter oil rape. A trial with the parental lines and F₁ hybrids was established at the Rimski Šančevi Experiment Field of the Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad. The materials were hand-sown according to a randomized block design with three replications. The size of samples used to analyze the two traits was 33 plants per treatment (parents and F₁ hybrids). The level of heterosis was calcu-

lated relative to the parental mean (according to the formula $H_1 = F_1 / (P_1 + P_2 / 2) \times 100$) and relative to the better parent (according to the formula $H_2 = F_1 / BP \times 100$).

Heterosis for hull number was found in a number of combinations. The largest heterosis value relative to the parental mean was recorded in the combination Jet Neuf x Banačanka (67.78%), while heterosis relative to the better parent ranged from -20.22 to 48.52%.

Heterosis for seed yield per plant were high and positive in most of the combinations, except for Sremica x Banačanka. The values ranged between 17.61 and 159.68% relative to the parental mean and between 3.40 and 149.00% relative to the better parent.

Key words: oil rape, heterosis, hull number, yield per plant