

**PROCJENA HETEROZISA ZA VAŽNA KVANTITATIVNA SVOJSTVA  
U KRIŽANJIMA OZIME PŠENICE (*Triticum aestivum* L.)**

Marijana BARIĆ, Ivanka HABUŠ JERČIĆ, Snježana KERESHA, H. ŠARČEVIĆ

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Faculty of Agriculture University of Zagreb

**SAŽETAK**

Deset genotipova ozime pšenice iz različitih oplemenjivačkih programa korišteni su kao roditelji za kombinacije križanja. Analizirano je 13 F1 generacija iz kombinacija križanja. Procijenjen je heterozis (Hs) i heterobeltiosis (Hbs) za pet kvantitativnih svojstva (masa 1000 zrna, masa i broj zrna u klasu, duljina klasa i broj klasića u klasu). Pozitivni heterozis (Hs, Hbs) u F1 generaciji (prosjeak svih kombinacija križanja) utvrđen je za masu zrna po klasu (13.45; 4.94 %) i masu 1000 zrna (12.86; 5.50 %), a negativni za broj zrna u klasu (-2.42; -7.57 %). U kombinaciji križanja Edita x Magdalen utvrđen je visoki heterozis (Hs) za masu zrna u klasu i masu 1000 zrna (48.6; 42.44 %). Pozitivni heterozis procijenjen je u križanjima Mihelca x Kuna i Magdalen x Edita za veći broj svojstava.

Kombinacije križanja u kojima je utvrđena visoka srednja vrijednost i procijenjen pozitivan heterozis za veći broj svojstava su populacije iz kojih se očekuje izbor linija s poželjnim svojstvima.

Ključne riječi: heterozis, heterobeltiosis, kvantitativna svojstva, pšenica

**UVOD I CILJEVI ISTRAŽIVANJA**

U oplemenjivanju pšenice heterozis se uglavnom ne koristi izravno (osim kod hibridne pšenice). Međutim, indikativna je pojava visokih vrijednosti heterozisa za svojstva uroda i komponenti uroda u kombinacijama križanja. Genetski mehanizmi heterozisa omogućuju ranu prognozu oplemenjivačke vrijednosti hibridne kombinacije tvrdi Saakyn (1991). Kod mnogih križanja u kojima je procijenjen visoki pozitivan heterozis u procesu selekcije, velika je vjerojatnost izbora novih linija s poželjnim svojstvima.

Za pojavu heterozisa važan je izbor roditelja; poželjno je da roditelji imaju visoke srednje vrijednosti za svojstvo/svojstva, da imaju različiti pedigree ili da su iz dvije germplazme (proljetni i ozimi tip pšenice) utvrdili su Barić i sur. (2004). Kombinacijom roditelja iz različitih oplemenjivačkih programa moguće je očekivati pojavu pozitivnog heterozisa (Jordaan i sur., 1999), iako ne u svim kombinacijama (Briggle, 1963; Milohnić 1967). Heterozis se pojavljuje u križanjima između

roditelja koji imaju sposobnost međusobnog kombiniranja. Proučavajući pojavu heterozisa kod različitih kultura (kukuruz, pšenica), Melchinger (1999) je utvrdio pojavu heterozisa u nekim kombinacijama križanja između gotovo genetski sličnih roditelja (linija), dok je u nekim kombinacijama križanja genetski različitih roditelja heterozis izostao.

Urod je svojstvo od interesa i rezultat je nekoliko komponenti uroda. Realizacija heterozisa za urod moguća je izborom roditelja koji se razlikuju u komponentama uroda (Liu i Rao, 1997). Superiorno potomstvo moguće je izabrati iz križanja roditelja koji se razlikuju u jednom ili nekoliko svojstava (Barić i sur., 2000).

Cilj ovog istraživanja bio je: (i) procijeniti heterozis za pet kvantitativnih svojstava u 13 F1 generacija proizvedenih kombinacijom križanja između 10 različitih roditelja (ii) vrednovati genotipove (sorte, linije) koji su korišteni kao roditelji u kombinacijama križanja (iii) identificirati poželjne kombinacije križanja iz kojih je moguć izbor superiornog potomstva (linija).

## MATERIJALI I METODE

Deset genotipova ozime pšenice iz različitih oplemenjivačkih programa križano je međusobno u četiri recipročne kombinacije križanja i pet jednostavnih kombinacija (Tablica 1.) Pokus je posijan u vegetacijskoj godini 2000/2001. na pokusnom polju Maksimir Agronomskog fakulteta u Zagrebu. U pokus su uključena ukupno 23 genotipa: sedam sorti i tri linije ozime pšenice te 13 F1 generacija hibrida. Shema pokusa bila je slučajni blokni raspored u tri ponavljanja. Na 25 odabranih klasova,

**Tablica 1. Prikaz 10 roditeljskih genotipova (sorte, linije) ozime pšenice i 13 kombinacija križanja (četiri recipročne, pet jednostavnih)**

*Table 1. Overview of 10 parental genotypes (cultivars, lines) of winter wheat and 13 cross combinations (four reciprocal and five simple crosses)*

Roditelji Parents	Recipročna križanja Reciprocal crosses	Križanja Crosses
1. Banica - Bnc	1. Bnc x ZgB1	9. ZgM1 x Mhl
2. Kuna - Kn	2. ZgB1 x Bnc	10. ZgM1 x ZgB1
3. Magdalen - Mgd	3. Kn x ZgB1	11. Mhl x Kn
4. Lipa - Lp	4. ZgB1 x Kn	12. Cnc x Bnc
5. 232489 – ZgM1	5. Edt x Mgd	13. Lp x Osk
6. Edita - Edt	6. Mgd x Edt	
7. OSK 10/96 - Osk	7. Mgd x Mhl	
8. Zg 10262 – ZgB1	8. Mhl x Mgd	
9. Mihelca - Mhl		
10. Concordia - Cnc		

svakog genotipa iz svakog ponavljanja, analizirana su slijedeća kvantitativna svojstva: masa 1000 zrna, masa i broj zrna u klasu, duljina klasa i broj klasića u klasu. Provedena je ANOVA i procijenjen heterozis u kombinacijama križanja. Za procijenu heterozisa (Hs) i heterobeltiozisa (Hbs) za pet kvantitativnih svojstava korištene su formule:  $Hs = (F1-MP)/MP \times 100$ ;  $Hbs = (F1-BP)/BP \times 100$ , gdje je MP- prosječna vrijednost svojstva oba roditelja, F1 – vrijednost svojstva F1 generacije, BP – vrijednost svojstva boljeg roditelja u križanju.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

### *Fenotipska ekspresija kvantitativnih svojstava roditelja i F1 generacija*

Prosječne vrijednosti pet fenotipskih svojstava za 10 roditelja i 13 F1 generacija prikazane su na Tablici 2.

Roditeljski genotip s najvećom masom 1000 zrna bila je linija ZgM1 (38.61g), a od nje se nisu značajno razlikovale sorte Kuna i Magdalen ( 37.11 i 36.71 g), dok su najmanju masu 1000 zrna imale sorte Edita (26.09 g) i Mihelca (31.35 g).

Kombinacije križanja u kojima je utvrđena najveća masa 1000 zrna bile su:

Edita x Magdalen (44.72 g), ZgM1 x Mihelca (44.34 g), Magdalen x Mihelca (44.02 g), Mihelca x Kuna (40.78 g), te Magdalen x Edita (40.09 g). Visoke vrijednosti ovog svojstva rezultat su kombinacije gena između roditelja najveće i najmanje mase 1000 zrna, što je u skladu s istraživanjima (K r i s h n a i Andmand, 1992).

Od roditeljskih genotipova najveću masu zrna u klasu imala je sorta Concordia (2.62 g), a od nje se nije značajno razlikovala linija Osk (2.47 g). Značajno manja masa zrna u klasu od Concordie i linije Osk (ali još uvijek preko 2 grama) utvrđena je za sorte Banica (2.18 g) i Magdalen (2.07 g) te liniju ZgM1 (2.15 g). Najmanja masa zrna u klasu utvrđena je za sorte: Edita (1.51 g), Mihelca (1.71 g) i Kuna (1.83 g). U F1 generaciji najveća masa zrna u klasu utvrđena je u kombinacijama križanja: Edita x Magdalen (2.66 g), ZgM1 x ZgB1 (2.58 g), Concordia x Banica (2.48 g), Mihelca x Kuna (2.47 g). Križanja s najvećom masom zrna u klasu rezultat su različitih kombinacija između roditelja (oba roditelja visoke, oba roditelja niske produkcije, te između jednog roditelja visoke, a drugog niske produkcije klasa).

Najveći broj zrna u klasu od roditeljskih genotipova imala je Concordia (76.07), a od nje se nisu značajno razlikovale linije Osk (74.80) i Lipa (67.93). Najmanji broj zrna u klasu utvrđen je za sorte Kuna (49.20) i Mihelca (54.28). Kombinacije križanja u kojima je ostvaren najveći broj zrna u klasu bile su Banica x ZgB1 (69.78) i Concordia x Banica (65.60). Sorta Banica bila je uključena u obje kombinacije kao jedan od roditelja (majčinski ili očinski) i pokazala se kao odličan donator gena za povećan broj zrna u klasu. Velik broj zrna u klasu utvrđen je i u križanju Mihelca x Kuna (61.50), a rezultat je kombinacije između roditelja s najmanjim brojem zrna u klasu, što ukazuje na sposobnost pozitivne međusobne kombinacije gena.

M. Barić i sur.: Procjena heterozisa za važna kvantitativna svojstva u križanjima ozime pšenice (*Triticum aestivum* L.)

Sorta Magdalen je roditeljski genotip koji je imao najveću duljinu klasa (13.30 cm), a od nje se nije značajno razlikovala linija Osk (12.97cm). Najmanju duljinu klasa imale su sorte Kuna (9.90 cm), Edita (9.96 cm) i Mihelca (10.08 cm). Najdulji klas u F1 generaciji utvrđen je u recipročnim kombinacijama križanja između Magdalen i Edite (14.30;13.67 cm) i Magdalen i Mihelce (12.63;12.20 cm). Na osnovi rezultata ovog istraživanja i osobnog praktičnog iskustva može se zaključiti da je Magdalen poželjan donator gena za duljinu klasa.

**Tablica 2. Srednje vrijednosti 10 roditeljskih genotipova i 13 F1 generacija za pet kvantitativnih svojstava**

*Table 2. Average values of 10 parental genotypes and 13 F1 generations for five quantitative traits*

Svojstva Traits	Masa 1000 zrna (g)	Masa zrna/ klas (g)	Br. zrna/ klas	Duljina klasa (cm)	Br. klasića/ klas
Roditelji, F1 Parents, F1	1000 grain weight	Grain weight/sp ike	Grain no./spike	Spike length	No. spikelets/ spike
Banica - Bnc	35.62	2.18	61.00	10.47	23.13
Kuna - Kn	37.11	1.83	49.20	9.90	21.73
Magdalen - Mgd	36.71	2.07	61.40	13.30	23.00
Lipa - Lp	32.27	2.15	67.93	10.70	22.27
232489 – ZgM1	38.61	2.15	55.60	10.33	20.40
Edita - Edt	26.09	1.51	58.20	9.96	21.60
OSK 10/96 - Osk	33.08	2.47	74.80	12.97	23.73
Zg 10262 – ZgB1	33.69	1.99	59.00	11.10	23.47
Mihelca - Mhl	31.35	1.71	54.28	10.08	19.30
Concordia – Cnc	34.41	2.62	76.07	10.53	23.67
Bnc x ZgB1	30.38	2.10	69.78	11.43	25.92
ZgB1 x Bnc	32.32	1.77	54.67	10.87	23.40
Kn x ZgB1	35.65	2.08	58.40	11.10	23.33
ZgB1 x Kn	35.71	2.07	58.60	10.76	22.87
Edt x Mgd	44.72	2.66	59.47	13.67	23.20
Mgd x Edt	40.09	2.13	53.07	14.30	23.93
Mgd x Mhl	44.02	2.23	50.80	12.20	20.93
Mhl x Mgd	34.55	2.03	58.60	12.63	22.33
ZgM1 x Mhl	44.34	2.39	53.80	10.13	18.87
ZgM1 x ZgB1	42.36	2.58	61.27	11.07	21.87
Mhl x Kn	40.78	2.47	61.50	10.87	21.40
Cnc x Bnc	37.84	2.48	65.60	11.37	23.87
Lp x Osk	38.63	1.98	51.07	11.23	22.93
<i>LSD 5%</i>	4.15	0.26	8.38	1.58	1.64

M. Barić i sur.: Procjena heterozisa za važna kvantitativna svojstva u križanjima ozime pšenice (*Triticum aestivum* L.)

Tablica 3. Procjene heterozisa (Hs) i heterobeltiozisa (Hbs) u 13 F1 generacija križanja za pet kvantitativnih svojstava (%)

Table 3. Evaluation of heterosis (Hs) and heterobeltiosis (Hbs) for five quantitative traits in 13 F1 generations from cross combinations (%)

Svojstva Traits	Masa 1000 zrna	Masa zrna/ klas	Broj zrna/ klas	Duljina klasa	Broj klasića/klas
Križanja Crosses	1000 grain weight	Grain weight/spike	Grain no./spike	Spike length	No.of spikelets/spike
<b>Bnc x ZgB1</b>					
Hs%	-12.35*	0.84	16.30*	5.93	11.24*
Hbs%	-14.71*	-3.67	1.44*	2.97	10.44*
<b>ZgB1 x Bnc</b>					
Hs%	-6.75	-15.31*	-8.88*	0.74	4.35
Hbs%	-9.26	-18.81*	-10.38*	-2.07	-0.30
<b>Kn x ZgB1</b>					
Hs%	0.71	8.90	7.95	5.71	3.23
Hbs%	-3.93	4.52	-1.02	0.00	-0.60
<b>ZgB1 x Kn</b>					
Hs%	0.88	8.38	8.32	2.48	1.19
Hbs%	-3.77	4.02	-0.68	-3.06	-2.56
<b>Edt x Mgd</b>					
Hs%	42.44*	48.60*	-0.55	17.54*	4.04
Hbs%	21.72*	28.50*	-3.14	2.78	0.87
<b>Mgd x Edt</b>					
Hs%	27.69*	18.99*	-11.25*	22.96*	7.31*
Hbs%	10.67*	2.90	-13.57*	7.52	4.04
<b>Mgd x Mhl</b>					
Hs%	29.30*	17.99*	-12.17*	4.36	-1.04
Hbs%	19.81*	7.73	-17.26*	-8.27	-9.00
<b>Mhl x Mgd</b>					
Hs%	1.48	7.41	1.31	8.04	5.58
Hbs%	-6.42	-1.93	-4.56	-5.04	-2.91
<b>ZgM1 x Mhl</b>					
Hs%	26.76*	23.83*	-2.07	-0.78	-4.94
Hbs%	14.84*	11.16*	-3.24	-1.94	-7.50
<b>ZgM1 x ZgB1</b>					
Hs%	17.18*	26.64*	6.93	3.26	-0.32
Hbs%	9.71*	20.00*	3.85	-0.27	-6.82
<b>Mhl x Kn</b>					
Hs%	19.14*	39.55*	18.67*	8.81	5.42
Hbs%	9.89*	34.97*	13.12*	7.84	-1.52
<b>Cnc x Bnc</b>					
Hs%	8.11	3.33	-27.94*	8.29	2.01
Hbs%	6.23	-5.34	-31.26*	7.98	0.84
<b>Lp x Osk</b>					
Hs%	18.21*	-14.29*	-28.07*	-5.15	-0.30
Hbs%	16.78*	-19.84*	-31.72*	-13.42	-3.37
<b>Prosjek svojstava Traits average</b>					
Hs%	12.86	13.45	-2.42	6.32	2.91
Hbs%	5.50	4.94	-7.57	-0.38	-1.41

Najveći broj klasića u klasu imali su roditeljski genotipovi: linija Osk (23.73), sorta Concordia (23.67), linija ZgB1 (23.47), te sorte Banica (23.13) i Magdalen (23.00). Najmanji broj klasića utvrđen je za sortu Mihelca (19.30) i liniju ZgM1 (20.40). Najveći broj klasića u klasu utvrđen je u F1 generacijama križanja: Banica x ZgB1 (25.92), Magdalen x Edita (23.93), Concordia x Banica (23.87), ZgB1 x Banica (23.40) i Kuna x ZgB1 (23.33). Velik broj klasića u klasu u F1 generaciji rezultat su kombinacije između roditelja koji su imali velik broj klasića u klasu.

Za masu 1000 zrna utvrđen je signifikantni pozitivni heterozis (Hs, Hbs) u sedam kombinacija križanja (Edita x Magdalen, Magdalen x Edita, Magdalen x Mihelca, ZgM1 x Mihelca, ZgM1 x ZgB1, Lipa x Osk, Mihelca x Kuna), dok je negativni heterozis utvrđen samo u kombinaciji križanja Banica x ZgB1. Procijenjen pozitivni heterozis u kombinacijama križanja ukazuje na veću vjerojatnost izdvajanja linija s visokim urodom. Masa 1000 zrna važna je komponenta uroda koja se gotovo ne može kompenzirati drugim komponentama, što su potvrdili u istraživanjima Liu i Li (1994). Pozitivni heterozis za masu 1000 zrna rezultat je krupnog pšena utvrdio je Morgan (1998).

Za masu zrna u klasu utvrđen je signifikantni pozitivni heterozis (Hs, Hbs) u četiri kombinacije križanja (Edita x Magdalen, Mihelca x Kuna, ZgM1 x ZgB1, ZgM1 x Mihelca), a heterozis (Hs) je utvrđen u križanjima između Magdalen (majčinski roditelj) te sorti Edita i Mihelca (očinski roditelj). Majčinski učinak sorte Magdalen za masu 1000 zrna i masu zrna u klasu očit je u kombinaciji sa sortom Mihelcom. Dok je majčinski učinak sorte Edita procijenjen u recipročnom križanju sa sortom Magdalen.

Za broj zrna u klasu signifikantni pozitivan heterozis (Hs, Hbs) utvrđen je u samo dvije kombinacije križanja (Mihelca x Kuna i Banica x ZgB1), dok je negativni signifikantni heterozis (Hs, Hbs) utvrđen u pet kombinacija križanja (Lipa x Osk, Concordia x Banica, Magdalen x Mihelca, Magdalen x Edita, ZgB1 x Banica). Morgan (1998) u svojim istraživanjima navodi da je negativni heterozis rezultat jačeg učinka negativnih gena prisutnih u oba roditelja.

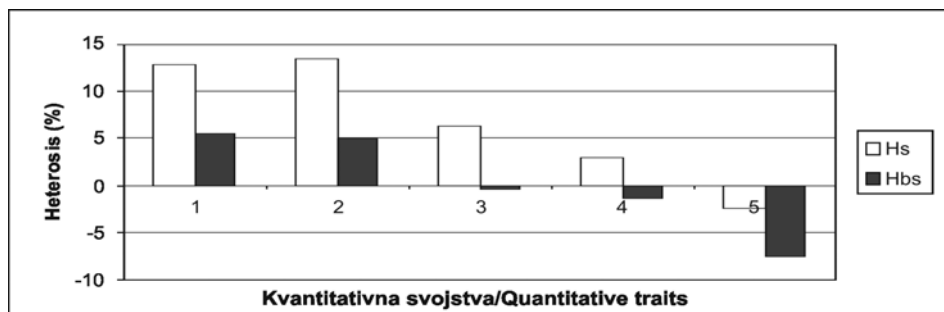
Za duljinu klasa i broj klasića u klasu utvrđen je signifikantni heterozis (Hs) za križanje Magdalen x Edita, a samo za duljinu klasa u kombinaciji Edita x Magdalen. Pozitivni heterozis (Hs, Hbs) za broj klasića u klasu utvrđen je i u kombinaciji križanja Banica x ZgB1.

Procijenjene su visoke vrijednosti heterozisa u tri kombinacije križanja za veći broj komponenti uroda. Visoki heterozis (Hs) procijenjen je u križanju Edita x Magdalen za masu 1000 zrna i masu zrna u klasu. Pozitivni heterozis (Hs, Hbs) procijenjen je u križanja Mihelca x Kuna za masu 1000 zrna, masu i broj zrna u klasu, a u križanju Magdalen x Edita heterozis (Hs) je procijenjen za masu 1000 zrna, masu zrna u klasu, duljina klasa i broj klasića u klasu.

Procijenjene vrijednosti heterozisa (Hs, Hbs), za pet svojstava (prosjeck svih 13 F1 generacija) prikazan je na Grafu 1. Pozitivni heterozis (Hs, Hbs), utvrđen je za masu 1000 zrna i masu zrna u klasu, a samo heterozis (Hs) za duljinu klasa i broj klasića u klasu. Za broj zrna u klasu utvrđen je negativan heterozis (Hs, Hbs). Rezultati provedenog istraživanja sukladni su rezultatima istraživanja Barić i sur. (2004), te Akbar i sur. (2007).

**Graf 1. Procijenjeni heterozis (Hs) i heterobeltiozis (Hbs) (prosjeak 13 F1 generacija) za pet kvantitativnih svojstava (%)**

Figure 1. Estimated heterosis (Hs) and heterobeltiosis (Hbs) (average of 13 F1 generations) for five quantitative traits (%)



Opis grafa: Kvantitativna svojstva: (1) Masa 1000 zrna, (2) Masa zrna/klas, (3) Duljina klasa, (4) Broj klasića/klas, (5) Broj zrna/klas

Quantitative traits : (1) 1000 grain weight, (2) Grain weight/spike, (3) Spike length, (4) Number of spikelets/spike, (5) Number of grain/spike

## ZAKLJUČAK

Roditelji koji su korišteni u kombinacijama križanja razlikuju se u svojstvima. Sorta Banica, linija Osk i sorta Magdalen imale su visoke srednje vrijednosti za najviše svojstava, dok su sorte Mihelca, Edita i Kuna za veći broj svojstava imale niske srednje vrijednosti. Recipročna križanja Edita x Magdalen i Magdalen x Edita, zatim križanja Magdalen x Mihelca, Mihelca x Kuna, ZgM1x Mihelca i ZgM1x ZgB1, kombinacije su križanja u kojima je utvrđena visoka srednja vrijednost za više svojstava.

Procijenjen pozitivni heterozis i visoka srednja vrijednost za veći broj svojstava u križanjima Edita x Magdalen, Mihelca x Kuna i Magdalen x Edita, pokazatelji su prema kojima se iz populacija navedenih križanja može očekivati izbor novih linija s poželjnim svojstvima.

Pozitivni heterozis (Hs, Hbs) procijenjen je za masu 1000 zrna i masu zrna u klasu, a negativni za broj zrna u klasu.

## EVALUATION OF HETEROZIS FOR IMPORTANT QUANTITATIVE TRAITS IN CROSSES OF WINTER WHEAT (*Triticum aestivum* L.)

### SUMMARY

Ten winter wheat genotypes from different breeding programs were used as parents for cross combinations. Thirteen F1 generations from cross combinations were

analysed. Heterosis (Hs) and heterobeltiosis (Hbs) were evaluated for five quantitative traits (1000 grain weight, grain weight and grain number per spike, spike length, number of spikelets per spike). Positive heterosis (Hs, Hbs) in F1 generation (average for all cross combinations) was found for grain weight per spike (13.45 ; 4.94 %) and 1000 grain weight (12.86 ; 5.50 %), and negative heterosis for grain number per spike (-2.42 ; -7.57 %). For cross combination Edita x Magdalen high positive heterosis (Hs) for grain weight per spike (48.60 %) and 1000 grain weight (42.44 %) was established. Positive heterosis for several traits was also evaluated in cross combinations Mihelca x Kuna and Magdalen x Edita. Populations from cross combinations in which high average values and positive heterosis for several traits were found are those from which selection of lines with desirable traits are expected.

Keywords: heterosis, heterobeltiosis, quantitative traits, wheat

#### LITERATURA – REFERENCES

1. Akbar, M., Khan, M. A., Aziz-ur-Rehman, Ahmad, N. (2007): Heterosis and heterobeltiosis for improvement of wheat grain yield. *J. Agric. Res.*, 45 (2) pp.87-94.
2. Barić, M., Martinić-Jerčić, Z., Šarčević, H., Kereša, S. (2000): Genetic analysis of some quantitative traits in domestic winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.). Book of abstracts of the 6th International wheat conference, Budapest, Hungary, pp. 245.
3. Barić, M., Šarčević, H., Kereša, S. (2004): Analysis of yield components of F1 hybrids of crosses between spring and winter wheat types (*Triticum aestivum* L.). *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Vol. 69 (1) pp.11-15.
4. Briggles, L.W. (1963): Heterosis in wheat – a review. *Crop Sci.*, 3: 407- 411.
5. Jordaan, J.P., Engelbrecht, S.A., Malan, J.H. and Knobel, H.A. (1999): Wheat and heterosis. In: *Genetic and Exploitation of Heterosis in Crops* (Coors C.G. and Pandey s., eds) American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin: 439 - 450.
6. Krishna, R. and Anmad, Z. (1992): Heterosis for yield components and developmental traits in spring wheat. *Genetika* 24: 127-132.
7. Liu, Z.Q. and Li, Y.C. (1994): Heterosis of grain weight in wheat hybrids with *Triticum thimopheevi* cytoplasm. *Euphatica* 75:189 -193.
8. Melchinger, A.E. (1999): Genetic diversity and heterosis. In: *Genetic and Exploitation of Heterosis in Crops* (Coors C.G. and Pandey S., eds). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin: 439-450.
9. Milohnić, J. (1967): Heterozis i korištenje hibrida u proizvodnji pšenice. *Agronomski glasnik* 1:21-28, Zagreb.
10. Morgan, C.L. (1998): Mid-parent advantage and heterosis in F1 hybrids of wheat from crosses among old and modern varieties. *J. of Agric. Sci.* 130: 287-295.
11. Saakyn, G.A. (1991): Genetic basis of heterosis in wheat. *Soviet Genetics* 26: 808 - 814.

**Adresa autora – Author's address:**

Prof. dr. sc. Marijana Barić  
Ivanka Habuš Jerčić, dipl. ing.  
Doc. dr. sc. Snježana Kereša  
Doc. dr. sc. Hrvoje Šarčević  
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Zavod za oplemenjivanje bilja, genetiku, biometriku i eksperimentiranje  
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb  
E-mail: mbaric@agr.hr

**Primljeno – Received:**

20. 03. 2008.