

NASLEĐIVANJE OSOBINA KLASA KOD HIBRIDA VIŠEREDOG I DVOREDOG JEČMA

Milomirka Madić, Vladeta Stevović, Aleksandar Paunović, Dragan Đurović

Agronomski fakultet, Čačak, e-mail: mmadic@tfc.kg.ac.yu

Izvod: U 4x4 dialelnom ukrštanju bez recipročnih (HVW-247, Partizan, NS-293 i Japanska 15) proučavan je način nasleđivanja, efekat gena i kombinacione sposobnosti za dužinu klasa i broj klasića po klasu u F_1 i F_2 generaciji.

Za ocenjivanje načina nasleđivanja primenjen je test signifikantnosti srednjih vrednosti u odnosu na roditeljski prosek. Analiza varijanse kombinacionih sposobnosti je urađena po metodu za nepotpuni dialel (Griffing, 1956).

Kod hibrida višeredih i dvoredih ječmova u F_1 generaciji preovladavao je intermedijarni oblik klasa, pošto se broj fertilnih klasića u bočnim redovima keretao od 2 - 50, dok su u F_2 generaciji dvorede forme klasa bile dominantne. Srednje vrednosti dužine klasa i broja klasića po klasu u F_1 i F_2 generaciji kod većine kombinacija ukrštanja se približavaju roditelju sa većom dužinom klasa, odnosno većim brojem klasića po klasu.

Način nasleđivanja datih svojstava je bio parcijalna dominacija, dominacija ili superdominacija, zavisno od kombinacije ukrštanja.

Analiza kombinacionih sposobnosti je pokazala da su dužina klasa i broj klasića po klasu uslovljeni genima sa aditivnim i neaditivnim delovanjem. Odnos OKS/PKS u obe generacije ispitivanja ukazuje na preovladavanje aditivnih gena u nasleđivanju datih osobina.

Sorta NS-293 je roditelj koji ima najveću srednju vrednost za oba ispitivana svojstva i pokazao se kao najbolji opšti kombinator, te se može koristiti kao roditelj u programima oplemenjivanja višeredog ječma na povećanu dužinu klasa i broj klasića po klasu.

Ključne reči: ječam, nasleđivanje, varijabilnost, kombinacione sposobnosti

Uvod

Ječam je važna poljoprivredna kultura za ravničarska i brdsko-planinska područja. Jedan od osnovnih zadataka selekcije, za unapređenje proizvodnje ječma je stvaranje genotipova visokog potencijala rodosti izraženog preko komponenata prinosa u odgovarajućim uslovima spoljne sredine.

Raznovrsna upotreba ječma određuje i smer oplemenjivanja. Kao jedan od pravaca u oplemenjivanju Stojanović i sar. (1998), Maksimović i sar. (1999) navode da je nekada i poželjno ukrštanje višeredih i dvoredih ječmova, s ciljem da se u višeredu sorte, koje su po pravilu stočne, ugrade dobre osobine dvoredih, pre svega krupno i ujednačeno zrno i veća plodnost klasića po klasu. Imajući u vidu složenost prinosa kao osobine, poligeni način nasleđivanja i razne interakcije Pržulj i Momčilović (1999) ističu da i manja povećanja prinosa i kvaliteta ječma predstavljaju veliki napredak u selekciji. Matiniello et al. (1987) zaključuju da povećanje prinosa zrna novih sorti dvorednog ječma zavisi

podjednako od povećanja biomase i poboljšanja žetvenog indeksa, dok povećanje prinosa zrna višeredog ječma više zavisi od poboljšanja žetvenog indeksa.

Dužina klasa, njegova zbijenost i broj redova zrna u klasu utiču na broj i veličinu zrna. Choo et al. (1980), Pržulj i Momčilović (1995), smatraju da broj zrna predstavlja jednu od najvažnijih komponenti prinosa. Sinha et al. (1985) predlažu strogu selekciju ječma u ranijim generacijama na duži klas i povećan broj zrna po klasu, dok bi sledeći stepen u selekciji bio povećanje mase 1000 zrna i mase zrna po klasu.

Kako su dužina kalasa i broj klasića po klasu važne komponente prinosa ječma, potrebno je utvrditi način nasleđivanja, efekat gena, kao i pronaći roditelje koji će biti najbolji kombinatori za ova svojstva i ukazati na najbolja potomstva.

Analiza dialelnih ukrštanja, omogućava da se utvrde kombinacione sposobnosti, odnosno najbolji roditelji i kombinacije ukrštanja i daje uvid u mehanizme nasleđivanja kvantitativnih svojstava.

Cilj rada je bio da se ispita efekat gena i kombinacione sposobnosti dužine klasa i broja klasića po klasu u F_1 i F_2 generaciji kod ukrštanja višeredih i dvoredih ječmova.

Materijal i metod rada

Za ispitivanje načina nasleđivanja i kombinacionih sposobnosti dužine klasa i broja klasića po klasu za ukrštanja su odabrani genotipovi višerednog (*Hordeum polystichum* v. *pallidum*) HVW-247 i Partizan i dvorednog (*Hordeum distichum* v. *pallidum*) NS-293 i (*Hordeum distichum* v. *zeocrithon*) Japanska-15 ječma. Roditelji su se razlikovali u pogledu dužine i zbijenosti klasa kao i broja klasića po klasu.

Dialelna ukrštanja, isključujući recipročna, vršena su na oglednom polju Centra za strna žita u Kragujevcu, gde je dobijeno 6 hibridnih kombinacija u F_1 i F_2 generaciji. Hibridni materijal i roditelji zasejani su po slučajnom blok sistemu, u tri ponavljanja. Setva je obavljena po principu retke setve u redove dužine 1m, sa razmakom između redova 20cm i rastojanjem biljaka u redu od 10cm. Time su bili obezbeđeni podjednaki uslovi gajenja za sve biljke u posmatranim generacijama.

Za analizu dužine klasa i broja klasića po klasu je uzet slučajan uzorak, u fazi pune zrelosti i to za roditelje i F_1 generaciju (3x10) ukupno 30 biljaka, a F_2 (3x50) ukupno 150 biljaka.

Za ocenjivanje načina nasleđivanja primenjen je test signifikantnosti srednjih vrednosti u odnosu na roditeljski prosek (Kraljević-Balalić i sar. 1991). Analiza varijanse kombinacionih sposobnosti je urađena po metodu 2, matematički model I, za nepotpuni dialel (Griffing, 1956).

U kombinacijama ukrštanja višeredih i dvoredih formi ječma, na 100 klasova određen je tip klasa (dvoredi, šestoredi ili intermedijarni), na osnovu broja normalno razvijenih plodnih klasića od tri koji se nalaze na usecima kolenaca klasnog vretena, a na osnovu njega nasleđivanje broja redova zrna. Kod višeredih formi ječma svi klasci na klasnom vrtenu su plodni, raspoređeni u šest pravilnih redova, tako da klas u poprečnom preseku obrazuje šestokraku zvezdu. Kod intermedijarnih formi ječma centralni klasci su plodni, bočni

delimično plodni ili neplodni, dok se dvoredne forme ječma odlikuju se plodnošću samo centralnih klasaka.

Rezultati i diskusija

Broj redova zrna po klasu. Ukršteni su genotipovi različite forme klasa pa se dobijeno potomstvo razlikovalo u pogledu broja redova zrna po klasu. U kombinacijama ukrštanja HVW-247 x Japanska15 i Partizan x Japanska 15 dobijeno potomstvo u F_1 generaciji je intermedijarnog tipa klasa. Usled manje ili veće fertlnosti bočnih klasaka hibridi imaju pored dobro razvijenih zrna u centralnim redovima i odgovarajući broj zrna u klascima bočnih redova.

Broj fertilnih bočnih redova je varirao, te se razlikovao oblik klasa unutar jednog bokora. Klasovi na primarnom stablu imali su više zametnutih zrna u bočnim redovima pa su po obliku klasa i broju redova bliži višeredom roditelju, dok su klasovi na sekundarnim stablima bili sa manjim brojem zrna u bočnim redovima.

Najveći broj klasova (35) je bio sa 16 do 25 fertilnih klasaka, dok je kod 24 analizirana klasa bilo od 26 do 45 fertilnih klasaka u bočnim redovima (Tab.1).

Tabela 1. Stepen fertlnosti bočnih redova ječma

Table 1. Fertility level of lateral rows in barley

Klase-fertlnosti Fertility classes	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45
Broj klasova Spike number	12	15	14	18	17	12	5	3	4

Pored dvorednih klasova sa fertilnim bočnim klascima bilo je i šestorednih klasova sa slabije razvijenim bočnim zrnima. U ukrštanjima HVW-247 x NS-293 dominirao je dvoredni tip klasa u F_1 generaciji.

Govoreći o karakteru hibrida dobijenih ukrštanjem višerednih i dvorednih formi ječma Maksimović (1972) i Madić (1995) ukazuju da veća ili manja fertlnost bočnih klasaka zavisi od toga koja je forma dvorednog ječma učestvovala u ukrštanju. Ako se ukrste forme dvorednog ječma koje se odlikuju vrlo zbijenim klasom (Japanska 15) i višeredne forme dugog rastresitog klasa u F_1 generaciji javlja se veliki procenat fertilnih bočnih klasova.

Dužina klasa i broj klasića po klasu. Značajna mogućnost povećanja genetičkog potencijala za prinos je i u povećanju dužine klasa. Denčić (1990) ističe da u ukrštanjima genotipova različitih tipova klasova treba odabrati najproduktivniji.

Između srednjih vrednosti ispitivanih genotipova postoji značajna razlika za dužinu klasa i broj klasića po klasu. Najveću dužinu klasa i najveći broj klasića imala je sorta NS-293, najmanju dužinu klasa Japanska 15, a najmanji broj klasića po klasu imao je genotip HVW-247. U F_1 i F_2 generaciji dužina klasa je intermedijarna ili je bliža roditelju sa većom dužinom klasa. Kod hibridnih kombinacija došlo je do neznatnog povećanja srednjih vrednosti broja klasića po kasu. Najveći broj klasića po klasu i dužinu klasa imale su kombinacije ukrštanja u koje je kao roditelj bila uključena sorta NS-293 (Tab.2).

Tabela 2. Statistički parametri i nasleđivanje dužine klasa i broja klasića po klasu kod ječma

Table 2. Statistical parameters and inheritance of spike length and spikelet number per spike in barley

Kombinacija Combination	Generacija Generation	Dužina klasa Spike length		Broj klasića po klasu Spikelet number per spike	
		$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	V(%)	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$	V(%)
K-1	P ₁	9.2±0.15	12.50	23.5±0.45	15.04
HVW-247	F ₁	10.6±0.26 d	11.46	25.7±0.30 pd	9.23
X	F ₂	10.4±0.30 d	12.20	27.1±0.20 od	11.88
Partizan	P ₂	10.4±0.12	8.90	26.3±0.30	9.02
K-2	P ₁	9.2±0.15	12.50	23.5±0.45	15.04
HVW-247	F ₁	11.2±0.15 pd	12.50	29.4±0.39 pd	10.90
X	F ₂	11.0±0.13 pd	12.65	28.1±0.22 pd	14.45
NS-293	P3	11.8±0.17	11.32	30.9±036	8.90
K-3	P ₁	9.2±0.15	12.50	23.5±0.45	15.04
HVW-247	F ₁	9.2±0.15 d	12.50	28.0±0.31 pd	9.40
X	F ₂	9.1±0.10 d	15.70	28.1±0.28 pd	14.26
Jap. 15	P4	7.5±0.16	15.90	29.4±0.41	11.45
K-4	P ₂	10.4±0.12	8.90	26.3±0.30	9.02
Partizan	F ₁	11.5±0.18 d	10.90	28.9±0.32 d	9.00
X	F ₂	11.1±0.10 pd	11.56	29.0±0.28 d	13.01
NS-293	P3	11.8±0.17	11.32	30.9±036	8.90
K-5	P ₂	10.4±0.12	8.90	26.3±0.30	9.02
Partizan	F ₁	9.4±0.11 pd	9.23	28.8±0.32 d	9.04
X	F ₂	9.1±0.12 pd	17.9	29.9±0.24 od	10.50
Jap. 15	P4	7.5±0.16	15.90	29.4±0.41	11.45
K-6	P3	11.8±0.17	11.32	30.9±036	8.90
NS-293	F ₁	10.1±0.17 pd	7.51	31.7±0.42	10.71
X	F ₂	10.0±0.13 pd	16.61	30.6±0.33	13.11
Jap. 15	P4	7.5±0.16	15.90	29.4±0.41	11.45
F ₁ LSD	0.05		0.65		2.27
	0.01		0.90		3.12
F ₂ LSD	0.05		0.56		1.78
	0.01		0.77		2.44

d-dominance

pd-partial dominance

od-overdominance

Varijabilnost dužine klasa i broja kalsića po klasu kod roditelja nije velika. Najveću varijabilnost za dužinu klasa imao je genotip Japanska 15(15,9%), a za broj klasića po klasu HVW-247 (15,04%), odnosno genotipovi sa najmanjom dužinom klasa i najmanjim brojem klasića. Varijabilnost F₁ generacije za oba ispitivana svojstva je uglavnom u okviru roditeljskih sorti, dok se F₂ odlikuje većom varijabilnošću. Na niske vrednosti varijabilnosti primarnog klasa ukazao je i Lalić (1988).

Ocenjujući način nasleđivanja datih svojstava u ukrštanjima gde su se roditelji značajno razlikovali utvrđena je parcijalna dominacija, dominacija ili superdominacija, sa preovladavanjem parcijalne dominacije. Na parcijalnu dominaciju nasleđivanja datih osobina ukazali su Chauhan (1985), Madić (1995), Madić i sar. (2004), dok Maksimović i sar. (1999) ukazuju na dominaciju veće dužine klasa i broja klasića (Tab.3).

Tabela 3. ANOVA kombinacionih sposobnosti za dužinu klasa i broj klasića po klasu kod ječma (F_1 i F_2)

Table 3. ANOVA of the combining abilities for spike length and spikelet number per spike in barley (F_1 and F_2)

Dužina klasa - <i>Spike length</i>						
Gener.	Izvor variranja <i>Source of variation</i>	DF	MS	Fe	Ft 0.05	0.01
F_1	OKS-GCA	3	3.52	70.40**	3.16	5.19
	PKS-SCA	6	0.15	3.00*	2.66	4.01
	Greška-Error	18	0.05			
	OKS/PKS-GCA/SCA			27.13		
F_2	OKS-GCA	3	5.94	169.71**		
	PKS-SCA	6	0.18	4.50**		
	Greška-Error	18	0.04			
	OKS/PKS - GCA/SCA			33.01		
Broj klasića po klasu - <i>Spikelet number per spike</i>						
F_1	OKS-GCA	3	12.95	22.32**	3.16	5.19
	PKS-SCA	6	4.78	4.78**	2.66	4.01
	Greška-Error	18	0.58			
	OKS/PKS-GCA/SCA			4.59		
F_2	OKS-GCA	3	18.41	63.48**		
	PKS-SCA	6	1.56	5.40**		
	Greška-Error	18	0.29			
	OKS/PKS - GCA/SCA			28.48		

Analiza varijanse kombinacionih sposobnosti za dužinu klasa i broj klasića po klasu u F_1 i F_2 generaciji ukazuje na visoko značajne varijanse opštih kombinacionih sposobnosti (OKS). Varijansa posebnih kombinacionih sposobnosti (PKS) je za dužinu klasa u F_1 generaciji značajna, dok je u F_2 visoko značajna. Varijanse PKS za broj klasića po klasu su visoko značajne u obe generacije. Ova analiza je pokazala da su dužina klasa i broj klasića po klasu uslovljeni genima sa aditivnim i neaditivnim, odnosno dominantnim delovanjem. U obe generacije istraživanja i za oba ispitivana svojstva varijansa OKS bila je veća od varijanse PKS što ukazuje na preovladavanje aditivnih gena u nasleđivanju datih osobina (Tab.3).

Sorta NS-293 je roditelj koji ima najveću srednju vrednost za ispitivane osobine i pokazao se kao najbolji opšti kombinator. Značajnu negativnu vrednost za dužinu klasa imao je genotip Japanska15, što se može tumačiti time da je to genotip kratkog, ali zbijenog klasa. Japanska15 je imala i značajnu pozitivnu vrednost OKS za broj klasića po klasu (Tab. 4).

Najbolje vrednosti PKS za oba ispitivana svojstva imala je kombinacija ukrštanja Partizan x NS-293 (Tab. 5).

Tabela 4. Vrednosti OKS za dužinu klasa i broj klasića po klasu kod ječma (F_1 i F_2)
Table 4. SCA values for spike length and spikelet number per spike in barley (F_1 and F_2)

Roditelji Parents	Dužina klasa Spike length				Broj klasića po klasu Spikelet number per spike			
	F_1		F_2		F_1		F_2	
	OKS-GCA	Rang Rank	OKS-GCA	Rang Rank	OKS-GCA	Rang Rank	OKS-GCA	Rang Rank
HVW-247	-0.10	3	-0.15	3	-1.73**	4	-1.83**	4
Partizan	0.23	2	0.25*	2	-0.82	3	-0.55	3
NS-293	0.75**	1	1.07**	1	1.82**	1	1.66**	1
Jap.15	-0.85**	4	-1.01**	4	0.93*	2	0.97**	2
SE	0.12		0.11		0.44		0.43	
LSD 005	0.24		0.22		0.89		0.87	
001	0.33		0.30		1.20		1.18	

Tabela 5. Vrednosti PKS za dužinu klasa i broj klasića po klasu kod ječma (F_1 i F_2)
Table 5. SCA values for spike length and spikelet number per spike in barley (F_1 and F_2)

Kombinacije Combination	Dužina klasa Spike length		Broj klasića po klasu Spikelet number per spike	
	PKS - SCA		PKS - SCA	
	F_1	F_2	F_1	F_2
HVW-247 x Partizan	0.24	0.20	0.01	0.84
HVW-247 x NS-293	0.28	0.57*	0.53	-0.36
HVW-247 x Jap.15	0.02	-0.15	0.65	0.12
Partizan x NS-293	0.26	1.46**	0.77	1.76**
Partizan x Jap.15	0.33	0.04	0.67	0.40
NS-293 x Jap.15	0.32	0.19	0.16	0.70
SE	0.25	0.24	0.64	0.62
LSD 0.05	0.51	0.50	1.30	1.27
0.01	0.68	0.67	1.76	1.70

Zaključak

U 4x4 dialelnom ukrštanju bez recipročnih proučavanja način nasleđivanja, efekat gena i kombinacione sposobnosti za dužinu klasa i broj klasića po klasu u F_1 i F_2 generaciji. Kod hibrida višeredih i dvoredih ječmova u F_1 generaciji preovladavao je intermedijarni oblik klasa, pošto se broj fertilnih klasića u bočnim redovima keretao od 2-50, dok su u F_2 generaciji dvorede forme klasa bile dominantne.

Srednje vrednosti dužine klasa i broja klasića po klasu u F_1 i F_2 generaciji se uglavnom približavaju roditelju sa većom dužinom klasa, odnosno većim brojem klasića po klasu.

Način nasleđivanja datih svojstava je bio parcijalna dominacija, dominacija ili superdominacija, zavisno od kombinacije ukrštanja. Analiza kombinacionih sposobnosti je pokazala da su dužina klasa i broj klasića po klasu uslovljeni

genima sa aditivnim i neaditivnim delovanjem. Odnos OKS/PKS u obe generacije ukazuje na preovladavanje aditivnih gena u nasleđivanju datih osobina.

Sorta NS-293 je roditelj koji ima najveću srednju vrednost za ova svojstva i pokazao se kao najbolji opšti kombinator, te se može koristiti u programima oplemenjivanja višeredog ječma na povećanu dužinu klasa i broj klasića po klasu.

Najbolje vrednosti PKS za oba ispitivana svojstva imale su kombinacije gde je jedan od roditelja bila uključena sorta NS-293, a visoko značajnu vrednost imala je kombinacija ukrštanja Partizan x NS-293.

Literatura

- Chauhan B. P. S. (1985): Heterosis and combining ability in barley. *Acta Agronomica Scientiarum Huangularicae*, 34, 286-293.
- Choo T. M., Reinbergs E., Park S. J. (1980): Studies on coefficient of variation of yield components and character association by Path coefficient analysis in barley under row and hill plot conditions. *Z. Pflanzenzuchtung*, 84, 107-114.
- Denčić S. (1990): Oplemenjivanje pšenice promenom arhitekture klasa. *Savremena poljoprivreda*, 38, 1-2, 137-144.
- Griffing B. (1956): Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *division of plant industry. C.S.I.R.O., Canberra*, 461-493.
- Kraljević-Balalić Marija, Petrović S., Vapa Ljiljana (1991): *Genetika. Poljoprivredni i Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad*.
- Lalić A. (1988): Usporedna analiza komponenata prinosa i prinosa zrna ječma F₃ populacija dvoredog i višeredog tipa. *Magistarski rad, Poljoprivredni institut Osijek*.
- Madić Milomirka (1995): Nasleđivanje osobina klasa i rodosti zrna kod hibrida ječma (*Hordeum vulgare* L.). *Magistarski rad. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd*.
- Madić Milomirka, Đurović D., Paunović, A. (2004): Genetička analiza komponenti prinosa u ukrštanjima dvorednih i šestorednih ječmova. *Acta Agriculturae Serbica*, IX, 17, 157-164.
- Maksimović D. (1972): Nasleđivanje broja redova zrna i kvantitativnih osobina kod ječma. *Agronomski glasnik* 1-2, 43-50.
- Maksimović D., Urošević D., Paunović A. (1999): Proučavanje nekih osobina varijeteta ječma u F₁ generaciji. *II Kongres genetičara, Soko Banja*. 163.
- Martiniello P., Delogy G., Odoardi M., Boggini G., Stanca A. M. (1987): Breeding progress in grain yield and selected agronomic characters of Winter barley (*H. vulgare* L.) over the last quarter of century. *Plant Breeding*, 99, 289-294.
- Pržulj N., Momčilović Vojislava (1995): Oplemenjivanje pivskog ječma. *Pivarstvo* 28:3-4: 161-163.
- Pržulj N., Momčilović Vojislava (1999): Stanje i perspektive u oplemenjivanju pivskog i stočnog ječma. *Zbornik radova, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 31, 111-120.
- Sinha B. C., Saha B. C., and Roy R. P. (1985): Selection schemes in barley. *Genetika*, 40, 2, 107-118.
- Stojanović Ž, Dodig D., Stanković S., Petrović R. (1998): Importance of six-rowed spike for increasing in genetic fertility potential of barley. *Breeding of Small Grains. Proceedings. Kragujevac*, 209-215.

INHERITANCE OF SPIKE TRAIT MULTI-ROWED AND TWO-ROWED BARLEY HYBRIDS

Milomirka Madić, Vladeta Stevović, Aleksandar Paunović, Dragan Đurović

Faculty of Agriculture, Čačak, e-mail: mmadic@tfc.kg.ac.yu

Summary: In a 4x4 diallel crossing experiment without the reciprocals (HVW-247, Partisan, NS-293 and Jap.-15) the mode of inheritance, the gene effect and combining abilities for the spike length and spikelet number per spike in F_1 and F_2 generations were investigated.

Testing of the significance of means in relation to the parental mean was used for the determinations of the mode inheritance. Analysis of variance for combining abilities was made by using the incomplete diallel method (Griffing, 1956).

In the hybrids obtained from multi- and two-rowed barleys, an intermediary spike form predominated in the F_1 generation, due to the fact that the number of fertile spikelets in lateral rows ranged from 2-50, and two-rowed spike forms dominated in the F_2 generation. The means for the spike length and spikelet number per spike in the F_1 and F_2 generations were intermediary or approached the parent with a higher spike length or a higher spikelet number per spike. The modes of inheritance of the traits examined were partial dominance, dominance or overdominance, depending on the crossing combination.

The analysis of combining abilities showed that the spike length and spikelet number per spike were determined by the genes with additive and non-additive effects. The GCA/SCA ratio in both generations indicated the predominance of additive genes in the inheritance of the traits concerned.

The NS-293 cultivar as a parent with the highest mean for both traits and also the best general combiner for spike length and spikelet number can be used as a parent in programmes of breeding multi-rowed barley for increased spike length and spikelet number per spike.

Key words: barley, inheritance, variability, combining abilities