

UDK 631.523.633.42

## Kombinacione sposobnosti za dužinu unutrašnjeg i spoljašnjeg kočana kod kupusa (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)

- Originalni naučni rad -

Janko ČERVENSKI, Adam TAKAČ, Jelica GVOZDANOVIĆ-VARGA,  
Dušanka BUGARSKI i Mirjana VASIĆ  
Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

**Izvod:** U radu je upotrebljeno sedam divergentnih sorti kupusa, pri čemu su ukrštene dijalelno sa recipročnim ukrštanjima. Od ispitivanih svojstava, u ovom radu su prikazana dužina unutrašnjeg kočana i dužina spoljašnjeg kočana. Oba svojstva utiču na izgled i kvalitet biljke, bilo same glavice, ili čitave biljke. U radu su proučene kombinacione sposobnosti kod ova dva značajna svojstva. Kao dobri opšti kombinatori kod dužine unutrašnjeg kočana pokazale su se sorte Kbose, Ditmar i SM-10, a kod dužine spoljašnjeg kočana Pourovo červene, Kopenhaški i SM-10. Iz toga se može zaključiti da se veće vrednosti heterozisa mogu dobiti, ako je u ukrštanje uključen veći broj sorti sa visokim OKS vrednostima. Ovim bi dobili kombinacije sa najviše poželjnih gena. U ovom radu heterozis se najviše puta pojavio kod dužine spoljašnjeg kočana (čak 30 puta), a najmanje kod prečnika glavice (18 puta).

**Ključne reči:** Dužina spoljašnjeg kočana, dužina unutrašnjeg kočana, heterozis, OKS, PKS.

### Uvod

Dužina unutrašnjeg i spoljašnjeg kočana su svojstva odgovorna, pre svega, za unutrašnji izgled glavice, i spoljašnji izgled cele biljke. U selekciji kupusa se ide pre svega na kraći unutrašnji kočan, da bi se dobile kompaktnije glavice. Selekcija kod spoljašnjeg kočana može da bude sa ciljem dobijanja dužeg kočana, kada su biljke više, a agrotehnika i sama berba lakše. Ako je spoljašnji kočan kraći, biljke su niže, stabilnije. U oplemenjivanju se mogu dobiti sorte sa kratkim unutrašnjim kočanom, pod uslovom da je vrednost heritabilnosti visoka. Visoke, duge stabljike su nepoželjne, jer takve biljke daju glavicu sa dugim unutrašnjim kočanom. Do ovog zaključka je došao Červenski i sar., 1998, proučavajući korelacije između pojedinih svojstava kupusa. U radu Kandić-a i sar., 1994, utvrđeno je postojanje genetičkih

*J.Sci. Agric. Research/Arh. poljopr. nauke* 66, 233 (2005/1), 5-14

razlika između roditelja za oba svojstva. Heritabilnost u užem smislu bila je 24%, dok je u širem smislu 53%. **Hansen**, 1989, navodi značajnost aditivne i neaditivne varijanse kod dužine unutrašnjeg kočana, kao i da aditivni i neaditivni efekti imaju značaja u nasleđivanju dužine spoljašnjeg kočana.

### Materijal i metode

Na osnovu prethodnih dvogodišnjih ispitivanja, odabrano je 7 divergentnih genotipova kupusa, koje se razlikuju u dužini unutrašnjeg i spoljašnjeg kočana. Odabrane su sorte različitog porekla, što predstavlja mogući izvor poželjnih kombinacija gena u budućem selekcionom radu. Rad obuhvata sledeće sorte: Futoški, SM-10, Ditmar, Kopenhaški, Prva žetva, Pourovo červene, Kjose.

Eksperimentalni deo ogleda urađen je na oglednom polju Zavoda za povrtarstvo, Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, u staklari i na otvorenom polju. U staklari su tokom 2001. godine metodom dijalela sa recipročnim ukrštanjima, ukrštene navedene sorte u svim mogućim kombinacijama. Nakon plodonošenja i zemetanja semena, postavljen je ogled na otvorenom polju (2002. godine) sa ciljem dobijanja odgovarajućih rezultata. Ogled je bio postavljen u pet ponavljanja po slučajnom blok sistemu. Svaka ispitivana kombinacija sadržala je uzorak od po 30 biljaka. Ispitivana su sledeća svojstva: dužina unutrašnjeg i spoljašnjeg kočana kupusa.

Heritabilnost u užem smislu, kao i heritabilnost u širem smislu izračunati su iz komponenti genetičke varijanse prema **Mather** i **Jinks**, 1971.

$$h_n^2 = \frac{1/2D + 1/2H1 - 1/2H2 - 1/2F}{1/2D + 1/2H1 - 1/4H2 - F + E} = \frac{VA}{Vp}$$

$$h_b^2 = \frac{1/2D + 1/2H1 - 1/4H2 - 1/2F}{1/2D + 1/2H1 - 1/4H2 - 1/2F + E} = \frac{VA + VD}{Vp}$$

Izračunavanje OKS i PKS urađeno je po **Griffing**-u, 1956, metod 1, matematički model 1.

$$x_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + r_{ij} + \frac{1}{bcke} \sum e_{ijkl}$$

gde je:

- $\mu$  - srednja vrednost populacije
- $g_i$  ( $g_j$ ) - efekat OKS sorte i linije i
- $s_{ij}$  - efekat PKS ukrštanja i i j roditelja
- $r_{ij}$  - recipročni efekat roditelja i i j
- $e_{ijkl}$  - pogreška

Na osnovu analize varijanse kombinacionih sposobnosti za OKS i PKS, urađeno je testiranje za OKS, PKS i recipročne efekte.

Izvor varijanse	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	Osnovne sredine kvadrata (model I)
OKS	p-1	Sg	Mg	$s^2 + 2p \left( \frac{1}{p-1} \right) \sum gi^2$
PKS	$\frac{P(p-1)}{2}$	Ss	Ms	$s^2 + \frac{2}{p(p-1)} \sum_{ij} sij^2$
Recipročni efekti	$\frac{P(p-1)}{2}$	Sr	Mr	$s^2 + 2 \left( \frac{2}{p(p-1)} \right) \sum_{i>j} rij^2$
E greška	M	Se	Me	$S^2$

Testiranje OKS urađeno je prema obrascu:

$$F [(p-1), m] = \frac{Mg}{Me}$$

Testiranje PKS je prema obrascu:

$$F \left[ \frac{p(p-1)}{2}, m \right] = \frac{Ms}{Me}$$

Testiranje recipročnih efekata bilo je prema obrascu:

$$F \left[ \frac{p(p-1)}{2}, m \right] = \frac{Mr}{Me}$$

Efekat opštih kombinacionih sposobnosti sorti dobijen je prema formuli:

$$gi = \frac{1}{p+2} \left[ (Ti + ii) - \frac{2}{p} GT \right]$$

Pri čemu je  $Ti+ii$  total i-tog roditelja + srednja vrednost roditelja dobijene OKS (7 majčinskih + 7 očinskih). Ove će biti testirane standardnom greškom razlike (SE) između bilo koja dva roditelja po obrascu:

Posebne kombinacije sposobnosti ukrštanja (PKS) izračunate su po formuli:

$$Sij = Xij - \left\{ \frac{1}{p+2} [(Ti + ii) + (Tj + jj)] \right\} + \frac{2}{(p+1)(p+2)} GT$$

Gde je  $Tj + jj$  total j-tog reda + srednja vrednost roditelja j.

Standardna greška razlike (SE) između bilo koje dve PKS dobiće se pomoću formule:

$$SE = \sqrt{\frac{2p}{p+2}} Me$$

### Rezultati i diskusija

**Kombinacione sposobnosti dužine unutrašnjeg kočana.** Vrednosti OKS, PKS i recipročnih efekata su bile visoko signifikantne. Kako je odnos OKS / PKS bio ispod 1, može se zaključiti da u F<sub>1</sub> generaciji glavnu ulogu u nasleđivanju ima neaditivno delovanje gena (Tabela 1).

Tabela 1. Anova kombinacionih sposobnosti dužine unutrašnjeg (DUK) i spoljašnjeg kočana (DSK) (F<sub>1</sub>)  
Anova of Combining Abilities of Inner (ISL) and Outer Stem Length (OSL)

	Izvor varijabilnosti Source of variation	Stepeni slobode Degree of freedom	Suma kvadrata Sum of squares	Sredina kvadrata Mean squares	Fe	Ft	
						0,05	0,01
OKS	DUK/ISL	6	46,41	7,73	276,2**	2,97	2,18
GCA	DSK/OSL		71,46	11,91	183,2**		
PKS	DUK/ISL	21	42,19	2,01	71,7**	2,02	1,66
SCA	DSK/OSL		448,94	21,38	328,9**		
REC. EF.	DUK/ISL	21	7,79	0,37	13,2**	2,02	1,66
	DSK/OSL		69,21	3,30	50,7**		
E	DUK/ISL	192	26,88	0,14			
	DSK/OSL		62,39	0,32			
OKS/OKS	DUK/ISL			0,03			
GCA/SCA	DSK/OSL			0,06			

Najviše vrednosti za OKS dužine unutrašnjeg kočana, signifikantno veće od ostalih, imale su sorte Kbose, Ditmar i SM-10, (Tabela 2).

Najveći broj kombinacija (13) je imalo signifikantne vrednosti PKS. Kod ovih 13 kombinacija kao jedan od roditelja su bili Kbose, Ditmar ili SM-10 u 7 kombinacija (Tabela 3).

Kod analize genetičke varijanse u F<sub>1</sub> generaciji, neaditivna komponenta varijanse je veća od aditivne komponente (N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, D). F vrednost je pozitivna, te u ekspresiji gena dužine unutrašnjeg kočana preovlađuju dominantni nad recesivnim alelima. Odnos dominantnih i recesivnih alela je nejednak (u, v). Ovo potvrđuje i odnos N<sub>2</sub> / 4N<sub>1</sub>. To znači da je frekvencija dominantnih alela bila veća od recesivnih u F<sub>1</sub> generaciji. Prosečan stepen dominacije je imao vrednost 1,303 što potvrđuje da se u nasleđivanju dužine unutrašnjeg kočana kod kupusa radi o superdominaciji.

Tabela 2. Vrednosti OKS dužine unutrašnjeg (DUK) i spoljašnjeg kočana (DSK) kupusa  
GCA Values of Inner (ISL) and Outer (OSL) Stem Length in Cabbage

Roditelji - Parents		OKS - GCA	Rang - Rank
KBOSE	DUK/ISL	0,455	4
	DSK/OSL	-0,474	
FUTOŠKI	DUK/ISL	-0,268	5
	DSK/OSL	-0,502	
POUROVO ČERVENE	DUK/ISL	-0,384	1**
	DSK/OSL	1,546	
DITMAR	DUK/ISL	0,396	7
	DSK/OSL	-0,888	
KOPENHAŠKI	DUK/ISL	-0,057	2**
	DSK/OSL	0,836	
PRVA ŽETVE	DUK/ISL	-1,237	6
	DSK/OSL	-0,814	
SM-10	DUK/ISL	1,095	3**
	DSK/OSL	0,295	
LSD	0,05 = 0,160	LSD	0,05 = 0,226
(DUK/ISL)	0,01 = 0,209	(DSK/OSL)	0,01 = 0,295

Tabela 3. PKS efekti dužine unutrašnjeg (DUK) i spoljašnjeg kočana (DSK) kupusa (direktno i recipročno ukrštanje)  
SCA Effects of Inner (ISL) and Outer (OSL) Stem Length in Cabbage (Direct and Reciprocal Crossing Included)

Roditelji - Parents		1	2	3	4	5	6	7
KBOSE	DUK/ISL	-	-0,97	0,14	1,06	1,48	0,15	0,71
	DSK/OSL	-	1,44	1,10	3,93	1,98	-0,38	0,92
FUTOŠKI	DUK/ISL	-0,28	-	0,69	0,21	0,37	0,41	0,08
	DSK/OSL	-0,60	-	-2,23	0,43	1,61	2,25	1,53
POUROVO ČERVENE	DUK/ISL	-0,10	0,59	-	0,14	0,62	0,65	0,97
	DSK/OSL	-0,18	0,24	-	-3,54	-1,57	-0,71	0,75
DITMAR	DUK/ISL	0,26	0,65	0,40	-	-0,94	-0,34	0,74
	DSK/OSL	-0,08	3,21	1,76	-	2,11	0,85	4,29
KOPENHAŠKI	DUK/ISL	-0,41	0,48	-0,05	-0,18	-	0,11	-0,87
	DSK/OSL	1,41	1,00	-0,87	-1,07	-	1,03	0,01
PRVA ŽETVE	DUK/ISL	-0,04	-0,28	-0,90	0,04	-0,15	-	-1,29
	DSK/OSL	-0,53	-0,93	-0,54	0,74	0,46	-	-0,77
SM-10	DUK/ISL	0,91	-0,02	0,57	0,16	-0,43	0,31	-
	DSK/OSL	0,25	-2,79	-0,02	1,47	-1,61	1,03	-

\* efekti direktnih ukrštanja iznad dijagonale, efekti recipročnih ukrštanja ispod dijagonale  
effects of direct crossings above the diagonal, effects of reciprocal crossings below the diagonal

LSD 0,05 = 0,423 LSD 0,05 = 0,598  
(DUK/ISL) 0,01 = 0,555 (DSK/OSL) 0,01 = 0,785

Odnos ukupnog broja dominantnih prema recesivnim alelima u  $F_1$  generaciji (Kd/Kr) pokazuje da su preovlađivali dominantni u odnosu na recesivne alele, jer je taj odnos veći od jedinice (Tabela 4).

**Hansen**, 1984, je zaključio da je dominantna komponenta varijansa značajnija za ovo svojstvo. Recipročni efekti nisu bili značajni u njegovom radu. U ovom radu je ustanovljeno da u ekspresiji ovog svojstva preovlađuju dominantni nad recesivnim alelima. U radu **More** i **Wallace**, 1987, je ustanovljena pojava heterozisa kod boljeg roditelja. Kratak unutrašnji kočan nije pokazao pojavu heterozisa. Sve komponente genetičke varijanse su bile signifikantne, a heritabilnost u užem smislu je iznosila  $h^2=0,56$  a u širem smislu  $h^2=0,96$ , **Hansen**, 1989. Ovaj autor dalje navodi značajnost aditivne i neaditivne varijanse. Naši rezultati su u saglasnosti sa rezultatima citiranog autora, što se može zaključiti i po vrednostima heritabilnosti. Vrednost heritabilnosti u užem smislu dobijena u našem radu bila je  $h^2=52\%$ , a u širem  $h^2=98\%$ . Upoređujući ih međusobno, vidi se da su na istom nivou, čak skoro jednake. Prema istraživanjima **Davik**, 1989, aditivna varijansa za ovo svojstvo je bila veća od dominantne. Vrednost heritabilnosti je bila  $h^2=55\%$  i naši rezultati su u saglasnosti sa predhodnim. **Červenski i sar.**, 1997, navode visoku vrednost heritabilnosti za ovo svojstvo ( $h^2=93\%$ ), i takođe navode da je ispitivani materijal bio najheterogeniji za ovo svojstvo, te da se metodama oplemenjivanja može znatno uticati na varijabilnost ovoga svojstva.

**Kombinacione sposobnosti dužine spoljašnjeg kočana.** Analiza varijanse kombinacionih sposobnosti dužine spoljašnjeg kočana u  $F_1$  generaciji je pokazala signifikantne vrednosti OKS, PKS i recipročnih efekata. Odnos OKS / PKS potvrđuje da u  $F_1$  generaciji glavnu ulogu u nasleđivanju ovog svojstva ima neaditivno delovanje gena (Tabela 1).

Sorte koje su bile jedan od roditelja u 19 visoko signifikantnih kombinacija za PKS, pojavile su se i kao roditelj u 14 kombinacija sa dobrim OKS.

Najviše vrednosti za OKS dužine spoljašnjeg kočana imali su sorte Pourovo červene, Kopenhaški i SM-10, signifikantno veće od ostalih (Tabela 2).

Najveći broj kombinacija (20) je imalo signifikantne vrednosti PKS. Kod ovih 20 kombinacija kao jedan od roditelja su bili Ditmar (8 kombinacija), Kboce, Futoški, SM-10 i Kopenhaški u po 6 kombinacija (Tabela 3).

Analizom komponenti genetičke varijanse u  $F_1$  generaciji za dužinu spoljašnjeg kočana dobijena je veća vrednost neaditivne varijanse od aditivne (Tabela 4).

Pošto je F vredost bila pozitivna može se zaključiti, da u ekspresiji gena dužine spoljašnjeg kočana preovlađuju dominantni nad recesivnim alelima. Odnos dominantnih i recesivnih alela bio je nejednak. Vrednost odnosa  $N_2/4N_1$  ovo i potvrđuje, tako da možemo reći da je u  $F_1$  generaciji frekvencija dominantnih alela bila veća od recesivnih (Tabela 4).

Na osnovu prosečnog stepena dominacije, vidi se da se u  $F_1$  generaciji radi o superdominaciji u nasleđivanju ovoga svojstva.

Odnos ukupnog broja dominantnih alela prema recesivnim u  $F_1$  generaciji Kd / Kr, takođe nam ukazuje na veći značaj dominantnih u odnosu na recesivne alela (Tabela 4).

Tabela 4. Komponente varijanse dužine unutrašnjeg (DUK) i spoljašnjeg kočana (DSK) kupusa (F<sub>1</sub>),  
Components of Variance of Inner (ISL) and Outer (OSL) Stem Length in Cabbage (F<sub>1</sub>)

Komponente varijanse Components of variance	Vrednosti Values	Standardna greška Standard error
D	DUK/ISL	3,246**
	DSK/OSL	42,523**
H <sub>1</sub>	DUK/ISL	5,515**
	DSK/OSL	69,013**
H <sub>2</sub>	DUK/ISL	3,963**
	DSK/OSL	42,627**
F	DUK/ISL	2,956*
	DSK/OSL	65,525**
h <sup>2</sup>	DUK/ISL	5,581**
	DSK/OSL	73,956**
E	DUK/ISL	0,028
	DSK/OSL	0,064
u	DUK/ISL	0,765
	DSK/OSL	0,809
v	DUK/ISL	0,235
	DSK/OSL	0,191
√H <sub>1</sub> /D	DUK/ISL	1,303
	DSK/OSL	1,274
H <sub>2</sub> /4H <sub>1</sub>	DUK/ISL	0,180
	DSK/OSL	0,154
h <sup>2</sup> /H <sub>2</sub>	DUK/ISL	1,408
	DSK/OSL	1,734
K <sub>d</sub> /K <sub>r</sub>	DUK/ISL	1,885
	DSK/OSL	4,060
h <sup>2</sup> <sub>n</sub>	DUK/ISL	0,519
	DSK/OSL	0,136
h <sup>2</sup> <sub>b</sub>	DUK/ISL	0,885
	DSK/OSL	0,917

*Summers* i *Honma*, 1980, *Hansen*, 1984, došli su do zaključka da je za ovo svojstvo odgovorniji dominantni deo varijanse. Iz ovih rezultata se takođe vidi da preovlađuju dominantni nad recesivnim alelima. Major gen T za dužinu kočana opisali su *Dickson* i *Wallace*, 1986. Sve sorte u tom pogledu imaju recesivne gene. Pored toga postoje i geni modifikatori za navedeno svojstvo. Istraživanja *More* i *Wallace*, 1987, su pokazala signifikantni značaj OKS i PKS. Pojava heterozisa za kratak spoljašnji kočan nije ustanovljena. Ovi rezultati takođe potvrđuju visoko signifikantnu značajnost OKS i PKS efekata. Kao najčešći način nasleđivanja kod ovog svojstva je bila superdominacija, koja se pojavila čak 30 puta od mogućih 42 kombinacije. *More* i *Wallace*, 1987, došli su do zaključka da su kod roditelja bili češći recesivni aleli za dužinu spoljašnjeg kočana i visinu biljke, dok kao način

nasleđivanja kod hibrida za ovo svojstvo preovlađuje dominacija. U ovim istraživanjima preovlađujući način nasleđivanja bila je dominacija (12 puta). Dobijena vrednost heritabilnosti, je takođe imala niže vrednosti. **Davik**, 1989 je utvrdio veći značaj aditivne varijanse, dok je dominantne bila od manjeg značaja. U ovom radu analiza genetičke varijanse je pokazala veću vrednost neaditivne varijanse od aditivne. Za visinu stabiljke, **More** i **Wallace**, 1987, utvrdili su dominaciju kao način nasleđivanja. Kod roditelja su bili češći recesivni aleli za svojstvo dužine spoljašnjeg kočana. Heritabilnost u užem smislu bila je najviša za visinu biljke i iznosila je 40,6%. Dominacija kao način nasleđivanja se u ovim istraživanjima pojavljuje kod 12 kombinacija za ovo svojstvo. Prema **Hansen**-u, 1989, i aditivni i neaditivni efekti imaju značaja u nasleđivanju ovoga svojstva. Recipročni efekti nisu bili značajni. Heritabilnost u užem smislu je bila  $h^2=73\%$ , a u širem  $h^2=95\%$ . Rezultati dobijeni ovim istraživanjem se slažu sa navedenim, međutim vrednost heritabilnosti u užem smislu je niža u ovom radu. Za razliku od citiranih rezultata recipročni efekti su bili signifikantni u ovom radu. To bi se moglo pripisati heterogenosti ispitivanog materijala u ovim ogledima. Prema **Davik**-u, 1989, heritabilnost za ovo svojstvo je  $h^2=66\%$ . Heritabilnost dobijena u ovom radu je imala veću vrednost, mada su obe vrednosti bile iznad 50%.

### Zaključak

Genotipovi su se značajno razlikovali u vrednostima ispitivanih svojstava.

Dužina unutrašnjeg i spoljašnjeg kočana je takođe pokazala varijabilnost i kod roditelja i kod hibrida.

Kod dužine unutrašnjeg kočana pozitivan heterozis se pojavio 21 puta, a kod dužine spoljašnjeg kočana čak 30 puta. Neaditivno delovanje gena imalo je glavnu ulogu u nasleđivanju kod oba svojstva. Kao dobri opšti kombinatori kod dužine unutrašnjeg kočana pokazale su se sorte Kbose, Ditmar i SM-10, a kod dužine spoljašnjeg kočana Pourovo červene, Kopenhaški i SM-10. Kod dužine unutrašnjeg kočana signifikantno je bilo 13 PKS kombinacija, a kod dužine spoljašnjeg kočana 19.

Visina heritabilnosti u užem smislu je bila na nivou 13% za dužinu spoljašnjeg kočana, a 52% za dužinu unutrašnjeg kočana. Heritabilnost u širem smislu je bila od 95,2% za dužinu unutrašnjeg kočana do 91,7% za dužinu spoljašnjeg kočana.

Na osnovu svih svojstva i sorti može se zaključiti da su se kao opšti kombinatori najviše puta pojavili sledeći roditelji: Kbose (6 puta), Futoški (5 puta) i SM-10 (5 puta). Iz toga se može zaključiti da se veće vrednosti heterozisa mogu dobiti ako je u ukrštanje uključen veći broj sorti sa visokim OKS vrednostima. Ovim bi dobili kombinacije sa najviše poželjnih gena. U ovom radu heterozis se najviše puta pojavio kod dužine spoljašnjeg kočana (čak 30 puta), a najmanje kod prečnika glavice (18 puta).



## Literatura

- Červenski, J., Đ. Gvozdenović, A. Takač and D. Bugarski (1998): Correlation between some of the yield components of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). Book of Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Balkan Symposium of Field Crops, Novi Sad, Yugoslavia, 1: 509-511.
- Červenski, J., Đ. Gvozdenović, M. Vasić i D. Bugarski (1997): Heritabilnost komponenata prinosa kupusa (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). Genetika **29** (2): 129-133.
- Davik, J. (1989): Quantitative variation in cold climate adapted white cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*). Hereditas **110**: 275-281.
- Dickson, M.H. and D.H. Wallace (1986): Cabbage Breeding. II. In: Breeding Vegetable Crops, ed. M.J. Basset, AVI, Westport, USA, pp. 110-143.
- Griffing, B. (1956): Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Austr. J. Biol. Sci. **9**: 463-493.
- Hansen, M. (1984): Studies on the inheritance of quantitative characters in cabbage with special reference to tolerance to clubroot. PhD-thesis at Agricultural University of Norway, Oslo, Norway.
- Hansen, M. (1989): Genetic variation and inheritance to clubroot (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) and other quantitative characters in cabbage (*Brassica oleracea* L.). Hereditas **110**: 13-22.
- Kandić, B., Ž. Marković, R. Đorđević i I. Dinović (1994): Nasleđivanje mase biljke i glavice kod *Brassica oleracea* L. Savrem. poljopr. XLII: 121-125.
- Mather, K. and J.L. Jinks (1971): Biometrical Genetics, ed. Cornell Univ. Press Ithaca, New York, USA.
- More, T.A. and D.H. Wallace (1987): Combining ability and heterosis studies using self-incompatible lines in cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). Indian J. Genet. **47**: 20-27.
- Summers, W.L. and S. Honma (1980): Inheritance of maturity, head weight, non-wrapper leaf weight and stalk weight in cabbage. J. Am. Soc. Hort. Sci. **105**: 760-765.

Primljeno: 12.09.2004.

Odobreno: 05.11.2004.

\* \*  
\*

## Combining Abilities for the Inner Stem Length and the Outer Stem Length in Cabbage (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.)

- Original scientific paper -

Janko ČERVENSKI, Adam TAKAČ, Jelica GVOZDANOVIĆ-VARGA,  
Dušanka BUGARSKI and Mirjana VASIĆ  
Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

### Summary

A diallel cross, including reciprocals, of seven divergent cabbage cultivars was examined for the combining ability in the lengths of inner and outer stems. These properties affect the appearance and quality of the plant, both of the head alone and of the whole plant. The cultivars Kbose, Ditmar and SM-10, i.e. cultivars Pourovo červene, Kopenhaški and SM-10 were good general combiners for the length of the inner stem, i.e. the length of the outer stem, respectively. According to these results it can be concluded that high heterosis may be obtained by increasing the number of cultivars possessing high GCA values in the crossing pattern. This would produce combinations with the largest number of desirable genes. In this study, heterosis for the length of the outer stem occurred as many as 30 times while heterosis for the head diameter occurred only 18 times.

Received: 12/09/2004

Accepted: 05/11/2004

Adresa autora:

Janko ČERVENSKI

Naučni institut za ratstvo i povrtarstvo

Maksima Gorkog 30

21000 Novi Sad

Srbija i Crna Gora

E-mail: jankic@ifvcns.ns.ac.yu