



КОМБИНАТИВНА СПОСОБНОСТ НА НОВИ СРЕДНО КЪСНИ ЛИНИИ
ЦАРЕВИЦА ЗА ЕЛЕМЕНТИ НА ДОБИВА
COMBINING ABILITY OF MEDIUM LATE MAIZE LINES FOR YIELD ELEMENTS

Валентина Вълкова*, Наталия Петровска
Valentina Valkova*, Natalya Petrovska

Институт по царевицата – Кнежа
Maize Research Institute – Knezha

*E-mail: valkova_valentina@mail.bg

Резюме

Статията представя резултати от проучване на нови самоопрашени линии царевица от средно късната група на зрялост, създадени в Института по царевицата – Кнежа, чрез химически мутагенезис и класически метод на отбор.

По метода на Savchenko (1978) е оценена комбинативната способност на двадесет и една средно късни линии царевица за количествени признаци, пряко свързани с добива. Линиите са тествани на три тестера от различни генетични групи – Lancaster и Stiff Stalk Synthetic. Кръстоските са получени през 2011 г. в изолационно поле на Института. Опитите с получените експериментални F₁ хибриди са изведени през 2012 и 2013 г. при условия без напояване, гъстота на посева 4400 раст./da и възприета за региона агротехника.

С доказано висока обща и специфична комбинативна способност (ОКС и СКС) за дължина на кочана е линия КС 09 31, а за тегло на зърно от кочан – линия ХМ 09 10. Линията КС 09 31 е с висока специфична комбинативна способност (СКС) за признака брой зърна в ред. Направени са конкретни препоръки за включване на тези новосъздадени линии в подходящи селекционни програми и направлени според генетичния контрол на проучваните показатели.

Линиите с висока ОКС са подходящи тестери в началните етапи на селекция по тези признаци и могат да бъдат донори в тези направления при създаване на синтетични популации в средно късната група на зрялост. Линиите с висока СКС са подходящи компоненти за пряка хетерозисна селекция в съответните направления.

Целта на настоящото проучване е анализ на комбинативната способност за елементи на добива на нови средно късни линии царевица във връзка с по-целенасоченото им използване в различни направления на хетерозисната селекция.

Abstract

The article presents the results of studying new inbred lines from a mid-late maturity group, which were created at the *Maize Research Institute – Knezha* by means of chemical mutagenesis and classic pedigree selection.

The combining ability of twenty-one mid-late maize lines for quantitative traits directly related to the yield was assessed by the Savchenko method (1978). The lines were tested in three testers by different genetic groups - Lancaster and Stiff Stalk Synthetic. The crosses were obtained in 2011 on an experimental field in the Institute. The trials with experimental crosses of F₁ were carried out in 2012 and 2013 under conditions of non-irrigation and plant density of 4,400 plants/da.

The KC 09 31 line displayed high General and Specific Combining Ability (GCA, SCA) for length of the ear and the XM 09 10 line - for kernel weight per ear. The KC 09 31 line had a high specific combining ability (SCA) for the number of kernels in a row. Due to the genetic control of the parameters studied, some recommendations were made for the inclusion of these newly created inbred lines in specific breeding programs.

The lines with high GCA are suitable testers in the early stages of breeding for such characters and can be donors for the creation of synthetic populations in a mid-late maturity group. The lines with high SCA are suitable components for a direct heterosis selection for these parameters. The aim of the study is the analysis of CA for yield elements of new mid-late maize lines in relation to their more purposeful use in different directions of heterosis selection.

Ключови думи: линии царевица; обща и специфична комбинативна способност (ОКС, СКС); дължина на кочана; тегло на зърно от кочан; брой зърна в ред.

Key words: maize lines; General and Specific Combining Ability (GCA, SCA); length of the ear; kernel weight per ear; kernel number per row.

ВЪВЕДЕНИЕ

На основата на различни селекционни методи и разнообразен генетичен материал ежегодно в Института по царевицата в Кнежа се създават множество линии, притежаващи стопански ценни признаци и свойства. До тяхното стабилизиране и включване в определени селекционни програми те минават дълъг процес по многократен позитивен и негативен отбор, чрез който се натрупва обективна информация за техните качества.

Включването на дадена линия, притежаваща определени признаци, в хибридна комбинация не гарантира тяхната проява в поколението. За да се „отсеят“ най-добрите генотипи със силна експресия на желаните признаци в хибридно потомство, те трябва да преминат предварителна оценка на комбинативната способност по тези показатели (Krivosheev, Ignatiev, 2011). Комбинативната способност е генетически обусловено свойство и се наследява както при самоопрашване, така и при кръстосване (Turbin *et al.*, 1974). Основните методи за нейната оценка си остават различните системи от анализиращи кръстоски с последващо изпитване на хибридно потомство.

Комбинативната способност за елементите на продуктивността и добива при царевицата са проучвани от редица автори (Hristova, 1976; Genova, 1986; Petrovska, Genova, 2009; Ilchovska, 2013; Petrovska, 2014).

Целта на настоящото проучване е анализ на комбинативната способност за елементи на добива на нови средно късни линии царевица във връзка с по-целенасоченото им използване в различни направления на хетерозисната селекция.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Експерименталната работа е изведена през периода 2009-2013 г. в опитното поле на Института по царевицата в Кнежа по възприетата за района агротехника. За целите на изследването са включени двадесет и една линии, стабилизиращи през 2009 г. Пет от тях (ХМ 09 1, ХМ 09 14, ХМ 09 10, ХМ 09 111 и ХМ 09 122) са продукт на мутационна селекция, а останалите шестнадесет са създадени по класическия метод.

За оценка на комбинативната им способност линиите са включени в топкросна хибридизация на три тестера. Два от тях се отнасят към генетична група Lancaster. Характерно за тях е, че са с дълги кочани и с неголям брой редове (ХМ 99 23 – 24-25 cm и 12-14 реда; ХМ 00 9 – 27-28 cm и 12-14 реда). Получените с тяхно участие

хибриди са също с дълги кочани. Третият анализатор е линия КС 08 20 от генетичната група Stiff Stalk Synthetic с 17-18 cm дължина на кочана и 16-18 брой на редовете. Линията е с бяло зърно, а хибридите с нейно участие са многоредови, с пъстро зърно.

Експерименталните кръстоски са получени през 2011 г., а са изпитани през 2012 г. и 2013 г. Опитите са заложили по метода „латински правоъгълник“, в две повторения, с опитна парцелка от 5 m², гъстота на посева 4400 раст./da и условия без напояване. По време на прибиране от всеки вариант е взета средна проба от 10 кочана за лабораторна оценка по признаците дължина на кочана, брой зърна в ред, тегло на зърно от кочан.

Статистическата обработка на данните от опитите е извършена по метода на дисперсионния анализ (Dimova, Marinkov, 1999).

Изпитването и оценката на комбинативната способност са проведени по методика на Savchenko (1978).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В таблица 1 са представени данни от измерванията на дължината на кочана на получените топкросни хибридни комбинации. Дължината на кочана е важен структуроопределящ елемент на добива при царевицата. Контролира се от гени с адитивно-доминантно действие, а основна роля при наследяването му има свръхдоминирането на гените (Hristova, 1976; Genova, 1986; Valkova, 2013). С дълъг кочан, очаквано, са хибридите, получени от кръстосване на линиите с тестерите ХМ 00 9 и ХМ 99 23. Проведеният дисперсионен анализ показва висока точност на изведения опит ($S_x \% < 2$) и достоверни различия между кръстоските, което позволи провеждане на анализ на КС. За оценка на ОКС непосредствено са сравнени ефектите \bar{u} при проучваните линии (gi), а за СКС – вариансите на ефектите на СКС (σ^2_{si}). Данните са представени в таблица 4.

Според Turbin (1974) комбинативната способност е генетически детерминирана и ОКС се обуславя от адитивно действащи гени, а СКС – от гени с доминантни и епистатни ефекти. Това твърдение позволява от анализа на ефектите и вариансите на КС да се направят конкретни препоръки относно направленията на използване на проучваните линии.

За признака „дължина на кочана“ с най-висока ОКС са линиите КС 09 39 и КС 09 26. Те може да се включат в програми за получаване на средно късни синтетици с висока ОКС за дъл-



Таблица 1. Дължина на кочана (см)

Table 1. Length of the ear (sm)

Линии/Lines	ХМ 00 9		КС 08 20		ХМ 99 23	
	I	II	I	II	I	II
ХМ 09 1	22,0	21,8	18,9	19,0	22,6	22,3
ХМ 09 14	25,6***	25,8***	20,9	21,3	26,5***	27,0***
ХМ 09 10	26,2***	27,0***	23,5	23,3	27,3***	26,8***
ХМ 09 111	24,1	23,0	19,5	19,0	22,7	22,8
ХМ 09 122	24,4	25,3***	20,6	21,3	25,6***	25,3***
КС 09 42	26,3***	26,3***	23,2	22,8	26,1***	26,0***
КС 09 44	24,6*	25,3***	20,3	20,3	24,1	24,8**
КС 09 41	25,4***	24,5	20,3	20,0	24,5	25,3***
КС 09 40	24,7*	24,8**	20,0	20,0	24,8**	24,5
КС 09 11	21,9	21,5	18,8	19,0	23,8	22,5
КС 09 39	28,0***	28,3***	22,7	23,5	27,3***	26,8***
КС 09 19	24,2	24,0	20,9	20,8	23,3	23,3
КС 09 38	25,7***	24,8**	20,3	21,0	25,1***	24,5
КС 09 37	28,0***	25,6***	21,3	20,8	28,7***	29,0***
КС 09 24	26,4***	26,0***	20,9	20,5	26,2***	25,8***
КС 09 26	28,1***	28,5***	22,1	22,5	27,5***	27,8***
КС 09 29	23,8	24,3	20,8	20,5	23,9	24,3
КС 09 31	29,2***	30,5***	20,4	19,8	27,9***	28,0***
КС 09 322	24,4	24,5	19,8	20,8	24,4	24,0
КС 09 33	25,2***	25,0**	22,0	22,5	29,0***	27,8***
КС 09 36	2,4***	26,3***	21,1	21,3	26,7***	26,0***
Достоверност на данните/ GD/LSD	GD _{P5%} - 0,6 см (sm)					
	GD _{P1%} - 0,82 см (sm)					
	GD _{P0,1%} - 1,07 см (sm)					
Средна дължина на кочана/ Mean a length of the ear	24,0					

жина на кочана или като тестери при анализ на ОКС в ранните етапи на селекционния процес. Линиите КС 09 37 и КС 09 33 са с висока специфична комбинативна способност, което ги прави подходящи компоненти за създаване на хибриди с дълги кочани. С най-висок вариант на СКС е линия КС 09 31. Същата линия се характеризира и с добра обща комбинативна способност по този показател, което дава възможност за включването ѝ в посочените селекционни програми.

Данните за теглото на зърното от кочана са представени в таблица 2. Теглото на абсолютно сухо зърно от кочан е показател за ценността на хибридите, тъй като определя продуктивност-

та от едно растение и тясно корелира с тази от единица площ. Стойностите на показателя в опита варират в широки граници – от 135,0 до 291,0 g. С най-високи средни стойности на показателя са кръстоските, получени с участието на линиите ХМ 09 14 (240,0 g), ХМ 0910 (237,5 g) и КС 09 33 (225,6 g). При тях са и най-високите стойности на ефектите на ОКС. Линиите КС 09 37, КС 09 40 и ХМ 0910 имат високи варианти на СКС. При комбинации на тези линии с други преобладаващи ще са доминантните и епистатните генни ефекти по отношение на наследявания признак, което ги прави подходящи родителски компоненти за получаване на хибриди с по-висока продуктивност.

Таблица 2. Тегло на зърно от кочан (g)
Table 2. Mass on grains per ear (g)

Линии/Lines	ХМ 00 9		КС 08 20		ХМ 99 23	
	I	II	I	II	I	II
ХМ 09 1	178,0	165,0	136,0	135,0	201,0	220,0*
ХМ 09 14	230,0***	227,5**	194,0	212,5	291,0***	285,0***
ХМ 09 10	233,0***	242,5***	237,0***	230,0***	240,0***	242,5***
ХМ 09 111	240,0***	235,0***	194,0	185,0	228,0***	232,5***
ХМ 09 122	229,0***	217,5	177,0	177,5	225,0**	220,0*
КС 09 42	244,0***	245,0***	185,0	170,0	225,0***	242,5***
КС 09 44	235,0***	247,5***	181,0	170,0	236,0***	247,5***
КС 09 41	239,0***	237,5***	173,0	172,5	241,0***	240,0***
КС 09 40	238,0***	255,0***	152,0	142,5	243,0***	230,0***
КС 09 11	190,0	180,0	141,0	170,0	208,0	195,0
КС 09 39	227,0**	232,5***	177,0	175,0	227,0**	222,5*
КС 09 19	200,0	195,0	156,0	162,5	212,0	225,5**
КС 09 38	227,0**	220,0*	171,0	177,5	248,0***	245,0***
КС 09 37	165,0	142,5	192,0	190,0	211,0	212,5
КС 09 24	238,0***	250,0***	172,0	165,0	259,0***	245,0***
КС 09 26	228,0***	242,5***	159,0	170,0	236,0***	235,0***
КС 09 29	205,0	207,5	197,0	187,2	231,0***	230,0***
КС 09 31	240,0***	240,0***	146,0	145,0	245,0***	242,5***
КС 09 322	205,0	192,5	173,0	185,0	232,0***	237,5***
КС 09 33	204,5	205,0	191,0	210,0	273,0***	270,0***
КС 09 36	202,0	192,5	153,0	150,0	234,0***	215,0
Достоверност на данните /GD/LSD	GD _{P 5%} - 10,34 g (g)					
	GD _{P 1%} - 13,75 g (g)					
	GD _{P 0,1%} - 17,89 g (g)					
Средно тегло на зърно от кочан/Mean a mass on grains per ear	209,5					

Статистически доказани разлики между проучваните хибриди има и по признака „брой зърна в ред“ (табл. 3). С най-висок среден брой зърна в ред от изпитваните линии са КС 09 42, КС 09 24 и КС 09 37. Те са и водещи по ОКС за този показател (табл. 4).

Като критерии за оценка на линиите по СКС са използвани вариансите на ефектите \hat{u} (σ^2_{si}). Висока СКС притежават линиите КС 09 31, КС 09 33 и ХМ 09 1, което ги прави подходящи компоненти за включване в директни хетерозисни програми за получаване на хибриди с по-голям брой на зърната в ред.

След анализ на резултатите, получени от топкросната схема с участието на новостабилизиращи средно късни линии царевица, може да бъдат направени следните

ИЗВОДИ

1. Подходящи за създаване на синтетици с дълъг кочан са линиите КС 09 39, КС 09 26 и КС 09 31; с високо тегло на зърното от кочана – ХМ 09 14, ХМ 09 10 и КС 09 33, а за висок брой на зърната в ред – КС 09 42, КС 09 24 и КС 09 37. Същите може да се използват като тестери при анализ на ОКС в ранните етапи на селекционния процес.



Таблица 3. Брой зърна в ред
Table 3. Numbers of grain per row

Линии/Lines	XM 00 9		KC 08 20		XM 99 23	
	I	II	I	II	I	II
XM 09 1	41,0	39,0	38,6	39,0	41,6	41,0
XM 09 14	47,8	48,5*	39,2	40,0	48,6**	46,5
XM 09 10	47,8	47,5	46,6	45,0	54,0***	54,5***
XM 09 111	49,8***	49,5***	41,8	41,5	48,8**	48,0
XM 09 122	47,8	47,5	42,2	41,0	52,0***	48,6**
KC 09 42	57,6***	57,5***	49,2***	46,0	55,4***	55,0***
KC 09 44	46,8	47,0	42,2	42,0	48,4*	49,5***
KC 09 41	46,4	45,0	40,0	41,0	44,2	43,5
KC 09 40	45,4	43,5	41,4	42,5	49,8***	49,0**
KC 09 11	43,2	43,0	40,2	41,0	46,2	44,5
KC 09 39	51,4***	52,0***	45,2	44,0	51,4***	50,5***
KC 09 19	41,6	40,5	39,8	39,0	45,0	47,5
KC 09 38	47,8	47,0	42,0	42,5	48,2*	47,5
KC 09 37	52,4***	49,0**	44,6	44,0	55,2***	56,5***
KC 09 24	52,8***	50,0***	46,8	45,0	56,0***	55,5***
KC 09 26	49,6***	49,0**	41,8	44,0	51,0***	50,5***
KC 09 29	47,8	48,0	45,6	45,0	51,8***	52,0***
KC 09 31	52,8***	53,0***	38,8	37,5	56,4***	57,0***
KC 09 322	46,8	46,0	38,8	41,5	49,2***	47,5
KC 09 33	48,7**	46,0	46,4	48,0	54,8***	53,0***
KC 09 36	49,2***	47,5	39,4	39,0	51,8***	48,5*
Достоверност на данните /GD/LSD	GD _{P 5%} - 1,4					
	GD _{P 1%} - 1,9					
	GD _{P 0,1%} - 2,5					
Среден брой зърна в ред/Mean a numbers of grain per row	46,8					

2. За хибриди с дълъг кочан като родителски компоненти може да се използват линиите KC 09 31, KC 09 37 и KC 09 33.

3. Високата СКС на линиите KC 0937, KC 09 40 и XM 09 10 позволява използването им в хибридни комбинации и програми на хетерозисна селекция за получаване на високопродуктивни средно късни хибриди.

LUTERATURE

Dimova, D., E. Marinkov, 1999. Opitno delo I biometrija, Akademichno izdatelstvo na VSI, Plovdiv.

Genova, I., 1986. Kolichestveno-genetichni I genetikoselekcioni prouchvania na introducirani I mestni linii carevica, kandidatska disertacia, IC - Knezha.

Hristova, P., 1976. Prouchvania varhu nasledyavaniето na nyakoi elementi na produktivnostta pri carevicata vav vrazka s heterozisnata selekcia, kandidatska disertacia, IC – Knezha.

Ilchovska, M., 2013. Evaluation of the combining ability of grain yield of mutant maize lines, Agricultural Science and Technology, vol. 5, № 4, pp. 388-390.

Krivosheev, G., A. Ignatiev, 2011. Ocenka na obshata I specifichna kombinativna sposobnost na novi samooprasheni linii carevica v topkrosna sistema, GNU na Ruski NII po zarneni kulturi "I.G. Kalinenko".

Таблица 4. Ефекти на ОКС (gi) и варианси на СКС (σ^2si) за признаците дължина на кочана, тегло на зърно от кочан и брой зърна в ред

Table 4. GCA effects (gi) and variances of SCA effects (σ^2si) for the characters: length of the ear, mass on grains per ear and numbers of grain per row

Линии/Lines	Дължина на кочана/ Length of the ear		Тегло на зърно от кочан/ Mass on grains per ear		Брой зърна в ред/ Numbers of grain per row	
	gi	σ^2si	gi	σ^2si	gi	σ^2si
ХМ 09 1	-2,857	0,648	-36,950	125,599	-6,756	7,901
ХМ 09 14	0,560	0,321	30,550	450,654	-1,690	2,920
ХМ 09 10	1,726	0,463	28,050	752,359	2,444	5,429
ХМ 09 111	-2,107	0,359	9,633	165,985	-0,223	3,278
ХМ 09 122	-0,207	0,104	-1,783	92,044	-0,273	0,213
КС 09 42	1,160	0,680	9,133	222,182	6,660	6,851
КС 09 44	-0,724	0,104	1,050	132,340	-0,806	0,237
КС 09 41	-0,624	0,021	7,717	124,659	-3,440	6,119
КС 09 40	-0,824	0,018	0,633	774,759	-1,523	2,724
КС 09 11	-2,707	0,807	-28,783	68,134	-3,773	3,041
КС 09 39	2,143	0,372	0,717	120,565	2,294	2,284
КС 09 19	-1,207	1,194	-17,617	8,026	-4,556	4,057
КС 09 38	-0,390	0,093	5,300	34,347	-0,956	1,367
КС 09 37	1,610	2,558	-23,950	1633,932	3,494	3,881
КС 09 24	0,343	0,256	12,050	270,954	4,227	1,434
КС 09 26	2,126	0,556	2,300	187,635	0,860	0,245
КС 09 29	-1,024	0,436	0,167	234,992	1,577	2,141
КС 09 31	2,010	6,987	0,300	698,082	2,460	33,949
КС 09 322	-0,974	0,132	-5,283	159,082	-1,823	0,138
КС 09 33	1,293	2,535	16,133	689,710	2,694	8,033
КС 09 36	0,676	0,116	-18,367	44,404	-0,890	3,920
Грешки	gi-gj = 0,066		gi-gj = 18,4		gi-gj = 0,31	
	gj-gi = 0,009		gj-gi = 2,63		gj-gi = 0,04	

Petrovska, N., Iv. Genova, 2009. Kombinativna sposobnost za elementi na dobiva pri sredno kasni linii carevica, Mezhdunarodna nauchna konferencia, Stara Zagora, 4-5 yuni, 449-457.

Petrovska, N., 2013. Combining ability for grain yield of late maize lines, Agricultural Science and Technology, vol. 5, № 4, pp. 358-361.

Savchenko, V. K., 1978. Mnogocelevi metod za kolichestvena ocenka na kombinativnata sposobnost v selekciyata na heterozis, Genetika, t. 14, № 5, str. 793-804.

Turbin, N.V., L.V. Hotileva, L.A. Tarutinam, 1973. Dialelen analiz v selekciyata na rasteniyata, Minsk.

Valkova, V., 2013. Prouchvane na heterozisa I semneproizvodstvoto na novo pokolenie hibridi pri Institut po carevicata – Knezha. Doktorska disertacia, Knezha.

Статията е приета на 18.03.2015 г.

Рецензент – проф. д-р Невена Ганушева
E-mail: veni_plbg@abv.bg