

**СЕЛЕКЦИОННА ОЦЕНКА НА РАННИ САМООПРАШЕНИ ЛИНИИ ЦАРЕВИЦА
BREEDING EVALUATION OF EARLY INBRED MAIZE LINES****Наталия Петровска, Валентина Вълкова***
Natalya Petrovska, Valentina Valkova*Институт по царевицата – Кнежа
Maize Research Institute – Knezha*E-mail: valkova_valentina@mail.bg**Резюме**

В частична диалелна схема по Savchenko (1978) са включени 11 ранни самоопрашени линии царевица (FAO 200-400), създадени по класическия метод на селекция в Института по царевицата в Кнежа. Проучването представя резултати от анализ и оценка на общата и специфичната комбинативна способност (ОКС и СКС) за добив от зърно и елементи на добива – дължина на кочана и тегло на зърното от кочана, на този новосъздаден изходен материал. Експерименталните кръстоски са получени през 2012 г. в изолационно поле на Института, а са изпитани през 2013 и 2014 г. Опитите са заложени по метода „латински правоъгълник”, в две повторения, с опитна парцелка от 5 m², гъстота на посева 5800 раст./da и условия без напояване.

С най-висока ОКС за добив от зърно са линиите КС 11 28, КС 11 41, КС 11 10, КС 11 79 и КС 11 71, за дължина на кочана – ХМ 11 22, ХМ 11 24, КС 11 72, КС 11 71 и КС 11 74, а за тегло на зърното от кочана – линиите КС 11 28, КС 11 10 и КС 11 79. Тези линии може да бъдат използвани като компоненти за създаване на ранни синтетици или като тестери за определяне на ОКС в съответните направления в ранен етап от селекцията. С висока СКС за добив от зърно са линиите КС 11 74, КС 11 71 и ХМ 11 22, за дължина на кочана - ХМ 11 22 и КС 1174, а за тегло на зърното от кочан – линиите КС 11 66, КС 11 28, КС 11 72, КС 11 41, КС 11 79, ХМ 11 22, КС 11 74 и КС 11 10. Те може да се използват директно в хетерозисната селекция за създаване на ранни хибриди царевица в съответните направления. Линиите с висока ОКС са подходящи тестери в началните етапи на селекция по тези признаци и може да бъдат донори в тези направления при създаване на синтетични популации в ранната група на зрялост. Линиите с висока СКС са подходящи компоненти за пряка хетерозисна селекция на ранни хибриди царевица в съответните направления.

Като пряк резултат от експерименталната работа са излъчени перспективни високодобивни кръстоски на линия КС 11 28 от първата група линии, с линиите КС 11 10, КС 11 79 и КС 11 41 от втората. Изпитването им продължава в конкурсни и екологични сортови опити.

Abstract

Eleven early inbred maize lines, created by means of the classical method of breeding at the *Maize Research Institute* – Knezha, are included in a partial system of Savchenko's diallele crosses. The present study shows the results of the analysis and evaluation of the General and Specific Combining Ability (GCA and SCA) for grain yield and elements of the yield – ear length and kernel weight per ear. The experimental crosses were obtained in 2012 in a field of the *Maize Research Institute* – Knezha and were tested in 2013 and 2014. The experiments were carried out using the *Latin Rectangle* design, in two replications, with a test plot of 5 m², plant density 5,800 plants/da and non-irrigation conditions.

The KC 11 28, KC 11 41, KC 11 10, KC 11 79 and KC 11 71 lines displayed the highest General Combining Ability (GCA) for grain yield, the XM 11 22, XM 11 24, KC 11 72, KC 11 71 and KC 11 74 lines - for length of the ear and the KC 11 28, KC 11 10 and KC 11 79 lines – for kernel weight per ear. They could be used as components of early synthetics as well as testers for analysis of GCA for yield elements of the lines in earlier generations. The KC 11 74, KC 11 71 and XM 11 22 lines displayed high Specific Combining Ability (SCA) for grain yield, the XM 11 22 and KC 11 74 lines – for length of the ear and the KC 11 66, KC 11 28, KC 11 72, KC 11 41, KC 11 79, XM 11 22, KC 11 74 and KC 11 10 lines - for kernel weight per ear. They could be used directly in the heterosis breeding for developing of early hybrids with such characteristics. The lines with high GCA are suitable testers in the early stages of breeding in these parameters and can be donors in the creation of synthetic populations in an early maturity group. The lines with high SCA are suitable components for direct heterosis selection of early hybrids with such characteristics.

As a direct outcome of the experimental work, high yielding crosses of the KC 11 28 line from the first group of lines and the KC 11 10, KC 11 79 and KC 11 41 lines from the second one were nominated. Their testing is still in process in competitive and ecological experiments.

Ключови думи: линии царевица, обща и специфична комбинативна способност (ОКС и СКС), елементи на добива.

Key words: maize lines, General and Specific Combining Ability (GCA and SCA), yield elements.

ВЪВЕДЕНИЕ

При селекцията на инбредни линии царевица по отделни количествени признаци най-голямо внимание се отделя на комбинативната способност. Анализът ѝ е основен етап от селекционната оценка на инбредните линии и ефективното използване на изходния материал в съответни добре обосновани селекционни програми. Нейният характер се проявява след включване на линиите в хибридни комбинации, а резултатите са окончателен критерий за оценката ѝ (Turbin *et al.*, 1974).

За целта се прилагат математически модели, основани на различни видове кръстоски. Основни методи за оценка на КС си остават различните способности на анализиращи кръстоски на линиите (или други форми) с последователно изпитване на хибридно потомство, главни от които са диалелно, топкросно, поликросно и свободно опрашване. Все по-често се прилага и предложената от Savchenko (1978) изменена непълна диалелна схема, наречена „сетпрос“. Blyandur (1995) провежда сравнителни опити за оценка на ефекта от него и останалите методи за определяне на КС и получава резултати, според които при използване на „сетпрос“ се получават данни за нивото на КС на родителските форми, идентични с тези, които се получават по трудоемкия метод на Griffing (1956). Това позволява схемата „сетпрос“ по трудоемкост, надеждност и точност да се нареди в йерархията на регулярните кръстоски между топкрос и диалелна схема (Savchenko, 1973; 1986).

Приложението на видоизменена диалелна схема по метода на Savchenko в Института по царевицата в Кнежа започва през 1985-1986 г. (Genova, Genov, 1987) и поради посочените погоре предимства се превръща в част от работата на редица селекционери (Hristova, 1988; Hristova, Hristov, 1995; Petrovska, 2006; Valkova, 2007; Ilchovska, 2013; 2013 а).

Основна цел на това проучване е анализът и оценката на комбинативната способност за добив от зърно и елементи на добива на новосъздадени ранни самоопрашени линии, което да позволи бъдеща работа с перспективните от тях и включването им в конкретни селекционни програми.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Проучването е проведено през периода 2011-2014 г. в опитното поле на Института по царевицата в Кнежа. В сетпросна схема са включени единадесет ранни самоопрашени линии царевица (FAO 200-400), създадени по класическия метод на селекция и стабилизиращи през 2011 г.

За целта на изследването линиите са разделени на две групи, като предварително са ранжирани по продуктивност.

Експерименталните кръстоски са получени през 2012 г. в изолационно поле, а са изпитани през 2013 г. и 2014 г. Опитите са заложили по метода „латински правоъгълник“, в две повторения, с опитна парцелка от 5 m², гъстота на посева 5800 раст./da и условия без напояване.

За определяне на добива и структурните му елементи във фаза пълна зрялост от всеки вариант е взета средна проба от 5 kg кочани. Обработката на данните е извършена по метода на дисперсионния анализ (Dimova, Marinkov, 1999), а изпитването и оценката на комбинативната способност - по методика на Savchenko (1978).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В таблица 1 са отразени стойностите на средномесечните температури, относителната влажност на въздуха и сумата на валежите през двете години, в които е проведено проучването, отнесени към средните за 55-годишен период. Независимо от двойно по-високата сума на валежите през 2014 г., разлика в добива на кръстоските и проучваните елементи не се наблюдава (табл. 2), тъй като и двете години бяха благоприятни като съчетание на агроклиматичните фактори в най-критичните периоди за царевицата – цъфтеж на репродуктивните органи (юни и юли). Това позволи нормално опрашване и оплождане на растенията, а последващите обилни валежи през втората година повлияха единствено на влагата в зърното при прибиране.

Данните от дисперсионния анализ показват достоверни различия между проучваните кръстоски по добив от зърно, дължина на кочана и тегло на зърното от кочан (табл. 2) и анализът е продължен. Точността на опитите е висока и за трите показателя, съответно 2,1; 1,78 и 2,22.

С най-високи резултати по отношение на добива са кръстоските на линия КС 11 28 с линиите КС 11 79, КС 11 41 и КС 11 10. Излъчените перспективни хибриди продължават изпитване в конкурсни и екологични сортови опити. С най-дълъг кочан са кръстоските на линия ХМ 11 22 с всички линии от първата група самоопрашени линии – от 18,0 до 20,1 cm. По третия проучван показател – тегло на зърното от кочана, се отличават кръстоските на линия КС 11 28 с всички линии от втората група.

След дисперсионен анализ на ОКС и СКС и установяване на достоверни различия между линиите по този показател ($F_{\text{оп.}} > F_{\text{табл.}}$) анализът е продължен с оценка на комбинативната способност.



Таблица 1. Метеорологични данни за периода на проучването (2013-2014)

Table 1. Meteorological data for the period of study (2013-2014)

Месеци/Months	Средно за 55-годишен период/Average for 55 years	2013 year	2014 year
Средномесечна температура (C°)/Mean month temperature (C°)			
Април/April	11,6	13,0	12,1
Май/May	16,7	19,0	16,2
Юни/June	20,2	20,9	20,1
Юли/July	22,7	22,5	22,6
Август/August	22,0	24,0	23,5
Септември/September	17,4	17,8	18,3
Относителна влажност на въздуха (%)/Relative humidity of the air (%)			
Април/April	73,0	70,3	81,5
Май/May	70,0	62,3	76,0
Юни/June	65,0	70,0	72,5
Юли/July	63,3	66,9	71,7
Август/August	68,0	59,9	69,6
Септември/September	71,0	65,6	79,2
Σ на валежите (L/m ²)/Rainfalls (L/m ²)			
Април/April	50,0	46,4	112,6
Май/May	70,0	39,4	106,1
Юни/June	84,0	155,5	92,0
Юли/July	59,0	51,7	100,9
Август/August	46,0	5,1	43,8
Септември/September	43,0	15,6	170,9
Сума от валежи IV-IX/Sum of the rain IV-IX	352,0	313,7	626,3
% към 55 г. период/% to 55 years	100%	89,1	177,9

Критерий за оценката на ОКС са ефектите на ОКС (g_i , g_j), а СКС е оценена чрез сравняване на вариансите на ефектите \hat{u} ($\sigma^2 s_i$; $\sigma^2 s_j$) - таблица 3. Както е видно от данните, линия КС 11 74 е на първо място по СКС за добив от зърно, има висока ОКС и СКС за дължина на кочана и отбелязва положителни ефекти на ОКС за тегло на зърното от кочан. Линия КС 11 71 е втора в класацията по СКС за добив от зърно и ОКС за дължина на кочана. Линия КС 11 72 заема трето място по СКС за тегло на зърното от кочан и има водещо място по ОКС за дължина на кочана. Линия КС 11 28 отбелязва най-висока ОКС за добив от зърно, съ-

щевременно е с положителни стойности на ефектите на ОКС за дължина на кочана и притежава най-висока ОКС за тегло на зърното от кочан. Същата е втора по СКС за последния показател.

Линиите от втората група също са комбинативно ценни по отделните признаци на проучване. Линия ХМ 11 22 е с най-висока СКС за добив от зърно, следвана от линия ХМ 11 24. Двете линии имат висока ОКС и СКС за дължина на кочана и висока СКС за тегло на зърното от кочан. Линия ХМ 11 41 е водеща по ОКС за добив от зърно и по СКС за тегло на зърното от кочан. С близки прояви в КС за добив от зърно са и оста-

Таблица 2. Средни стойности на проучваните признаци добив от зърно, дължина на кочана и тегло на зърното от кочан

Table 2. Mean values of the characters grain yield, length of the ear and mass on grains per ear

Линии/Lines	КС 11 79		ХМ 11 22		ХМ 11 24		КС 11 41		КС 11 10	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Добив от зърно/Grain yield, kg										
КС 11 71	810,3**	811,8**	692,4	680,6	590,4	590,4	922,1***	906,6**	900,6***	895,0***
КС 11 72	688,8	738,0	590,4	639,6	716,0	716,0	766,9	776,4	880,4***	831,5***
КС 11 74	738,0	713,4	740,2	715,5	703,1	662,2	776,4	825,0***	716,8	705,7
КС 11 66	850,3***	850,3***	590,0	576,0	663,2	655,1	750,6	738,2	780,9	754,4
КС 11 68	724,4	716,2	705,2	623,2	606,2	582,9	758,0	814,5**	740,0	754,4
КС 11 28	997,5***	915,7***	714,6	699,7	800,0*	797,3*	960,0***	957,2***	986,7***	1002,9***
Достоверност на данните/ GD/LSD	GD _{P5%} - 32,7									
	GD _{P1%} - 44,0									
	GD _{P0,1%} - 58,4									
Среден добив/Mean yield	758,4									
Дължина на кочана/Length of the ear, cm										
КС 11 71	16,5	15,4	20,0***	19,6***	17,5*	18,3***	15,5	16,0	16,2	16,4
КС 11 72	16,0	16,0	19,4***	20,1***	18,8***	19,0***	16,0	16,4	15,6	16,4
КС 11 74	17,2	16,8	19,7***	19,0***	17,7**	18,0***	15,5	16,2	15,8	16,2
КС 11 66	14,0	15,1	18,8***	17,9***	16,6	15,4	14,0	14,6	14,6	14,7
КС 11 68	16,2	16,0	18,0***	18,4***	17,6**	18,0***	15,6	16,4	16,2	16,2
КС 11 28	16,6	15,7	18,8***	19,2***	17,5*	17,0	16,2	16,0	15,4	16,0
Достоверност на данните/ GD/LSD	GD _{P5%} - 0,6									
	GD _{P1%} - 0,8									
	GD _{P0,1%} - 1,1									
Сред. дълж. на кочана/ Mean a Length of the ear	16,8									
Тегло на зърното от кочан/Mass on grains per ear, g										
КС 11 71	203,4	206,6	183,4	192,2	179,9	178,8	187,9	190,4	202,5	216,0**
КС 11 72	194,8	202,3	175,6	188,2	200,0	184,6	202,3	210,0	215,4*	230,0***
КС 11 74	200,6	215,4**	202,3	201,7	197,4	196,6	198,4	202,6	199,8	216,4**
КС 11 66	223,4***	216,2**	184,5	175,6	187,7	185,6	201,4	200,6	205,6	210,8
КС 11 68	202,1	198,3	174,8	183,4	184,2	192,0	204,8	210,6	202,9	210,4
КС 11 28	223,8***	219,1***	195,7	222,5***	208,5	222,5***	205,0	207,5	230,0***	250,0***
Достоверност на данните/ GD/LSD	GD _{P5%} - 9,12									
	GD _{P1%} - 12,29									
	GD _{P0,1%} - 16,32									
Сред. тегло на зърно от кочан/ Mean a Mass on grains per ear	201,9									



Таблица 3. Ефекти на ОКС (g_i) и варианси на СКС (σ^2s_i) за признаците добив от зърно, дължина на кочана и тегло на зърното от кочан

Table 3. GCA effects (g_i) and variances of SCA effects (σ^2s_i) for the characters: grain yield, length of the ear and mass on grains per ear

Линии/Lines	Добив от зърно/ Grain yield		Дължина на кочана/ Length of the ear		Тегло на зърно от кочан/ Mass on grains per ear	
	g_i	σ^2s_i	g_i	σ^2s_i	g_i	σ^2s_i
КС 11 71	21,583	4317,650	0,343	0,118	-7,793	26,842
КС 11 72	-24,037	3053,347	0,563	0,259	-1,593	56,274
КС 11 74	-27,797	4926,127	0,223	0,302	1,187	53,479
КС 11 66	-37,537	3407,929	-1,217	0,180	-2,773	70,052
КС 11 68	-55,937	1232,186	0,043	0,199	-5,573	45,506
КС 11 28	124,723	2402,014	0,043	0,078	16,547	64,694
Тестери/Testers						
КС 11 79	37,777	3061,120	-0,833	0,220	6,917	61,520
ХМ 11 22	-94,490	4180,620	2,117	0,400	-11,933	55,250
ХМ 11 24	-84,857	3579,380	0,817	0,170	-8,767	18,120
КС 11 41	70,893	1518,500	-1,100	0,060	-0,117	69,170
КС 11 10	70,677	3131,750	-1,000	0,060	13,900	49,420
Грешки/Errors	$g_i-g_j = 45,0$		$g_i-g_j = 0,60$		$g_i-g_j = 5,8$	
	$g_j-g_i = 49,3$		$g_j-g_i = 0,75$		$g_j-g_i = 6,4$	

налите две линии от втората група – КС 11 10 и КС 11 79. Освен това първата от тях е с най-висока ОКС за тегло на зърното от кочан, а втората е с висок вариант на СКС за този показател.

Комбинативната способност е генетично обусловено свойство и според редица автори (Turbin i dr., 1974) ОКС се обуславя от адитивни наследствени фактори, а СКС – от доминантни и епистатни. Това определя различните направления и препоръки към компонентите за кръстоски, както и участието на проучвания изходен материал в определени селекционни програми, използващи различните действия и взаимодействия на гените.

Според по-горе посочените резултати може да се направят известни препоръки, даващи насоки за бъдещото включване на изпитваните линии в различни програми на селекция.

Положителните и високи ефекти на ОКС за добив от зърно на линиите КС 11 28, КС 11 41, КС 11 10 и КС 11 79 ги определят като подходящи за включване в синтетици като техни компоненти.

Освен това може да послужат и за анализиращи кръстоски в ранни етапи на селекционния процес за определяне на ОКС за добив от зърно. След анализа и оценката на ефектите на СКС за добив от зърно излъчените линии – КС 11 74, КС 11 71 и ХМ 11 22, може да бъдат включени пряко в прог-рами на хетерозисната селекция, тъй като в комбинации с други линии ще проявяват главно доминантни и епистатни генни ефекти, което би довело до получаване на високодобивни ранни хибриди.

По отношение на проявите на КС за дължина на кочана данните показват положителни ефекти на ОКС, проявени в кръстоските от линии ХМ 11 22, ХМ 11 24, КС 11 72, КС 11 71 и КС 11 74. Първата и последната от изброените линии заемат водещо място по СКС за този показател и може да се използват в различни направления – като компоненти за създаване на синтетични популации, като тестери в тази група на зрялост за ОКС за дължина на кочана и като компоненти за получаване на високодобивни хибриди с дълъг кочан.

За третия проучван показател линиите КС 11 66, КС 11 28, КС 11 72, КС 11 74 от първата група и линиите КС 11 41, КС 11 79, ХМ 11 22 и КС 11 10 от втората група се отличават с високи варианти на ефектите на СКС за тегло на зърното от кочана и при комбинации на тези линии с други преобладаващи ще са проявите на доминантни и епистатни генни ефекти по отношение на наследявания признак. Това ги прави подходящи за включване в програми за пряка хетерозисна селекция. Три от тези линии – КС 11 28, КС 11 10 и КС 11 79, са и с високи и положителни ефекти на ОКС за този показател, което позволява използването им като тестери на ОКС на новосъздадени линии или включването им като компоненти за създаване на синтетични популации в това селекционно направление.

След анализ на резултатите може да бъдат направени следните

ИЗВОДИ

1. Линиите КС 11 74, КС 11 71 и ХМ 11 22 притежават най-висока СКС за добив от зърно и следва да се използват генетичните им варианти в програми за пряка хетерозисна селекция. За създаване на синтетични популации по този показател следва да се използват адитивните ефекти на линиите КС 11 28, КС 11 41, КС 11 10 и КС 11 79.

2. За създаване на хибриди с дълъг кочан са подходящи линиите ХМ 11 22 и КС 1174 поради проявената висока СКС за този показател. Линиите ХМ 11 22, ХМ 11 24, КС 11 72, КС 11 71 и КС 11 74 са подходящи компоненти за създаване на синтетични популации с дълъг кочан в тази група на зрялост.

3. Високите варианти на ефектите на СКС за тегло на зърното от кочана на линии КС 11 66, КС 11 28, КС 11 72, КС 11 41, КС 11 79, ХМ 11 22, КС 11 74 и КС 11 10 ги прави подходящи за хетерозисна селекция, а три от тях – КС 11 28, КС 11 10 и КС 11 79 – и като тестери на ОКС на новосъздадени линии или включването им като компоненти за създаване на синтетични популации в това направление.

4. Излъчени са високодобивни кръстоски на линия КС 11 28 от първата група с линиите КС 11 10, КС 11 79 и КС 11 41 от втората. Изпитването им продължава в конкурсни и екологични сортови опити.

LITERATURE

Blyandur, O.V., 1995. Prilozhenie na matema-ticheskiya model na Savchenko za opredelyane na obshhtata i specifichna kombinativna sposobnost pri mutantni linii carevica po metoda topkros, Kishinev Kk № 1052/95.

Dimova, D., E. Marinkov, 1999. Oпитно delo I biometria, Akademichno izdatelstvo na VSI, Plovdiv.

Genova, I., M. Genov, 1987. Kombinativna sposobnost na linii carevica s haploiden proizvod, dokl. ot II nauchna konferenciya po genetika i selekcia, 13-14 XI – 1987, Razgrad.

Griffing, B., 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Austral. J. Biol.Sci., 9: pp. 463-493.

Ilchovska, M., 2013. Kombinativna sposobnost za dalzhina na kochana na mutantni linii carevica - Science & Technologies, Volume III, Number 6, pp. 228-232.

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

Hristova, P., 1988. Genetiko-selekcionni izsledvaniya vav vrazka s usavarshenstvane nyakoi metodi na heterozisnata selekcia na sredno kasni i kasni hibridi carevica – disertacia za prisazhdane na nauchnata st. d-r s.n., Knezha.

Hristova, P., K. Hristov, 1995. Vazmozhnosti za izpolzvanie na nepalen topkros za ocenka na kombinativnata sposobnost na linii carevica – Rastenievadni nauki, 9-10, str. 33-36.

Petrovska, N., 2006. Prouchvane i podobryavane na izhoden material za selekcia na carevica – disertacia, IC – Knezha.

Savchenko, V. K., 1973. Metodika na genetiko-selekcionnite i genetichnite eksperimenti, Minsk, "Nauka i tehnika".

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

Savchenko, V. K., 1986. Genetichen analiz i sintez v prakticheskata selekcia, Minsk, "Nauka i tehnika".

Turbin, N.V., L.V. Hotileva, L.A. Tarutina, 1974. Dialelen analiz v selekciyata na rasteniyata, Minsk.

Valkova, V., 2007. Kombinativna sposobnost za dobiv na zarno na samooprasheni linii carevica, MNK "Rastitelniyat genofond – osnova na savremennoto zemedelie: - 13-14 uyni, Sadovo, str. 135-138.

Статията е приета на 18.03.2015 г.
Рецензент – проф. д-р Невена Ганушева
E-mail: veni_plbg@abv.bg