

**КОМБИНАТИВНА СПОСОБНОСТ НА СРЕДНО КЪСНИ МУТАНТНИ ЛИНИИ  
ЦАРЕВИЦА ЗА ЕЛЕМЕНТИ НА ДОБИВА**

**Наталия Петровска, Валентина Вълкова**  
5835, *Институт по царевичата – Кнежа*  
[natalya\\_hristova@abv.bg](mailto:natalya_hristova@abv.bg)

**COMBINIG ABILITY FOR YIELD'S ELEMENT OF MIDDLE LATE MUTANT MAIZE  
LINES**

**Nataliya Petrovska, Valentina Valkova**  
5835, *Knezha, Maize Research Institute*  
[natalya\\_hristova@abv.bg](mailto:natalya_hristova@abv.bg)

**ABSTRACT**

The research shows results from analysis and evaluation of combining ability for yield's element – ear length, kernel depth, number of rows in the ear of newly created inbred lines, part of the collection of the Maize Research Institute – Knezha.

Seventeen mutant maize lines have been used in M<sub>5</sub> generation and two inbred lines have been used as testers - M 2907 and 26A. After obtaining the crosses and their two-year old testing in field experiments, the general combining ability (GCA) and the specific combining ability (SCA) of these breeding materials have been evaluated.

The lines XM 553/10, XM 561/10, XM 581/10 and XM 646/10 have displayed high GCA for ear length, the lines XM 608/10, XM 625/10 and XM 578/10 – for kernel depth and the lines XM 635/10, XM 653/10 and XM 608/10 – for number of rows. They can also be used as testers in GCA in early stages of breeding or as components of creating synthetic populations in the respective directions, because they have mainly additive gene effects in their crosses.

The line XM 646/10 has displayed high SCA for ear length, the lines XM 618/10 and XM 657/10 – for kernel depth and the lines XM 556/10 and XM 626/10 – for number of rows. There are mainly dominant and epistatic gene effects in the crosses of these lines which makes them suitable source material for direct heterosis and creation of high yield hybrids in the respective directions.

The results of this research can be used in the selection of a right approach and purposeful work with these breeding materials.

**Key words:** *mutant maize lines, combining ability, general ombining ability (GCA), specific combining ability (SCA), yield's element*

**УВОД**

Комбинативната изменчивост е основна във всяка селекционна програма. Много селекционери определят рекомбинациите като “централно звено” от веригата по преобразуването на потенциалната генотипна изменчивост в достъпна за селекционера, но едновременно с това препоръчват да бъдат максимално проучени и включени в селекционния процес генотипната изменчивост в резултат на мутации и рекомбиогенез (Жученко и др, 1982; Жученко, 2003). Съчетаването на хибридизацията с методите на експерименталния мутагенезис е безспорно най-резултатен в обогатяване на генетичния потенциал на културните растения (Савов П.Г., 1984), а новите генни комбинации в резултат на този синтез според Мику (1981) са не само практически нов изходен, но и ценен теоретичен материал за изучаване взаимодействието на гените.

В Институт по царевичата – Кнежа чрез мутационна селекция са постигнати редица теоретически и практически резултати (Христова П., 1984). Получени са мутантни линии с висока комбинативна способност, които при кръстоска с изходните проявяват хетерозис (Христова, П., 1989). Генов и Генова (1987) постигат голямо разнообразие в признаците

“дължина на вегетационен период”, “добив” и “елементи на добива” при линиите В 73 и В 37 чрез експериментален мутагенезис.

Целта на настоящето изследване е анализ на комбинативната способност за добив зърно на 17 средно късни мутантни линии царевица. Резултатите от това проучване, могат да послужат при избора на правилен подход и целенасочена работа с тези селекционни материали.

#### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ:**

Експерименталната работа е проведена през 2006-2012 година в опитното поле на Институт по царевицата - Кнежа. В топкросна схема са включени 17 средно късни самоопрашени линии царевица (FAO 500-600), продукт на химически мутагенезис в хетерозиготен материал. NEU (нитрозо етил урея) – 0.001%, DES (диетилсулфат) – 0.1% и NMU (нитрозо метил урея) – 0.001%, а третирането е извършено през 2006 година.

Тестирането на мутантните линии е извършено в M<sub>5</sub> генерация, а като тестери са използвани самоопрашените линии М 2907 и 26 А.

Кръстоските са получени през 2010 година, а са изпитани през 2011-2012 г., при гъстота на посева 5600 р/дка. Опитите са заложени по блоков метод, с големина на опитната парцелка 5 м<sup>2</sup>. Успоредно с тях, със същата гъстота са засяти и проучени предварително размножените в селекционното поле родителски линии.

Статистическата обработка на изходните данни е извършена по метода на дисперсионния анализ (Димова, Маринков, 1999), а комбинативната способност е анализирана по методика на Савченко (1973, 1978).

#### **РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ:**

Комбинативната способност за добив зърно на тези линии е оценена и е обект на предишна публикация (Петровска Н., В.Вълкова, 2014) Настоящото проучване представя данни за комбинативната способност за елементите на продуктивността и добива – дължина на кочана, дължина на зърното и брой на редовете в кочана.

Данните от полските опити са осреднени, а дисперсионния анализ показва достоверни различия между хибридите по проучваните показатели ( $F_{оп.} > F_{табл.}$ ) – таблици 1, 2 и 3, съответно за дължина на кочана, дължина на зърното и брой на редовете в кочана. Точността на опитите е висока. За дължина на кочана  $S_x = 1,47$ , за дължина на зърното – 0,70, а за брой редове - 0,71.

Втората година на проучване се характеризира с неблагоприятно съчетание на агроклиматичните фактори – недостатъчно количество валежи (2,9 л/кв.м за месец юли), неравномерно разпределение по време на вегетация на царевицата и високи температури в критични за нея фенофази. Това обаче, не се отрази на проучваните показатели и анализът е завършен, а комбинативната способност оценена според проявите ѝ както по години, така и средно.

За оценка на комбинативната способност е използван метода на Савченко (1978), който позволява приложение на алгоритъма на методиката при включване на два или повече тестера в анализиращите кръстоски. За тестери са използвани две линии от колекцията на Институт по царевицата – Кнежа - М 2907 и 26 А, съответно принадлежащи на две различни хетерозисни групи – Рейд и Ланкастер. Линиите са с висока комбинативна способност и са добри анализатори на нов изходен материал в ранните етапи на селекционния процес.

Чрез дисперсионен анализ на ОКС и СКС (таблица 1, 2 и 3) са установени достоверни различия между линиите по проучваните показатели, което позволява да бъде продължен анализа с оценка на КС за отделните елементи на продуктивността и конкретните прояви за всеки от тях.

Като критерии за оценката са използвани ефектите на ОКС ( $g_i, g_j$ ) и вариансите на ефектите на СКС ( $\sigma^2_{si}; \sigma^2_{sj}$ ) на проучваните линии, а проявите им са отразени в таблица 4.

**Таблица 1.** Дисперсионен анализ на данните от полските опити  
Дължина на кочана при средно късни мутантни литнии царевица.

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>
<b>ПОЛСКИ ОПИТИ</b>			
Sample	5,707	1	5,707
Columns	274,525	16	17,158
Interaction	23,895	16	1,493
Within	20,885	34	0,614
<b>ОКС и СКС</b>			
Rows	137,262	16	8,579
Columns	2,854	1	2,854
Error	11,948	16	0,747

С най-високи варианси на ефектите за СКС за дължина на кочана е линия ХМ 646/10. Същата линия е отбелязала и високи, положителни ефекти за ОКС по този показател. Това я прави подходящ изходен материал в различни селекционни направления, както за включване в синтетични популации, така и за пряка хетерозисна селекция на хибриди с дълъг кочан. С висока СКС за този показател са и линиите ХМ 556/10, ХМ 560/10, ХМ 625/10 и ХМ 630/10. Тези линии проявяват в кръстоските си предимно доминантни и епистатни генни ефекти и могат успешно да се използват в хетерозисната селекция в това направление.

**Таблица 2.** Дисперсионен анализ на данните от полските опити  
Дължина на зърното при средно късни мутантни литнии царевица.

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>
<b>ПОЛСКИ ОПИТИ</b>			
Sample	0,941	1	0,941
Columns	19,149	16	1,197
Interaction	21,789	16	1,362
Within	4,910	34	0,144
<b>ОКС и СКС</b>			
Rows	9,574	16	0,598
Columns	0,471	1	0,471
Error	10,894	16	0,681

**Таблица 3.** Дисперсионен анализ на данните от полските опити  
Брой редове в кочана при средно късни мутантни литнии царевица.

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>
<b>ПОЛСКИ ОПИТИ</b>			
Sample	8,121	1	8,121
Columns	37,481	16	2,343
Interaction	17,361	16	1,085
Within	7,645	34	0,225
<b>ОКС и СКС</b>			
Rows	18,741	16	1,171
Columns	4,061	1	4,061
Error	8,681	16	0,543
Total	31,482	33	

**Таблица 4** Ефекти на ОКС ( $g_i$ ) и варианси на ефектите на СКС ( $\sigma_{si}^2$ ) за елементи на добива на средно късни мутантни линии царевица – 20011-2012 г.

Мутагени	Линии	Дължина на кочана		Дължина на зърното		Брой редове в кочана	
		ОКС	СКС	ОКС	СКС	ОКС	СКС
NEU-0.001%	XM 553/10	2,566	0,424	-0,607	0,050	-0,446	0,491
	XM 556/10	-1,934	1,156	-0,357	0,702	-0,046	2,018
	XM 560/10	-3,034	1,844	0,218	0,009	-0,446	0,327
	XM 561/10	2,441	0,266	-0,682	0,001	0,254	0,313
	XM 571/10	-2,184	0,951	0,018	0,763	0,454	0,327
	XM 578/10	-1,984	0,193	0,643	0,332	-0,196	0,413
	XM 581/10	2,341	0,198	-0,657	0,023	-0,746	0,185
	XM 608/10	-0,184	0,016	1,068	0,374	0,754	0,077
DES-0.1%	XM 646/10	2,266	2,598	-0,232	0,437	0,204	0,834
NМУ-0.001%	XM 618/10	1,616	0,480	0,393	1,971	-1,296	0,121
	XM 625/10	-1,884	1,657	0,818	0,159	-1,196	0,042
	XM 626/10	-2,559	0,573	0,343	0,007	0,154	1,266
	XM 630/10	1,891	1,170	-0,007	0,960	-0,596	0,413
	XM 635/10	-0,784	0,304	0,068	0,644	1,454	0,992
	XM 642/10	-1,434	0,007	0,068	1,386	0,004	0,834
DES-0.1%	XM 653/10	0,816	0,000	-0,857	1,147	1,329	0,010
	XM 657/10	2,041	0,111	-0,232	1,930	0,354	0,018
Стандартна грешка		$g_i - g_j = 0,38$ $g_j - g_i = 0,04$		$g_i - g_j = 0,34$ $g_j - g_i = 0,04$		$g_i - g_j = 0,27$ $g_j - g_i = 0,03$	

Линиите XM 553/10, XM 561/10 и XM 581/10 имат високи и положителни ефекти в проявите на ОКС. Подходящи са за използване като тестери в анализиращи кръстоски, в начален етап на селекционната работа, както и като компоненти за създаване на синтетици с дълъг кочан.

По отношение на признака дължина на зърното и проявите за КС, анализът на данните показва, че линиите XM 618/10, XM 657/10, XM 642/10 и XM 653/10 са подходящи за пряка селекция по този показател, поради високите варианси на ефектите на СКС проявени от тях в кръстоските. Линиите XM 608/10, XM 625/10 и XM 578/10 проявяват високи, положителни стойности на ефектите на ОКС за този елемент на продуктивността. Последните линии са подходящи за включване в селекционни програми за получаване на средно късни синтетици с дълго зърно, тъй като притежават повече адитивни фактори, обуславящи признака. Целесъобразно е и използването им като тестери при анализиращи кръстоски, за определяне на ОКС по този показател в по-ранни етапи на селекционния процес на материали от тази група на зрялост. Останалите линии включени в експерименталната работа имат ниски или отрицателни стойности на ефектите и за двете години на проучване, респективно ниска ОКС.

Анализът на данните за признака брой редове в кочана показват, че подходящи за създаване на многоредови хибриди са линиите XM 556/10, XM 626/10, XM 635/10, XM 642/10 и XM 646/10, тъй като имат високи варианси на ефектите на СКС по този показател. В програма за създаване на многоредови синтетични популации, с успех могат да бъдат използвани линиите XM 635/10, XM 653/10 и XM 608/10, поради високите ефекти на ОКС проявени в тестерните кръстоски.

След анализ на резултатите от проучването са направени следните изводи:

#### ИЗВОДИ

- Проучена е комбинативната способност за елементи на продуктивността на нови самоопрашени линии, получени в резултат на химически мутагенезис.

• Излъчени са линии с висока ОКС за проучваните елементи на добива: За признака дължина на кочана, това са линиите ХМ 553/10, ХМ 646/10, ХМ 561/10 и ХМ 581/10. За признака дължина на зърното – линиите ХМ 608/10, ХМ 625/10 и ХМ 578/10, а за брой редове в кочана линиите ХМ 635/10, ХМ 653/10 и ХМ 608/10. Всички тези линии са подходящи за компоненти при създаване на средно късни синтетични популации царевица в съответните направления и като тестери в анализиращи кръстоски за определяне на ОКС на новосъздадени линии в ранни етапи на селекционния процес.

• Линиите ХМ 560/10, ХМ 625/10, ХМ 630/10 и ХМ 556/10 проявяват висока СКС за признака дължина на кочана. Линиите ХМ 618/10, ХМ 657/10, ХМ 642/10 и ХМ 653/10 имат високи варианси на ефектите на СКС за дължина на зърното, а линиите ХМ 556/10, ХМ 626/10 и ХМ 642/10 за брой редове. Подходящи за включване в програми за пряка хетерозисна селекция и получаване на високодобивни средно късни хибриди в различните направления.

• Линиите ХМ 646/10 и ХМ 635/10 проявяват в хибридните си комбинации високи ефекти на ОКС за дължина кочана и брой редове съответно. В същото време са с висок вариант на СКС за тези елементи на добива, което ги прави комбинативно ценни в различни направления. Препоръчва се използването както на адитивните, така и на доминантните и епистатни генни ефекти, които проявяват в кръстоските.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Genov M., I. Genova. 1987. Results of experimental mutagenesis applied to maize inbreds, experimental mutagenesis in plants, Plovdiv, october.26-30
2. Димова Д., Е. Маринков. 1999. Опитно дело и биометрия, Академично издателство на ВСИ, Пловдив
3. Жученко А.А. 2003. Роль генетической инженерии в адаптивной системе селекции растений (мифы и реалии) , Сельскохозяйственная биология, №1. -С. 3-33;
4. Жученко А. А., Завертайло Т.Ф., Король А. Б. 1982. Связ между количественными признаками гетерозигонными признаками гетерозиготных растений кукурузы и частотой рекомбинантов в их потомство /Адаптация и рекомбиногенез у культурных растений. Кишинев, стр. 46-47.
5. Мику, В.Е. 1981. Генетические исследования кукурузы, сб. Кишинев, изд. „Штиинца”
6. Петровска Н., В.Вълкова. 2014. Комбинативна способност за добив зърно на средно късни мутантни линии царевица – Сборник доклади от втора научна конференция с международно участие „Теория и практика в земеделието” – 22-24. 11.2013 г., Юндола, стр. 351-356
7. Савов П.Г. 1984. Съчетаване на хибридна и индуцирана мутационна изменчивост с цел да се увеличи генетичното разнообразие, кн. „Радиационен мутагенез при пшеницата”
8. Савченко В. К. 1973. Методики генетико-селекционного и генетического экспериментов, Минск, “Наука и техника”.
9. Савченко В. К. 1978. Многоцелевой метод количественной оценки комбинационной способности в селекции на гетерозис, Генетика, т. 14, № 5, стр. 793-804
10. Христова П. (1984) Мутационна селекция кукурузы. Принципи мутационной селекции кукурузы. “Инф. бюл. по кукурузе, Координац. центр СЭВ по пробл. Коц-2”. 1984, № 3, стр. 77-83
11. Христова П. 1976. Проучвания върху наследяването на някои елементи на продуктивността при царевицата във връзка с хетерозисната селекция, кандидатска дисертация, ИЦ – Кнежа